PROCEEDING BOOK



3rd INTERNATIONAL EURASIAN CONFERENCE ON SCIENCE, ENGINEERING AND TECHNOLOGY

(EurasianSciEnTech 2021)

15-17 December 2021
Ankara / Turkey

ISBN : 978-625-00-9553-9

EurasianSciEnTech 2021

www.eurasianscientech.org

3rd International Eurasian Conference on

Science, Engineering and Technology

(EurasianSciEnTech 2021)

December 15-17, 2021 / Ankara, Turkey

www.EurasianSciEnTech.org

PROCEEDING BOOK

(Abstracts and Full-Text Papers)



Editor

Prof. Dr. Muhittin DOĞAN

Copyright © 2021

ISBN: 978-625-00-9553-9

Publication Date: December 2021

All rights reserved. The right to publish this book belongs to EurasianSciEnTech 2021. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without permission. This Proceeding Book has been published as an electronic publication (e-book). Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Authors are responsible for the contents of their abstracts and full-text papers.

Congress Web Page

www.eurasianscientech.org

E-mail

info@eurasianscientech.org

CHAIRMAN OF CONFERENCE

Prof. Dr. Muhittin DOĞAN	**Gaziantep University, Turkey**

ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. Ali BİLGİLİ	**Ankara University, Turkey**
Prof. Dr. Ayla BALABAN GÜNDÜZALP	**Gazi University, Turkey**
Prof. Dr. Ergül YAŞAR	**İskenderun Technical University, Turkey**
Prof. Dr. Mehmet Cengiz TAPLAMACIOĞLU	**Gazi University, Turkey**
Prof. Dr. Mehmet İslak YÜCE	**Gaziantep University, Turkey**
Prof. Dr. Mohammed A. IBRAHIM SHARAF	**İstanbul University-Cerrahpaşa, Turkey**
Prof. Dr. Murat ARI	**Çankırı Karatekin University, Turkey**
Prof. Dr. Osman BİLGİN	**Gaziantep Islam Science and Technology Unıversity, Turkey**
Prof. Dr. Ümmühan ÖZDEMİR ÖZMEN	**Gazi University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Ahmet DEMİRBAŞ	**Sivas Cumhuriyet University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Ebru SARALOĞLU GÜLER	**Başkent University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Haluk GÖZDE	**National Defence University, Turkey**

INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE*

Prof. Dr. Adnan QADIR	**NED University of Engineering & Technology, Pakistan**
Prof. Dr. Ahmet ŞEKEROĞLU	**Niğde Ömer Halisdemir University, Turkey**
Prof. Dr. Ali BİLGİLİ	**Ankara University, Turkey**
Prof. Dr. Ali Tuncay ÖZYILMAZ	**Hatay Mustafa Kemal University, Turkey**
Prof. Dr. Alpaslan DAYANGAÇ	**Osmaniye Korkut Ata University, Turkey**
Prof. Dr. Ayla UYSAL	**Süleyman Demirel University, Turkey**
Prof. Dr. Ayşe AYDOĞDU	**Gazi University, Turkey**
Prof. Dr. Ayşe BEDELOĞLU	**Bursa Technical University, Turkey**
Prof. Dr. Azize AYOL	**Dokuz Eylül University, Turkey**
Prof. Dr. Bengi USLU	**Ankara University, Turkey**
Prof. Dr. Berna DENGİZ	**Baskent University, Turkey**
Prof. Dr. Bushra MIRZA	**Quaid-i-Azam University, Pakistan**
Prof. Dr. Bülent AKAY	**Ankara University, Turkey**
Prof. Dr. Bülent KABAK	**Hitit University, Turkey**
Prof. Dr. Bülent YEŞİLATA	**Ankara Yildirim Bayazit University, Turkey**
Prof. Dr. Canan CAN	**Gaziantep University, Turkey**
Prof. Dr. Cihangir DURAN	**Ankara Yıldırım Beyazıt University, Turkey**
Prof. Dr. Deniz Sunar ÇERÇİ	**Adıyaman University, Turkey**
Prof. Dr. Deniz UZUNSOY	**Bursa Technical University, Turkey**
Prof. Dr. Didem ÖZÇİMEN	**Yildiz Technical University, Turkey**
Prof. Dr. Dilek ERDİRENÇELEBİ	**Konya Technical University, Turkey**
Prof. Dr. Ebru ŞENADIM TÜZEMEN	**Cumhuriyet University, Turkey**

Prof. Dr. Ebru ŞENEL	**Ankara University, Turkey**
Prof. Dr. Emine GÜNERİ	**Erciyes University, Turkey**
Prof. Dr. Erol ATAY	**Hatay Mustafa Kemal University, Turkey**
Prof. Dr. Fakhru'l Razi bin Ahmadun	**National Defence University Malaysia, Malaysia**
Prof. Dr. Faruk KARADAĞ	**Çukurova University, Turkey**
Prof. Dr. Fatma MEYDANERİ TEZEL	**Karabuk University, Turkey**
Prof. Dr. Fatma Suna BALCI	**Gazi University, Turkey**
Prof. Dr. Ferruh ERDOĞDU	**Ankara University, Turkey**
Prof. Dr. Gıyasettin KAŞIK	**Selçuk University, Turkey**
Prof. Dr. Gul Majid Khan	**Quaid-i-Azam University, Pakistan**
Prof. Dr. Gülay ZENGİN	**Gaziantep University, Turkey**
Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK	**Gaziantep University, Turkey**
Prof. Dr. Hülya METİN GÜBÜR	**Mersin University, Turkey**
Prof. Dr. Hüseyin CANBOLAT	**Ankara Yıldırım Beyazıt University, Turkey**
Prof. Dr. Kerim KÜÇÜK	**Dokuz Eylül University, Turkey**
Prof. Dr. Mehmet Bertan YILMAZ	**Çukurova University, Turkey**
Prof. Dr. Mehmet SARI	**Aksaray University, Turkey**
Prof. Dr. Medeni MASKAN	**Gaziantep University, Turkey**
Prof. Dr. Meltem SARIOĞLU CEBECİ	**Cumhuriyet University, Turkey**
Prof. Dr. Muhammad ANSAR	**Quaid-i-Azam University, Pakistan**
Prof. Dr. Murat Hüsnü SAZLI	**Ankara University, Turkey**
Prof. Dr. Mustafa ÇİĞDEM	**Yıldız Technical University, Turkey**
Prof. Dr. Necati OLGUN	**Gaziantep, University, Turkey**
Prof. Dr. Neriman BAĞDATLIOĞLU	**Celal Bayar University, Turkey**
Prof. Dr. Nil TOPLAN	**Sakarya University, Turkey**
Prof. Dr. Niyazi ŞAHİN	**Ankara Yıldırım Beyazıt University, Turkey**
Prof. Dr. Nuri ÖZALP	**Ankara University, Turkey**
Prof. Dr. Olcayto KESKİNKAN	**Çukurova University, Turkey**
Prof. Dr. Oya BOZDAĞ DÜNDAR	**Ankara University, Turkey**
Prof. Dr. Ozan TEKİNALP	**Middle East Technical University, Turkey**
Prof. Dr. Salim ÇERÇİ	**Adıyaman University, Turkey**
Prof. Dr. Sarwat JAHAN	**Quaid-i-Azam University, Pakistan**
Prof. Dr. Selma DÜZYOL	**Konya Technical University, Turkey**
Prof. Dr. Sibel YILDIZ	**Karadeniz Technical University, Turkey**
Prof. Dr. Siti Khairunniza bt. Bejo	**Universiti Putra Malaysia, Malaysia**
Prof. Dr. Şule UĞUR	**Gazi University, Turkey**
Prof. Dr. Tayfun DEDE	**Karadeniz Technical University, Turkey**
Prof. Dr. Ümmühan ÖZDEMİR ÖZMEN	**Gazi University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Abd. Rahim Abu TALİB	**Universiti Putra Malaysia, Malaysia**

Assoc. Prof. Dr. Adnan BOZDOĞAN	**Osmaniye Korkut Ata University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Ahmet EKİCİBİL	**Çukurova University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Ali Osman AYAŞ	**Adıyaman University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Aslıhan DEMİRDÖVEN	**Tokat Gaziosmanpasa University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Aycan TOSUNOĞLU	**Uludağ University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Aysel GÜVEN	**Baskent University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Ayşe AVCI	**Sakarya University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Bahar MERYEMOĞLU	**Cukurova University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Başak HANEDAN	**Atatürk University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Dian Darina Indah Binti Daruis	**Universiti Putra Malaysia, Malaysia**
Assoc. Prof. Dr. Hakan GÜNEYLİ	**Cukurova University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Mahmoud HAFEZİEH	**Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Iran**
Assoc. Prof. Dr. Mohammad SUDAGAR	**Gorgan University, Iran**
Assoc. Prof. Dr. Muhammad Mohsin Amman	**NED University of Engineering & Technology, Pakistan**
Assoc. Prof. Dr. Mustafa AKYOL	**Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Nemanja Kašiković	**University of Novi Sad, Serbia**
Assist. Prof. Dr. Özge TUFAN ÇETİN	**Akdeniz University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Rani Faryal Faheem Tahir	**Quaid-i-Azam University, Pakistan**
Assoc. Prof. Dr. Roselina Arelhi	**University of Nottingham, Malaysia**
Assoc. Prof. Dr. Sadaf Zaidi	**Aligarh Muslim University, India**
Assoc. Prof. Dr. Selda KILIÇ ÇETİN	**Cukurova University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Sezgin AYDIN	**Gazi University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Süleyman Sungur TEZCAN	**Gazi University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Tevfik AĞAÇAYAK	**Konya Technical University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Ümit AYATA	**Bayburt University, Turkey**
Assist. Prof. Dr. Aslı GİRAY KURT	**Alanya Alaaddin Keykubat University, Turkey**
Assist. Prof. Dr. Demet DOĞAN	**Gaziantep University, Turkey**
Assist. Prof. Dr. Doğan KAYA	**Cukurova University, Turkey**
Assist. Prof. Dr. Ebru SARALOĞLU GÜLER	**Başkent University, Turkey**
Assist. Prof. Dr. Halil İbrahim DEMİR	**Sakarya University, Turkey**
Assist. Prof. Dr. Levent ÇOLAK	**Baskent University, Turkey**
Assist. Prof. Dr. M. Bilge İMER	**Middle East Technical University, Turkey**
Assist. Prof. Dr. Mehmet YALÇIN	**Hatay Mustafa Kemal University, Turkey**
Assist. Prof. Dr. Poonam Agarwal	**Jawaharlal Nehru University, India**
Assist. Prof. Dr. Semra ÇİÇEK	**Atatürk University, Turkey**
Assist. Prof. Dr. Shahram DADGAR	**Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Iran**
Assist. Prof. Dr. Tuba Pehlivan	**Gaziantep University, Turkey**
Assist. Prof. Dr. Yıldıray PALABIYIK	**Istanbul Technical University, Turkey**

Dr. Aainaa Izyan Nafsun	**Universiti Putra Malaysia, Malaysia**
Dr. Hıdır DÜZKAYA	**Gazi University, Turkey**
Dr. Lim Kar Sing	**Universiti Malaysia Pahang, Malaysia**
Dr. Ramin Ekhteiari SALMAS	**King's College London, United Kingdom**
Dr. Sachiyo ABURATANI	**National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Japan**

***This list is arranged in alphabetical order.**

FOREWORD

3rd International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology (*EurasianSciEnTech 2021*) was successfully held on December 15-17, 2021 with a great participation from many countries.

The objective of *EurasianSciEnTech 2021* was to bring leading academicians, researchers, scholars as well as industrial professionals together from all over the world to exchange and share their experiences and research results to discuss the practical challenges encountered and the solutions adopted.

In this context, we welcomed precious scientists and the greatest appreciation goes to all participants whose contributions have made this conference a success. I would like to thank the organizing committee and the scientific committee for providing this intense and high quality scientific environment.

I believe that the *EurasianSciEnTech 2021* has made important contributions to you at large and hope to see you at the *4th International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology* (*EurasianSciEnTech 2022*).

Prof. Dr. Muhittin DOĞAN

Chairman of *EurasianSciEnTech 2021*

Contents

1. ORAL PRESENTATIONS 1

1.1. ABSTRACTS 2

Prediction & Control of Shrinkage, Porosity in Steel Castings Using Solid Cast Foundry Simulation Software 3

A comparative study between the insecticidal potential of *Calotropis procera* latex against *Parlatoria blanchardi.Targ* and a commercial insecticide 4

Petrographic and mineralogical characterization of the Tizert copper deposit (Western Anti-Atlas, Morocco) 5

Effect of *salvia chudaei* batt. & trab aerial parts's extracts on α-amylase inhibitory activity 6

Experimental study of the effect of bending angle on the martensitic transformation of a 304L austenitic TRIP steel 7

Micellar Electrokinetic Chromatography Method for Ketorolac Analysis in Pharmaceutical Sample 8

Polyphenol oxidase from Pear (*Pyrus communis*) 9

The influence of b-FGF and BMP-2 *on in vitro* rat bone marrow mesenchymal stem cells behavior, growth, osteogenic differentiation, and the expression of osteogenic differentiation markers 10

Synthesis of MnO_2/PANI Composites for Electrochemical Energy Storage 11

Investigation of Iron Age glassmaking technology from elemental and Pb isotope analysis 12

Structural, Magnetic and Magnetocaloric Properties of $PrBa_{0.5}Gd_{0.5}Mn_2O_6$ Compound 13

Biocompatibility and *in vitro* drug release tests of dual drug loaded nanostructured lipid carriers 14

Comparison of Removal Efficiency and Destruction Level in Electrodes Used in Electrokinetic Method 15

Effect of PhTAD-substituted Dihydropyrrole Derivatives Compounds on ER stress genes and ATP Binding Cassette genes expression in MCF-7 Cell Line 16

Green Chemistry: Synthesis and characterization of boron containing sulfonyl hydrazone compound by one pot method 17

Fibroblast-derived extracellular matrix enriched PCL PolyHIPE scaffolds as pro-angiogenic wound dressings 18

Synthesis of Boron-Doped CoS_2 (B-CoS_2) Electrocatalysts 19

Sıralı Yağmur Örneklerinde Göller Bölgesine Çökelen Elementlerin Belirlenmesi 20

Yüzey Suları Örneklerinde Anyon-Katyon Analizlerine Genel Bir Bakış 21

Recycled Mussel Shell Waste as a Novel Biosorbent for Remediation of Boron from Geothermal Water 22

Olive Pruning Wastes as Potential Biosorbent for Removal of Boron from Aqueous Solutions 23

Design, Synthesis and Anticancer Activity of Novel Hydrazide-Hydrazone Compounds Containing 1,2,4-Triazole Ring 24

Lipase production by *Penicillium echinulatum* and optimization using Taguchi robust design 25

Locating Perinatal Health Care Facilities with *p*-Median and *p*-Center Models under Q-Coverage Requirement 26

The effect of acoustic cavitation on some chemical properties of vermicompost 27

Anodic Oxidation Of A 1,4 Acetaminophen (Paracetamol) On Electrodes Prepared By The Thermal Oxidation Procedure 28

Application of Experimental Design Methodology for Electrochemical Oxidation of Textile Wastewater Using MMO and BDD Electrodes 29

Doğal gaz kokulandırıcı maddelerinin araştırılması ve şehir içi gaz dağıtımında koku maddesi olarak kullanılan THT-TBM karışımının incelenmesi 30

A short-term flow rate change of the Meriç River 31

The Effect of Application of Ellagic Acid and Carnosic Acid on Wound Healing 32

Sıçanlarda siklofosfamid ile indüklenen hepatotoksisiteye karşı rosmarinik asitin etkileri 33

Sustainable Energy Concepts in Membrane Processes for Water and Wastewater Treatment 34

Microbial fuel cell integrated electro-fenton oxidation for pharmaceuticals removal from wastewaters 35

Comparison of the flow height of Biga Stream in two different water years 36

Polymeric filters incorporated with ferrite-based nanoparticles: Synthesis and Application 37

Kraft ve beyaz kuşe kağıtlarının atmosferik plazma uygulaması ile yüzey modifikasyonu 38

Üç fazlı vienna tipi doğrultucunun çıkış geriliminin denetiminde bulanık mantık denetleyicinin performansının incelenmesi 39

DA-DA LLC Rezonans Dönüştürücü Yapısının Denetiminde Parçacık Sürü Optimizasyonu Temelli PI Denetleyicinin Dinamik Performansının Analizi 40

Nano boyuttaki tm (turmalin) partiküllerini bikomponent lif çekim yöntemiyle pla polimeri içerisine katkılandırarak kan dolaşımını hızlandırıp pıhtılaşmayı önleyen koruyucu pamuk/pla kumaşların üretimi 41

Purposes, advantages and disadvantages of milk analogues in dairy technology 42

Synthesis and Characterization of Transition Metals Based Nanocomposite Forms 43

Experimental and theoretical investigation of hysteresis behavior of damping bumpers at constant loading speeds 44

Effect of Ag content on ZnO coated microreactor for photocatalytic degradation of methylene blue 45

Reactive Dye Biosorption Ability of Different Fungal Biosorbents 46

Selülozik yapıda gümüş nanoparçacık içeren antibakteriyel kaplama hazırlanması ve karakterizasyonu 47

Pseudomonas aeruginosa and pyoverdines: a hidden threat in apitherapy applications 48

A High Antioxidant Food: Red Beet (*Beta vulgaris* var. Cruenta Alef) 49

Remazol Brilliant Blue R Decolorization of Yeasts Cells Grown in Barley Husks Medium by Response Surface Methodology 50

Hipertiroidinin Erkeklerde Prematür Ejekülasyon Parametrelerine Etkisi Var mıdır? 51

In silico studies on thiophene carboxylic acids as HCV NS5B inhibitors 52

Application of Full Factorial Design to Evaluate the Effect of Different Variables on Colour and Viscosity of Strawberry Jam 53

Development of grape stem waste-derived adsorbent for methylene blue removal 54

Sıfır Atık Yönetmeliği'nin Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Yerleşkesine Uygulanması ile Elde Edilecek Kazanımlar 55

Identification of adulteration in olive oil made with corn oil, hazelnut oil and soybean oil by FT-IR, GC and some chemical experiments 56

Workflow ın a radiotherapy department: Producing an applicable archive system in TPS for patient RT plans 57

Measuring automated detection success of main tumor structures in breast cancer images 58

The effect of different solution pH on the syneresis and textural properties of wheat starch gels 59

Ulva lactuca'dan yeşil sentezle gümüş nanopartikül üretiminin optimizasyonu 60

Biyokütle enerji santrali külünün karakterizasyonu ve içerdiği elementlerin ekstrakte edilebilirliği 61

Steam treatment to decontaminate sprouted seeds 62

A semi-analytical solution to contact problem of unbonded functionally graded multilayer system indented by two unsymmetrical stamps 63

Esnek Atölye Çizelgeleme Probleminde İşlerin Bölünmesinin Son İşin Tamamlanma Zamanına Etkisi . 64

Investigation of energy consumption in a PCM integrated cooling system for tropical fruits storage 65

Hydrogeological and hydrochemical investigation of Tosunlar geothermal field (Denizli) 66

Slasher-halat boyama makineleri için ultrason destekli tekne üretimi 67

Tıbbi ve Aromatik Bitki Olan Karaçalı (*Paliurus spina-christi)'* nın Çeşitli Ekstraktlarda Antioksidan Etkilerinin İncelenmesi 68

Yeni bir schiff bazı ligandı ile komplekslerinin sentezlenmesi, karakterizasyonu ve antiproliferatif aktivitelerinin prostat kanser hücre hattı (PC-3) üzerinde incelenmesi 69

Edible Films and Coatings Containing Lactic Acid Bacteria: Potential Advantages and Applications 70

Photopolymerised high internal phase emulsions (PolyHIPEs) with tunable morphological properties for soft and hard tissue engineering 71

Analysis of the optimization algorithms for improving the dynamic behavior of the load frequency control in modern interconnected power systems 72

Determination of Morphometric and Meristic Characteristics of *Cyprinion magrostomus* Heckel,1843 Population in Özlüce Dam Lake 73

Enerji Dağıtım Sektöründe Entegre İnovasyon Yönetim Sistemi İle Kurum İçi Girişimcilik ve Açık İnovasyon Uygulaması 74

Thermal Performance of Functional Graded Composite Material 75

Atık granüle lastiğin harç özellikleri üzerindeki etkisi 76

Turning decellularised plant leaves into pro-angiogenic wound dressings for the management of challenging wounds 77

Valorisation of various bread wastes used in the production of bacterial cellulose by *Gluconobacter oxydans* ... 78

İçme Suyuyla Verilen Kitosan Oligosakkaritin Yumurtacı Bıldırcınlar Üzerindeki Etkisi ... 79

Synthesis, characterization and theoretical calculation of Schiff base derived from sulfisoxazole (sulfa drug) and 1-pyrenecarboxaldehyde ... 80

Schiff base; (E)-4-((1-(5-chloro-2-hydroxyphenyl)ethylidene)amino)-N-(5-methylisoxazol-3-yl)benzenesulfonamide synthesis, characterization and computational studies ... 81

İn vitro Alzheimer modelinde hesperidin ve narinjinin hücre canlılığına etkisi ... 82

PETG Filamentleri ile %20 Dolgu Oranında Üretilen Numunelerin Farklı Dolgu Desenlerinde Çekme ve Eğilme Özellikleri ... 83

Olgunlaşmamiş Buğday Unu İlavesinin Eriştenin Fonksiyonel Besin Bileşenleri Üzerine Etkisi ... 84

Classification of Benign and Malignant Tumors by Machine Learning Methods Using Mri Images of the Brain ... 85

Investigation of the Electrochemical Behavior of Binapacryl Fungicide by Square Wave Strip Voltametry ... 86

The effect of the quality control system applied to the clothing production line on the cost ... 87

Characterization of Amylase From *Bacillus subtilis* and Its Application in Desizing Process ... 88

Levrek *Dicentrarchus labrax* L. ve Çipura *Sparus aurata* L. Balıklardan İzole Edilen Bakterilere Karşı Üzerlik *Peganum harmala* L., Muskat *Myristica fragrans* Houtt. ve Karanfil *Syzygium aromaticum* L. Bitki Ekstrelerinin Antibakteriyel ve Antioksidan Aktivitelerinin Araştırılması ve Balık Raf Ömrü Üzerine Etkileri ... 89

Farklı bitki ekstrelerinin çipura balığından (*Sparus aurata* L. 1758) izole edilen bakterilere karşı antibakteriyel ve antioksidan aktiviteleri ile bitki ekstrelerinin raf ömrüne etkisi ... 90

Solution of two dimensional parabolic equations by using lod method ... 91

Anorganik malzemelerin kullanılması ve yüzey modifikasyonları yapılması ile yenilikçi ekonomi sınıfı binek lastik sırt karışımlarının geliştirilmesi ... 92

Fosfor çözücü bakterinin ahudududa fosfor kullanımı, bitki büyümesi ve gelişmesi üzerine etkisi ... 93

Investigation of heavy metal levels in water and sediment samples from Beyşehir Lake (Konya/Turkey) ... 94

Magnetic and magnetocaloric properties of $Pr_{0.55}Ca_{0.05}Ba_{0.4}Mn_{1-x}Bi_xO_3$ (x:0, 0.02) manganites ... 95

Yüksek Sertlikte İnce Sac Metal Parça Üretiminde Kullanılan Kalıp Ömürlerinin Kriyojenik İşlem İle Artırılması ... 96

On generalized incomplete Fibonacci quaternions ... 97

A note on Fibonacci-like hybrid numbers ... 98

Meyve ve sebzelerdeki parazit yumurtalarının çeşitli yıkama solüsyonlarıyla yıkanmasında yeni yaklaşımlar ... 99

Fractionation of hornbeam with protic ionic liquids under cost effective conditions ... 100

Doğal gaz yakıcı kombi cihazlarında enerji geri kazanımının araştırılması ve evsel tip kombi cihazları için prototip geliştirilmesi 101

Mechanochemical Synthesis and Characterization Investigations of W borides from WO_3, B_2O_3 and Mg by High-Energy Ball Milling 102

Compositional features of different plant parts of the local endemic *Helianthemum germanicopolitanum* Bornm. (Cistaceae) characterized by ATR-FTIR technique 103

Association of Heat Shock Proteins (HSPs) and Glucose Regulated Proteins (GRPs) with Apoptosis in Human Cancers 104

Review on Blockchain Applications for IoT based Intelligent Traffic Management in Smart Cities: Road Safety and Vehicular Network Security 105

Survey on Computer Vision Based Systems for Intelligent Traffic Management in Smart Cities: Traffic Surveillance Applications 106

A study on cytotoxic and apoptotic effects of four nanoparticles that could be promising anti-cancer agents 107

Adsorption of Rhodamine-B from Aqueous Solution Using APTMS and GPTMS Modified Silica Sorbents 108

Mild, Selective Sulfoxidation with oxo-Rhenium(V) Catalyst 109

Amin aşılı pembe yumuşak antep fıstığı kabuğu (*Pistacia vera* L.) kullanılarak sulu ortamdan anyonik boyarmadde giderimi 110

Postcoital prolapsus vagina in bitches; case reports 111

Nicotinamide mononucleotide (NMN) in Aquatic Animals 112

The effect of stent application on apoptotic proteins expressions during acute myocardial infarction 113

Fotovoltaik Enerji İle Soğutucu Dolap 114

Production of carbonized electrode materials from biomass and its use in electrochemical biosensing applications 115

Photothermal Properties of GO-Ag-PANI Ternary Nanocomposite 116

Anti-angiogenic effects of light-activated water-soluble zinc phthalocyanine 117

Enhancement of Mechanical and Piezoresistive Properties of MWCNTs/TPU Composites by Electrical Field Induced Nanoparticle Alignment 118

Neuroscience, Ophthalmological Image Processing and Artificial Intelligence 119

Gravür Desenli Cam Bardak Kalıbı Tasarımı ve Geliştirilmesi 120

Inhibition of acetylcholinesterase (AChE) enzyme by naphthalenylmethylen hydrazine derivative compounds 121

Protective effect of apocynin against monosodium glutamate-induced neurotoxicity in rat cerebral cortex 122

Fotovoltaik İzleme Sistem için Bluetooth BLE Haberleşme Önerisi 123

Tomentosin impact in pancreatic cancer: it suppresses proliferation and metastasis 124

Güçlü kriptografik özelliklere sahip 8×8 S-kutuları için alt uzay tasarımı 125

Sodyum aljinat ve poli(etilen glikol) bazlı hidrojellerin sentezi 126

Physiological responses of *Mirabilis jalapa* L. seedlings to salt stress 127

Assessing toxicity of bisphenol A on *Lemna gibba* L. 128

Biosynthesis and characterization of Cu-Ni nanoparticles 129

Molecular Approaches in the Relationship between Obesity and Lipopolysaccharide 130

Atık ve gübre özellikli doğal maddelerden biyobozunur malç film elde edilmesi ve özelliklerinin incelenmesi 131

Adsorptive removal of acetaminophen from aqueous solution by activated carbon produced from *Cordia myxa* 132

Single-cell analysis of ciprofloxacin-treated escherichia coli cells in heterogeneous microenvironments 133

Sıcaklık ve UV stres faktörleri maruziyetlerine karşı döteryum oksitin (D_2O) triptofanın absorbans davranışı üzerine etkilerinin araştırılması 134

Fabrication and Characterisation of InGaAs Gunn Diode-Based Light Emitting Device 135

Miselyumun atıksu arıtımında kullanılabilirliğinin incelenmesi ve renk giderim potansiyelinin belirlenmesi 136

Optical and electrical characterızatıon of InGaAs epitaxial layers 137

Structural, magnetic and magnetocaloric properties of $La_{0.85}Na_{0.15}MnO_3$ manganite 138

MALDI-TOF MS ile serbest hafif zincir analiz yöntemi geliştirilmesi 139

Tuz Gölü çevresinde yayılış gösteren endemik *Centaurea tuzgoluensis* (Asteraceae)'in fitoremediasyon uygulamalarında kullanılabilirliğinin belirlenmesi amacıyla bazı ağır metal (Fe, Ni, Cu ve Zn) içeriklerinin araştırılması 140

Synthesis of new crown ether compound and sodium complex, investigation of structures by spectroscopic and thermogravimetric methods 141

Amperometric dopamine sensor based on poly-L-tryptophan, c-MWCNT and ITO nanoparticles 142

Simultaneous determination of caffeine and theobromine in cocoa-by products by HPLC 143

Interaction of Methyl Red with Semi-fluorinated Cationic Surfactants both in Micellar and Lyotropic Liquid Crystalline Region 144

Understanding the effect of *α*-pinene and 1*H*-benzimidazole against corrosion on cp-Ti in NaF solution: Experimental and DFT studies 145

Altsistem Yaklaşımıyla Zemin-Yapı Etkileşiminin Deprem Analizine Etkisi 146

A comparative study to evaluate the R&D efficiency of countries 147

Underlying causes of higher sensitivity observed in early life stages of fish to toxicity 148

1.2. FULL-TEXT PAPERS 149

Pomegranate and Avocado Residual Peel and Seed Extracts Used as Alternative and Potential Antimicrobial Compound for Suppresion of Plant Pathogens 151

Design and Analysis of Hexagonal Photonic Crystal Fiber 162

Benzerlik Dönüşümü Tabanlı Renk İndirgeme Kullanılarak Görüntü Erişimi 167

Batı Karadeniz Bölgesinin jeolojik birimlerinin araştırılma 173

Gravite verileriyle Archangelsky Sırtının temel kaya üst yüzeyinin belirlenmesi 177

Farklı iklim koşulları altındaki meralarda toprakların karbon depolama potansiyellerinin belirlenmesi 182

Investigation of Source Rock Properties of Upper Permian Kahtepe Formation Carbonates in East of Hadim (Konya, Turkey) 190

Investigation of the Usability of Boron Waste in Geopolymer Paste 197

Yarı-Kurak Tepe-Eğim Ölçeğinde İnfiltrasyonun Hidropedolojik Değerlendirilmesi 205

Vitrifiye sektöründe kullanılan sırlama kabinleri için atık sır toplama sistemi geliştirilmesi 215

Energy efficiency-based assessment and an innovative sieve system design in the milling unit 221

Geochemistry, Depositional Conditions and Provenance of the Late Devonian Carbonates, in the Gölboğazı-Hadim-Konya Area, Southern Turkey 227

Kilis 7 Aralık Üniversitesinde kurulacak fotovoltaik GES santralinin teknik ve ekonomik analizi 235

Beton Elastisite Modülünün Destek Vektör Regresyon Yöntemi ile Tahmini 243

Deep eutectic liquid-based microwave-assisted extraction for the optimization anthocyanin components in *Prunus Cerasus L.* waste product 249

Homogenizer-Aided Extraction of High Added-Value Products From Grapefruit Peel: Application of a Specially Designed Citric Acid Based Deep Eutectic Solvent 255

Bitki Kaynaklı Fenolik Antioksidanlar ve Beslenme ve Sağlık Üzerine Etkileri 262

Yeşil Çayın (*Camellia sinensis* L.) Beslenme ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri 271

Beslenme ve Diyette Kullanılan Bazı Baharatların Antioksidan Özellikleri ve Onların İnsan Sağlığı Açısından Önemi 276

Inhibitory effects of *Melissa officinalis* extracts against *Escherichia coli* ATCC 25922 283

Application of lactic acid-based deep eutectic solvent for the microwave-assisted extraction of polyphenols from olive tree (Olea europaea) leaves 287

Bazı çok yıllık taban merası yem bitkisi türlerinin yem değerleri yönünden karşılaştırılması 293

Boyalı sulardan kimyasal koagülasyon yöntemi ile renk gideriminde Box-Wilson deney tasarım yönteminin uygulanması 298

Aylık lens kullanımı boyunca kontakt lens çözeltilerindeki ozmolalite değerinin stabilite değerlendirmesi 306

Sera koşullarında mikoriza aşılamasının kanola sonrası yetiştirilen II. ürün mısır bitkisinin büyüme ve besin elementleri konsantrasyonuna etkisi 312

Farklı mikoriza türleri ve spor sayılarının farklı zamanlarında hasat edilen kültür bitkilerinin P ve Zn alımına etkisi 321

Behaviour of ovalene as a carbon support in a direct methanol fuel cell 329

Normal aort ve anevrizmalı aort arasındaki farklılıkların bilgisayar destekli tasarımı ve simülasyonu334

Yüksek Hassasiyete Sahip Katı Materyal Dozajlama Sistemi Geliştirilmesi Ve Verimliliğinin Araştırılması 342

Araç seyir bilgisayarı 350

Ailevi Akdeniz Ateşi Olan Gebelerin Göbek Kordonu'nda BAX ve BCL-2 İmmünreaktivitelerinin Değerlendirilmesi 370

A novel technique based on 3D scanning for quantitative analysis of the indentations in documents ..379

Investigation of Land Use/Cover Development from Agricultural Perspective in Konya Closed Basin, Turkey 385

Temporal Analysis of Land Cover/Use Change in a Semi-arid Basin with MODIS data 390

Karacaören (Sandıklı, Afyonkarahisar-Türkiye) Civarı Porfiri Tip Au-Cu-Mo Cevherleşmesi 396

Binalarda Enerji Verimliliği Açısından Merkezi Isıtma Sistemleri Uygulamaları 405

İnsan yoğunluğu fazla olan binalarda enerji verimliliği 417

Kadmiyumun *Lucilia sericata* Meigen 1826 (Diptera: Calliphoridae) Larvalarının Hemolenf Proteinleri Üzerine Etkileri 431

Parametric study of CsPbBr3 perovskite single-crystals synthesized at the solution-nucleation border 437

Biyogaz motorlu kojenerasyon sistemleri 444

The importance and applications of reactive power compensation in PV power systems 455

Patlayıcıların Detonasyon İncelemelerinde Kullanılan Plaka Hızlandırma Testi için Düzlemsel Şok Dalga Oluşumuna Düzlemsel Dalga Merceği Geometrisinin Etkisi 463

Powder Metallurgical Production and Characterization of Graphene/Al-5.5%Cu Composites 470

Preparation and self-assembly of bio-conjugated electroactive tetra(aniline) 477

Kolemanit ve fosforik asit kullanılarak saf borik asit eldesi 484

Hasarlı karbon nano-konilerde hasar konumunun burkulma davranışına etkisi 490

Polietilen Tereftalatın (PET) Atmosferik Basınçta Su Buharı Gazlaştırma Yönetmiyle Farklı Sıcaklıklarda Gazlaştırılması Yoluyla Hidrojen Üretimi 496

Karabük ili Eflani ilçesi büyük baş hayvancılık genel durum tespiti 502

Bingöl merkezdeki yüzey sularının nitrat durumu 509

Duhok baraj havzasında CBS temelli uzaktan algılama kullanılarak arazi kullanımı ve arazi değişikliğinin tespiti 517

FDA VAERS Aşı Verıtabanında Dengesiz Covid-19 Verilerinin Sınıflandırılması 526

Mechanical behavior of Cr_3C_2 and Ni particulate reinforced Al_2O_3 composite system prepared by conventional sintering method in Ar/H_2 atmosphere 534

Performance evaluation of X-band direct RF sampling for radar applications 542

Türkçe metinlerde derin öğrenme algoritmalarının duygu analizi problemi üzerindeki performansının kıyaslanması 548

Glutensiz ekmeğin besinsel özelliklerin arttırılmasında yer elması tozu kullanımı 555

PD and delayed resonators for noncollocated vibration suppression in the lumped mass models 560

Structural, optical and mechanical properties of polyacrylamide hydrogels doped with multiwalled carbon nanotubes 571

Quantitative evaluation of four significant proteins in extracellular cervical secretions for the discrimination of cervical neoplasias 578

Elektrik Motorlarında Verim Analiz Yöntemlerinin İncelenmesi 587

Myocardial infarction complication estimation with feature reduction 594

Investigation of adhesive shear strength for various nanomaterial reinforced AA7075-T6 adhesive joints 598

Effect of mechanical and chemical surface pretreatments on the shear strength of MWCNT-COOH reinforced aluminium adhesive joints 606

Study of mechanical properties of silicone rubber coating composition reinforced with different silica derivatives 614

Pestisitlerin gıda güvenliği ve insan sağlığı üzerine etkileri 620

Enhancing the scratch resistance of industrial PTFE coatings via tribological approach 629

New Trends for Identifying COVID-19 Pandemic Variants by Using Machine Learning Techniques 635

Rot Kollarında Büküm Derinliğinin Rot kollarının Burkulma Yükü Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi 641

Alternatif Solar Radyasyon Ölçümü İçin LDR ve Akıllı Telefon Kullanımı 647

Genetik algoritma kullanarak, çift robot kollu sistemde görev paylaşımının optimizasyonu 654

Compression strength behavior of fiber reinforced polymer-based glass, carbon, and glass/carbon hybrid composites 662

Computed tomography slices may cause overfitting in deep learning 669

Number of Trainable Parameters and Computational Cost for CNN 676

Farklı Hammadde ile Üretilen Tozluk Lastiklerinin Ömürlerinin İncelenmesi 684

A Comparison of Image Fusion Quality Metrics 691

Assessment of Antioxidant activity and Antiproliferative Effects of *Hypericum scabrum* L. on Human Colon Cancer HT-29 Cells 698

Raylı sistem yatırımlarının fizibilite analizinde kullanılan bileşenler ve uluslararası anlamda karşılaştırılması 706

Bir ulaşım talep yönetim modeli olarak park et- devam et sistemi: İzmir ölçeğinde incelenmesi 714

Investigation on mechanical and microstructural characterization of gas tungsten arc welding of thin grade-2 pure titanium sheets 721

Development of CMC / PEG / GO (rGO) hydrogels with wound dressing potentials 727

Taze ve atık kahve çekirdeklerinin NBR kauçukta kullanımı ve dolgu özelliğinin değerlendirilmesi 732

A Decision Support System for Smart Maintenance: Case Study in Automotive Industry 739

Nükleer Tehditlere Karşı Alınacak Önlemler ve Ulusal Bir Standardın Ortaya Konması 744

Doğrusal regresyonla vücut yağ tahmininde korelasyon türlerinin etkisi 753

Endüstri 4.0 döneminde dijital ikizler: uygulamalar ve hususlar 758

Kesikli Elektrolitik Kaplama Yöntemi ile Üretilen Ni-Co Alaşım ve Ni-Co- Al_2O_3 Kompozit Kaplamaların Geliştirilmesi 763

Pamuk-Rejenere Selülozik Lif Karışımlı Biyobozunur İpliklerde Karışım Oranı ve Eğirme Teknolojisinin İpliklerin Fiziksel, Mekanik ve Sürtünme Özelliklerine Etkisi 770

Airlaid Nonwoven Kumaş Üretim Hattında Üretim ve Yardımcı Birimler Arasında Radyo Frekansı Kullanılarak Veri Aktarımı ve Kontrol Sisteminin Kurulması 780

Difüzör Otomotiv Parçası Üzerinde Plastik Enjeksiyon Kalıp İçi Akış Hareketin Simule Edilmesi ve Mesh Boyut Optimizasyon Çalışması 783

Information Extraction from Policy Documents Using Object Detection and Domain-Specific BERT 789

Developing an End-to-End Integrated Secure Mobile Payment System 795

The Economical and Environmental Analysis of Threshold Zone Illumination Using Biodynamic Led Luminaires: Case Study of Huashuyan Tunnel in China 803

Dijital kriptografik para birimi 810

Estimation the water quality of rural areas in Panama to create methods for accessible drinking water 818

Endüstri 4.0 teknolojileri kullanılarak insan-makine arasında akıllı haberleşme sisteminin kurulması 831

A Practical Technique Based on Laser Etching to Design Interdigitated Electrodes for Supercapacitors 837

Design a holder with light source and a port for fiberoptic based spectrophotometer for testing the gas sensors 844

Synthesis and characterization of doped solid gel electrolytes for supercapacitors 851

Massive scalar field in the near-horizon geometry of BTZ black hole 857

Yeni Nesil Araçlarda Kullanılan Yüksek Mukavemetli Çeliklerin Sonlu Elemanlar Metodu ile Kalınlık Optimizasyonu ve Şekillendirilebilirlik Analizi 861

Effect of Preparation Methods on the Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Artichoke Extracts 867

Sensory and Color Characteristics of Artichoke Leaf Mixed Herbal Tea 872

Carbendazim fungisitinin elektrokoagülasyon yöntemi ile model atıksudan giderimi 876

Neural Network Modeling of a 4-Pole 3-DoF Magnetic Levitation System based on NARX Architecture 883

Investigation of effect of pre-mixed expander additives on the enhanced flooded battery performance 887

Sonofotokatalitik Arıtım Yöntemleriyle Sulardan Reaktif-Black 5 (RB5) Boyar Maddesi Giderimi 892

Bifenthrin insektisitinin model atıksudan elektrokoagülasyon yöntemiyle giderimi 901

Araç Yıkama Tesisleri Atık Sularından Elektrokimyasal Yöntemlerle Ağır Metal Giderimi 908

Farklı geometrik yüzeyli İznik Çini karolarına üstün fiziksel özelliklerin kazandırılması için yüksek hassasiyetli kurutma sistemi tasarımı 915

The anti-neurodegenerative phytochemicals: A review 921

CdTe/CdS ve Sb_2Se_3/CdS ince film güneş pillerinin farklı sıcaklıklardaki akım-gerilim karakteristiği 925

2. POSTER PRESENTATIONS 932

2.1. ABSTRACTS 932

Characterization of the soils of the Edough massif (North East Algeria) 934

Seraidi Forest: Biodiversity and Characterization of Plant Diversity 935

Review Of Geopolymer Cement Uses In Soil Stabilisation 936

Fourier Transform Infrared (FTIR) Metakaolin Analysis thermal treated At Different Cycles Destined To Geopolymer synthesization 937

A study on uniaxial and biaxial nematic phase properties of a lyotropic mixture of SDS/Na_2SO_4/DeOH/water by laser conoscopy and polarizing optical microscopy 938

Birefringences measurements of lyotropic mixture DTMABr/NaSCN/DDeOH/water as a function of surfactant concentration: A laser conoscopy study 939

The theoretical investigation of an expired drug (lapatinib) as corrosion inhibitor 940

Floroalkil ve Foroaçil-dihidrofuranların Sentezi ve Proteaz Aktivitelerinin İncelenmesi 941

Optimization of homogenizar assisted extraction of pyhtochemicals from *Prunus Persica L.* peels 942

Purification of thioredoxin reductase from commercial *Spirulina platensis* tablets 943

Moringa Oleifera Prevents Valproic Acid-Induced Oxidative Damage in Tongue Tissues of Rats 944

The Effects of Some Metal Ions and Vitamins on the Activity of the Purified Glutamate Dehydrogenase 945

Synthesis of environmentally friendly and potentially bioactive Schiff bases containing boron 946

Havacılık endüstrisinde kullanılmak üzere alüminyum malzemelerin korozyon direncinin arttırılması amacıyla yüzey kaplaması geliştirilmesi 947

SiO_2 – TiO_2 Nanokompozitlerin Hidrotermal Yöntem ile Sentezi ve Fotokatalitik Özelliklerinin İncelenmesi 948

Büyük ölçekli biyogaz tesisindeki biyolojik metan üretim potansiyelinin incelenmesi 949

Effect of Additives on Protease Enzyme that Used in Detergent Formulations 950

Production of Lipase from Coffee Waste by Cryptococcus diffluens D44 951

Preparation of graphene oxide/reduced graphene oxide-alginate-polyethylene glycol hydrogels as candidate for tissue scaffold 952

In vitro histone deacetylase, carbonic anhydrase and xanthine oxidase inhibitory activities of some sulfur compounds 953

Genetic Diversity of Mung Bean (*Vigna radiata* L.) Ecotypes 954

The investigation of nuclear factor erythroid 2-related factor 2 levels in the sera of childhood chronic kidney patients 955

Karakavak ve Çukurhüseyin (Balıkesir) Köyleri Civarındaki Volkanik Kayaçların Petrografisi ve Jeokimyası 956

The antiradical and total antioxidant activity of wild mushroom *Marasmius oreades* 957

The antioxidant, antimicrobial, antiproliferative activity of *Viola odorata* 958

Biomimetic functionalisation of photocurable polycaprolactone tetramethacrylate-based polymerised high internal phase emulsions (PolyHIPEs) and evaluation of its potential as a bone graft substitute.. 959

Taurine Amminoacid in the Aquatic Animals 960

Thermal oxidative behaviors of polyacrylonitrile copolymers 961

Weight and Past Process Reduction with Advanced Mold Technology and Overmolding Process 962

Tekstil boyarmaddesi remazol kırmızısının sulu çözeltiden uzaklaştırılmasında polimerik adsorban kullanımı ve adsorpsiyon parametrelerinin incelenmesi 963

Development Of Ozone Effecting System Without Using Harmful Chemicals 964

2,4-trimetil-1,2-dihidrokinolin'in (TMQ) farklı pişirme sistemleri ilehazırlanan EPDM kauçuğun kullanım ömrüne etkisi 965

In-silico evaluation of anticancer activity of novel Arylidene Barbiturate derivatives molecules 966

Fonksiyonel gıdalar olarak fermente süt ve süt ürünleri 967

2.2. FULL-TEXT PAPER 969

Talaşlı imalat işlemlerinde tırlama tespiti için sinyal analiz tekniklerinin incelenmesi 971

Geç dönem Duchenne Müsküler Distrofi (DMD) hastalığında gen transferinin uzun vadede distrofin ekspresyonuna etkisinin test edilmesi 984

Morphological Characterization of Some Indonesian Pepper Genotypes 992

1. ORAL PRESENTATIONS

1.1. ABSTRACTS

ORAL PRESENTATION

Prediction & Control of Shrinkage, Porosity in Steel Castings Using Solid Cast Foundry Simulation Software

Aneela Wakeel[1*1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3402-337X), Alamgir [*1]

[*1]University of Engineering and Technology, Faculty of Mechanical and Aeronautical Engineering, Department of Metallurgy and Materials Engineering, Taxila, Pakistan.

*Corresponding author e-mail: aneela.wakeel@uettaxila.edu.pk

Abstract

Metal casting has now become one of the major manufacturing processes for producing the intricate part geometries, about 61% parts of automotive, sugar, cement industry is made by this processes. But the efficiency of foundry industry is affected by different casting defects which in turn affect the quality and production. Shrinkage and porosity are most common defects which associated with the phenomenon of solidification accompanied by appreciable volume contraction.
The purpose of this research is to produce sound casting by predicting shrinkage and porosity using SolidCast foundry simulation software, and to validate the results taken from the modeled and simulated part by simulation software before casting to the results after casting. SolidCast rely on finite difference method which is a meshed based approach of simulation. Experimental work was performed by casting a Y-Chain link of a cane carrier which was made of carbon steel in ZG 45 steel grade. After designing the risering procedure and gating system through Software, the liquid metal for one mold (consisting of 04 chain links) reduced to 28 kgs from 48kg with 2% rejection by other means. The metal wastage through rejection was reduced to 90 kg from 1344 kgs reducing the rejection cost by 98% and increasing the yield of the casting from 43% to 57%. Moreover, manufacturing cost was reduced by 25% in terms of materials, labour, and pattern, fixed & variable overheads. The work concludes use of SolidCast to establish methods that incorporate correct procedures for the design of gating and feeding system of a steel casting that has been previously observed to have sufficient shrinkage below riser/feeder. It is greatly recommended that simulation techniques should be widely employed in foundry practices to avoid rejection, reducing cost and increasing productivity.

Keywords: Casting, Forging, Gating system

ORAL PRESENTATION

A comparative study between the insecticidal potential of *Calotropis procera* latex against *Parlatoria blanchardi.Targ* and a commercial insecticide

Nacira_Bellaouar[1,2*] (https://orcid.org/0000-0002-0093-997X) , Mebarka_ Bouziane [1, 2] (https://orcid.org/0000-0002-7359-8555), Lakhdar_Hamdi-Aissa[1] (https://orcid.org/0000-0003-0394-6232), Roukia_Hammoudi[1,2] (https://orcid.org/0000-0002-3188-9653), Mahfoud- Hadj Mahammed[1, 2] (https://orcid.org/0000-0003-0345-0798)

*[1] BioGeochemistry of Desert Environments Laboratory. Faculty of Mathematics and Matter Sciences. University of Ouargla, Ouargla 30000, Algeria.
[2] University of Ouargla, Ouargla 30000, Algeria.

*Corresponding author e-mail:bellaouarnacira@gmail.com

Abstract

Plant extracts have become alternative insecticides because they are safe products to protect crops. In addition to their role in controlling pests and diseases, they produce less toxic residues compared to chemical products, and are less dangerous to human health. The present study aims to investigate the phytochemical composition present in *Calotropis procera* latex from Algerian desert (Djanet) and to evaluate the toxicity effect of this latex on *Platria blonchardi. targ* compared to the commercial insecticide TCHOKE. Concerning phytochemical screening analysis, they have revealed that *Calotropis procera* latex contained various bioactive chemical groups including alkaloids, phenols, terpenoids, steroids, and cardiac glycosides. To explore its insecticidal activity, it was tested against *Platria blonchardi*. In fact, the prepared samples have showed high mortality rates of *Platria blonchardi*, larvae and adults. They are estimated to 96.31 ±00% for the latex sample and to 96.48 ±1.35% for the commercial product. On the other hand, the lowest toxicity rate (24.58±2.67%) was recorded at only 0.009 µl / mg. In this study, it is showed that *Calotropis procera* latex represent a very rich source of bioactive compounds, which gives it a strong toxic effect against *Platria blonchardi* even compared to commercial pesticides. Therefore, this latex could be a potential alternative in biological control.

Keywords: *Calotropis procera* - Latex - *Platria blonchardi* - phytochemicals - green-insecticides -biological control.

ORAL PRESENTATION

Petrographic and mineralogical characterization of the Tizert copper deposit (Western Anti-Atlas, Morocco)

Kaoutar Dachri[1,2*] (https://orcid.org/0000-0003-4287-6898), Mohamed Hibti[1], Khalid Elamari[1], Khalid Naji[2]

[*1]Universityof Caddi Ayyad, Faculty of Sciences and Techniques, Department of geology, Marrakech, Morocco
[2] REMINEX research center, Industrial complex of Guemassa, Marrakech, Morocco

*E-mail:dachri.kaoutar@gmail.com

Abstract

The present work aimed to characterize the Tizert copper deposit, which is located at 160 km south-east of Agadir-Morocco. This deposit corresponds to a sediment-hosted copper deposit with Ediacaran age. The lithological succession is represented by three lithostratigraphic units. Tiddiline Formation (Lower Ediacaran) considered as the basement and composed of conglomerates; the Basal series which includes the Basal Conglomerate at the base and the sandstones at the top; then the Lower limestone unit, characterized by silicified dolostone beds surmounted by stratified limestone corresponding to Tamjout Dolomite formation (upper Ediacaran). The economic mineralized zone extends laterally for more than 5km along the Basal Series and the Tamjout Dolomite. The lithological description of the studied drill core shows three distinct lithofacies of mineralization according to the casing. Massive in the conglomerates of the Basal Serie; disseminated recorded in the bedded sandstones; stratified in the carbonates of the Tamjout Dolomite and fissural by sealing cracks in the sandstone of the Basal Series. The results of mineralogical characterizations conducted by X-Ray diffraction, optical microscopy, scanning electron microscopy and automated quantitative mineralogy showed: (1) a large variability of copper deportment. It is a paragenesis of chalcocite (1.1%), malachite (0.7%), bornite (0.5%), with small amounts of chalcopyrite (0.2%) and covelline (0.18%). (2)The gangue is mainly composed of quartz (32%), dolomite (30%), orthoclase (5%) and calcite (4%). (3) The main copper deportment have a low liberation rate: 21% for chalcocite, 11% for malachite and 16% for bornite. While the percentage of grain being locked in the gangue is about 41% for chalcocite, 49% for malachite and 58% for bornite. These preliminary results, will be used as input for the study of geometallugical variability of the Tizert deposit, in order to ensure the prediction of deposit mining planning and the improvement of the metallurgical processing performance.

Keywords: Tizert, Copper, Geometallurgy,Mineralization, Morocco.

ORAL PRESENTATION

Effect of *salvia chudaei* batt. & trab aerial parts's extracts on α-amylase inhibitory activity

Chahrazad _Nemer[1,2*] (https://orcid.org/0000-0002-7849-0367),
Roukia_Hammoudi[1,2] (https://orcid.org/0000-0002-3188-9653),
Mahfoud- Hadj Mahammed[1, 2] (https://orcid.org/0000-0003-0345-0798),
Nacira_Bellaouar[1,2] (https://orcid.org/0000-0002-0093-997X),Imane_Dekhil[2], Samar_Mokeddem[2].

*[1] BioGeochemistry of Desert Environments Laboratory. Faculty of Mathematics and Matter Sciences. University of Ouargla, Ouargla 30000, Algeria.
[2] University of Ouargla, Ouargla 30000, Algeria.

*Corresponding author e-mail:chahrazadnemer94@gmail.com

Abstract

Salvia chudaei Batt. & Trab., is one of the spontaneous *Salvia* species found in the Algerian desert. It is considered as a useful medicinal plant because of its availability and interesting virtues in folk medicine. The present study aimed to investigate the phytochemical composition present in the aerial parts extracts (hexane, chloroform, ethyl acetate) and the evaluation of its efficacy in inhibiting enzymatic activity. The results revealed that *S. chudaei* extracts contained many biological active chemical groups, including terpenes, polyphenols, tannins, coumarins, alkaloids, Glycosides, Saponins, Stérols and flavonoids. *in vitro* antidiabetic results of (chloroform, hexane and ethyl acetate) extracts revealed that the three extracts have an inhibitory effect on the α-amylase enzyme (78.33%, 87.86% and 99.45%) respectively. Ethyl acetate and chloroform extracts showed a high inhibitory effect even more than acarbose(43.96%), these results confirm that *S. chudaei* has an effect on diabetes.

Keywords: *Salvia chudaei*, extracts, phytochemical composition, α-amylase .

ORAL PRESENTATION

Experimental study of the effect of bending angle on the martensitic transformation of a 304L austenitic TRIP steel

Bencherif Mokhtar[1*](*ORCID:https://orcid.org/0000-0002-1229-8874*), Boudedja Amar[1](*ORCID:https://orcid.org/0000-0002-3867-927X*), Hannou Aghilas[1](*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8693-8547*), Almansba Madjid[1](*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6551-5230*), Ferhoum Rabah (*ORCID:https://orcid.org/0000-0001-8151-916X*)

[*1]UniversityMouloudMammerie of Tizi Ouzou, Faculty of construction, Department of mechanical engineering, Tizi Ouzou, Algeria.

*Corresponding author e-mail: mokhtarbencherif94@gmail.com

Abstract

In this work we are going to study the V-bending type on a 304L AISI sheet steel with a 1.5mm thickness. Firstly, we have realized three tensile tests to characterize our material. then, one 30° angle punch as well as different matrixes to be able to create different bending angles 30°,45°,60°,90° has been made. The bending test were conducted for purpose to show the influence of the bending angle on the martensitic transformation of the 304L austenitic TRIP steel. The tests have been running at a speed of 20m/min, and on 3 specimens for each angle. After that, we did hardness tests on the section of the bended zone to check the apparition the martensitic phase at last. The comparison between the obtained results of the different specimens. Microscopic observations of the folded areas were also made to ensure compliance of hardness test results.

Keywords:V-bending, Marentistic transformation, Hardness, TRIP steel, Austenite, Martensite.

ORAL PRESENTATION

Micellar Electrokinetic Chromatography Method for Ketorolac Analysis in Pharmaceutical Sample

Dadan Hermawan[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1483-0163*)

[*1]Universitas Jenderal Soedirman, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Department of Chemistry, Purwokerto, Indonesia.

*Corresponding author e-mail: dadan.hermawan@unsoed.ac.id

Abstract

A micellar electrokinetic chromatography (MEKC), a hybrid of electrophoresis and chromatography was developed in this study for determination of ketorolac, a non-steroidal anti-inflammatory drug (NSAID) in the pharmaceutical (tablet) sample. The optimized MEKC method using 30 mM SDS, 10 mM borate buffer (pH 9.3) and 30 kV applied voltage has been applied for the analysis of ketorolac in tablet sample with analysis time less than 5 min. The average recovery of ketorolac in the tablet sample was 97.56% (*RSD* = 0.75%, *n* = 3). The present MEKC method was simple, rapid analysis, high accuracy and environmentally friendly.

Keywords: Ketorolac, Micellar electrokinetic chromatography, Tablet.

ORAL PRESENTATION

Polyphenol oxidase from Pear (*Pyrus communis*)

Mukaram Shikara[1*], Yasir Khaleel Almusawi[2], Maha Raad Hashim Al-Sammarraie[3]

[*1,2,3] Al-Esraa University College, Medical Laboratory Techniques Department, Baghdad, Iraq.

*Corresponding author e-mail: yasir.khaleel91@gmail.com

Abstract

The extraction and purification of polyphenol oxidase (PPO) from domestic Iraqi Pears (Pyrus communis) was done through a series of classical purification techniques including ion-exchange chromatography and its characteristics were studied. Catechol was the standard substrate for the purified PPO, and its Km and Vmax were determined, while the optima pH and temperature were determined at pH 4.5 and 40°C respectively. The enzyme has a molecular mass of 42kDa.
The enzyme was inhibited by several compounds such as L-ascorbic acid, Benzoic acid, L-cysteine chloride, glutathione, b-mercaptothion, salicylic acid, sodium azide, sodium diethyl dithiocarbonate, sodium fluoride, sodium metabisulfite, thiourea.

Keywords: Polyphenol oxidase, enzyme, pear, inhibition.

The influence of b-FGF and BMP-2 *on in vitro* rat bone marrow mesenchymal stem cells behavior, growth, osteogenic differentiation, and the expression of osteogenic differentiation markers

Mervat M. El-Deftar,[1] Hanan F. Hammouda,[2] Hassan M. Azzazy,[3] and Mohammed A. Sharaf [4*]

[1] Tissue Culture Unit, Pathology Department, National Cancer Institute, Cairo University, Cairo, Egypt.
[2] Department of Chemistry, Helwan University, Ain Helwan, Cairo 11795, Egypt.
[3] Department of Chemistry, The American University in Cairo, New Cairo, Helwan 11835, EGYPT
[*4] Department of Maritime Transportation Management Engineering, Istanbul University-Cerrahpasa, Avcilar, Istanbul 34320, Turkey.

*Corresponding author e-mail: sharafma@gmail.com

Abstract

Bone marrow mesenchymal stem cells (BM-MSCs) have been already exploited in many clinical settings due to their differentiation potential and excellent *in vitro* culture properties. They could be regarded for the regeneration of mesenchymal tissue, cartilage, bone, tendons, and fat cells.
MSCs were isolated from femur and tibia bones of 20 rats. They were grown in primary culture with basic fibroblast growth factor (b-FGF). This group had been sub-cultured into two subgroups: the first with b-FGF and was maintained in an OS medium. In addition to the b-FGF, bone morphogenetic protein-2 (BMP-2) was added to a second subgroup at day four. Both groups were then maintained in an OS medium for twenty-one days. The effect of b-FGF alone and as complement to BMP-2 with osteogenic inducers on the osteogenesis of BM-MSCs were examined and controlled by using solid and liquid phase assays for ALP activity. Alizarin red and von Kossa staining were employed for mineralization. The relationship between ALP expression and the *in vitro* mineralization process was revealed.
Exposure to the b-FGF through primary culture yielded a large number of cells, $2x10^7$ cells per flask, as well as rapid confluence. Cell growth and survival with fibroblast-like morphology were maintained without degeneration till the termination of the experiment. In contrast to the control group without b-FGF which showed lower cell yield of $8x10^5$ cells per flask and exhibited degenerative changes in morphology and function of MSCs and senescence. In the meanwhile, the two b-FGF and the b-FGF with BMP-2 exhibited osteogenesis. Exposure of MSCs to both b-FGF and BMP-2 resulted in an enhancement of the hallmarks of osteoblast activity. It was witnessed as an increase in both the number and size of colonies that formed multilayers and mineral nodules that showed strong response to cytochemical staining for: ALP activity, calcium and phosphorus ions followed by progressive decrease of ALP-expressing cells with incubation time as compared to MSCs treated with b-FGF alone through three weeks of osteogenesis.
In sum, the data presented in this report indicated that b-FGF leads to enhancement of both mitogenic activity and osteogenic development in cultures treated in an OS medium. Whereas combined treatment with b-FGF and BMP-2 enhances the osteogenic potency of b-FGF in Rattus Norvegicusrat BM-MSCs.

Keywords: Albino rats, Bone marrow mesenchymal stem cells (BM-MSCs), Basic fibroblast growth factor (b-FGF), Bone morphogenetic protein-2 (BMP-2), Osteogenic differentiation, Osteogenic potency, Alkaline phosphatase (ALP) activity, Bone mineralization.

ORAL PRESENTATION

Synthesis of MnO_2/PANI Composites for Electrochemical Energy Storage

Hasan Altınışık[1] *(ORCID : https://orcid.org/ 0000-0002-0700-945X)*, Bengü Getiren[1] *(ORCID : https://orcid.org/0000-0002-9551-7082)*, Zafer Çıplak[2] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2449-5274)*, Furkan Soysal[3] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2558-2014)*, Nuray Yıldız[1*] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2428-3474)*

[1]Ankara University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Ankara, Turkey
[2] Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Sivas, Turkey.
[3] Ankara Yıldırım Beyazıt University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Chemical Engineering, Ankara, Turkey.

*Corresponding author e-mail: nyildiz@eng.ankara.edu.tr

Abstract

In this work, it is aimed to prepare MnO_2/PANI binary composites via one-step in-situ polymerization in H_2SO_4 and DBSA aqueous media having high specific capacitance, high energy, and power density for supercapacitor applications. For the synthesis of MnO_2/PANI, potassium permanganate ($KMnO_4$) is used as an oxidizing agent for aniline polymerization and manganese (II) chloride ($MnCl_2$) as the precursor for MnO_2 nanoparticles. Herein, in this report, the effect of aniline monomer on the capacitive behavior was investigated. The chemical structure and morphology of synthesized MnO_2/PANI composites were characterized by transmission electron microscopy (TEM), scanning electron microscopy (SEM), X-ray diffraction (XRD), ultraviolet-visible (UV-Vis) spectroscopy, and Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy. Moreover, the electrochemical properties were characterized by cyclic voltammetry (CV), galvanostatic charge-discharge (GCD), and electrochemical impedance spectroscopy (EIS) using a Gamry Reference 3000 potentiostat/galvanostat. The results showed that the maximum specific capacitance of MnO_2/PANI reached up to 300.2 F/g at a scan rate of 10 mV/s and 181.2 F/g at a current density of 1 A/g in a two-electrode configuration. Because of its excellent rate capability, approximately, 93.5% of the specific capacitance was retained between current densities of 0.5 and 5 A/g. The unique morphologic structure of the nanocomposite, and synergistic effect of MnO_2 and PANI ensure the binary nanocomposite to be a promising electrode material for supercapacitor applications.

Keywords: Polyaniline, metal oxide nanoparticles, nanocomposite, supercapacitor.

Acknowledgement:
This work was financially supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK; Project No: 120M752).

ORAL PRESENTATION

Investigation of Iron Age glassmaking technology from elemental and Pb isotope analysis

Zeynep Atasayar[1] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4817-8508),*
Özden Ormancı[2*] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1098-3923)*

[1]Istanbul University-Cerrahpaşa, Graduate Education Institute, Department of Analytical Chemistry, İstanbul, Turkey
[2]Mimar Sinan Fine Arts University, School of Conservation and Restoration of Cultural Property, İstanbul, Turkey

*E-mail: ozden.ormanci@msgsu.edu.tr

Abstract

Urartian Kingdom, founded in the capital Tushpa (Van) on the eastern shore of Lake Van and established during the Iron Age, has a great potential to investigating about the glass making technologies and glass trading in this period. During the excavation works at the Necropolis of Karagündüz located at 34 km away from Tushpa, some glass beads reflecting to the Iron Age have been unearthed. In this study, to reveal the recipe used to make these glass beads, based on their chemical and isotopic composition by using Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) and Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDS) is aimed. The chemical fingerprint of the raw materials can be related to geographical locations and some of the chemical characteristics of the raw materials are present in the final product unchanged. Pb concentrations in glass samples are due to heavy minerals in the silica source. In this study, we, therefore, investigated the Pb isotopes ratio of the possible sand raw material from the Lake Van, and the Pb isotopic signature of the glass beads. The Pb isotopic ratios obtained from Lake Van and the samples are correlated and spreaded homogenous. The isotopic and chemical results we got from analyses, support the fact that the glass beads have been produced locally around Van.

Keywords: Glass Provenance, isotopic ratio, ICP-MS, SEM-EDS

Acknowledgment
TÜBİTAK (The Scientific and Technological Research Council of Turkey) is greatly acknowledged for its financial support in the scope of 1001 funding program (project no: 118M248).
Van Museum Directorate is immensely acknowledged for supplying the samples of this project.

ORAL PRESENTATION

Structural, Magnetic and Magnetocaloric Properties of $PrBa_{0.5}Gd_{0.5}Mn_2O_6$ Compound

Arda Kandemir[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9439-0366), A. O. Ayaş[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6186-8191), S. K. Çetin[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4112-4475), G. Akça[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7187-9516), M. Akyol[3] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8584-0620), A. Ekicibil[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3071-0444)

[1]Çukurova University, Faculty of Science and Letters, Department of Physics, Adana, Turkey
[2]Adıyaman University, Faculty of Science and Letters, Department of Physics, Adıyaman, Turkey
[3]Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University, Faculty of Engineering, Department of Materials Science, Adana, Turkey

*Corresponding author e-mail: ardakandemir88@gmail.com

Abstract

The rapid decline of natural energy resources and increasing energy needs have led researchers to increasing energy efficiency and renewable energy studies. Magnetic materials play an important role on those works [1]. Research about magnetic refrigeration (MR) systems based on the magnetocaloric effect is one of the important examples for these works due to such properties like being environmentally friendly technology and high energy efficiency with low carbon technology. In most of the studies on MR, it is aimed to find materials that show high magnetic entropy and adiabatic temperature change under low magnetic field change around room temperature. Based on the results obtained from the studies in the literature, attempts to find proper magnetic coolant material is still continues and, in this research, we have produced $PrBa_{0.5}Gd_{0.5}Mn_2O_6$ (PBGM-0.5) compound by using solid-state reaction method. Crystal structure have been analyzed with Rietveld's refinement method by using Fullprof software and XRD data collected at room temperature. According to the Rietveld's method, sample crystalized in orthorhombic phase with *Pbnm* space group. Morphological properties have been performed by SEM-EDS analysis. From the SEM analyze, it can be seen that sample constituted from different polygonal shaped grains. EDS analyze shows that sample includes all expected elements and there is no loss of starting elements. Magnetic measurements have been performed by measuring temperature dependent (*M-T*) and applied field dependent (*M-H*) magnetization measurements. From this measurement, it can be found that the Curie temperature (T_C) was determined at 100 K. Comparing this result with our previous studies, substitution of Ba for Gd increases the Curie temperature [3-4]. The ΔS_M value of the sample calculated as 2.26 J $kg^{-1}K^{-1}$ under 5 T magnetic field change value. According to these results, PBGM-0.5 sample can be considered as magnetic coolant material only around low temperature range.

Keywords: Magnetic cooling, magnetic entropy change, Curie temperature.

Acknowledgements: This work is supported by the TUBITAK (The Scientific and Technological Research Council of Turkey) under Grant Contract No. 120M409.

References

[1] V. Franco, J.S. Blázquez, J.J. Ipus, J.Y. Law, L.M. Moreno-Ramírez, A. Conde, Progress in Materials Science 93 (2018) 112-232.
[2] M-H Phan and S-C Yu, J. Mag. Mag. Mat. 308 (2007) 325-340.
[3] A.Kandemir, S.K. Çetin, A.O. Ayaş, G. Akça, M. Akyol, and A. Ekicibil, Structural and Magnetic Properties with Magnetocaloric Effect in Pr(Gd1-xBax)Mn2O6 Double Perovskite Manganite System, MSNG-2021.
[4] A.Kandemir, S.K. Çetin, A.O. Ayaş, G. Akça, M. Akyol, and A. Ekicibil, Structural and Magnetic Properties with Magnetocaloric Effect in Pr(Ba1-xGdx)Mn2O6 Double Perovskite Manganite System, IMSEC-2021.

ORAL PRESENTATION

Biocompatibility and *in vitro* drug release tests of dual drug loaded nanostructured lipid carriers

Hande Balyapan[1] (*ORCID: 0000-0002-2186-3193*), Gizem Tutar[1] (*ORCID: 0000-0003-1998-8605*), Güliz Ak Demiroz[1,2*] (*ORCID: 0000-0001-9613-6348*)

[1]Ege University, Faculty of Science, Biochemistry Department, Izmir, Turkey
[2]Ege University Center for Drug Research & Development and Pharmacokinetic Applications, Izmir, Turkey

* guliz.ak@ege.edu.tr

Abstract

Nanostructured lipid carriers (NLCs) are drug-delivery systems composed of both solid and liquid lipids as a core matrix. It was shown that NLCs reveal some advantages for drug therapy including increased solubility, the ability to enhance storage stability, improved permeability and bioavailability, reduced adverse effect, prolonged half-life, tissue-targeted delivery. Nanoparticles can be coated with polymers such as poly(ethylene glycol) (PEG) leading minimizing their recognition by plasma proteins thus the rate of uptake by the mononuclear phagocytic system is reduced. Doxorubicin is an anticancer drug that binds to DNA by inhibiting topoisomerase II. Trabectedin is also an anticancer drug that acts by covalently binding to guanine residues preferring alkylation in guanine and cytosine-rich sequences. The aim of this study is the investigation of release profiles of two drugs- doxorubicin and trabectedin from previously synthesized PEG-coated and targeted NLC system and the examination of biocompatibility of that NLC for using in melanoma treatment. Herein, active agents' release from doxorubicin and trabectedin encapsulated and targeted nanostructured lipid carriers (DTP-NLC) were tested through dialysis technique at pH 5 and 7.4. The released drug amount was measured with high-performance liquid chromatography (HPLC). Biocompatibility was studied with hemolysis assay and protein binding test. For hemolysis assay, nanocarriers were incubated with erythrocytes at 37 °C and hemolysis was determined spectrophotometrically. For protein binding, nanocarriers were allowed to stand with fetal bovine serum and unbound protein amount was analysed. According to the results, both doxorubicin and trabectedin release from DTP-NLC were found in a controlled manner and drug release increased when the pH changed to acidic. The protein binding of DTP-NLC was in a low level and DTP-NLC did not cause hemolysis even at high concentrations. As a conclusion, it is suggested that nanocarrier is biocompatible and could have potential as a drug delivery system for melanoma treatment.

Keywords: Nanostructured lipid carriers, Doxorubicin, Trabectedin, Drug release, Biocompatibility, Melanoma

Acknowledgement

We would like to thank for financial support received from The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) (Project ID: 219S788).

ORAL PRESENTATION

Comparison of Removal Efficiency and Destruction Level in Electrodes Used in Electrokinetic Method

Buse Özentürk[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3824-5735*), Öznur Karaca[2*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5639-1109*), Emin U. Ulugergerli[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8191-1599*)

[1]Çanakkale Onsekiz Mart University, School of Graduate Studies, Department of Geological Engineering, Çanakkale, Türkiye
[*2]Çanakkale Onsekiz Mart University, Department of Geological Engineering, Çanakkale, Türkiye
[3]Çanakkale Onsekiz Mart University, Department of Geophysical Engineering, Çanakkale, Türkiye

*oznurkaraca@comu.edu.tr

Abstract

Some of the environmental problems that arise in meeting the increasing demand for agricultural-based food due to the increasing population can be outlined as excessive usage of chemicals (fertilizers, etc.) to increase productivity, over-irrigation, and saltwater intrusion due to uncontrolled pumping out of groundwater in coastal areas. For these reasons, in many countries including Turkey, particularly on semi-arid regions, bring about both the decline in agricultural productivity and health problems related to food products containing the heavy metal accumulation. Although there are many methods on the treatment of polution, faster results are obtained in the application of the electrokinetic method. The method relies on the fact that a specific value of the electrical current is injected from a set electrode (source) into the soil and then gathers the pollutant carried by the current to another set (sink). The electrolytic conduction causes source electrodes to deteriorate quickly. In this study, we tested the usability of various electrodes for the electrokinetic treatment method while removing salinity from the soil samples taken from Dardanos District of Çanakkale province. The sample taken from the study area is silty agricultural soil. Its pH value is 8.33, electrical conductivity (EC) is 1282 µs / cm and NaCl equivalent is 0.45%. In the experiments, three rows of electrode pairs were placed in the plastic container. The cathode-anode-cathode arrangement was applied in the electrode array. The dimensions of the electrodes used in the study are galvanized coated steel electrodes L=58 mm r=1.5 mm, copper electrodes L=160 mm and r=0.5 mm. In addition, an experiment was conducted with an aluminum plate measuring 92x65x1 mm. According to the electrode type, a decrease in electrical conductivity of 13.5% in copper, 19.4% in galvanized steel, and 44% in the aluminum plate was observed however, destructive corrosion occurred in all electrodes.

Keywords: Salinity soil, pollution, electrokinetic remediation, electrode, corrosion

This study is supported by COMU BAP FBA-2020-3398.

ORAL PRESENTATION

Effect of PhTAD-substituted Dihydropyrrole Derivatives Compounds on ER stress genes and ATP Binding Cassette genes expression in MCF-7 Cell Line

Arif Ayar[1,2] *(ORCID:0000-0003-0473-4653)*, Maşuk Akşahin[2] (*ORCID:0000-0002-1282-5072)*, Seda Mesci[3*] (*ORCID:0000-0002-5440-302X*), Burak Yazgan[1,2] (*ORCID:0000-0003-0717-7768*), Tuba Yıldırım[2,4] (*ORCID:0000-0002-2983-9649*)

[1]University of Amasya, Sabuncuoğlu Serefeddin Health Services Vocational School, Department of Medical Services and Techniques, Amasya, Turkey
[2]University of Amasya, Institute of Science, Department of Biotechnology, Amasya, Turkey
[3]University of Hitit, Scientific Technical Application and Research Center, Çorum, Turkey
[4]University of Amasya, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, Amasya, Turkey

*Corresponding author e-mail: sedamesci@gmail.com

Abstract

ER protein chaperones aid in the folding of newly synthesized polypeptides and are involved in the regulation of unfolded or misfolded proteins. The endoplasmic reticulum (ER) responds by initiating specific signal transduction pathways that protect the cell against stress-induced apoptosis. The most important and known expression of GRP78 and GRP94 is a defense mechanism used by cancer cells to survive.Various interesting biological activities of heterocyclic compounds such as triazole and dihydropyrrole, such as antibacterial, antitumor, antituberculosis, analgesic and anticancer, are known. Dihydropyrrole compounds were derivatized with N-phenyltriazolindione (PhTAD) to obtain various syn-anti diastereomers by ene reaction. In this study, it was aimed to determine the mRNA expression of genes involved in apoptotic cell death and ER stress of N-phenyltriazolinedione derivatives of bicyclic dihydropyrrole compounds in MCF-7 cancer cell lines. It has been reported that ATP Binding Cassette mechanisms in cancer cells cause multi-drug resistance by decreasing the drug concentration in the cell and decrease the effectiveness of drugs with its up-expression.
In our previous studies, cytotoxic activity of PhTAD derivatives of bicyclic dihydropyrrole compounds (1,56-100 μM) on MCF-7 cell line were examined by MTT. In this study, mRNA expression of genes that play important roles in apoptotic cell death and ER stress such as GRP78, and GRP94 were determined by qPCR method. In additions, the mRNA expression levels of ABCB1, ABCC3, ABCC10, ABCC11 and ABCG2 (ATP Binding Cassette genes) in the MCF-7 cell were measured.
Using the qPCR method, it was observed that the expression levels of apoptotic mRNA were different in PhTAD derivatives of bicyclic dihydropyrrole compounds transfected MCF-7 (breast cancer) cells in comparison with control cells. These compounds have been found to decrease the GRP78 and GRP94 genes. Our results revealed that ABCB1, ABCC3, ABCC11 and ABCG2 gene expression levels were decreased by the compounds.
Studies in ER stress genes on the MCF-7 cell line in N-phenyltriazolindion (PhTAD) derivatives of bicyclic dihydropyrol compounds gave effective results. We think that these compounds increase apoptosis in cancer cells, especially by suppressing ER stress genes. These findings suggest that PhTAD-substituted dihydropyrrole compounds deactivate the drug resistance mechanisms of cancer cells. So these compounds may have a potential anticancer molecules.

Keywords: PhTAD, MCF-7, Anticancer, ER stress, GRPs, ATP Binding Cassette

Acknowledgement: The authors thank to the Amasya University Scientific Research Project for financial support (Project No: FMB-BAP 18-0321).

ORAL PRESENTATION

Green Chemistry: Synthesis and characterization of boron containing sulfonyl hydrazone compound by one pot method

Deniz AKIN ANAKÖK[1]* (https://orcid.org/0000-0002-0811-5799), Servet ÇETE[1](https://orcid.org/0000-0002-9316-2812), Ümmühan ÖZDEMİR ÖZMEN[1] (https://orcid.org/0000-0001-9161-9367)

[1]Gazi University, Faculty of Science, Department of Chemistry, Ankara, Turkey

*Corresponding author e-mail: denizakin@gazi.edu.tr

Abstract

Boron is known to be very important for growth and development in plants, humans, and animals. Boron also plays an important role in bone and mineral metabolism. In recent years, the synthesis of boron-containing compounds and their functional use in various fields have attracted attention. Derivatives of boron-containing compounds have superior properties such as anticancer, antifungal, anti-inflammatory, and antioxidant activity. It is especially involved in pharmacology as the active ingredient of new-generation drugs. Due to their unique electronic and physicochemical properties increased the attention to boron-containing compounds for novel therapeutics. In addition simple alkyl or aryl boron-containing compounds have been used as serine protease inhibitors for a long time. In this study; boron-derived sulfonyl hydrazons by a green chemistry method were synthesized for the first time. Fot this purpose, 4-formyl phenyl boronic acid and different alkyl sulfonyl chloride were used. Then the synthesized compounds were purified using various purification techniques. Furthermore synthesied compunds chemical structure were characterized by elemental analysis, FT-IR, ^{1}H NMR spectroscopy methods. Boron-containing sulfonyl hydrazone was synthesis by using one-pot reaction methods. Because the excess hydrazine used in the synthesis of sulfonyl hydrazones is both an expensive reagent and highly toxic, it needs to be isolated and purified from the product and remains a major barrier. Therefore, in these syntheses, an environmentally benign approach for the synthesis of sulfonyl hydrazones, which employs green-solvent, mild reaction conditions, and reduced quantity of hydrazine is presented. The results show that synthesis were carried out successfully.

Keywords: Boron compounds, Sulfonyl hydrazone, One-pot reaction, Green Chemistry

ORAL PRESENTATION

Fibroblast-derived extracellular matrix enriched PCL PolyHIPE scaffolds as pro-angiogenic wound dressings

Serkan Dikici[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9933-5254*)

[1]Izmır Institute of Technology, Faculty of Engineering, Bioengineering Department, Izmir, Turkey.

*Corresponding author e-mail: serkandikici@iyte.edu.tr

Abstract

Wound healing is a complex series of events where angiogenesis plays a key role not only in supplying oxygen and nutrients during the highly demanding proliferative phase but also in enabling the transmigration of inflammatory cells to the wound area. Fibroblasts have been demonstrated to have a significant role in neovascularisation by producing and storing extracellular matrix (ECM) molecules, growth factors, and pro-angiogenic factors. Accordingly in this study, we developed bio-functionalised wound dressings by decorating highly porous and interconnected polycaprolactone (PCL) based polymerised high internal phase emulsion (PolyHIPE) scaffolds with decellularised human dermal fibroblast-derived ECM. The bioactivity of the biohybrid dressings was assessed *in vitro* on human dermal fibroblasts (HDFs), human aortic endothelial cells (HAECs) and human epidermal keratinocytes (HEKs). Following that, we evaluated its pro-angiogenic activity *in vivo* using an *ex-ovo* chick chorioallantoic membrane (CAM) assay. Our results demonstrated that bio-functionalised dressings enhanced the metabolic activity of HDFs, HAECs, HDKs, which are three major types of cells associated with wound healing. *In vivo* studies showed that the dressings caused a strong pro-angiogenic response in 7-days compared to plain PCL PolyHIPE scaffolds. We concluded that bio-functionalised dressings were successfully developed by decellularisation of 14-day cultured HDFs on the PCL PolyHIPE constructs. Bio-functional dressings (i) enhanced the activity of cells associated with wound healing and (ii) promoted angiogenesis over 7-days in vivo in an ex-ovo CAM assay. This proof-of-concept technique can easily be adapted for its use in patient-specific wound healing applications with the use of autologous fibroblasts isolated from the patients.

Keywords: fibroblast, extracellular matrix (ECM), angiogenesis, wound healing, chick chorioallantoic membrane (CAM) assay, polycaprolactone (PCL), PolyHIPE

ORAL PRESENTATION

Synthesis of Boron-Doped CoS_2 (B-CoS_2) Electrocatalysts

Jülide Hazal TÜRKCAN[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2316-7693*), Oğuz Kaan ÖZDEMİR[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0251-8615*)

[1]Yıldız Technical University, Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, Department of Metallurgical and Materials Engineering, İstanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: j.hazalturkcan@gmail.com

Abstract

It is imperative to develop low-cost, high-performance, and durable electrocatalysts for the oxygen reduction reaction as an alternative to platinum catalyst. The aim of this study is to synthesize boron-doped cobalt sulfide (B-CoS_2) electrocatalysts with high activity and strength for the first time in the literature and use them as cathode electrodes in PEM type fuel cells. The synthesis of B-CoS_2 catalysts is planned to be carried out in two stages. Firstly, by applying a constant current (Pulse Galvanostatic) intermittently, the crystallization and growth of CoS_2 nanoparticles with the metallic structure on the surface of the gas diffusion layer will be ensured, and in the second stage, the boron will be added to the structure from the boric acid component by hydrothermal method.

The effect of different synthesis parameters on the physical properties of metallic CoS_2 nanoparticles will be investigated by characterization methods such as XRD, SEM, and EDS, and the synthesis conditions will be determined in which the desired pyrite structure is obtained. Gas diffusion layers covered with the CoS_2 particles will be doped with boron by a specially designed microwave-assisted hydrothermal method. The electrochemical properties of the B-CoS_2 electrocatalysts to be prepared will be examined with techniques such as cyclic voltammetry (CV), rotating disk electrode (RDE), depending on the amount of the boron, and the electrocatalysts with the highest activity for the oxygen reduction reaction will be determined.

Keywords: PEM Fuel Cells, Oxygen Reduction, Catalysts, Cobalt Sulfide, Boron

ORAL PRESENTATION

Sıralı Yağmur Örneklerinde Göller Bölgesine Çökelen Elementlerin Belirlenmesi

Murat Kılıç[1*](*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1174-0197*), M. Yunus Pamukoğlu[2](*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3337-0860*)

[*1] Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuarı Uygulama ve Araştırma Merkezi, Isparta, Türkiye

[2] Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

* e-mail:muratkilic@isparta.edu.tr

Özet

Yağmur suyu canlı yaşamının vazgeçilmez bir anahtarıdır. Yağmur suyu, aerosolleri ve gazları uzaklaştırarak önemli bir rol oynar. Atmosferden (temizleyici) ve iki mekanizma ile hareket eder, bulut içi temizleme ve bulut altı temizlemedir. Yerel antropojenik kökenli kirleticiler esas olarak uzaklaştırılır yağmurun ilk bölümlerinde, yıkamanın hâkim olduğu süreçtir**.** Bu nedenle kimyasal yağmur suyunun bileşimi yerel kaynaklar hakkında bilgi sağlayabilir. Bu çalışmada sıralı yağmur örnekleri çalışması 2020-2021 tarihleri arasında 13 farklı günde yağan ve 79 adet sıralı olarak toplanan her yağmur olayından başlangıcından bitimine kadar toplanan numunelerden elde edilmiştir. Örnekler vakum altında selüloz asetat filtrelerden süzülme işlemi yapılan yağmur suyu örneklerinin filtreleri mikro dalga cihazında yakıldı, süzülen örnekler ise su banyosunda asit ilave edilerek uçuruldu, hazırlanan yağmur suyu örnekleri analize hazırlandıktan sonra ICP/MS cihazında element konsantrasyonlarının tayin çalışmaları yapıldı. Vakumlu süzme aparatı altında 0.45 mikron selüloz asetat filtre kullanılarak süzüldü, Süzülen örnek üzerine belirli miktarda HNO3, HCl, HF ilave edilerek su banyosunda 5-8 ml kalana kadar uçuruldu ve son hacim 15 ml olacak şekilde 18.2mΩ saf su ile tamamlanarak çözünen element miktarları tespit edildi,Vakum altında süzülen yağmur suyu örneklerinden Süzüntü sonrası elde edilen filtre kâğıtları mikro dalga yakma kabına alındı üzerine belli miktarlarda HNO3, HCl, HF ilave edilerek yakıldı ve son hacim 15 ml olacak şekilde 18.2mΩ saf su ile tamamlanarak çözünmeyen element miktarları tespit edilmiş oldu çözünen ve çözünmeyen element miktarlarının toplamı örneklerde bulunan toplam element miktarını vermiş olur, Örneklerin değerlendirilmesinden önce düşük,orta ve yüksek konsantrasyonları belirleyebilecek kalite kontrol çalışmaları,sertifikalı referans madde kullanarak geri kazanım çalışmaları yapılarak metodumuzun geçerliliği çalışmaları yapılmıştır. 79 Adet sıralı yağmur suyu analiz sonuçlarına göre As, Cr, Pb, Ga, V, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Al, Ba, Li, Mg elementleri belli oranlarda tespit edilmiş Ag, Tl, Co, Cd, Se, Be, Bi, Cs, In, Rb, U elementler ise tespit edilememiştir.

Anahtar Kelimeler: Yağmur suyu, element analizi, metot validasyonu.

ORAL PRESENTATION

Yüzey Suları Örneklerinde Anyon-Katyon Analizlerine Genel Bir Bakış

Serpil Kılıç[1](*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4940-1839*), Murat Kılıç[2*](*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1174-0197*)

[1]Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Isparta, Türkiye

[2*]Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi, Isparta, Türkiye

* e-mail:muratkilic@isparta.edu.tr

Özet

Son zamanlarda artan nüfusa bağlı olarak meydana gelen çevre kirliliği ekosistem bozukluğunda ciddi bir hal almaktadır. Yüzey sularının kirletilmesi sadece yüzeyden gelen evsel, sanayi, tarım gibi doğrudan yüzey sularına taşınan kirleticilerin yanı sıra yağmur ve hava kütleleri ile lokal veya uzak bölgelerden taşınabilen kirleticilere de maruz kalmaktadır. Bu çalışmamızda, yüzey sularında iyon analizlerinde kalite kontrol çalışmaları, ön hazırlık ve tayin metotları belirlenmiştir. Bu amaçla kondüktivimetre cihazı ile anyon ve katyon tayinleri yapılacak olan numunenin iletkenlik değeri ölçülmüş, numunede iletkenlik değeri 500 µS/cm üzerinde olduğu için 18 MW-cm'lik saf su ile 500 µS /cm' ye yakın bir değere seyreltilmiştir. Numuneler 0.45 µm filtreden süzülmüştür. Yüzey suyu örneklerinde florür (F^-), klorür (Cl^-), nitrat (NO_3^-), sülfat (SO_4^{-2}), nitrit (NO_2^-), magnezyum (Mg^{+2}), kalsiyum (Ca^{+2}), potasyum (K^+), sodyum (Na^+), amonyum ($NH4^+$) gibi bulunması muhtemel anyon ve katyonların tayinleri için Dionex ICS 5000 model iyon kromatografisi cihazı kullanılmıştır. Bu cihazda yapılan iyon belirleme çalışmalarından sonra tayin edilen anyonların toplamı, katyonların toplam tayin oranlarına bölündüğünde çıkan sonuçlar 1'e yakın çıkmalıdır. Nötralizasyon faktörünün hesaplanması (µeq/L) ise analitik olarak doğru ölçüm yapıp yapmadığımız açısından önemlidir. Sonuç olarak kalite kontrol için uygulanan analizlerin doğruluğu ve kaynaklarının tespiti yapılarak, yüzey sularında yapılan anyon-katyon sonuçlarının güvenirliği sağlanmıştır. Ayrıca yüzey sularında iyon analiz sonuçlarına etki ettiği düşünülen denizden gelen veya topraktan gelen iyonlarda hesaplanmalıdır. Kalite kontrol sonuçları ise Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. Kalite kontrol sonuçları

Katyon/Anyon	Kalibrasyon aralığı(ppm)	%RSD	LOD	LOQ
K^+	0.5-10	2.0	0.1	0.4
Ca^{2+}	0.5-10	1.3	0.1	0.3
$NH4^+$	0.25-5	7.4	0.3	0.9
Mg^{2+}	0.25-5	1.1	0.04	0.1
Na^+	0.2-4	3.5	0.1	0.3
F^-	0.02-1	1.5	0.02	0.07
Cl^-	0.1-5	0.8	0.05	0.2
NO_2^-	0.1-5	0.8	0.05	0.2
NO_3^-	0.1-5	1.4	0.1	0.3
$SO4^{2-}$	0.1-5	1.5	0.1	0.3

Anahtar Kelimeler: Yüzey suyu, anyon ve katyon analizi, metot validasyonu.

ORAL PRESENTATION

Recycled Mussel Shell Waste as a Novel Biosorbent for Remediation of Boron from Geothermal Water

Elif SEVEN[1b] (ORCID:https://orcid.org/0000-0002-2730-7526),
İdil İPEK*[1a] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9405-2482),
Özgür ARAR[2c] (ORCID: https:// orcid.org/0000-0002-3687-9534)

[1]Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, 35100, İzmir
[2]Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, 35100, İzmir

*[a] İdil İPEK; idil.ipek@ege.edu.tr

Abstract

Boron is an inorganic element that is dissolved in water. It is widely distributed in surface and ground waters, occurring naturally or from anthropogenic contamination. Unfortunately, higher boron levels accelerate plants decay and expiration. Due to the usage of geothermal resource increases in Turkey, management of potential environmental impacts are becoming important. The most serious environmental effect is the pollution by boron. There is a demand for adsorbents those are made up of inexpensive and sustainable materials. The aim of this study is to recycle mussel shell waste to employ as a novel biosorbent for boron removal from geothermal water. Mussel shell contains approximately 96% calcium oxide in its chemical structure which has an important role in water treatment, so in this study, mussel shells were subjected to calcination treatment at 800 °C for 4 h to obtain CaO;

$$CaCO_3 \text{ (calcite)} \longrightarrow CaO \text{ (calcium oxide)} + CO_2$$

In this study, the geothermal water was provided from Aydın geothermal region and the mussel shell waste were obtained from Aegean Sea. To investigate the potential use of mussel shell, batch and column tests were performed. The batch experiments were carried out with the selected amount of adsorbent (2 g/25 mL), and pH (7.68) at 25°C for 24 h. In order to examine the effect of ions in the geothermal water, the experiments were repeated with model boron solution, and the results were compared. The data obtained from equilibrium studies were evaluated employing the isotherm models such as Langmuir, Freundlich, Redlich-Peterson. Also, reusability and selectivity tests were carried out to determine the effect of other ions that can compete with boron in geothermal water. For the eluent tests; sodium hydroxide, ethanol, mannitol and nitric acid solutions were used with different concentrations (0.1-1 mol/L), and maximum efficiency was obtained with 1 mol/L nitric acid. During the column tests, the column bed height and flow rate parameters were examined. Boron analysis was performed spectrophotometrically using Azomethine-H method at λ_{max}=415 nm.

Keywords: Boron, Geothermal Water, Mussel Shell Waste, Water Treatment

ORAL PRESENTATION

Olive Pruning Wastes as Potential Biosorbent for Removal of Boron from Aqueous Solutions

Elif SEVEN[1b] (ORCID:https://orcid.org/0000-0002-2730-7526), İdil İPEK*[1a] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9405-2482), Özgür ARAR[2c] (ORCID: https:// orcid.org/0000-0002-3687-9534), Bihter ESETLILI[3d] (ORCID: https://orcid.org/ 0000-0001-5707-2011), Mahmut TEPECIK[3e] (ORCID:https://orcid.org/0000-0001-6609-4538)

[1]Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, 35100, İzmir
[2]Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, 35100, İzmir
[3]Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 35100, İzmir

*[a] idil.ipek@ege.edu.tr

Abstract

Boron has a crucial impact on vegetation, surface waters and aquatic life. It is needed for the growth and development of plants, animals and humans. Unfortunately, higher boron levels accelerate plants decay and expiration. Therefore, removal of boron from water and wastewater is important for environment control, so WHO has given a recommendation of below 2.4 mg/L of boron for the quality of drinking water. Among many methods, adsorption is the most preferred method because of its low cost and capacity, but there is a demand for adsorbents those are made up of inexpensive and sustainable materials. The aim of this study is to recycle olive pruning waste to employ as a novel biosorbent for boron removal from aqueous solutions. The olive pruning wastes have been subjected to slow pyrolysis for 30 minutes. The effect of pyrolysis conditions have been investigated in terms of pyrolysis temperature and gas flow rate and the optimum pyrolysis conditions have been found as 300 °C and 5 °C/min, respectively. After the pyrolysis stage, it has been subjected to modification process at different modification times, agent types, concentrations and ratios at 25°C to determine the optimum modification conditions which were found as 1 mol/L mannitol solution with 1 g/50 mL agent ratio for 24 h. The characterization has been performed using FTIR, SEM, XRD, TGA and BET. To investigate the potential use of olive pruning waste, equilibrium and kinetic tests have been performed in optimum pyrolysis and modification conditions. Boron removal efficiency has been investigated in terms of biosorbent dosage, pH, temperature, and concentration. The data obtained from equilibrium studies have been evaluated employing the isotherm models such as Langmuir, Freundlich, Redlich-Peterson. Boron analysis was performed spectrophotometrically using Azomethine-H method at λ_{max}=415 nm. The most promising results obtained as following; 2 g adsorbent/25 mL as optimum adsorbent dosage; pH as 10 by applying the optimum pyrolysis conditions at 45 °C.

Keywords: Boron, Olive Pruning Waste, Pyrolysis, Water Treatment

ORAL PRESENTATION

Design, Synthesis and Anticancer Activity of Novel Hydrazide-Hydrazone Compounds Containing 1,2,4- Triazole Ring

Ebru Didem Coşar[1,2*] (*ORCID:0000-0001-5068-0188.*), Faika Başoğlu-Ünal[3] (*ORCID: 0000-0002-4890-3124*), Sezen Atasoy[4] (*ORCID: 0000-0001-5063-5053.*), Nuray Ulusoy-Güzeldemirci[1] (*ORCID: 0000-0002-4495-4282*)

[1] Istanbul University, Faculty of Pharmacy Department of Pharmaceutical Chemistry, Istanbul, Turkey.
[2] Bezmialem Vakıf Unıversity, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Chemistry, Istanbul, Turkey.
[3] European University of Lefke, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Chemistry, Northern Cyprus, TR-10 Mersin, Turkey.
[4] Bezmialem Vakıf University, Faculty of Pharmacy, Department of Biochemistry, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: ecosar@bezmialem.edu.tr

Abstract

1,2,4-Triazoles are five membered heterocyclic and they have several biological activities including anticancer [1,2]. 1,2,4-triazole derivatives such as Fluconazole, Alprazolam, Rizatriptan, Vorozole are approved by FDA as therapeutic drugs that affected various diseases [3]. For this reason, most of the work on the synthesis and biological activities of 1,2,4-triazole derivatives is suitable for drug design.



R: **5a:** 4-N$(CH_3)_2$, **5b:** 2,3-$(OH)_2$, **5c:** 2-OH-4-N$(C_2H_5)_2$, **5d:** 2-OH-3-OCH_3, **5e:** 4-C_2H_5, **5f:** 2,4-$(NO_2)_2$, **5g:** 3,4,5-$(OCH_3)_3$, **5h:** 4-OH, **5i:** 4-Cl, **5j:** 3,4-$(OCH_3)_2$, **5k:** 4-Br, **5l:** 4-CN

Figure 1: Synthesis of hydrazide-hydrazone derivatives

In this study, 12 new hydrazide-hydrazone compounds containing 1,2,4-triazol ring were synthesized in 5 steps (**Figure 1**) and characterized by ^{1}H-NMR, ^{13}C NMR, HRMS and elementel analysis. These compounds were tested for their anticancer activity against MDA-MB-231 breast cancer cell line and cytotoxicity against CCD-1079Sk skin fibroblast cell line. Among the tested compounds **5h** and **5k** displayed considerable activity against the MDA-MB-231 cell line and showed low cytotoxicity against the CCD-1079Sk skin fibroblast cell line with IC_{50} values 1.048±0.3181 and 0.9034±0.3038 µg/mL; 2,532±0.5427 and 1,721±0.2803 µg/mL respectively (Doxorubicin IC_{50} for MDA-MB-231 cell line: 2,326±0.5527; for CCD-1079Sk skin fibroblast cell line: 1,341±0.4304). The results obtained from experimental studies shed light on the synthesis and discovery of hit compounds.

Keywords: 1,2,4- Triazole, hydrazide-hydrazone, anticancer

References
Shneine, J. K., & Alaraji, Y. H. (2016). Chemistry of 1,2,4-triazole: areview article. *Spectroscopy*, 9(9b), 9c.
Ali, K., & Alimuddin A. S. (2018). Short review on 1,2,4-triazole with various pharmacological activity. *SD Int. J. Pharm. Sci.,* 1(1), 14-22.
Thompson, G. R., & Wiederhold, N. P. (2010). Isavuconazole: a comprehensive review of spectrum of activity of a new triazole. *Mycopathologia*, 170(5), 291-313.

ORAL PRESENTATION

Lipase production by *Penicillium echinulatum* and optimization using Taguchi robust design

Özden CANLI TAŞAR[1*] (*ORCID: 0000-0002-4313-5373*)

[1*] Erzurum Technical University, High Technology Application and Research Centre (YUTAM), Erzurum, Turkey

*Corresponding author e-mail: ozden.tasar@erzurum.edu.tr

Abstract

Lipase production capability of *Penicillium echinulatum* JCM22836 was studied in the current study. For the optimization of the fermentation progress, Taguchi design of experiment (DOE) was employed using the most effective environmental conditions. The prior studies showed that, initial pH of the medium, incubation temperature and incubation time are effective environmental conditions, thus these factors were selected. The levels of the factors were selected as following: for pH 5,5, 6,5 and 7,5; for incubation temperature 25, 30 and 35˚C and for incubation time 1, 2 and 3 days. Taguchi DOE with three factors at three levels (L_9 orthogonal array design that is a part of full factorial design that requires only 9 runs while the full factorial design requires 3^3 =27 runs) was used in this study. All the experiments were done at 200 rpm agitation speed and in 250-mL Erlenmeyer flasks containing 50 mL of fermentation medium. The medium was composed as (g/L): 10 mL/L olive oil, 5 mL/L Triton X-100, 2 $(NH_4)_2SO_4$; 1 KH_2PO_4; 0,5 $MgSO_4.7H_2O$; 0,3 $CaCl_2$. The results showed that the lowest lipase activity (7,25 U/ml) was obtained from the 1st experimental setup while the highest enzyme activity (21,43 U/ml) was obtained from 5th experimental setup. Thus, the optimal conditions for lipase production by *Penicillium echinulatum* JCM22836 were obtained as following; pH 6,5, temperature 30˚C and time 3 days. Minitab® 19.1.1 Statistical Software (United States) was employed for Taguchi robust design and analysis of variance. All of the experiments were run three times with two parallels and the results were taken as the averages. Consequently, to the best of our knowledge there are many studies about lipase production by different *Penicillium* species, however, this is the first report about lipase production by *Penicillium echinulatum* and Taguchi DOE is a powerful optimization tool for enzyme production.

Keywords: *Penicillium echinulatum*, lipase, Taguchi DOE

ORAL PRESENTATION

Locating Perinatal Health Care Facilities with *p*-Median and *p*-Center Models under Q-Coverage Requirement

Levent ERİŞKİN (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9128-2167*)

National Defence University, Turkish Naval Academy, Department of Industrial Engineering, Istanbul, Turkey.

Corresponding author e-mail: leriskin@dho.edu.tr

Abstract

In this study, we consider locating five new perinatal facilities to Kartal district of Istanbul. Perinatal facilities are important components of the public health system for decreasing the mortality rates of infants at birth. The perinatal facilities that are considered in this study are the *maternity homes* that women attend, in normal circumstances, to give birth. These facilities also provide limited care to medium risk babies. In order to encourage mothers-to-be to attend these facilities, accessibility is an important criterion for location decisions. When locating health care facilities, considering backup facilities is also important to improve accessibility. A backup facility serves demand of another facility which cannot provide service due to congestion. Hence, the decision problem of finding best locations for these facilities turns out to be an optimization problem which has a substantial body of literature in the location theory. In this regard, we propose two different formulations for the Kartal district perinatal health care facility location problem: (*i*) *p*-median and (*ii*) *p*-center under Q-coverage requirement where Q represents the number of primary and backup facilities that should be allocated to a demand point. The *p*-median formulation essentially aims at minimizing the average weighted distance to primary and backup facilities while the *p*-center formulation seeks for a set of locations where the maximum weighted distance to primary and backup facilities are minimized. We solve the problem with these two formulations for different Q values and compare generated solutions based on five different performance measures, namely, (*i*) mean distance to primary, (*ii*) mean distance to backup, (*iii*) mean distance to primary and backup, (i*v*) maximum weighted distance to primary and backup, (*v*) average travel distance to primary and backup. These performance measures provide efficient decision support to the decision maker and enables him/her to make tradeoffs among different solutions.

Keywords: *p*-median, *p*-center, Q-coverage, perinatal facility, location.

ORAL PRESENTATION

The effect of acoustic cavitation on some chemical properties of vermicompost

Muhittin Onur Akca[1*](*ORCID:https://orcid.org/0000-0003-4540-9371*),
Pinar Acar Bozkurt[2](*ORCID:https://orcid.org/0000-0001-8743-9734*),
Mehmet Burak Taskin[1](*ORCID:https://orcid.org/0000-0002-0889-5668*),
Hanife Akca[1](*ORCID:https://orcid.org/0000-0001-8529-6469*),
Oguz Can Turgay[1](*ORCID:https://orcid.org/ 0000-0002-6715-2805*)

[*1]Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Ankara, Turkey.
[2]Ankara University, Science Faculty, Department of Chemistry, Ankara, Turkey.

*Corresponding author e-mail: moakca@ankara.edu.tr

Abstract

Sonochemistry is known as an energy-matter interaction that occurs without direct contact with molecular species. In acoustic cavitation, which is one of the methods of sonochemistry, ultrasound waves allow molecules to react. Moreover, it is one way of making the liquid medium. In this study, the effects of acoustic cavitation applications on the selected chemical properties of farmyard manure vermicompost were determined. For this purpose, vermicompost slurry samples were prepared by diluting with distilled water at a ratio of 1:4 and acoustic cavitation was performed at different time periods (eg. 5, 10, 15, and 30 minutes). The results showed that the total N content and organic carbon of vermicompost slurry increased depending on the time periods ($p < 0.05$). Total phosphorus content increased with increasing time periods ($p < 0.05$), but there was no statistically significant difference between 10 and 15 min cavitation applications. The potassium content decreased over the 5 and 10 min applications ($p < 0.05$), whereas increased with 15 and 30 min applications ($p < 0.05$). The highest pH value was found in the cavitation application of 30 min compared to the control application. Electrical conductivity decreased over time ($p < 0.05$). As a result, it was revealed that different time periods acoustic cavitation applications can change the chemical properties of vermicompost, and it is determined that acoustic cavitation can be an effective application in obtaining liquid products from vermicompost.

Keywords: Sonochemistry, Acoustic cavitation, Vermicompost, Chemical properties

ORAL PRESENTATION

Anodic Oxidation Of A 1,4 Acetaminophen (Paracetamol) On Electrodes Prepared By The Thermal Oxidation Procedure

Dilara Öztürk[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7211-216.*), Abdurrahman Akyol[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8118-6393*)

[*1]Gebze Technical University, Department of Environmental Engineering, 41400 Gebze, Turkey

*dilaraozturk@gtu.edu.tr

Abstract

Acetaminophen is one of the frequently used pharmaceutical active ingredients. Therefore, it has been found to be frequently detected in aqueous environments. Increasing drug use, especially under pandemic conditions, made this situation more remarkable. Almost all these methods are based on the production of hydroxyl radical, which is very strong oxidant. The most important feature of these processes is that they break down organic pollutants to carbon dioxide and water without creating secondary pollutants.
In the study, while stainless steel electrode was used as cathode, RuO_2-IrO_2 were coated on titanium (Ti) plate as anode material. Scope of the study, reactor volume of 800 mL was studied, the electrode dimensions were positioned to be 6.5x10cm². Current density tests were conducted at the values of 100- 1000 A/m². The pH effect has been tested and trials have been made at pH 3-11.
As a result TOC removal efficiency reaches 30% values at pH 11, TOC removal efficiency at pH 9-10 and 5 values has been calculated as approximately 25%. Since there was no big difference, the study was continued with the original pH value of the solution, pH 5. Increasing the current density had positive effect on removal efficiency. When the current density is 1000 A/m², while paracetamol is removed 100%, TOC 46% removal in 30 minutes. However, increasing the current density to the maximum level has a negative effect when considering the energy efficiency of the system. For this reason, 350 A/m², which gives 100 % PST 42% TOC removal, was determind as the optimum condition. It has been observed that efficiency can be increased in line with system optimizations, electrooxidation systems have been found to be used in pharmaceutical industry wastewater.

Keywords: 1,4 Acetaminophen, anode materials, electrooxidation, thermal oxidation procedure

ORAL PRESENTATION

Application of Experimental Design Methodology for Electrochemical Oxidation of Textile Wastewater Using MMO and BDD Electrodes

Melike Ceren OKUR[1*], Dilara ÖZTÜRK[1], Abdurrahman AKYOL[1], Abdulkadir CİVAŞ[1], Tülin Yılmaz NAYIR[1], Serdar KARA[1]

[*1]Gebze Technical University, Department of Environmental Engineering, 41400 Gebze, Turkey

*mcokur2018@gtu.edu.tr

Abstract

Textile wastewater is known to be high toxic because of its complex structure and resistance to biodegradation. Therefore, advanced oxidation technologies have received extensive attention to treat textile wastewater. However, it is usually difficult to achieve a desired degradation effect using conventional treatment technologies. The electrochemical advanced oxidation technology is an important method to achieve efficient degradation of organic wastewater. The present research was focused on electrochemical oxidation (EOx) of typical textile wastewater by using a boron doped diamond (BDD) or metal mixing anodes (MMO). Our study indicates that advanced treatment technology which is mainly based on electrooxidation, can produce strongly oxidizing active substances such as ▪OH, and partly ▪HO_2, H_2O_2, that accelerate the destruction of the textile dyes molecular structure and achieve dye decolorization and mineralization.
In preliminary studies, laboratory produced Ti/RuO_2-IrO_2 and Ti/, RuO_2-IrO_2-SnO_2 anodes are compared to commercial anodes and BDD to determine best efficient anode electrodes for EOX. Colours, COD, TOC removal efficiency were analyzed. The results show that as predicted, BDD electrode has highest color, COD and TOC removal efficiencies and laboratory produced Ti/RuO_2-IrO_2electrode was second best. Therefore, BDD and laboratory produced Ti/RuO_2-IrO_2 anodes were selected for further studies.
In this study, a central composite design was employed to evaluate the effect of three independent variables namely current density (j), pH, and reaction time, and one categoric variable with two levels namely BDD and Ti/RuO_2-IrO_2 anodes, on the percentages of degradation and mineralization. According to the results, the highest treatment efficiency was obtained by applying a current of 80 mA/cm2 for 5 hours at pH 4. Color, COD and TOC were determined 93%, 75% and 48% for BDD, 88%, 62% and 41% respectively for Ti/RuO_2-IrO_2. It has been determined that oxidation efficiency increases with increasing time and current density.

Keywords: Electrochemical oxidation, textile wastewater, boron-doped diamond (BDD), Central Composite Design, Metal Mixing Oxide electrode.

ORAL PRESENTATION

Doğal gaz kokulandırıcı maddelerinin araştırılması ve şehir içi gaz dağıtımında koku maddesi olarak kullanılan THT-TBM karışımının incelenmesi

Gözde Yılmaz Aygun[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7431-342X),* Ömer Faruk Güner[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5127-8625*)

[1]Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği, İzmir, Türkiye
[2]Yıldız Teknik Üniversite, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, İstanbul, Türkiye

*E-mail: gozdeylmz@hotmail.com

Özet

Gaz kokulandırıcı maddelerinin başlıca kullanıldığı endüstriyel alanlar biyogazlar, endüstriyel gazlar, çelik üretim tesisleri, soğutucu ürünler, güç santralleri, LPG, doğal gaz dağıtım şirketleridir. Doğal gaz renksiz, kokusuz, nemsiz, havadan hafif ayrıca içeriğinde karbon monoksit gibi zehirleyici gazlar içermediğinden dolayı zehirsiz bir gazdır. Kapalı ortamda biriken doğal gaz, ortamdaki oksijen miktarını azalttığından dolayı boğulma tehlikesini oluşturmakla beraber bir parlama durumunda da patlamaya sebebiyet verebilir. Doğal gaz kaynaklı oluşabilecek bu tarz tehlikeli durumları azami seviyede tutmak için gaz şehir içerisine dağıtılmadan önce basınç düşürme ve ölçüm istasyonlarında (RM/A) kokulandırılır. Doğal gazın kokulandırılması sayesinde iletim borularında, bağlantı parçalarında, bina içi tesisatlarında, şehir içi taşımada veya dağıtım hatlarında meydana gelebilecek kaçak veya sızıntılar koku verici maddenin kendine has kokusuyla tüketici veya saha çalışanları tarafından kısa sürede fark edilmektedir. Doğabilecek tehlikelere karşı gerekli tedbirlerin kısa sürede alınmasına imkan sağladığı için koku maddesi güvenli gaz dağıtımda kritik öneme sahiptir. Doğal gaz kokulandırıcıları temel olarak: Alkil Sülfitler, Siklik Sülfitler, Alkil Merkaptanlar olarak üç ana kısma ayrılmaktadır. Bu çalışmada, bu bileşenlerin birbirlerine kıyasla avantaj ve dezavantajlarının araştırılması, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelenmesi, maddelerinin içeriğinin kullanım alanlarına göre değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca çalışma kapsamında dağıtım hattına verilen koku maddesinin takibi şehir içinde belirlenen 7 farklı konumda periyodik olarak ölçüm yapan analizörler sayesinde yapılmıştır. İçeriği THT-TBM olan sistemde kullanılan koku maddesinin ölçüm noktalarındaki numune gaz ölçümleri ile bölgesel ve oransal dağılımı takip edilmiştir. Koku ölçüm analizörlerinin ve RM/A istasyonlarının son bir yıllık verileri ve altyapı harita bilgisi doğrultusunda kokulandırma maddesi olarak kullanılan TBM-THT karışımının mevcut sisteme uygunluğu araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Doğal gaz, kokulandırma, merkaptanlar, sülfidler*

ORAL PRESENTATION

A short-term flow rate change of the Meriç River

Kürşat ŞEKERCİ[1]* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9096-4644*)

[*1] Fırat University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Elazığ, Turkey.

*Corresponding author e-mail: kursatsekerci2323@gmail.com

Abstract

The Meriç River (Meriç Bridge) at the 1st km of the Edirne province-Karaağaç road in our country is one of the largest rivers born in the Balkans. It is also the 10th largest river in Turkey. Meriç is known as a raging river. The flow rate is sometimes quite high and even damages the settlements located on the coasts. One of the most distinctive features of the Meriç River is the amount of water it carries. The amount of water carried by Meriç varies according to the season. The river, which flows very heavily during the winter months, follows a calmer course in the summer months. By the General Directorate of Electrical Works and Survey Administration, flow measurements were made in the Meriç Bridge section of the Meriç river in the 2006 and 2011 water years. The readings were carried out on a daily basis, starting from October of the relevant year and until September of the following year, that is, during a water year, by the General Directorate of Electrical Works Survey Administration. In my study, the maximum flows obtained by the relevant institution from these readings for each month were used. In this study, the data of the relevant public institution was used. Considering the maximum flows read by the relevant public institution in 2006 and 2011, the flow change of the river in 5 years was examined. As a result, it has been observed that the maximum flow carried by the river at intervals of 5 years have decreased significantly.

Keywords: Meriç River, Meriç Bridge, Flow Rate

ORAL PRESENTATION

The Effect of Application of Ellagic Acid and Carnosic Acid on Wound Healing

Elif Naz Alver[1*] (0000-0003-4946-1185), Kanuni Barbaros Balabanli[1] (0000-0002-6670-8904), Fatma Nur Tuğcu Demiröz[2] (0000-0002-9468-3329),Şule Coşkun Cevher[1] (0000-0001-6204-2845)

[*1] Gazi University, Science Faculty, Biology Department, Ankara, Turkey.
[2]Gazi University, Pharmacy Faculty, Pharmaceutical Technology Department, Ankara, Turkey.

*Corresponding author e-mail: elifnaz.alver@gazi.edu.tr

Abstract

Wound healing is an important process that affects human life. In recent years, it has become widespread to carry out alternative healing studies using natural medicinal plants. We was aimed to reveal the effects of natural phenolic compounds Ellagic acid (EA) and diterpene Carnosic acid (CA) on oxidative events occurring in the wound healing process in excisional wounds created in hyperglycemic experimental animals, with both topical and oral gavage applications. 54 female Wistar-albino rats with streptozotocin-induced diabetes were divided into five groups: control group, untreated, treated with carbopol 974P, topical treatment group, and oral treatment group. In the treated groups, wounds were treated after injury by topical application with 2% carbopol 974P gel and 2% carbopol 974P gel containing EA and CA (10 mg/kg) and by oral gavage application with EA and CA (10 mg/kg). Afterwards, animals were sacrificed on the 3rd and 7th days of wound healing, and the levels of malondialdehyde (MDA), glutathione (GSH) and nitric oxide (NOx) were measured spectrophotometrically in the wound tissues. As a result, the treated and untreated groups were compared (7th day), it was determined that EA and CA applications in rats decreased the MDA levels of the scar tissue compared to the untreated group. ($p<0.05$) There was a significant decrease in GSH values in the 7-day treated groups compared to the untreated group and a statistically significant increase in the GSH value was observed in the 3-day topical treated group. ($p<0.05$) The NOx levels of the all treated groups were statistically decreased compared to the untreated groups. ($p<0.05$) It is thought EA and CA contribute to the elimination of oxidative damage during wound healing. Besides, their effects on oxidative events can be investigated in detail by using different doses and different treatment times.

Keywords: Wound healing, diabetes, Oxidative stress, Ellagic Acid, Carnosic Acid

ORAL PRESENTATION

Sıçanlarda siklofosfamid ile indüklenen hepatotoksisiteye karşı rosmarinik asitin etkileri

Dilan ÇETİNAVCI[1*] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0002-4148-7711), Abdülkadir KUTLU[2] (*ORCID: https://orcid.org/*0000-0003-4261-6690), Ahmet Uğur AKMAN [3] (*ORCID: https://orcid.org/*0000-0002-6031-9545), Birgül GÜR KUTLU[2] (*ORCID: https://orcid.org/*0000-0001-7535-4215), Tuğba ZENGİN[4] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0003-1302-2084), Oğuzhan KESKİN[5] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0002-3816-6335), Tuğba ARICI[4] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0001-6846-5355), Engin YENİLMEZ [2] (*ORCID:*https://orcid.org/ 0000-0002-0755-4394),Ahmet ALVER [6] (*ORCID:*https://orcid.org/0000-0002-9617-6689), Neslihan SAĞLAM [6] (*ORCID:*https://orcid.org/0000-0001-5274-3111).

[*1]Muğla Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Histoloji ve Embriyoloji, Muğla, Türkiye
[2]Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji, Trabzon, Türkiye
[3]Amasya Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji, Amasya, Türkiye
[4]Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Histoloji ve Embriyoloji, İstanbul, Türkiye
[5]Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Histoloji ve Embriyoloji, Rize, Türkiye
[6]Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya, Trabzon, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: drdilancetinavci@hotmail.com

Özet

Bu çalışmada sıçanlarda siklofosfamid (CP) kaynaklı karaciğer hasarına karşı rosmarinik asitin (RA) etkilerinin araştırılması amaçlandı. Çalışmada 18 adet erişkin erkek Spraque dawley tipi sıçan kullanıldı ve 3 gruba (n=6) ayrıldı. Sham grubuna deneyin 1. gününden itibaren 8 gün gavaj yoluyla fizyolojik serum (SF) ve deneyin 8. gününde intraperitoneal olarak SF verildi. CP grubuna 1. günden 8. güne kadar gavaj yoluyla SF verildi ve deneyin 8. gününde tek doz 200 mg/kg CP intraperitoneal olarak uygulandı. CP+RA grubuna ilk günden itibaren 8 gün gavaj yoluyla 100 mg/kg RA ve 8. gün intraperitoneal olarak 200 mg/kg CP verildi. Deneyin 9. gününde tüm hayvanlar sakrifiye edilerek karaciğerleri alındı. Karaciğer doku örnekleri ışık mikroskobunda histolojik boyama yöntemleri ile değerlendirildi. Karaciğerdeki apoptozu değerlendirmek için terminal deoxynucleotidyl transferase (TdT) deoxyuridine triphosphate nick end labeling assay (TUNEL) tekniği kullanılarak hepatositlerde DNA fragmantasyonları tanımlandı. Nekroz alanları bulunmayan, homojen boyanmış kahverengi nükleuslu TUNEL (+) hücreler apoptotik hücre olarak değerlendirildi. Mor renkte boyananlar ise nonapoptotik TUNEL (-) olarak değerlendirildi. Her sıçan karaciğer dokusunda rastgele seçilen 10 alanda TUNEL (+) hücre sayısının toplam hücre sayısına oranına göre apoptotik indeks (AI) (AI= TUNEL (+) hücre sayısı / toplam hücre sayısı x 100) hesaplandı. Biyokimyasal olarak doku MDA, SOD, CAT değerlendirmeleri yapıldı. Histopatolojik değerlendirmeler sonucunda, Sham grubunda karaciğer yapısı normal olarak izlendi. CP grubunda hepatositlerde hipereozinofili, piknotik çekirdekler, sinüzoidal dilatasyon ve bozulmuş hücre sınırı bulguları gözlendi. CP+RA grubunda CP' nin oluşturduğu bozuklukların önemli ölçüde düzeldiği görüldü. TUNEL boyama sonucu AI, CP grubunda anlamlı olarak artarken, CP+RA grubunda CP grubuna göre anlamlı bir şekilde düştüğü gözlendi. Doku MDA, CP grubunda anlamlı olarak yükselirken, CP+RA grubunda Sham grubuna benzer gözlendi. Doku SOD ve CAT' ta oluşan değişiklikler istatistiksel olarak anlamlı değildi. Çalışmamızın sonucunda, siklofosfamidin karaciğerde oluşturduğu hasara karşı, rosmarinik asidin koruyucu etkisinin olduğunu, bu konuda daha ayrıntılı çalışmaların yapılmasının faydalı olacağını düşünüyoruz.

Anahtar Kelimeler: Siklofosfamid, Rosmarinik asit, Karaciğer, Apoptoz, Oksidatif stres.

ORAL PRESENTATION

Sustainable Energy Concepts in Membrane Processes for Water and Wastewater Treatment

Ahmed Albahnasawi[1*] (https://orcid.org/0000-0002-4343-4760), M. Furkan Cicerali[1] (https://orcid.org/0000-0002-4649-2712), Nurullah Özdoğan[2] (https://orcid.org/0000-0002-3357-0240), Havva Ağır[1], (https://orcid.org/0000-0002-8879-4540), Ercan Gürbulak[1] (https://orcid.org/0000-0002-8731-0890), Murat Eyvaz[1] (https://orcid.org/0000-0003-2964-9586), Ebubekir Yüksel[1] (https://orcid.org/0000-0001-6171-5411)

[1]Gebze Technical University, Engineering Faculty, Dept. Environmental Engineering, Kocaeli, Turkey
[2]Bursa Uludağ University, Engineering Faculty, Dept. Environmental Engineering, Kocaeli, Turkey

*Corresponding author e-mail: albahnasawi@gtu.edu.tr

Abstract

The concept of the water-energy nexus will take more attention soon. A massive amount of energy is used in water production, transfer of treated water, desalination of brackish or seawater, and pumping of groundwater. Regions with serious water stress try to solve the water scarcity problem in three different ways; (i) importing water, (ii) intensive groundwater extract, and (iii) wastewater reuse. Only reusing wastewater or also, renewable energy usage can be considered sustainable solutions. Energy use in the water sector is classified as direct energy (operation and maintenance) and indirect energy (energy used in construction and supply materials and services in operation and maintenance). Especially, the energy in the pressure-driven membrane processes brings about the greatest part of the total operation cost. However, water scarcity and high-quality water demand are also motivating the widespread use of membrane processes that produce high-quality water. In membrane processes, besides "zero-liquid-discharge", there is also an increase in work on "zero-solid-waste" that requires concentration management and "energy reduction applications" to reduce cost. However, new self-contained systems are being designed, and even additional energy handling is possible. Because of the disadvantages of conventional energy sources (fossil fuels), it has provided cleaner energy sources and energy management strategies. Therefore, methods for harvesting energy from membrane processes -such as energy extraction from water salinity- emerges as blue energy as well as green energy (wind, solar, etc.) resources to satisfy the ever-growing energy demand of human society. This study reviews the recent progress and developments in membrane processes from the point of energy sustainability and discusses the sustainable solution for energy consumption in water and wastewater reclamation with zero discharges.

Keywords: Energy recovery, Renewable energy, Membrane processes, Zero discharge.

ORAL PRESENTATION

Microbial fuel cell integrated electro-fenton oxidation for pharmaceuticals removal from wastewaters

Ahmed Albahnasawi[1*] (https://orcid.org/0000-0002-4343-4760), M. Furkan Cicerali[1] (https://orcid.org/0000-0002-4649-2712), Nurullah Özdoğan[2] (https://orcid.org/0000-0002-3357-0240), Havva Ağır[1], (https://orcid.org/0000-0002-8879-4540), Ercan Gürbulak[1] (https://orcid.org/0000-0002-8731-0890), Murat Eyvaz[1] (https://orcid.org/0000-0003-2964-9586), Ebubekir Yüksel[1] (https://orcid.org/0000-0001-6171-5411)

[1]Gebze Technical University, Engineering Faculty, Dept. Environmental Engineering, Kocaeli, Turkey
[2]Bursa Uludağ University, Engineering Faculty, Dept. Environmental Engineering, Kocaeli, Turkey

*Corresponding author e-mail: albahnasawi@gtu.edu.tr

Abstract

Pharmaceutical compounds are defined as organic or inorganic compounds used for human and veterinary purposes and they can be highly resistant to degradation and tend to remain in the environment and/or aquatic environment. Despite their low concentrations, pharmaceutical compounds tend to accumulate on micro/macro-organisms and move along the food chain due to their resistant nature. These kinds of accumulations have been reported to be negative and toxicological effects on living organisms. Many advanced treatment methods such as membrane process, adsorption, and advanced oxidation have been investigated to remove these persistent compounds. Among these methods, Microbial Fuel Cell (MFC) has gained more attention due to the main advantages such as the degradation of the organic compounds and energy generation as well. MFCs with microorganisms as anode catalysts can recover chemical energy from organic waste and convert it into electrical energy. The metabolism of co-substrates provides electrons both for breaking down organic pollutants and for generating electricity. MFCs can treat wastewater and produce bioelectricity at the same time and therefore offer an economical approach to sustainable energy use. To enhance the degradation of pharmaceuticals and for feasible use of the generated energy, MFC may be combined with another process such as Electro-Fenton (EF) oxidation, which is considered one of the promising advanced oxidation processes. However, MFC-EF systems are still in the early stages of development. Due to the complexity of the systems, they are confronted with various problems of system integration, process control and optimization, and maintenance. Further research is needed to improve system performance, optimize operating parameters, withstand changes in operating conditions, and improve long-term stability. This study aims to investigate the effects of operational parameters on the treatability of pharmaceuticals by the MFC-EF process.

Keywords: Microbial fuel cell, Electro-fenton, Pharmaceutical compounds, Wastewater, Oxidation

ORAL PRESENTATION

Comparison of the flow height of Biga Stream in two different water years

Kürşat ŞEKERCİ[1]* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9096-4644*)

[*1] Fırat University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Elazığ, Turkey.

*Corresponding author e-mail: kursatsekerci2323@gmail.com

Abstract

Biga Stream (Çınar bridge) flows from the bridge at the 1st km of Sinekçi sub-district road, which turns right at the 14th km of the Biga - Karabiga highway. It is one of the important waters of the Marmara basin. It is in danger, like many streams, due to excessive pollution and the depletion of the sources it feeds on. In recent years, great efforts have been made for the improvement of the stream and its surroundings. As of the beginning of January 2007, improvement works have been started around the stream. In this study, the flow heights of Biga Stream in Çınarköprü locality in two different water years were investigated. By the General Directorate of Electrical Works and Survey Administration, flow heigh measurements were made in the Çınar bridge section of the Biga stream in the 2006 and 2011 water years. The data used is the flow height in mm obtained by multiplying the monthly total flow by thousand and dividing by the precipitation area. Probably due to the reclamation work carried out, all the flow heights of the stream except February and March of the 2011 water year were seen to flow at a higher level than all the months of 2006.

Keywords: Biga Stream, Water Year, Flow Heigh

ORAL PRESENTATION

Polymeric filters incorporated with ferrite-based nanoparticles: Synthesis and Application

Özlem Tuna, Esra Bilgin Şimşek

Yalova University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Yalova Turkey

ozlemmtuna@gmail.com

Abstract

Recently, structured photocatalysts have been drawn attention for water treatment processes. The most promising approach to prepare the active materials is to embed active particles on polymeric filter material. Therefore, in this study $LaFeO_3$ as an active phase was deposited on polymeric filters using impregnation followed by hydrothermal method. The as-obtained filter materials were characterized by using characterization methods (XRD, SEM/EDX, FTIR and UV-vis DRS). XRD and SEM/EDS analyses confirmed that the ferrite nanoparticles were successfully deposited on the polymeric substrate. The active filters showed superior performances in tetracycline degradation under visible light illumination. The photocatalytic active features were supported with UV-vis DRS results: the active filter showed the capability of the visible light absorption. In batch systems, the TC removal ratios were found as 95 % for the activated filter sample. Herein, the perovskite-activated polymeric filters were presented as promising photocatalysts for tetracycline removal in water sources.

Keywords: Water treatment, photocatalysis, LaFeO3,active filter

Acknowledgment
This study was supported by Yalova University (project no. 2021/AP/0002)

ORAL PRESENTATION

Kraft ve beyaz kuşe kağıtlarının atmosferik plazma uygulaması ile yüzey modifikasyonu

Volkan Şenol[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3740-4645),* Ferit Erdem[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6170-4103), Kadir Çatak[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9530-7894), Sedat Ondaral[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8388-1944)*

[*1] Ankutsan A.Ş, Ar-Ge Merkezi, Antalya, Türkiye.
[2]Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Trabzon, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: volkan.senol@ankutsan.com

Özet

Yaş-sebze-meyve kutularının iç ve dış kağıdı olarak kullanılan Kraft, Beyaz Krome Karton kağıtlarının yapıştırılması sırasında sıcak tutkal kullanılmaktadır. Yaş-sebze-meyve kutuları, yapılan katlama ve yapıştırma işleminden sonra kullanıcının kullanımına hazır hale gelmektedir. Dolayısıyla yapıştırma işleminin sağlıklı şekilde yapılması, hem kutunun, hem içindeki ürünün kalitesini koruması açısından önem arz etmektedir. Sıcak tutkal yapısı gereği hızlı donma gerçekleştirilen bir tutkal tipidir. Uygulanan sıcak tutkalın yüzeyde dağılımı artırılarak, yapışma performansının artırılmasının yanı sıra, önemli bir maliyet kalemi oluşturduğu için tutkal tasarrufu sağlaması da mümkündür. Atmosferik plazma uygulaması ile sıcak tutkal uygulama öncesi kağıt yüzeyinde iyon hareketliliği artırılarak, yüzeyde yeni fonksiyonel grupların oluşması, yüzey ıslatma davranışının geliştirilmesi sağlanacak, böylelikle tutkalın yapışma öncesi yüzeyde dağılımı artırılmış olacaktır. Yapılan laboratuvar çalışmalarında, drop test yoluyla üretim sırasında hidrofobik hale getirilmiş kağıtların, yüzey aktifleşme becerisi incelenmiştir. Kutulara katlama-yapıştırma işlemi öncesi yapılan plazma uygulaması sonrası tutkal dağılımı, temas açısı yoluyla tespit edilmiştir. Uygulama sonrası yapışma becerisi, yapıştırılan kenarların lif koparma davranışı görsel incelemelere tabi tutulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Atmosferik Plazma, Kraft, Oluklu Mukavva, Beyaz Kuşe Kağıt, Sıcak Tutkal.

ORAL PRESENTATION

Üç fazlı vienna tipi doğrultucunun çıkış geriliminin denetiminde bulanık mantık denetleyicinin performansının incelenmesi

Mustafa Akbaş[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8650-0062*), Ö. Fatih Keçecioğlu[2*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7004-4947*), Hakan Açıkgöz[3*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6432-7243*)

[*1]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye
[*2]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye
[*3]Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Gaziantep, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: mustafaakbas46@gmail.com

Özet

Elektrikli Araçlar (EV), fosil yakıt tüketimini azaltmaktadır. Bununla birlikte hava kirliliğini en aza indirmek için birçok firma tarafından üretilmekte ve geliştirilmektedir. Günümüz güç elektroniğinde kullanılan dönüştürücüler; şarj istasyonları, elektrikli motor sürücüleri ve özellikle elektrikli araçlar için önemlidir. 2020 yılı itibariyle EV'ler için çok fazla talep bulunmakta ve bu alanda çalışmalar da popüler bir hale gelmektedir. EV'lerin sürdürülebilir bir teknoloji olması yüksek verimli ve güvenli şarj istasyonlarının varlığıyla mümkündür. Temiz güç dönüşümü taleplerini karşılamak için çok fazla araştırmalar yapılmaktadır. Vienna tipi doğrultucu yapısı bu talepleri yerine getirmeyi vaat eden sağlam dönüştürücü yapılardan biridir. Bu çalışmada, üç fazlı bir vienna doğrultucu yapısının çıkış geriliminin denetimi için bulanık mantık denetleyici yapısı tasarlanmıştır. Bu amaç için ilk olarak Matlab/Simulink ortamında bir model geliştirilmiştir. Vienna doğrultucu yapısının çıkış gerilimi referans DA gerilim ile karşılaştırılarak elde edilen hata değeri önerilen denetleyici yapısına giriş olarak uygulanmıştır. Bulanık mantık denetleyicinin dinamik performansını analiz etmek için farklı çalışma senaryoları oluşturulmuştur. Bu durumlardan elde edilen yerleşme zamanı, yükselme zamanı ve aşım gibi kriterler değerlendirilmiştir. Bulanık mantık denetleyicinin performansı klasik PI denetleyici ile karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlar detaylı bir şekilde incelenmiştir. Elde edilen benzetim çalışması sonuçlarından önerilen denetleyicinin tüm senaryolarda oldukça tatmin edici dinamik cevaplar sağladığı gözlemlenmiştir. Ayrıca klasik PI denetleyiciye göre daha hızlı sistem cevabı önerilen denetleyici ile daha efektif bir şekilde sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli Araçlar, Vienna tipi doğrultucu, Bulanık Mantık Denetleyici, Hızlı Şarj İstasyonu.

ORAL PRESENTATION

DA-DA LLC Rezonans Dönüştürücü Yapısının Denetiminde Parçacık Sürü Optimizasyonu Temelli PI Denetleyicinin Dinamik Performansının Analizi

Mustafa Yüce[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5085-726X*),
Ö. Fatih Keçecioğlu[2] (*ORCID: https://orcid.org/ ORCID: 0000-0001-7004-4947*),
Hakan Açıkgöz[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6432-7243*)

[*1]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye
[2]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye
[3]Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Gaziantep, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:m.yuce@outlook.com

Özet

Günümüzde elektronik cihazların kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte enerji kullanım talebi her geçen gün artmaktadır. Artan bu talepten dolayı enerji kaynakları giderek tükenmekte ve fosil yakıtlarının neden olduğu küresel ısınma artmaktadır. Enerji kaynaklarının artan bu enerji talebini daha verimli kullanabilmesi için güç dönüşümü çok önemli hale gelmiştir. Geleneksel güç dönüştürücüleri yüksek verim ve yüksek güç yoğunluğu kriterlerini sağlayamayabilmektedir. Yüksek verimli, küçük hacimli, yüksek güç yoğunluklu ve geniş giriş gerilimi aralığında farklı yüklerde kolay regüle edilebilen frekans kontrollü bir DA-DA dönüştürücü olan indüktör-indüktör-kapasitör (LLC) rezonans dönüştürücü, geleneksel güç dönüştürücülerinin neden olduğu bir takım sorunları giderme yeteneğine sahiptir. LLC rezonans dönüştürücüler belirlenen frekans aralığında çalışmaktadır. Bu frekans aralığı çıkıştaki yük değişimi, giriş geriliminin değişimi ve sıcaklık gibi çevresel faktörlerden doğrudan etkilenmektedir. Bu nedenle LLC rezonans dönüştürücünün denetimi oldukça önemlidir. Bu çalışmada, LLC rezonans dönüştürücünün denetiminde Oransal+İntegral(PI) denetleyici kullanılmıştır. Bu denetleyici yapısında, istenilen performans kriterlerini sağlamak için PI denetleyicinin kazanç katsayılarının çok iyi ayarlanması amaçlanmaktadır. Bunun için Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) ile PI denetleyici için optimal kazanç değerleri elde edilmiştir. İlk olarak Matlab/Simulink ortamında benzetim modeli tasarlanmıştır. Önerilen yöntemin performansını doğrulamak için farklı çalışma koşulları hazırlanmıştır. Bu koşullardan elde edilen benzetim sonuçları Ziegler Nicols yöntemi temelli PI denetleyici ile karşılaştırılmıştır. Bu sonuçlardan önerilen yöntemin LLC DA-DA dönüştürücü yapısının dinamik performansını oldukça iyi bir seviyeye getirdiği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: LLC Dönüştürücü, PI Denetleyici, Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO).

ORAL PRESENTATION

Nano boyuttaki tm (turmalin) partiküllerini bikomponent lif çekim yöntemiyle pla polimeri içerisine katkılandırarak kan dolaşımını hızlandırıp pıhtılaşmayı önleyen koruyucu pamuk/pla kumaşların üretimi

Fatma Karaoğlu[1*] (*ORCID: 0000-0002-4043-3172*), Serdar Kaymakçı[1] (*ORCID:0000-0002-6387-8852*), Serkan Alsan[1] (*ORCID: 0000-0002-3420-1914*), Ceren Göde[2] (*ORCID: 0000-0001-6819-4620*)

[*1]Menderes Tekstil Ar-Ge Merkezi, Denizli, Türkiye
[2]Pamukkale Üniversite, Makine ve Metal Teknolojileri, Denizli, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: fatmaipek@arge.menderes.com

Özet

Medikal tekstiller sınıflandırmasında "İmplante Edilemeyen Tekstiller" alt sınıfına giren sargı bezleri kanama veya benzer olaylarda, kanayan bölgeye basınç uygulamak ve yarayı dış faktörlerden korumak veya burkulma, kayma, çıkık ve kırıklarda, bölgenin tespiti ve hareketsizliğini sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Bu projede; tedavilerde kullanılan sargı bezi gibi medikal ürünlerin kullanıcıya aynı zamanda rahatlatma, yatıştırma, ferahlatma amaçlı destek olmaya yönelik, yapısında cildi rahatlatan, iyileştirmeye yardımcı olan turmalin katkı maddesi içeren sargı bezi geliştirilmesi hedeflenmiştir. Lif geliştirme aşamasında Biobozunur özelliğine sahip Polilaktik asit (PLA) polimerine bikomponent lif çekim yöntemi ile nano boyuttaki turmalin maddesinin farklı konsantrasyonlarda ilave edilmesi sonucu lif yüzeyine kalıcı fonksiyonel özellikler kazandırılmıştır. Turmalin katkı oranı ilk aşamada %5 olarak tercih edilmiştir. Sonraki aşamada ise PLA polimeri içerisinde turmalin katkı miktarı %3-2-1 farklı oranlardaki bileşimlerden bikomponent lifler elde edilmiştir. Elde edilen sargı bezi yüzeyinin gerekli fiziksel testleri yapılarak negatif iyon yayılım oranı istenen değerde olup olmadığı test edilmiştir. Turmalin tozu katkılı medikal tekstilin negatif iyon yayılım konsantrasyonun en az 10.000 partikül/cc değerde olması öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Turmalin, Polilaktik Asit, Bikomponent Lif Çekimi, Sargı Bezi, Medikal Tekstiller

ORAL PRESENTATION

Purposes, advantages and disadvantages of milk analogues in dairy technology

Beyza Sert* (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0002-1618-2051), Selda Bulca[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-00001-7405-2872*)

University of Aydın Adnan Menderes, Faculty of Engineering, Food Engineering, Aydın, Turkey

*Corresponding author e-mail: beyzasert8@gmail.com

Abstract

In recent years, the dairy industry focused on the development of milk alternatives that are nutritious and with higher health effects that can help in the treatment of various diseases by allowing the development of the functionality of dairy products such as cheese, ice cream and yoghurt. For this purpose, mainly cereal-based, legume-based, nut-based, seed-based and vegetable-based products are used as milk alternatives. Nowadays these products have become very important for health because of their effects such as blood pressure-lowering, cancer-protective, strong antioxidant effects, anti-pathogenic, hypocholesterolemic, anti-inflammatory, anti-hypertension, etc due to their bioactive components (phytosterol, A, B, E vitamins, α-tocopherol, niacin). These products, which are called imitation or analogue, provides the opportunity for consumers with special conditions (milk allergy, vegan, etc.) to access dairy products beside of having simpler production process and lower cost. Because they require less water and land use compared to cow's milk. Moreover, they provide an application in terms of sustainability. In addition, an analogue cheese is preferred option in food production areas due to their functional properties such as textural cutability, melting and flexibility. Along to all these advantages, some problems/difficulties are also encountered in the production of these products. Among the reasons of these difficulties are poor stability, elimination of bad taste, improvement of shelf life and removal of inhibitors contained in these herbal products. In this review, we will focus on the the problems encountered in the processes, product characterization and their effects on health in the use of milk analogues.

Key words: Milk analogues, dairy technology, purposes, advantages and disadvantages

ORAL PRESENTATION

Synthesis and Characterization of Transition Metals Based Nanocomposite Forms

Naim ASLAN[1*] (*ORCID: https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-1159-1673)*

[*1]Munzur University, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Tunceli, 62000 TURKEY

*Corresponding author e-mail:aslan.naim@gmail.com

Abstract

Transition materials have outstanding properties like high melting point, hardness, good electrical and heat conduction, etc. Therefore, transition materials were vastly used in the production of alloys and composites. Transition materials based micro and nanostructures were used in metallurgy, medical, chemical, nuclear applications, and semi-conductor technologies. Transition metal based nanostructures essential engineering materials which were also used in dyes, coatings, alloys, new generation composite materials, electrical, magnetic, orthopaedic, and dental applications [1,2]. Morphological and structural characterization of the produced nanocomposites were characterized using field emission scanning electron microscopy, X-ray diffractometry and energy dispersive X-ray spectroscopy. Moreover, potential of the composites for the biomedical, opto-electronic and magnetic applications were investigated.

Keywords: Nanostructures, Morpho-structural characterization, Transition metals

1] Theopold, P. F., Klaus, & Richard Langley et al. (2020, November 6). Properties of Transition Metals and Their Compounds. Retrieved May 20, 2021, from https://chem.libretexts.org/@go/page/38321
[2]Cotton, F. Albert (2020, November 12). Transition metal. Encyclopedia Britannica. https://www.britannica.com/science/transition-metal

ORAL PRESENTATION

Experimental and theoretical investigation of hysteresis behavior of damping bumpers at constant loading speeds

Büşra DEMİR[1*] (0000-0002-4532-0855), Hasan KASIM[1] (0000-0002-3024-5207.)

[*1]Pega Otomotiv Süspansiyon Sanayi ve Ticaret A.Ş, Arge Merkezi,Bursa,Türkiye

*Corresponding author e-mail: busra@pegaairsprings.com

Abstract

Damping bumpers, which are used as secondary suspension elements in air suspension bellows, are widely used in commercial vehicles to minimize and control the effects of impacts encountered in road conditions. When properly designed and assembled, these rubber parts can be very effective in optimizing occupant comfort and minimizing damage to vehicle components. The design of suspension bumpers is traditionally based on parameters such as part geometry, stiffness, energy loss during loading and unloading, difference between desired and actual load displacement curves, road test data, and function of material composition, as with other rubber components, statically and dynamically. This study presents the experimental investigation results of cyclic compression at 1 mm/s, 2mm/s and 3mm/s speeds of the hysteresis behavior of damping bumper prepared with two different filling materials (carbon black and multi-walled carbon nanotube) under static loading. The aim of the research is to determine the basic stiffness properties of rubber material at variable strain rates and the energy material internal friction losses occurring during 5000 cycles. The curves thus obtained were then used to adjust the numerical model of the damping bumpers to determine the relevant material parameters describing the behavior of the rubber. As a final result of the study, a refined and improved numerical model of rubber damping elements has been obtained, which gives comparable results with the experimental investigation.

Keywords: Bumper, Carbon black, Multi walled carbon nanotube, Hysteresis loss

ORAL PRESENTATION

Effect of Ag content on ZnO coated microreactor for photocatalytic degradation of methylene blue

Buğra Akman[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2240-7314*), Omur Aras[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4577-028X*)

[1]Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Chemical Engineering, Bursa, Turkey.

*Corresponding author e-mail: omur.aras@btu.edu.tr

Abstract

In this study, silver doped ZnO photocatalyst was coated on the micro reactor by spray prolysis method. Photocatalytic removal of methylene blue (MB) solution in the micro reactor system by UV-A irradiation was investigated. The effect of silver content in various proportions on the removal was investigated. The residence time and the removal rate were examined. In addition, studies were carried out to regenerate the catalyst and restore its activity. As a result, high conversions were achieved in short residence times. In experiments, 91% conversion of methylene blue was observed in the spray-coated microreactor with 1% Ag-doped ZnO catalyst for a residence time of 2.5 minutes. In addition, the catalyst activity and removal efficiency were investigated with the addition of hydrogen peroxide. With the addition of hydrogen peroxide, MB degradation rate increased to 96% at the same residence time. As a result of long-term operation of the microreactor, the MB degradation rate decreased to 62%. As a result of the catalyst regeneration experiments, it was observed that the microreactor returned to its former performance.

Keywords: Photocatalyst, microreactor, spray pyrolysis, methylene blue, durability, treatment

ORAL PRESENTATION

Reactive Dye Biosorption Ability of Different Fungal Biosorbents

Sema Çelik (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4284-823X*), Fatih Sayın* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7649-9694*)

Eskisehir Osmangazi University, Faculty of Science and Letters, Department of Chemistry, 26040, Eskisehir, Turkey

*Corresponding author e-mail: fsayin@ogu.edu.tr

Abstract

Dye pollution in water sources is one of the important environmental problems nowadays. Dyes have significant toxic effects on biological systems because they can penetrate into organisms and accumulate in their tissues. Although conventional techniques for removing dyes from aqueous environment are still in use, they have certain drawbacks. Biosorption has emerged as a promising alternative method in recent years, owing to benefits such as low cost, lack of chemical and biological waste, high efficiency, and environmental friendliness. Various biomass sources, such as bacteria, fungi, algae, and active sludge, could be used to conduct decolorization experiments. In recent years, biosorbents of fungal origin have attracted much interest because of their strong decolorization potential.

The ability of fungal biomasses derived from *Mortierella alpina*, *Mucor plumbeus*, *Phlebia gigentea*, *Giberella fujikuoi*, and *Lactarius salmonicolor* to decolorize reactive dyes from aqueous solutions was investigated in this work. Reactive Blue 49 (RB49), Reactive Red 45 (RR45), Reactive Red 198 (RR198), and Reactive Yellow 2 (RY2) used in the textile industry were selected as target synthetic dyes. The initial pH of dye solutions (100 mg L^{-1}) was adjusted to 2.0 for the biosorptive decolorization. The decolorization yields of these biosorbents were compared, and *Mucor plumbeus* biomass was found to be an effective biosorbent for reactive dye removal. The maximum biodecolorization yield of *Mucor plumbeus (*25 mg) was found to be 97.8% for RR198. The other biosorbents were also exhibited good biosorption yields (>50%). It is also expected that higher results can be obtained by optimizing the biosorption parameters. As a result, this study provides a practical approach for the removal of reactive dyes from polluted aquatic systems.

Keywords: biosorption, decolorization, fungal biosorbent, reactive dye.

ORAL PRESENTATION

Selülozik yapıda gümüş nanoparçacık içeren antibakteriyel kaplama hazırlanması ve karakterizasyonu

Yusuf Özdemir[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4975-217X*), Hatice Birtane[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5558-1525/*), Aslı Beyler-Çiğil[3], (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4353-4224*)

[*1]Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü, Amasya, Türkiye
[2] Marmara Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, İstanbul, Türkiye
[3] Amasya Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojisi Bölümü, Amasya, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: yusufozdemir3534@hotmail.com

Özet

Bakteriyel filmlerin farklı yüzeylerde hızlı büyümesi, hem halk sağlığı için hem de endüstride küresel bir sorun olmuştur. Bakteriyel bağlanmayı ve ardından bakteriyel film oluşumunu etkili bir şekilde sınırlayabilen dirençli biyouyumlu kaplama materyallerinin geliştirilmesine yönelik kapsamlı çalışmalar yapılmaktadır. Birçok farklı yaklaşım arasında antibiyotikler, nanoparçacıklar, kuaterner tuzlar (amonyum, fosfonyum veya sülfonyum) gibi antibakteriyel ajanlar içeren bir kaplama sisteminin uygulanması, bakteriyel film oluşumu ile mücadelede etkili bir yoldur. Bu ajanlar arasında, kaplama malzemesinden sızabildikleri ve kaplamanın antibakteriyel verimliliğini azaltabildikleri için antibiyotik kullanımı sorunludur. Gümüş nanoparçacıkların kullanımı son zamanlarda ümit vericidir; fakat bununla birlikte, çoğu çalışmada, kararlı kolloidal sistemlerin elde edilmesini zorlaştıran, çok yönlü ve dağılmış parçacıklar üretilmekte ve çoğu zaman aynı olmayan sonuçlarla karşılaşılmaktadır. Diğer taraftan kullanılan bu antibakteriyel ajanlar zamanla malzemeden göç etmekte ve malzemenin özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu sorunu önlemek amacı ile bu çalışmada gümüş nanoparçacıklar sentezlenmiş ve akrilat grupları ile modifiye edilerek kaplama formülasyonlarına kovalent olarak bağlanmıştır.
Son yıllarda, malzeme kimyasındaki eğilimler, petrol rezervlerinin tükenmesi ve karbon ayak izi sorunları nedeniyle yenilenebilir ve sürdürülebilir kaynaklardan elde edilen biyo-bazlı malzemelerin kullanımına doğru kaymıştır. Selüloz türevleri, biyolojik olarak uyumlu, çevre dostu ve düşük maliyetli bir kirlenme önleyici malzeme olarak büyük bir potansiyele sahiptir, canlı organizmalardan üretilmenin doğası gereği biyouyumlu ve biyolojik olarak parçalanabilirlerdir. Bu çalışmada ilk olarak selüloza akrilat fonksiyonelitesi kazandırıldı daha sonra diğer akrilat grubu içeren monomerler ile karıştırılarak kontrol formülasyonu hazırlandı. Daha sonra akrilat grubu ile modifiye edilen gümüş nanoparçacıkları hazırlanarak kontrol formülasyonuna ağırlıkça % 2,5 oranında dahil edilerek biyo-bazlı kaplama hazırlandı. Hazırlanan formülasyonlar polikarbonat yüzeylere spreyleme yöntemi ile uygulandı ve UV ışınları altında 3 dakika kurutulmaya bırakıldı. Elde edilen kaplamaların yapısal ve antibakteriyel özelliklerine bakıldı. Hazırlanan biyo-bazlı kaplamada gümüş nanoparçacıkların homojen olarak dağıldığı ve kaplamanın antibakteriyel özellik gösterdiği görüldü.

Anahtar Kelimeler: Antibakteriyel Kaplama, Selüloz, Gümüş Nanoparçacık

ORAL PRESENTATION

Pseudomonas aeruginosa and pyoverdines: a hidden threat in apitherapy applications.

Sinan BAYRAM* (*https://orcid.org/0000-0002-2156-1566*)

*Bayburt University, Vocational School of Health Services, Department of Medical Services and Techniques, Bayburt, Turkey.

*Corresponding author e-mail: sbayram@bayburt.edu.tr

Abstract

Pseudomonas aeruginosa, a gram-negative rod-shape bacterium, is one of the most common pathogens in nosocomial infections and this pathogenic bacteria draws attention with its high prevalence rate in patients with septicemia. Pyoverdines are fluorescent siderophore produced by some *Pseudomonas* species such as *P. aeruginosa* and *P. fluorescens*. These siderophores support biofilm production in these microorganisms and also plays a role as a virulence factor. In this study, anti-*Pseudomonas* activity of 10 different honey samples was evaluated by agar well diffusion (AWD) and minimum inhibition concentration (MIC) method, and its promoting property of pyoverdine siderophore production was evaluated. The results obtained showed that only chestnut and oak honey samples had an inhibitory effect against target pathogens at the highest concentration (400 mg/mL), whereas other honey samples did not have an inhibitory effect against *Pseudomonas* strains. In addition to these results, it was revealed that all honey samples stimulated pyoverdine production in *Pseudomonas aeruginosa* EPSB1 and *Pseudomonas aeruginosa* EPSB1 strains. The obtained results revealed that honey samples may induce pyoverdin production and in this way amay increase virulence and pathogenicity in *Pseudomonas* infections.

Keywords: Pyoverdine, siderophore, *Pseudomonas aeruginosa*, honey, apitherapy

ORAL PRESENTATION

A High Antioxidant Food: Red Beet (*Beta vulgaris* var. Cruenta Alef)

Muhammet Dogan* (*https://orcid.org/0000-0003-3138-5903*)

Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Karaman, Turkey

*Corresponding author e-mail: mtdogan1@gmail.com

Abstract

Red beet (*Beta vulgaris* var. Cruenta Alef.) is a flowering plant belonging to the Amaranthaceae family. It is widely grown in America, Europe and India in the world. It is produced mostly in the Aegean and Marmara regions, and partially in the Mediterranean region in Turkey. This review study presents the antioxidant properties and health benefits of red beet. While the red beet has been used in traditional medicine for centuries, its juice and extract are also used as a raw material for food coloring and cosmetics. The natural color of red beet comes from betalanin betacyanin (red-violet) and betaxanthin (yellow) pigments. The red beet is considered to be among the top ten vegetables with strong antioxidant properties due to its rich source of betalanin. The total phenolic content and antioxidant activity profile of different red beet extracts were investigated, and as a result, it was determined that all varieties had strong antioxidant activity. It has been observed that betalanin in red beet is an effective inhibitor of lipid peroxidation, and it scavenges potentially damaging reactive oxygen and nitrogen species such as superoxide and hydrogen peroxide. Betalanins and phenolic compounds in red beet have been reported to be effective in preventing cancer and cardiovascular diseases. Red beet has been found to be very effective in suppressing many diseases such as hypertension, atherosclerosis, type 2 diabetes and dementia. As a result, red beet has strong antioxidant activity in terms of polyphenols, carotenoids, flavonoids, saponins, vitamins, minerals, ascorbic acids.

Keywords: Antioxidant, Betalanin, Diet, Health, Nutrition

ORAL PRESENTATION

Remazol Brilliant Blue R Decolorization of Yeasts Cells Grown in Barley Husks Medium by Response Surface Methodology

Ekin Demiray* (*ORCID: https://orcid.org/* 0000-0003-2675-134X)

*Ankara Yıldırım Beyazıt University, Health Services Vocational High Scholl, Medical Laboratory Techniques Department, Ankara, Turkey.

*Corresponding author e-mail: edemiray@ankara.edu.tr

Abstract

Growing industrialization is caused to overused of textile dyes. These dyes are hazardous for environment and living organisms. To eliminate the dyes from aquatic environments, physical, chemical or biological methods are applied. Among them, bioremoval is especially advantageus because of its cost effectiveness and eco-friendly features. In this study Decolorization of Remazol Briliant Blue R capacity of *Kluyveromyces marxianus* was optimized by Response Surface Methodolody and tested model was found as significant ($p<0.0001$). According to the results, p values of pH, initial dye concentration and initial biomass loading were observed as $p<0.0001$, $p<0.0001$ and p: 0.0061, respectively. *K. marxianus* was able to remove 53.91% of RBBR in the presence of 150 g/L dilute acid pretreated barley husk loading and 50 mg/L initial dye loading at pH 3. This study shows that Response Surface Methodology is usefull tool for dye removal and barley husk medium is a suitable raw material for microbial growth.

Keywords: Response Surface Methodology, Brilliant Blue R, *Kluyveromyces marxianus*, barley husks

ORAL PRESENTATION

Hipertiroidinin Erkeklerde Prematür Ejekülasyon Parametrelerine Etkisi Var mıdır?

Kubilay Sarıkaya [1] (ORCID: 0000-0003-1734-2392)

[1].Sağlık Bilimleri Üniversitesi Keçiören Eğitim ve Araştırma Hastanesi Üroloji Klniği,Ankara, Türkiye

E-mail: drkubilay.sarikaya76@outlook.com

Özet

Çalışmamızda hipertiroidinin erkek hastalarda prematür ejekülasyon oranına etkisinin olup olmadığını incelemeyi amaçladık.
Hipertiroidinin erkek hastalarda prematür ejekülasyon üstündeki etkisini araştırmak amacıyla hastanemiz üroloji polikliniğine başvuran benzer yaş grubundan toplam 34 erkek hasta çalışmaya dahil edilmiştir.Hastalardan primer hipertiroidi nedeniyle medikal tedavi alanlar Grup 1 (n=17) ve hipertiroidisi olmayanlar Grup 2 (n=17) olarak iki gruba ayrılmıştır.Geçirilmiş prostat cerrahisi,penil kurvatür cerrahisi,peyronie cerrahisi, açık üretroplasti gibi cerrahi öyküsü veya organik erektil disfonksiyonu olan hastalar çalışmanın dışında tutulmuştur.Hastaların yaşı,body mass indeksi (BMI),serum Tiroid stimülan hormon (TSH) değerleri,Hipertansiyon (HT) varlığı, Dislipidemi, Kronik obstruktif akciğer hastalığı(KOAH) ve Sigara kullanım öyküleri incelenerek kaydedilmiştir.Ayrıca hastalara toplam 5 sorudan oluşan ve 2 ile 22 aralığında skorlanan prematür ejekülasyon değerlendirme (PE) anketi yapılarak skorları kaydedilmiştir.Belirtilen parametreler bakımından gruplar karşılaştırılmıştır.
Gruplardaki hastaların median yaşı ve BMI'i benzer bulunmuştur (p=0.671 ve p=0.742). Grup 1 'deki hipertiroidili hastaların median serum TSH değeri 0.20 (IQR=0.37) ml U/L iken, Grup 2 ' de median 2.80 (IQR=1.40) ml U/L olduğu görülmüştür (p<0.001).Median PE skorunun ise Grup 1'de 8 (IQR=8) iken ,Grup 2'de median 7(IQR=3) olduğu tesbit edilmiştir (p=0.016) (Tablo 1).

Tablo 1: Gruplardaki hastaların karakteristiklerinin ve bulgularının karşılaştırması (n=34)

	Grup 1(n=17)	Grup 2(n=17)	P değeri
Yaş, median(min-max), yıl	66(16)	65(24.50)	0.671
Body mass indeksi, median(min-max),kg/m^2	25(4)	26(5)	0.742
Serum TSH seviyesi,median(min-max), ml U/L	0.20(0.37)	2.80(1.40)	**<0.001***
PE skoru,median(min-max),(2-22)	8(8)	7(3)	**0.016***
HT, n(%)	12(71)	10(59)	0.473
Dislipidemi, n(%)	6(35)	3(18)	0.219
KOAH, n(%)	4(24)	1(6)	0.335
Sigara, n(%)	7(41)	4(24)	0.271

*IQR:Interquartile range, min-max:minimum-maximum, TSH:Tiroid stimülan hormon, PE:Prematür ejekülasyon, HT:Hipertansiyon, KOAH: Kronik obstruktif akciğer hastalığı.

Primer hipertiroidi erkek hastalarda erektil disfonksiyona benzer şekilde prematür ejekülasyon oranını da arttırabilmektedir. Konuyla ilgili literatürde henüz yeterli çalışma olmadığından daha fazla sayıda hastayı kapsayan uzun dönemli randomize klinik çalışmalar gereklidir.

Anahtar kelimeler: Hipertiroidi, prematür ejekülasyon, erektil disfonksiyon

ORAL PRESENTATION

In silico studies on thiophene carboxylic acids as HCV NS5B inhibitors

Berin Karaman Mayack[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0066-0474*)

[*1]Istanbul University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Chemistry, Istanbul, Turkey

*e-mail: berin.karamanmayack@istanbul.edu.tr

Abstract

World Health Organisation estimated that in 2019, approximately 58 million people had chronic hepatitis C virus (HCV) globally. HCV infection can lead to cirrhosis, hepatocellular carcinoma, and other complications. Moreover, access to HCV treatment remains still limited. In the present work, a combined ensemble docking, binding free energy calculations, and 2D-QSAR studies on a validated dataset of thiophene carboxylic acid inhibitors that bind to allosteric Thumb Site II pocket of the HCV RNA-dependent RNA polymerase (NS5B). The developed docking protocol was able to reproduce the ligand binding poses seen in the protein-ligand crystal structures. As it has been reported in previous works, only a poor correlation could be obtained between the docking scores and the experimentally determined inhibitory activities of the studied compounds. However, the binding free energies calculated by the Prime MM-GBSA method gave a good correlation (R2 = 0.64) with the experimental biological activity. In the next step, the dataset was randomly split into a training and a test set to generate QSAR models using the AutoQSAR module of the Schrodinger software. A large collection of classical physicochemical, topological, and QikProp descriptors in combination with hashed type 2D fingerprints were used for QSAR model generation. A kernel-based partial least squares (KPLS) model using linear fingerprints performed the best in terms of correlation (R^2 = 0.85) and prediction (Q^2 = 0.70). The developed *in silico* protocol in this study and the generated QSAR models can provide useful insights into the design and development of novel thiophene carboxylic acids as potent NS5B inhibitors.

Keywords: HCV, NS5B, Docking, Binding free energy calculations, QSAR, Thiophene

ORAL PRESENTATION

Application of Full Factorial Design to Evaluate the Effect of Different Variables on Colour and Viscosity of Strawberry Jam

Tuba Sevgi (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7528-9529)*

Bursa Uludag University, Faculty of Faculty of Arts and Sciences, Biology Department, Bursa, Turkey.

*Corresponding author e-mail: tubaavci@uludag.edu.tr

Abstract
Colour and texture are very important quality properties of all foods. The ingredients affect the jam quality in terms of both subjective (sensory) and objective (textural and rheological) attributes. For a product like fruit jam, it is important to understand the relationships between the perception of food gel texture and structure. In this work, the effects of cooking time, sugar and citric acid content on colour, viscosity and pH of strawberry jams were investigated using full factorial design to describe the relationship. Two levels of each factor were chosen; cooking time (15 and 25 min); amount of sugar (200 and 250g); amount of citric acid (2 and10 teaspoons of lemon juice). The results show that viscosity of jam is a function of cooking time and sugar amount-cooking time interaction, pH is a function of the amount of lemon juice, and color is the function of sugar amount and sugar-lemon juice interaction.

Keywords: colour, factorial design, strawberry jam, viscosity.

ORAL PRESENTATION

Development of grape stem waste-derived adsorbent for methylene blue removal

Yasemin İşlek Coşkun* (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3207-4381)

* Ege University, Faculty of Science, Department of Chemistry, Bornova-İzmir, Turkey.

*Corresponding author e-mail: yasemin.islek@ege.edu.tr

Abstract

Water consumption has increased globally due to exponential expansion in industrialization and urbanization. Significant volumes of waste and by-product are generated by industrial activities often posing substantial environmental issues [1]. Adsorption which is a potential technique since it does not require an energy source, is easy to use and effective. Adsorption becomes a sustainable technique to reduce environmental contamination when agricultural solid wastes are used for generating adsorbent materials [2]. Agricultural wastes contain proteins, polysaccharides, and lignin that include functional groups, binding metal ions. Agricultural wastes are suitable alternatives to expensive synthetic adsorbents because of their abundant natural occurrence and the huge number of surface functional groups [3]. The use of bio-adsorbents generated from waste biomass sources for wastewater treatment is promising since it provides dual environmental remediation, waste management, and water purification with no harmful carbon footprints [2-3].
The aim of the present study was to remove the methylene blue cationic dye from an aqueous solution by grape stem adsorbent. The effects of pH (3-10), adsorbent amount (5-60 mg), contact time (1-1440 min) and temperature (293-333 K) were investigated. The optimal parameters for the methylene blue removal were determined at pH 3 and the adsorbent amount of 20 mg. The pseudo-second-order kinetic model was found to present the best match for the kinetic data. The maximum monolayer adsorption capacity attained was found to be 212.77 mg/g at 298 K. Adsorption isotherms, kinetics and thermodynamic parameters were also analyzed.

Keywords: Grape stem, adsorption, methylene blue, cationic dye.

References:

[1] Zúñiga-Muroa NM, Bonilla-Petricioleta A, Mendoza-Castilloa D, Reynel-Ávilaa HE, Duran-Vallec CJ, Ghallad H, Sellaoui L (2020) Journal of Environmental Chemical Engineering 8:103738.
[2] Benvenuti J, Fisch A, dos Santos JHZ, Gutterres M (2019) Journal of Environmental Chemical Engineering 7:103342.
[3] Solangi NH, Kumar J, Mazari SA, Ahmed S, Fatima N, Mubarak NM (2021) Journal of Hazardous Materials 416:125848.

ORAL PRESENTATION

Sıfır Atık Yönetmeliği'nin Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Yerleşkesine Uygulanması ile Elde Edilecek Kazanımlar

Ercan KAVAL* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9779-3144)*, Dilara ÖZTÜRK (*https://orcid.org/0000-0003-2689-560X)* Burçin YILDIZ (*https://orcid.org/0000-0001-9750-7278)*, Ayşe ÖZGÜVEN (*https://orcid.org/0000-0003-1071-2813)*

*[1]Van Yüzüncü Yıl Üniveristesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Van, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: kvlrcn@gmail.com

Özet

Artan nüfus, şehirleşme ve teknolojik yenilikler, yaşam standartlarının ve tüketim alışkanlıklarının farklılaşması; doğal kaynakların hızla tükenmesi, daha çok atığın oluşması, çevre kirliliği ve iklim değişikliği gibi canlı hayatını tehdit eden birçok olumsuzluğa yol açmaktadır. Atıkların kaynağında ayrıştırılarak ekonomiye değer kazandırılması uluslararası alanda gelişmekte olan ülkelerin temel prensipleri arasında yer almaktadır. Bu çalışma ile sürdürülebilir kalkınma ilkeleri çerçevesinde Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi yerleşkesinden çıkan atıkların kontrol altına alınması, atık azaltımının sağlanması, atığın kaynağında ayrı toplanması ve geri kazanımının sağlanması halinde sonsuz olmayan çevresel kaynaklarımızı ne ölçüde koruyabileceğimizin ve kazanımlarımızın tespit edilmesi amaçlanmıştır. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi yerleşkesinden yaklaşık olarak günlük çıkan atık miktarı ~42 ton/Gün'dür. Ambalaj atıkları bu atıklar içerisinde %20'lik bir dilimi oluşturur ve miktarı yaklaşık olarak 8.4 ton/gün olarak hesaplanmıştır (=geri kazanılabilir ambalaj atığı). Hesaplanan bu %20'lik dilimin 3.36 ton/Gün'ünü kâğıt, 2.52 ton/Gün'ünü plastik, 0.84 ton/Gün'ünü cam ve 0.84 ton/Gün'ünü metal atıklar, geri kalan kısmını ise kompozit, tekstil ve ahşap atıklar oluşturmaktadır. Sonuç olarak toplamda 8.4 ton/gün atığın (kâğıt+plastik+cam+metal) geri kazanılması ile 57.12 ağacın kesilmesi önlenmiş olacak, 803,04 kg daha az sera gazı salınımı gerçekleşecek, 94.08 m^3 su tasarrufu sağlanacak, 17.98 m^3 depolama alanından tasarruf sağlanacaktır. Ayrıca 28901.04 KWh enerji tasarrufu sağlanacak ve 42.69 varil petrolden tasarruf edilecektir.

Anahtar Kelimeler: Sıfır atık, Geri dönüşüm, Kazanım, Atık azaltımı

ORAL PRESENTATION

Identification of adulteration in olive oil made with corn oil, hazelnut oil and soybean oil by FT-IR, GC and some chemical experiments

Kevser Batmanlı (https://orcid.org/0000-0003-0004-6335)

Gaziantep University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department, Gaziantep, Turkey.

kvsrbatmanli21@gmail.com

Abstract

High-quality and expensive oils are highly susceptible to adulteration. The fact that the product is not easily available in the living area is also one of the reasons for adulteration. There are many methods used around the world to determine adulteration in fats, but no firm conclusions have been reached. In this study, olive oil was mixed with corn oil, hazelnut oil, soybean oil in w/w ratios such as 5%, 10%, 15%, 20% and 30%. In these samples, the presence of adulteration was investigated by chemometric methods such as FT-IR, GC and chemical tests such as absorbance value, color, peroxide value and free fatty acid. As a result of the experiments, it was revealed that the fatty acid composition of corn oil were similar to the olive oil, and the free fatty acid, peroxide value and fatty acid compositions of the hazelnut oil and soybean oil were different from olive oil.

Keywords: fatty acid compositions, ffa, FT-IR, GC, olive oil, peroxide value

ORAL PRESENTATION

Workflow ın a radiotherapy department: Producing an applicable archive system in TPS for patient RT plans

Nina Tunçel[1*] (*ORCID: https://orcid.org/.0000-0002-3306-1577*), Ali Tortop[1], Timur Koca[1], Aylin Fidan Korcum Şahin[1]

[*1]Akdeniz University, Faculty of Medicine, Radiation Oncology Department, Antalya, Turkey.

*ninatuncel@akdeniz.edu.tr

Abstract

Workflow in a radiotherapy (RT) department, is a lot more complex than in a diagnostic radiology department. Tools to organize diagnostic workflow electronically are readily available based on three major components. They are 1. scheduling for managing patient appointments based on digital imaging and communication in medicine (DICOM) worklist, 2. a PACS storage of DICOM images, and 3. the RIS for managing/storing/distributing reports. In radiotherapy, typically, a series of more or less invasive procedures have to be planned, performed, and documented. Scheduling is more complex due to the need for the patient to undergo a defined series of procedures that have to be performed in a certain timely sequence. The basis for treatment planning is typically a Computed tomography (CT) data set. These data are further manipulated in the process. DICOM-RT elements such as RT structure set (organ/target structures), RT plan, and RT dose (plan data and dose information) are generated typically in a dedicated treatment planning system (TPS) and have to be unequivocally linked to the basic CT image data and, finally, stored for long periods. Sometimes new treatment plans, etc. with new CT data sets may be acquired or new treatment plans may be generated on initially acquired CTs. By using the TPS, the radiotherapy plans of patients are generated. Finally, the actual plans are approved electronically by the doctors. The large number of treatment plans produced in the TPS limits the available disk capacities on the computer. Due to the slowdown of the system, the plans were considered to replace the inactive treatment plans from the system so these can be used again. So this will prevent the system from reducing its speed. In line with these needs, it is aimed to prepare an archive program to meet the backup/restore processes on the Monaco Treatment Planning Systems.

Keywords: Workflow in Radiotherapy, Treatment Planning Systems, Archive Program

ORAL PRESENTATION

Measuring automated detection success of main tumor structures in breast cancer images

Cihat Ediz Akbaba[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1078-4382*), Adem Polat[2*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5662-4141*)

[1]Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University, Faculty of Engineering, Department of Electrical Electronics Engineering, Adana, Turkey.
[*2]Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering, Department of Electronics Engineering, 17100, Çanakkale, Turkey.

*Corresponding author e-mail: adempolat@comu.edu.tr

Abstract

Breast cancer is the most common cancer type seen in women and early detection and treatment of it are vital to maximizing the quality of life of patients. In our study, the success of automated detection of main tumor structures in four cross-sectional images obtained from a mini-Opto tomography device that has 3D imaging capability of microscopic cells was measured. The tumor structure in the images was obtained by the proliferation of MCF-7 breast cancer cells produced in the bioreactor in a lab-on-a-chip environment. Irregular boundary detection of main tumor structures with a maximum diameter of 1.5 mm was first performed by manual drawing then by automated detection algorithm, and the results were compared. Python programming language and OpenCV library were used as computer-aided image systems to detect the main tumor mass with automated algorithm application. In this study, images were subjected to an automatic contour determination algorithm after two main processes: preprocessing (converting RGB to gray, filtering) and segmentation (thresholding and morphologic operations). In the algorithm, firstly, the coordinates of the sharp color change points in the transition regions where the main tumor structure borders could be able to distinguish from the background were determined. Then, lines were created by connecting the closest elements in the coordinate array. Thus, the tumor borders in the image were drawn automatically with the contour tracking loop. Manual and automatic contours were quantitatively compared using the structural similarity metric. For four image slices, when referencing the manual contours of the main tumor structures and compared them with the proposed algorithm, the success rate of automatic boundary detection was 88.79, 92.48, 84, 86.48 percent, respectively. This study, which automatically determines the irregular growth borders in their images taken within one field of view of tumor structures that can grow up to a few mm, is recommended for cancer research.

Keywords: breast cancer detection, mini-Opto tomography, 3D imaging, image processing, tumor, contour tracking

ORAL PRESENTATION

The effect of different solution pH on the syneresis and textural properties of wheat starch gels

Gamze Üçok[1*] (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-7692-9700*), Ümmügülsüm Kara[1] (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-5761-5263*)

[*1]Necmettin Erbakan University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Konya, Turkey.

*gozugur@erbakan.edu.tr

Abstract

Starch-based products can be subjected to different processing and storage conditions, during the preparation of food and non-food. Starch gel properties to consider when developing starch-based products can be modified by the pH of the medium. For this purpose, in this study, the textural properties and syneresis ratios of gels formed from wheat starch solutions prepared at different pHs were investigated during storage at room (23°C) and fridge (4°C) for 5 days. Syneresis rates were not significantly affected by pH, storage time and temperature. The samples prepared at pH10 and 23°C on the first day showed the lowest syneresis. On the 3rd day, more syneresis was observed in gels stored at 23°C than gels stored at 4°C ($p<0.05$). In general, the rupture strength of the gels of pH4 gave the lowest values. While the rupture strength of gels at 23°C was not affected by storage, it increased with storage at 4°C in gels prepared at pH7. The brittleness values of the gels at 23°C were affected by the pH changes, and especially the gels prepared at pH 7 and pH10 became quite brittle during storage. The gel strength generally increased with pH and the samples stored at 4°C had higher gel strength. According to the data of this study, partially stronger gels were obtained as a result of increasing the pH of the wheat starch solutions and storing the starch gels at 4°C. Thus, it will be possible to produce products for various purposes using starch solutions prepared with different pH conditions.

Keywords: Wheat starch gel, pH, rupture strength, brittleness, gel strength, syneresis.

ORAL PRESENTATION

Ulva lactuca'dan yeşil sentezle gümüş nanopartikül üretiminin optimizasyonu

Anıl Tevfik Koçer[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1519-1711*), Didem Özçimen[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2483-7617)*

[1] Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: anilkocer66@gmail.com

Özet

Yeşil sentez yöntemi, ucuz, toksik olmayan, güvenli, çevre dostu ve sürdürülebilir bir yöntem olduğu için nanobiyoteknoloji uygulamalarında değerlendirilebilmektedir. Bu kapsamda bitki, mantar, bakteri, virüs ve alg gibi biyokütlelerin ekstraktları halihazırda yeşil sentez yönteminde kullanılmaktadır. Bu çalışmada Marmara Denizi'nde oldukça yoğun bir şekilde yetişen Ulva lactuca makroalginden yeşil sentezle gümüş nanopartikül üretimi gerçekleştirilmiş ve sıcaklık, pH, AgNO3 konsantrasyonu gibi üretim parametrelerinin nanopartikül boyutuna olan etkileri Box-Behnken Deneysel Tasarım metodu kullanılarak istatistiksel olarak incelenmiştir. Ayrıca belirlenen optimum koşullarda üretilen gümüş nanopartiküllerin antibakteriyal ve antifungal etkileri de incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre gümüş nanopartikülünün boyunun pH ile ters, AgNO3 konsantrasyonu ise düz orantılı olduğu görülmektedir. Sıcaklığın ise yaklaşık 55 °C'ye nanopartikül boyunu azalttığı ancak daha yüksek sıcaklıklara çıkıldıkça nanopartikül boyunu da arttırdığı gözlemlenmiştir. En düşük boyutlu gümüş nanopartikülü 55 °C sıcaklık, 11 pH ve hacimce %10 AgNO3 konsantrasyonu koşullarında yaklaşık 40 nm çapında sentezlenmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre de nanopartikül boyutunu en çok etkileyen parametreler sırasıyla pH, AgNO3 oranı ve sıcaklıktır. Yapılan antimikrobiyal aktivite testlerinde ise optimum koşullarda üretilen gümüş nanopartiküllerin *Listeria monocytogenes* ATCC 13932**,** *Bacillus cereus* ATCC 11778, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 497 ve *Salmonella Typhi* ATCC 14028 türü gram pozitif ve negatif bakterilere ve *Fusarium oxysporum, Botrytis cinerea* ve *Colletotrichum gloeosporioides* türü patojenik funguslara karşı antibakteriyel ve antifungal etki gösterdiği görülmüştür. Bu çalışma sonucunda elde edilen sonuçlara göre Ulva lactuca ekstraktından yeşil sentez yöntemiyle sentezlenen gümüş nanopartiküllerin antibakteriyal ve antifungal özellikli ilaç, krem ve kozmetik ürünlerde rahatlıkla kullanılabileceği öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yeşil Sentez, Gümüş nanopartikülü, Box-Behnken Deneysel Tasarım, Antimikrobiyal etki

ORAL PRESENTATION

Biyokütle enerji santrali külünün karakterizasyonu ve içerdiği elementlerin ekstrakte edilebilirliği

Burcu Yıldızbaş[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7324-6277*), Beyti Arda Karakuş[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3697-139X*), Ayla Uysal[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4580-4593*)

[*1, 2, 3] Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: burcu.yildizbas41@gmail.com

Özet

Biyokütlenin kimyasal içeriğinde karbonun (C) yanı sıra hidrojen (H), oksijen (O), azot (N) ve daha küçük oranlarda alkali, alkali toprak ve ağır metaller içeren atomlar vardır. Ana bileşenleri, karbonhidrat bileşikleri olan bitkisel veya hayvansal kökenli tüm doğal maddeler biyokütle enerji kaynağı, bu kaynaklardan elde edilen enerji ise, biyokütle enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Biyokütleden ısı ve elektrik, yakma ve dolaylı yakma yöntemleriyle elde edilmektedir. Biyokütle enerji santrallerinden oluşan yan ürünlerin ele alınması günümüzde gittikçe önem kazanan bir konu olmaktadır. Biyokütle enerji santrali tesislerinde yan ürün olarak kül oluşmaktadır. Bu yakma prosesi sonucunda uçucu ve cüruf diye ayırabileceğimiz küller çıkmaktadır. Uçucu küller için, içerdikleri yüksek orandaki ağır metaller ve zararlı kimyasallar nedeniyle faydalı bir kullanım olanağı düşük olmasına rağmen, cürufların (taban külü) birçok alanda değerlendirilebilme olanağı bulunmaktadır. Oluşan bu biyokütle taban külünün, katkı hammaddesi veya gübre hammaddesi olarak kullanılabilmesi olasıdır. Bu alanların başında inşaat ve tarım sektörü gelmektedir. Biyokütle taban külünün sürdürülebilir bir şekilde kullanılabilmesi için, biyokütlenin yanmasından ortaya çıkan taban küllerindeki mineral bileşenlerinin içeriğinin değerlendirilmesi oldukça önem arz etmektedir. Bu analizler, külün tarımda potansiyel kullanımından önce ve külün yanma sırasındaki etkisini belirlemek veya diğer geri dönüşüm formlarında kullanımını dikkate almak için gereklidir. Bu kapsamda, bu çalışmada ülkemizdeki biyokütle enerji santrallerinden oluşan biyokütle taban külünün kimyasal bileşimi ve yapısı analiz edilerek, biyokütle taban külünün yeniden kullanılabilme potansiyelinin belirlenmesi hedeflemiştir. Analiz sonuçları, biyokütle taban külünün Ca, Si, K ve P içeriğinin yüksek olduğunu göstermiştir. Cd, Hg, Co ve As ağır metal konsantrasyonları ise ölçüm limitlerinin altında kalmıştır. Biyokütle taban külünün XRD analizi sonucu; biyokütle külünde kuvars (SiO_2), kalsit ($CaCO_3$), kalsiyum silicat ($Ca_3SiO_5.2H_2O$), apetit ($Ca_{10}(PO_4)6F_2$), kalsiyum sülfat ($CaSO_4$), potasyum klorür (KCl) yapılarının mevcut olduğu görülmüştür. Asit uygulaması ile biyokütle taban külünün içerdiği elementlerin yüksek oranda ekstraksiyonu gerçekleştirilebilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyokütle, Biyokütle enerji santrali, biyokütle taban külü, ekstraksiyon

Teşekkür
Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi BAP birimi (FYL-2020-8276) tarafından desteklenmiştir.

ORAL PRESENTATION

Steam treatment to decontaminate sprouted seeds

Gizem ÖZLÜK ÇİLAK* (*https://orcid.org/0000-0003-1630-1222*)

*Hitit University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department, ÇORUM, TURKEY

*Corresponding author e-mail: gizem.ozluk@gmail.com

Abstract

In 2011 there was a major outbreak in Germany of E. coli O104: H4 caused by sprouted seeds. Researches on sprouted seeds have started after this outbreak. The aim of this research was to test steam treatment as a disinfection method to reduce the growth and/or presence of total aerobic bacteria count and *Enterobacteriaceae* during the sprouting process. The tested seeds were leek and alfalfa seeds and the steam treatment was made by Multifunctional Climate Chamber. Three different temperature (60, 70 and 80°C) during 2 different time (10 and 20 min) was used for steaming. After steaming, the seeds were dried at 35oC for 30 min to reach $<a_w$=0,6. The decontaminated seeds were sprouted afterwards. The steam treatment at 80°C (long and short) was the most effective treatment to remove the total aerobic count and *Enterobacteriaceae*. However, this treatment also had a destructive effect on seed germination for both leek and alfalfa seeds. In general, leek seeds seemed to be more vulnerable for the steam treatment. In conclucion, steaming, did not result in significant reductions without having a tremendous effect on seed germination capacity, thus, steam treatment is not a suitable option to decontaminate seeds.

Keywords: Alfalfa, leek, steam, decontamination.

ORAL PRESENTATION

A semi-analytical solution to contact problem of unbonded functionally graded multilayer system indented by two unsymmetrical stamps

Erdal Öner[1*] (*ORCID:https://orcid.org/0000-0001-7492-3754*), Gökhan Adıyaman[2] (*ORCID:https://orcid.org/0000-0002-3076-4090*)

[*1]Bayburt University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Bayburt, Turkey.
[2]Karadeniz Technical University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Trabzon, Turkey.

*Corresponding author e-mail: eoner@bayburt.edu.tr

Abstract

This study aimed to analyze the receding contact problem of three isotropic functionally graded (FG) layers and two rigid flat stamps using the plane elasticity theory and integral transformation techniques. The FG layers are assumed to be isotropic. The top layer is pressed by two rigid unsymmetrical flat stamps that transmit normal loads. The bottom layer is supported on the Winkler foundation. Friction and body force effects are excluded from the study. Without body forces, Fourier integral transforms are used to transform basic equations and boundary conditions of the plane receding contact problem into four singular integral equations involving the Cauchy singularity and Fredholm kernels, where the contact lengths and pressures are the unknowns. The singular integral equations are solved numerically using the Gauss–Chebyshev quadrature formulas and an iterative scheme is employed to obtain the correct contact lengths and pressures that satisfy the related conditions. A parametric analysis is conducted to explore the influence of the stamp length, the distance between stamps, inhomogeneity parameter, and stiffness of the Winkler foundation on contact lengths and pressure distribution. Results provide a deep insight into the contact mechanism of FG layers.

Keywords: Contact length; contact pressure; rigid stamp; functionally graded layer.

ORAL PRESENTATION

Esnek Atölye Çizelgeleme Probleminde İşlerin Bölünmesinin Son İşin Tamamlanma Zamanına Etkisi

Büşra Tutumlu[1*] (*ORCID: https://orcid.org/*0000-0002-0662-8128), Tuğba Saraç[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8115-3206*)

[1] Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: busra.tutumlu26@gmail.com

Özet

Atölye çizelgeleme problemi (AÇP), birden çok makinenin olduğu, işlerin operasyonlardan oluştuğu ve operasyonların öncelik sıralarını gösteren rotaların bilindiği üretim ortamlarında, her işin her operasyonunun rotasına uygun bir şekilde hangi makinada hangi sırada işlem göreceğinin belirlenmesi problemidir. Esnek Atölye Çizelgeleme Problemi (EAÇP) ise klasik üretim sisteminin daha esnek ve verimli hale gelmesi için AÇP'ye paralel makinelerin dahil edilmesiyle oluşan bir problemdir. Literatürdeki EAÇP'yi ele alan çalışmalar incelendiğinde, genellikle işlerin bölünemeyeceği varsayılmaktadır. Bu varsayım, problemi daha yönetilebilir hale getirse de başarılı çözümlere ulaşılmasına engel olabilmektedir. Ayrıca bu varsayım çalışmaların gerçek hayat problemlerinde uygulanabilirliğini de azaltmaktadır. Birçok işletme için, işleri çizelgelerken işlerin bölünebileceğini göz önünde bulundurmak önemli iyileştirme fırsatları yaratabilmektedir. Bu çalışmada, EAÇP'de işlerin bölünmesinin son işin tamamlanma zamanına etkisini araştırmak amacıyla, işlerin bölünmesine izin verilen ve verilmeyen iki durum için aynı test problemleri çözülerek son işin tamamlanma zamanları karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, işlerin bölünmesine izin verildiğinde son işin tamamlanma zamanının anlamlı bir şekilde azaldığını ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Esnek Atölye Çizelgeleme Problemi, İş Bölünmesi, Tamsayılı Programlama Modeli

ORAL PRESENTATION

Investigation of energy consumption in a PCM integrated cooling system for tropical fruits storage

Bercem Kiran-Yildirim[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7504-0176*), Ebru Mancuhan[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7108-4497*)

[*1]Marmara University, Chemical Engineering Dept., Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: bercem.kiran@marmara.edu.tr

Abstract

Cooling systems are of varied applications not only industrially but also in domestic usage. Therefore, these systems are responsible for huge amount of energy consumption. There are lots of studies performed related to decrease this consumption in the literature. One important technique of this is using Phase Change Materials (PCMs) with the systems because of their storage the energy as the latent heat of energy. Thus, they provide preserving products at desired temperature value without power supply for a long term. It is well known that the required storage temperature depends on the type of product. Especially in foods, the temperature fluctuations may cause deterioration in the texture and taste of the product. Therefore, there are various techniques to keep temperature constant at a certain value during transportation and storage of them. The storage temperatures of tropical fruits such as custard apple, guava, pineapple *etc*. are reported to be between 5 °C and 13 °C in the literature [1-3]. In this study, a laboratory scale cooling system installed in an earlier study was tested with and without PCM (distilled water) to reveal suitable operation conditions for preserving these fruits. The appropriate PCM amount was investigated for 11°C differential value. It was revealed that the running time percentage decreased from 29.17 % to 23.33 % with increasing PCM amount from 0 mL to 600 mL for 11 °C differential value. This will be beneficial for protecting compressor beside reduction in energy consumption. Moreover, the system was tested during the power failure and the results showed that the PCM integration was advantageous in preventing the dramatic increase in cabin air temperature. In summary, it can be concluded that the integration of appropriate amount of PCM to the cooling system used will be an alternative technique to preserve these fruits at certain temperature values.

Keywords: Cooling system; phase change material; energy consumption, fruits storage.

References

[1] Lal Basediya, A., Samuel, D.V.K., Beera, V. 2013. Evaporative cooling system for storage of fruits and vegetables - A review. Journal of Food Science and Technology 50(3): 429–442.
[2] Hawkins, L.A. 1922. The Effect of Low-Temperature Storage and Freezing on Fruits and Vegetables. American Journal of Botany 9(10): 551.
[3] Ahmad, S.A.H., Rahman, M.N.A., Muhamed, A.A. Optimal Temperature in Cold Storage for Perishable Foods, Proceedings of the 5th NA International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Detroit, Michigan, USA, August 10 - 14, 2020.

ORAL PRESENTATION

Hydrogeological and hydrochemical investigation of Tosunlar geothermal field (Denizli)

Erdem Subay[1*](*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-8127-5692*), Ali Gökgöz[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5238-0207)*

[*1]Pamukkale University, Faculty of Engineering, Geological Engineering Department, Denizli, Turkey

*Corresponding author e-mail:subayerdem@gmail.com

Abstract

Tosunlar geothermal field is located 20 km northwest of Denizli city center. The temperatures of thermal waters discharged from the two production wells drilled in this field at depths of 2437 and 2653 m were measured 97 and 98°C. Results of well tests indicated that thermal fluid inflows to the wells at different depths of the reservoir at varying temperatures. Geothermal fluid is used for electricity generation and greenhouse heating. Reservoir rocks in Tosunlar area are marble, calcschist, quartzschist and quartzites of Paleozoic Menderes massif metamorphics and limestones of Neogene Sazak formation. Neogene impermeable units comprise the caprock. The electrical conductivity of geothermal wells waters is 3800 µS/cm and their pH value is around 7.6. The waters are Na-Ca-HCO_3-SO_4 type. The $\delta^{18}O$ and $\delta^{2}H$ values of the thermal waters are from -8.43 to -8.58‰ (V-SMOW) and -59.35 to -60.82‰ (V-SMOW), respectively, which indicate a meteoric origin for the waters. The low tritium value recorded in one of the geothermal wells indicated that the underground circulation time is more than 60 years. According to mineral saturation calculations, Tosunlar geothermal waters are saturated with respect to calcite, aragonite, dolomite and quartz minerals. The presence of calcite and aragonite minerals in the scaling samples confirms the results of mineral calculations.

Key Words: Geothermal, hydrochemistry, isotope, Tosunlar, Denizli

This study was supported by Pamukkale University Scientific Research Projects Coordinatorship (Project No: 2016FEBE048).

ORAL PRESENTATION

Slasher-halat boyama makineleri için ultrason destekli tekne üretimi

Fatih Mehmet AKOĞLAN

Prosmh Ar-Ge Merkezi Kocaeli/Türkiye

f.akoglan@prosmh.com:

Özet

İndigo boyamacılığında yaygın olarak kullanılan slasher ve halat boyama makinelerinde kullanılabilecek tekne tasarımı projenin konusunu oluşturmaktadır. Ultrasonik temizleme prosesi, boyama ve yıkama teknelerinde ipliğin verimini arttırmak için kullanılmaktadır. Yıkama teknelerinde, ultrasonik ses dalgaları ile ipliğin üzerindeki partiküller temizlenerek suyun ipliğe daha çok nüfus etmesini sağlar ve ilerleyen proseslerde kaliteli iplik kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Boyama teknelerinde ise partiküllülerinden temizlenen ipliğe boyanın daha çok nüfus etmesini sağlayarak iplik üzerindeki boyanın daha etkin ve uzun süreli durmasını sağlamaktadır. Ultrason temizleme prosesi, ultrason ses dalgalarını kullanarak akışkanların titreşimi ile temizleme yapılması işlemidir. Ultrasonik ses akışkanların içinde ses dalgaları şeklinde ilerler ve kavitasyon kabarcıkları oluşturur. Yüksek patlama enerjisine sahip kavitasyon kabarcıkları iplik üzerindeki partiküllerin bağlarını kırarak yüzeyin temizlenmesini sağlamaktadır. Ultrasonik temizleme prosesi geniş alanlarda partiküllerin temizlenme amacı ile kullanılmaktadır. Temizleme sistemi ultrasonik jeneratör ve piezoelektrik transducer dan oluşmaktadır. Bu tekne makinelerde ön yıkama-boyama-esas yıkama safhalarında kullanılmaktadır. Ultrason teknolojisinin bu üç amaç için kullanımı ile daha sürdürülebilir proseslerin yürütülebileceği, makine boyutlarının küçüldüğü ergonomik sistemlerin imal edilebileceği olanaklara ulaşılmıştır. Makinelerde üretilen/boyanan ipliklerin kalitesinde de iyileşme olmuştur. Bu çalışma sonucunda boyama tekne sayısı azalmış, makine daha ergonomik hale gelmiştir. Su ve kimyasal tüketimi ortalama 500.000,00 TL /AY azalmıştır.

Anahtar Kelimeler: Denim boyama, ultrason, indigo proses, slasher makinesi, tekne

ORAL PRESENTATION

Tıbbi ve Aromatik Bitki Olan Karaçalı (*Paliurus spina-christi)'* nın Çeşitli Ekstraktlarda Antioksidan Etkilerinin İncelenmesi

Ayşe KARA [1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8448-2144*), Orhan KOBYA [1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9788-4644*), Emre ÇAĞLAK [1](*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7376-1359*)

[1] Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama Ve İşleme Teknolojileri Bölümü, Rize

*ayse.kara1@erdogan.edu.tr

Özet

Tıbbi ve aromatik bitkilerin eski çağlardan beri faydalı yönleri insanlar tarafından araştırılmaktadır. Kozmetik, boya, tekstil, ilaç, tarım ve gıda sektörlerinde kendini gösteren bu bitkiler günümüzde kimyasal maddelerden kaçınmanın bir sonucu olarak kullanımı artış göstermektedir. Gıda sektöründe tıbbi ve aromatik bitkiler yaygın olarak baharat, bitkisel çay, gıda takviyesi ve gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Bunlar katkı maddesi olarak gıdaya aroma, renk vermekle birlikte antioksidan ve antimikrobiyal özellik kazandırmaktadırlar. Bu bağlamda çeşitli bitkilerin araştırılıp, hangi sektörde ne amaçla kullanılacağı planlanarak faydalı içeriği belirlenmelidir. Bitki örtüsü bakımından zengin olan ülkemizde tıbbi ve aromatik bitkilerin çeşitliliğini arttırmak için çalışmalar mevcuttur.

Bu çalışmada ise tıbbi ve aromatik bitki olan ve Türkiye'de hemen hemen her bölgede rastlanan karaçalı (*Paliurus spina-christi)* bitkisinin antioksidan özelliği araştırılmıştır. Karaçalı'nın çeşitli ekstraksiyonlarda (Ultrasonik (25°C), ılık su (25°C), sıcak su (60°C), etanol (60°C)) ve farklı konsantrasyonlarda (25g/L, 50g/L) antioksidan seviyesi DPPH (2.2.-difenil-1-pikrihidrazil) radikal süpürme kapasitesi yöntemiyle incelenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre antioksidan sonuçlarının kullanılan çözücü, konsanstrasyon ve yöntemlerine bağlı olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Elde edilen minimum ve maximum konsantrasyonlara bağlı olarak karaçalı bitkisinin gıda sektöründe geliştirilerek kullanılabileceği ön görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, *Paliurus spina-christi*, ekstrakt yöntemi, katkı maddesi

ORAL PRESENTATION

Yeni bir schiff bazı ligandı ile komplekslerinin sentezlenmesi, karakterizasyonu ve antiproliferatif aktivitelerinin prostat kanser hücre hattı (PC-3) üzerinde incelenmesi

Sümeyra Tuna Yıldırım[1] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5564-9630)*, Esma Kübra Kağan Yeniçeri[2*] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6860-9758,* Ahmet Altay[3] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8120-8900)*

[1]Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Analitik Kimya Anabilim Dalı, Erzincan, Türkiye
[2]Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen-Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Erzincan, Türkiye
[3]Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Erzincan, Türkiye

*Corresponding author e-mail: esma.kagan@gmail.com

Özet

Yapısında C=N- (azometin) grubu içeren Schiff bazları biyolojik aktivitelerinden dolayı önemli bileşiklerdir. Bu bileşikler genellikle yapısında karbonil (C=O) grubu taşıyan bileşikler ile aktif bir aminin (-NH_2) uygun şartlarda kondenzasyonu ile sentezlenmektedir. Schiff bazlarının içerdiği azometin grubunun azot atomunun koordine edici özelliği de komplekslerin oluşumunda önemli rol oynamaktadır. Bu ligand ve kompleksler çok geniş bir farmakolojik aktiviteye sahip olduklarından bazı ilaçların hazırlanmasında, tıpta ve eczacılıkta, biyolojik sistemlerde, kozmetikte yaygın olarak kullanılmaktadır [1, 2]. Bu bileşiklerin özellikle kanser tedavisindeki öneminden dolayı sağlık alanındaki uygulama alanları giderek artmakta ve bu alandaki sentez çalışmaları gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, aromatik bir aldehit (5-kloro-3-metoksisalisilaldehit) ile *o*-aminofenol'ün mutlak etil alkolde 50 ^oC'de p-toluen sülfonik asit katalizörlüğünde gerçekleştirilen reaksiyonundan yeni bir N_2O_2 tipi Schiff bazı ligandı (5-kloro-3-metoksisalisiliden-*o*-aminofenol) elde edildi. Bu Schiff bazı ligandı ile Co^{+2}, Ni^{+2}, Cu^{+2}, Zn^{+2}, Cd^{+2} ve UO_2^{+2} gibi metal asetatlarının reaksiyonundan M:L oranı 1:2 olan kompleksleri hazırlandı [3]. Sentezlenen ligand ve komplekslerin yapıları elementel analiz, IR, ^{1}H-NMR, ^{13}C-NMR, UV-Vis, XRD, SEM, manyetik süsseptibilite ve termogravimetrik analiz yöntemleri ile aydınlatıldı [3]. Sentezi gerçekleştirilen ligand ve komplekslerin *in vitro* sitotoksik aktiviteleri insan prostat kanser hücre hattı PC-3 üzerinde XTT (2,3-Bis(2-metoksi- 4-nitro-5-sulfofenil)-2H-tetrazolyum) yöntemiyle incelendi. Sitotoksisite analizleri neticesinde sentezi gerçekleştirilen her bir kompleksin PC-3 kanser hücre hattı üzerinde doz bağımlı olarak 10 ile 100 µM arasında iyi bir sitotoksik etki gösterdiği gözlenmiştir. Bu kompleksler içerisinde en güçlü sitotoksik etkiyi en düşük IC_{50} değeriyle Ni^{+2} kompleksi (IC_{50} <10 µM) sergilerken, en düşük antikanser etkiyi en yüksek IC_{50} değeriyle (93,57 µM) UO_2^{+2} kompleksi göstermiştir. Ayrıca, komplekslerin liganda kıyasla istatiksel olarak daha yüksek sitotoksik aktivite gösterdikleri belirlenmiştir. Sonuç olarak, elde edilen bu veriler sentezi gerçekleştirilen yeni Schiff bazı komplekslerinin prostat kanseri tedavisinde kemoterapötik ajan olarak değerlendirilebilecek potansiyele sahip olduklarını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Aminofenol, Ligand, Schiff Bazı, Prostat Kanseri, Sitotoksisite

Kaynaklar

[1] Sharaby, C.M. Amine, M.F. Hamed, A.A. 2017, 'Synthesis, structure characterization and biological activity of selected metal complexes of sulfonamide Schiff base as a primary ligand and some mixed ligand complexes with glycine as a secondary ligand', *J. Mol. Struct.*, 1134, 208-216.
[2] Radha, V.P., Jone Kirubavathy, S., Chitra, S., 2018, 'Synthesis, characterization and biological investigations of novel Schiff base ligands containing imidazoline moiety and their Co(II) and Cu(II) complexes', Journal of Molecular Structure, 1165, 246-258.
[3] Tuna Yıldırım, S., 2019, Salisilaldehit Türevinden Schiff Bazı Ligandının Sentezi, Karakterizasyonu ve Bazı Geçiş Metal Komplekslerinin İncelenmesi, Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(3): 1329-1340.

ORAL PRESENTATION

Edible Films and Coatings Containing Lactic Acid Bacteria: Potential Advantages and Applications

Gamze Üçok[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7692-9700*)

[*1]Necmettin Erbakan University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Konya, Turkey.

*Corresponding author e-mail: gozugur@erbakan.edu.tr

Abstract

Packaging, which is used to protect industrial food products from external factors and to provide long shelf life, plays an important role in reducing food waste. In recent years, there has been an increase in studies on organic and environmentally friendly edible films and coatings that can be used instead of packaging which creates waste and environmental problems. The widespread use of bioactive compounds in the formulations of edible coatings and films to add new functions to food products or extend their shelf life has allowed new possibilities for the use of microorganisms. In addition, probiotics as part of a healthy diet can help improve the functional properties of edible films and packaging. For this purpose, the incorporation of lactic acid bacteria (LAB) in biopolymer films provides advantages such as ensuring food safety and having positive effects on human health. Also, embedding LAB in edible films can increase their viability by providing a protective environment. Thus, in some cases, it seems to be a more appropriate approach than adding it directly to the product. Currently, there are studies in the literature on this subject. In this review, the recent applications and trends are summarized by focusing on the use of LAB in edible films and coatings used as food packaging.

Keywords: Edible films, coatings, bioactive packaging, lactic acid bacteria.

ORAL PRESENTATION

Photopolymerised high internal phase emulsions (PolyHIPEs) with tunable morphological properties for soft and hard tissue engineering

Betül Aldemir Dikici [1*] (*https://orcid.org/0000-0002-5516-469X*)

[*1]Izmir Institute of Technology, Faculty of Engineering, Department of Bioengineering, Izmir, Turkey

*Corresponding author e-mail: betulaldemir@iyte.edu.tr

Abstract

Emulsion templating is an advantageous route that enables the fabrication of structures with (i) high porosity (up to 99%), (ii) high interconnectivity, (iii) high tunability, and (iv) being appropriate to be combined with other techniques for fabrication of more complex structures. Recently, we have shown the in vitro biocompatibility of photocurable polycaprolactone tetramethacrylate (4PCLMA)-based high internal phase emulsion (HIPE) templated matrices using human dermal fibroblasts, mouse post-osteoblasts/pre-osteocytes, human endothelial cells, and human mesenchymal progenitor cells, and also tested their in vivo performance using CAM assay and rat calvarial defect model. However, in all these studies very similar HIPE composition was used. This situation limited the tunability of the material for specific tissue engineering applications. Accordingly, in this study, we investigated the individual&synergistic effect of the type and concentration of surfactant and solvent pairs used in the composition of the emulsion on the morphology of polymerised HIPEs (PolyHIPEs). 4PCLMA-based PolyHIPEs were prepared using four different types of surfactants and three types of solvents and their morphologies were characterised. Then, one type of surfactant and solvent were selected and the effect of changing solvent and surfactant concentrations on PolyHIPE morphology has been studied. Lastly, the maximum internal phase volumes that can be incorporated into these nine groups were investigated. It was shown that the diluting solvent has a strong impact on the performance of the surfactant and consequently on the morphology of PolyHIPEs. Increasing surfactant concentration and diluting solvent volume has an opposite impact on various characteristics of HIPEs and PolyHIPEs. Establishing these relations enables us to have control over the overall morphology of 4PCLMA HIPEs. PolyHIPEs with average pore sizes changing from 10 to 78 µm could be fabricated. Up to 96% internal phase volume could be incorporated into PolyHIPE composition successfully without any observable separation.

Keywords: Biomaterials, tissue engineering, emulsion templating, tunability, stability, porosity.

ORAL PRESENTATION

Analysis of the optimization algorithms for improving the dynamic behavior of the load frequency control in modern interconnected power systems

Ömer TÜRKSOY[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4620-4503*)

[*1]Iskenderun Technical University, The Faculty of Engineering and Natural Sciences, Electrical and Electronics Engineering, İskenderun/Hatay, Turkey.

*omer.turksoy@iste.edu.tr

Abstract

Reliable load frequency control (LFC) is of great importance in the operation and planning of the modern interconnected power systems. The main purpose of the LFC is to adjust the output power of the generators to keep the frequency of each region of the power system and the power flow of the lines within certain ranges. Today, modern interconnected power systems are subject to low-frequency oscillations due to the stochastic behavior of loads and the intermittent nature of renewable energy sources, which have recently become increasingly popular in power generation. These oscillations can even cause instabilities in the dynamic behavior of the LFC. To overcome this problem, many control approaches for LFC in modern interconnected power systems and many optimization algorithms for determining a set of optimal parameters of these controllers have been suggested. This paper presents a comprehensive overview of the optimization algorithms for improving the dynamic behavior of the load frequency control in modern interconnected power systems. For this purpose, LFC methods such as Proportional Integral (PI), Proportional Integral Derivative (PID), Fractional Order Proportional Integral (FOPI), Fuzzy, Fuzzy-PID, Artificial Neural Network (ANN), Model Predictive (MPC) and Sliding Mode Control (SMC) in modern interconnected power systems were examined. Then, the evolutionary optimization algorithms in the literature proposed to determine the optimum values of the parameters of these LFC methods are analyzed in detail and their pros and cons are presented. Finally, research gaps are highlighted and future prospects of LFC optimization algorithms are presented to improve the dynamic behavior of load frequency control in modern interconnected power systems.

Keywords: Dynamic behavior, load frequency control, optimization algorithm, power systems.

ORAL PRESENTATION

Determination of Morphometric and Meristic Characteristics of *Cyprinion magrostomus* Heckel,1843 Population in Özlüce Dam Lake

Mustafa Düşükcan[1*] (*ORCİD: hptts://orcid.org/0000-0001-5154-9712*), Mücahit Eroğlu[1] (*ORCİD: hptts://orcid.org/0000-0002-1775-1201*), Mehmet Zülfü Çoban[2] (*ORCİD: hptts://orcid.org/0000-0002-5645-5456*)

[1*]Fırat Üniversity, Faculty of Fisheries, Elazığ, Turkey
[2] Firat University,Keban Vocational Schools, Keban, Elazığ, Turkey

*Corresponding author e-mail: mustafadusukcan@firat.edu.tr

Abstract

This study was carried out in Özlüce Dam Lake located on the provincial border of Elazığ and Bingöl Cities (39° 10' 18" N and 40° 10' 24" E). In this study, a total of 44 morphometric features (21 metric measurements and 23 metric measurements ratios) and 8 meristic features were examined on the 32 samples belonging to the *Cyprinion macrostomus* Heckel, 1843 population. Mean, maximum, minimum, standard deviation, standard error and coefficient of variation values related to metric measurements were given. The coefficient of variation was calculated at the highest on body height (37.06%) and the lowest on moustache length (14.76%). The correlation levels between metric properties and standard height, which is important in systematic studies, were tested with linear regression analysis and correlation coefficients (r) were calculated. It was determined that there were positive and strong relations between some metric properties and standard length. It was counted as (42-44) scales on the lateral line, (7-8/4-5) scales between the dorsal fin and the lateral line (transversal), (18-21) spines in the first gill arc and (2.3.4-4.3.2) pharynx tooth row and number. The numbers of hard and soft rays on dorsal, pectoral, ventral and anal fins were counted as IV/13-16, I/14-16, I-II/8 and III/8 respectively.

Keywords: *Cyprinion magrostomus,* Morphometric, Meristic, Taxonomy, Özlüce Dam Lake

ORAL PRESENTATION

Enerji Dağıtım Sektöründe Entegre İnovasyon Yönetim Sistemi İle Kurum İçi Girişimcilik ve Açık İnovasyon Uygulaması

Övgü Durak[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8936-0384),* Dr. Mithat Bülent Özmen[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4433-3918),* Umur Özbaylar[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8015-2594),* Canan Gürbüz[4] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8529-4129),* Rıdvan Polat[5] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6007-1781),*

[1]Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Karabük, Türkiye
[2]İstanbul Okan Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Bankacılık ve Finans, İstanbul, Türkiye
[3]Yıldız Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, İstanbul, Türkiye
[4]Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi, İşletme Yönetimi, Ankara, Türkiye
[5]Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği, Karabük, Türkiye

*E-mail: yesimovgudurak@hotmail.com

Özet

Modern dünyamız gelişen teknolojiye paralel olarak, sürekli bir değişim ve dönüşüm içerisindedir. Zaman içerisinde hızla değişen sürece uyum sağlayabilen işletmeler, artan rekabet koşullarında yeterli başarıyı yakalayabilmiş, bu değişimi reddedenler ise varlıklarını sürdürememişlerdir. Yaşanılan bu durum, bizlere inovasyonun hayatımızdaki yeri ve önemini açıkça göstermektedir. Günümüzde ticari başarı elde etmenin en büyük şartı yaratıcılık ve inovasyona gerekli önemin verilmesi olmuştur. Bu amaçla başarıyı hedefleyen ve bu başarıya inovasyon ile ulaşılacağının bilincinde olan işletmeler, inovasyon fikirlerinin oluşmasını sağlayacak zemini hazırlamalıdır. Geçmişten günümüze, çalışanlardan veya müşterilerden inovatif fikirleri toplamak, problemlere çözüm önerileri geliştirmek için pek çok farklı yönteme ihtiyaç duyulmuştur. Fikir yönetim sistemleri bu yöntemlerin içinde şüphesiz en çok kullanılan uygulamalardandır. Dijitalleşmeyle birlikte fikir yönetimi için kullanılan eski usul dilek/öneri kutuları işlevlerini kaybetmiş, bilgisayar tabanlı fikir yönetim sistemi teknolojisi birçok işletme tarafından tercih edilen bir yöntem haline gelmiştir. Bu bağlamda, enerji sektöründe gaz dağıtım faaliyeti gösteren işletmede özgün bir inovasyon yönetim sistemi geliştirilerek, hayata geçirilmiştir. Sistem; çalışanların her türlü yenilikçi fikirlerini paylaşabildiği, bu fikirlerin inovasyon ve kaizen kapsamında ayrı ayrı değerlendirildiği, yetkin oldukları işlerle ile ilgili karşılaştıkları problemlerin veya iyileştirilebilecek konuların bildirilebildiği ve düzenlenen tematik yarışmalarla ortak inovasyon faaliyetlerinin yürütülebildiği bir yeteneğe sahiptir. Böylece açık inovasyon ve kurum içi girişimcilik faaliyetlerinin tek bir çatı altında yönetilmesine imkan sağlanmıştır. Sisteme girilen fikirler için mevcut değerlendirme yöntemlerinden farklı olarak, objektif ve ölçülebilir kriterlere dayalı değerlendirme süreci uygulanmakta, işletmeye fayda sağlayan uygulanabilir ve katma değeri yüksek yenilikçi fikirler ara değerlendirme ve nihai değerlendirme aşamalarında ödüllendirilmektedir. Ayrıca sistem altyapısında bulunan problem havuzu ile işletmesel problemler toplanmakta, sisteme gömülü olan AHP ve TRIZ tekniklerinin kullanılması ile problemlerin önceliklendirilmesi ve en yakın çözüm yöntemlerinin bulunması sağlanmaktadır. Bu çalışmada geliştirilen sistemin teknik altyapısı, modellemeleri ve uygulama yöntemlerinin aktarılması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İnovasyon, Kaizen, Fikir yönetimi, Problem havuzu, AHP, TRIZ

ORAL PRESENTATION

Thermal Performance of Functional Graded Composite Material

Mustafa Yasin Gökaslan[1*] (*ORCID*: 0000-0003-3859-8485.), Mehmet Topuz[1] (*ORCID:* 0000-0003-3692-796X), Ertan Kösedağ[1] (*ORCID:*0000-0002-5580-0414)
[*11]Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Van, Türkiye.
my.gokaslan@yyu.edu.tr, mehmettopuz@yyu.edu.tr, ekosedag@yyu.edu.tr,

*Corresponding author e-mail: my.gokaslan@yyu.edu.tr

Abstract

Heat transfer is one of the important issues in engineering applications. While heat transfer is expected to be high in heat exchangers, it is desired to be low in insulation materials, on the contrary. Therefore, the thermal conductivity coefficient of the material used according to the application area is of great importance. Pumice is more preferred in insulation applications due to its high thermal resistance and low thermal conductivity coefficient. In this study, Al6061, Al/10%pumice, Al/20%pumice and FGCM (Functional graded composite material) by cold press- sintering method by powder metallurgy technique are produced. The thermal conductivity coefficients of these materials separately are measured using the steady-state comparison method at constant heat flux. As expected, the thermal conductivity coefficient of Al6061 material is calculated higher than pumice reinforced materials. As the pumice reinforcement ratio of the Al 6061 material increases, the thermal conductivity coefficients decrease. The heat conductivity coefficient of FGCM is measured between the heat conductivity coefficients of Al6061 and Al/20%pumice. Thanks to the FGCM which is layered structures, the thermal resistances increase and the heat transfer decreases. It is determined that the slopes of the linear curves between the surface temperatures in the layers are different, thanks to the pumice reinforcement in the FGCM. By using FGCM materials, it is possible to prevent condensation, which is one of the most important problems of thermal insulation applications.

Keywords: Al6061, FGCM, heat conductivity coefficient, Pumice, Heat transfer.

ORAL PRESENTATION

Atık granüle lastiğin harç özellikleri üzerindeki etkisi

Atahan GÜVEN[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1590-5374*),
Zehra Almaz Özcan[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9051-4405)*

[1*]Kayseri Üniversitesi, Tomarza Mustafa Akıncıoğlu Meslek Yüksekokulu, İnşaat Programı, Kayseri, Türkiye
[2]Kayseri Üniversitesi, Tomarza Mustafa Akıncıoğlu Meslek Yüksekokulu, İnşaat Programı, Kayseri, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: atahanguven @erciyes.edu.tr

Özet

İnşaat sektöründe yaygın olarak kullanılan malzemelerden birisi olan çimento harcına, farklı birçok alanda kullanılabilen atık lastik katılarak harç numuneler üretilmiştir. Kum-bağlayıcı oranı 3, su-bağlayıcı oranı 0,50 olacak şekilde kontrol harcı ve atık lastik katkılı harç numuneler hazırlanmıştır. Atık lastiklerin agrega olarak kullanılabilirliğinin araştırıldığı bu çalışmada harçların işlenebilirliği, eğilme dayanımı, basınç dayanımı, birim ağırlıkları, boşluk ve su emme oranları incelenmiştir. Atık lastikler, ağırlıkça %25 oranında agrega ile yer değiştirilerek karışıma katılmıştır. Her karışım için 40x40x160 mm boyutlarında numuneler hazırlanmıştır. Hazırlanan numunelere işlenebilirlik tayini için TS EN 1015-3 standardı çerçevesinde yayılma tablası deneyi uygulanmıştır. Deney sonucunda kontrol numunesinin yayılma değeri 125 mm, atık lastik katkılı harç numunesinin yayılma değeri de 181 mm olarak ölçülmüştür. TS EN 1015-11'e uygun olarak eğilme ve basınç dayanımları belirlenmiştir. En yüksek eğilme ve basınç dayanımı değerleri sırasıyla 8,1 MPa ve 47,4 MPa olarak atık lastik katkılı numuneden elde edilmiştir. Atık lastik katkılı numunelerin birim ağırlık ve yoğunluk değerleri sırasıyla 2,01 g/cm³ ve 2,40 g/cm³ olarak bulunmuş ve kontrol numunesinin birim ağırlık ve yoğunluk değerlerine yakın olduğu görülmüştür. Kontrol numunesi ve atık lastik katkılı harç numunelerin su emme oranları sırasıyla % 8,5 ve % 7,9 olarak, boşluk oranları ise sırasıyla %17,2 ve %15,9 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Atık lastik agrega, Harç, Dayanım.

ORAL PRESENTATION

Turning decellularised plant leaves into pro-angiogenic wound dressings for the management of challenging wounds

Serkan Dikici[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9933-5254*), Koray Çelikel[1,φ], İlayda Tülü[1,φ], Selin Naz Öztürk[1,φ], Ece Didem Karadal[1,φ], Mustafa M. Demir[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1309-3990*)

[1]Izmir Institute of Technology, Faculty of Engineering, Bioengineering Department, Izmir, Turkey
[2]Izmir Institute of Technology, Faculty of Engineering, Materials Science and Engineering Department, Izmir, Turkey

*Corresponding author e-mail: serkandikici@iyte.edu.tr
[φ]Contributed equally to this work as joint second authors

Abstract

The use of decellularised biological constructs has become an emerging strategy for producing physiologically relevant scaffolds for use in both pre-clinical and clinical applications. The main principle of decellularisation is to remove the cellular content of the tissue or organ while preserving the 3D architecture and key extracellular matrix (ECM) elements. Although the major direction is the use of animal-derived tissues and organs for decellularisation, the decellularisation of plant tissues offers a promising approach to circumvent the disadvantages of animal-sourced materials including pathogen transmission and immune rejection risk, ethical concerns and the experienced user requirement for the surgical procedures. In this study, we decellularised three different plant leaves, spinach, baby spinach and sweet basil, to develop a plant-based biomaterial composed of mostly cellulose. Then different doses of 2-deoxy-D-ribose (2dDR) were assessed to improve the bioactivity and migratory response of human dermal fibroblasts (HDFs) to determine an effective dose range to be loaded into the dressings. Then 2dDR was introduced into the decellularised leaves to provide bioactivity, and its release behaviour was observed. Our results demonstrated that decellularisation protocol followed enabled the removal of at least 97% of native plant DNAs of the spinach, baby spinach and sweet basil leaves without any damage to the structural integrity. The developed constructs were found to be able to absorb water up to 2500% of their initial weight, and 2dDR could easily be loaded into the decellularised and freeze-dried leaves and released from them to increase the metabolic activity of cells *in vitro* and induce angiogenesis *in vivo*. In conclusion, pro-angiogenic wound dressings can be developed via the introduction of 2dDR into decellularised leaves to enhance angiogenesis and accelerate wound healing consequently. Decellularised plant tissues functionalised with bioactive agents may offer a great alternative to be used as cost-effective and bioactive wound dressings.

Keywords: decellularised, plant leaves, spinach, sweet basil, angiogenesis, wound healing,

ORAL PRESENTATION

Valorisation of various bread wastes used in the production of bacterial cellulose by *Gluconobacter oxydans*

Melih Güzel[*1] (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0001-5374-8838*)

[*1] Gümüşhane University, Department Hotel, Restaurant and Catering Services, Gümüşhane, Turkey.

*Corresponding author e-mail: melihguzel010@hotmail.com

Abstract

Since bread is the most wasted product and it is noticeable both in public and socially, attention to this product has also increased. Bacterial nano-cellulose, microbial cellulose or bacterial cellulose (BC) is β-glucan linear biopolymer composed solely of β-1,4-linked glucopyranosyl residues with polymerisation degree up to several million, and it is chemically identical to pure plant-sourced cellulose except for molecular weight. In this study, various stale breads (Village Bread, Francala Bread, Corn Bread), which do not have an important economic value, were transformed into soluble sugars by hydrolysis with dilute acid and BCs were produced from bread hydrolysates by *Gluconobacter oxydans* (GO) and properties of BCs were examined. Bread hydrolysates provided all the necessary nutrients for the growth of GO. It was determined that bread waste could be used as a source for BC production, high yield BC were produced, and the BCs had high water holding capacity, high thermal stability and crystallinity, and fine fibers. This study demonstrated the potential of bread wastes as low-cost substrates for large-scale BC production.

Keywords: Bacterial Cellulose, Stale Bread, Waste Valorisation.

ORAL PRESENTATION

İçme Suyuyla Verilen Kitosan Oligosakkaritin Yumurtacı Bıldırcınlar Üzerindeki Etkisi

Cumhur KİRAZ[1] (*ORCID: https://orcid.org/*0000-0002-4496-6443), Kadir Emre BUĞDAYCI[2] (*ORCID: https://orcid.org/*0000-0002-1715-6904)

[1] Kızılören İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Afyon
[2] Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı

Sorumlu yazar e-mail: chaster_48@hotmail.com

Özet

Araştırmanın amacı içme suyu aracılığıyla verilen kitosan oligosakkaritin japon bıldırcınlarında yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, bazı yumurta kalite parametreleri (yumurta ağırlığı, şekil indeksi, sarı indeksi, albümin indeksi, sarı rengi, Haugh birimi, kabuk kalınlığı, kabuk kül oranı, kabuk Ca, P, Mg düzeyi) ile bazı kan parametreleri (serum albümin, total protein, ALT, AST, trigiliserid, kolesterol, Ca, P, Mg, Cl, Na, K) üzerine olan etkilerini belirlemektir. Araştırmada toplam 192 adet 7 haftalık japon bıldırcını (*Coturnix coturnix japonica*) kullanılmıştır. Her biri 48 bıldırcın içeren bir kontrol ve 3 deneme grubu oluşturulmuştur. Her grup 8 bıldırcın içeren 6 alt gruba ayrılmıştır. Kontrol grubu içme suyuna herhangi bir katkı maddesi ilavesi yapılmamıştır. Birinci, ikinci ve üçüncü deneme grubu içme sularına kitosan oligosakkarit sırasıyla 0,015; 0,030 ve 0,045 g/L düzeylerinde ilave edilmiştir. Su ve yem ad libitum verilmiştir. Deneme başı ve sonu canlı ağırlık, yemden yararlanma oranı, yumurta verimi, yumurta ağırlığı, şekil indeksi, sarı indeksi, albumin indeksi, Haugh birimi, sarı rengi, yumurta kabuğu ham külü, kabuk kalınlığı ve bazı kan parametreleri bakımından istatistik fark önemli bulunmamıştır. Kitosan oligosakkariti 0,015 g/L tüketen grupta yem tüketiminin kontrol grubuna göre önemli derecede düştüğü bununla birlikte diğer deneme grupları ile arasındaki farkın önemsiz olduğu görülmüştür. İçme suyuna 0,030 g/L kitosan oligosakkarit ilave edilen ikinci deneme grubunun yumurta kabuk ağırlığı diğer deneme grupları ile benzerken, kontrol grubuna kıyasla önemli derecede yüksek ($P<0,05$) bulunmuştur. Sonuç olarak içme suyuna kitosan oligosakkarit ilavesinin yumurtacı bıldırcınlarda olumsuz bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Bıldırcın, kitosan oligosakkarit, yumurta kalitesi.

Bu Araştırma Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı tarafından desteklenmiştir. Proje Numarası: 0667-YL-20" / Tebliğ Veteriner Hekim Cumhur KİRAZ'ın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

ORAL PRESENTATION

Synthesis, characterization and theoretical calculation of Schiff base derived from sulfisoxazole (sulfa drug) and 1-pyrenecarboxaldehyde

Selingün ÇAKIR[1]* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5226-3599*), Ayla BALABAN GÜNDÜZALP[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5740-3674*), Ebru AKTAN[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9412-9160*), Ümmühan ÖZDEMİR ÖZMEN[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9161-9367*)

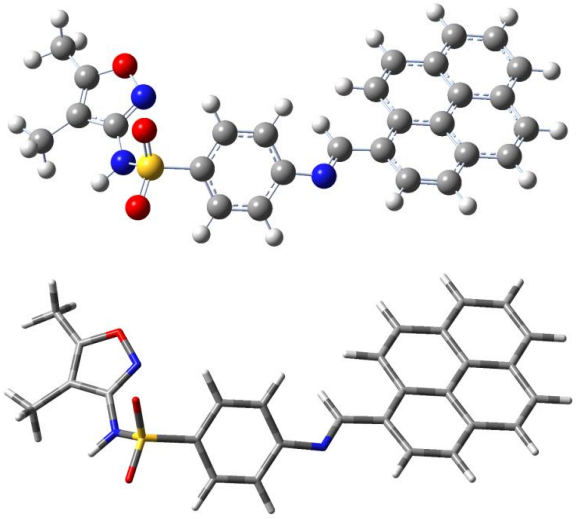
[1]Gazi University, Science Faculty, Department of Chemistry, Teknikokullar, Ankara, Turkey

*selingun.cakir@gazi.edu.tr

Abstract

Sulfonamides are ones of the oldest synthetic antimicrobial agents and used in the treatment of many bacterial, protozoal and fungal infections. Although the use of penicillin and other antibiotics is increased, sulfonamides are still used actively in ophthalmic, urinary and gastrointestinal infections. Sulfisoxazole is well known sulfonamide derivative as sulfa drug that are most commonly used in combination with trimethoprim as is the drug Bactrim. Schiff bases are also important class of organic compounds and obtained by the condensation of primary amines with carbonyl compounds. They have been used as drugs for their wide range of biological activities against bacteria, fungi and tumors and also, they have many biochemical, clinical and pharmacological uses.

In this study, Schiff base as a potential sulfa drug was synthesized by the reaction of sulfisoxazole with 1-pyrenecarboxaldehyde and characterized by NMR and IR methods. In theoretical studies, the ground state geometry of Schiff base was obtained in gas phase by performing Density Functional Theory (DFT) with B3LYP functional at 6-31+G(d,p) basis set. Frontier molecular orbitals (HOMO and LUMO) and global reactivity descriptors such as electronegativity, hardness, softness, chemical potential and electrophilicity were determined using optimized geometry in the gas phase. To get information about the nucleophilic or electrophilic region of the compound, the molecular electrostatic potential surface (MEP) map was obtained at the same calculation level. Density Functional Theory (DFT) computations were carried out with Gaussian 09 package program.



Scheme 1. Optimized geometry of (E)-N-(3,4-dimethylisoxazol-5-yl)-4-((pyren-2-ylmethylene)amino)benzenesulfonamide

Keywords: Schiff base, Sulfisoxazole, Sulfa drugs, DFT calculations, Frontier molecular orbitals (HOMO and LUMO)

ORAL PRESENTATION

Schiff base; (E)-4-((1-(5-chloro-2-hydroxyphenyl)ethylidene)amino)-N-(5-methylisoxazol-3-yl)benzenesulfonamide synthesis, characterization and computational studies

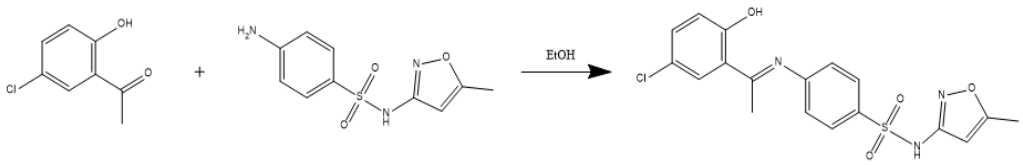
Selingün ÇAKIR[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5226-3599*), Ayla BALABAN GÜNDÜZALP[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5740-3674*), Ümmühan ÖZDEMİR ÖZMEN[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9161-9367*), Ebru AKTAN[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9412-9160*)

[1]Gazi University, Science Faculty, Department of Chemistry, Teknikokullar, Ankara, Turkey

*selingun.cakir@gazi.edu.tr

Abstract

Sulfonamides having SO_2-NH_2 group and derivatives are extensively used as antimicrobial, antimalarial, antitumor and anticarbonic anhydrase agents. Due to significant usage of sulfonamides/sulfonylhydrazines/sulfonylhydrazones in pharmacological applications, they have gained importance in drug chemistry as sulfa drugs. Sulfamethoxazole is an antibacterial sulfa drug for the treatment of bacterial infections such as urinary tract infections, bronchitis and prostatitis. Schiff bases are known as imines or azomethines containing C=N moiety which is present in various natural and nonnatural compounds and responsible for their biological activities including antifungal, antibacterial, antiproliferative, anti-inflammatory, antiviral and antipyretic.



Scheme 1. Synthesis pathway for potential sulfa drug (Schiff base)

Table 1. The characteristic IR vibration bands for compounds

Compound	υ(N-H) cm^{-1}	υ(NH_2) cm^{-1}	υ(C-H)$_{ar}$ cm^{-1}	υ(C=N)$_{imine}$ cm^{-1}	υ(SO_2)$_{as}$ cm^{-1}	υ(C-O) cm^{-1}	υ(SO_2)$_{sym}$ cm^{-1}	υ(S-N) cm^{-1}	υ(C-S) cm^{-1}
Sulfamethoxazole	3376	3297	3143	-	1303	1265	1155	926	827
Schiff base	3384	-	3077	1636	1321	1266	1156	934	832

In this study, Schiff base as potential sulfa drug was syntesized by the reaction of sulfamethoxazole with 5-chloro-2-hydroxyacetophenone and characterized by spectroscopic methods. The computational calculations of Schiff base; (E)-4-((1-(5-chloro-2-hydroxyphenyl)ethylidene)amino)-N-(5-methylisoxazol-3-yl)benzenesulfonamide was obtained by using the Becke-3-Lee-Yang-Parr (B3LYP) functional supplemented with the 6-31+G(d,p) basis set in Gaussian 09 package program. The frontier molecular orbitals (FMOs), global reactivity descriptors and molecular electrostatic potential surface (MEP) map were also determined by this basis set, respectively.

Keywords: Schiff base, Sulfamethoxazole, Frontier molecular orbitals (FMOs)

ORAL PRESENTATION

İn vitro Alzheimer modelinde hesperidin ve narinjinin hücre canlılığına etkisi

Müjgan Kuşi[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8361-7206*), Eda Becer[2,3] (*ORCID: http://orcid.org/0000-0002-2378-128X*), Hafize Seda Vatansever[3,4] (*ORCID: http://orcid.org/0000-0002-7415-9618*), Sevinç Yücecan[5] (*ORCID: http://orcid.org/0000-0003-4751-0924*)

[*1]Yakın Doğu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Lefkoşa, Kıbrıs
[2]Yakın Doğu Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Lefkoşa, Kıbrıs
[3]Yakın Doğu Üniversitesi, DESAM Enstitüsü, Lefkoşa, Kıbrıs
[4]Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, Manisa, Türkiye
[5]Lokman Hekim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: mujgankusi@hotmail.com

Özet

Alzheimer, en yaygın görülen nörodejeneratif hastalıktır. Hastalığın tedavisi\önlenmesinde besinlerde bulunan doğal bileşiklerle araştırmalar yapılmaktadır. Hesperidin ve narinjin turunçgillerde bulunan antioksidan ve antiinflamatuar özelliklere sahip flavonoidlerdir. Çalışmada *in vitro* Alzheimer modeli oluşturmak ve hesperidin ile narinjinin bu hücrelerdeki hücre canlılığı üzerine etkilerinin saptanması amaçlanmıştır. *İn vitro* Alzheimer modelinin oluşturulması için nöroblastoma hücre hattı olan SK-N-AS hücreleri, 24 ve 48 saat boyunca 1 ve 5 µM dozlarda $A\beta_{25-35}$'e maruz bırakılmıştır. Model kontrolü Thioflavin T (ThT) boyası ile yapılmıştır. *İn vitro* Alzheimer model hücrelerine farklı dozlarda (1, 5, 15, 25 ve 50 µM) hesperidin ve narinjin uygulanmıştır. Kontrol grubu olarak *in vitro* Alzheimer model hücrelerine sadece kültür vasatı eklenmiştir. Hücre canlılığı, 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT) ile saptanmıştır. Model için $A\beta_{25-35}$ uygulaması sonrasında, zamana bağlı olarak amyloid beta oluşumunun arttığı gözlenmiştir. Buna bağlı olarak model oluşumu için 48 saat 1 µM $A\beta_{25-35}$ seçilmiştir. MTT sonuçları incelendiğinde, 48 saat sonrasında 5 µM hesperidin ve 1 µM narinjinin kontrol grubuna göre hücre canlılığını artırdığı saptanmıştır. Yapılan deneyler sonucunda hesperidin ve narinjinin Alzheimer model hücreleri üzerinde hücre canlılığını artırıcı etkiye sahip olduğu ve bu bileşenlerin Alzheimer tedavisinde kullanılarak nöroprotektif etkilerinin olabileceği gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hesperidin, Narinjin, *İn vitro* Alzheimer modeli, $A\beta_{25-35}$

ORAL PRESENTATION

PETG Filamentleri ile %20 Dolgu Oranında Üretilen Numunelerin Farklı Dolgu Desenlerinde Çekme ve Eğilme Özellikleri

Özkan Özbek[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1532-4262), Beyza Toklu[2*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0897-3638), Ömer Yavuz Bozkurt3 (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0685-8748)

[*1]Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kilis, Türkiye
[*2]Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Bölümü, Gaziantep, Türkiye
[*2]Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Gaziantep, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: beyza.toklu.19@gmail.com

Özet

Geleceğin ve günümüzün en yaygın üretim teknolojilerinden biri olarak adlandırılan Eriyik Yığma Modelleme (EYM veya Fused Deposition Modelling-FDM) tekniği eklemeli imalat üretim tekniklerinden biri olarak son yıllarda araştırmacıların dikkatini çekmektedir. Özellikle standart polimer üretim yöntemleriyle normalde elde edilemeyen karmaşık şekillerin, prototiplerin ve ürün bileşenlerinin üretimini kolay, hızlı ve ekonomik olarak gerçekleştirmesiyle birçok mühendislik alanında yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Öte yandan, EYM, içerdiği dolgu deseni, dolgu oranı, katman kalınlığı, nozül sıcaklığı vb. gibi birçok üretim parametreleri ile aynı malzemeden birbirinden çok farklı davranış sergileyen ürünler oluşturabilmektedir. Bu parametrelerin detaylı olarak incelenmesi, üretilen ürünler üzerinde daha güvenilir yorumlar yapılabilmesine olanak tanımaktadır. Bu çalışmada, Polyethylene Terephthalate Glycol (PETG) filamentleri kullanılarak EYM ile %20 dolgu oranında ve 5 farklı dolgu deseninde (Octogram, Gyroid, Triangle, Honeycomb, 3D-Honeycomb) üretilen numunelerin çekme ve eğilme yüklemesi altında gösterdiği davranışlar araştırılmıştır. Farklı dolgu desenlerinin numunelerinin çekme ve eğilme karakteristiklerinde dikkate değer etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Çekme ve eğilme dayanımları olarak en yüksek değerler sırasıyla 13,87 MPa ve 30,28 MPa olarak Honeycomb ve Triangle dolgu desenine sahip numunelerden elde edilmiştir. Bu sonuçlar, her iki yüklemede minimum dayanım gösteren 3D-Honeycomb dolgu desenli numunelere kıyasla çekme dayanımında %95,9, eğilme dayanımında %108,8 daha yüksek anlamına gelmektedir. Çekme yüklemesinde, Honeycomb dolgu deseni, yapısal kararlılığı ve yüksek yoğunluğu nedeniyle en yüksek yük taşıma kapasitesi sergilerken, eğilme yüklemesinde ise, Triangle deseninin eğilme yüklemesine karşı gösterdiği yüksek direnç etkili olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Eriyik Yığma Modelleme, PETG, Dolgu deseni, Çekme testi, Eğilme testi

ORAL PRESENTATION

Olgunlaşmamiş Buğday Unu İlavesinin Eriştenin Fonksiyonel Besin Bileşenleri Üzerine Etkisi

Kadir Özcan[1*] (*ORCID:* 0000-0001-8103-607X), Sultan Arslan Tontul[1] (*ORCID: 0000-0003-1557-7948*)

[1]Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya, Turkey.

*Corresponding author e-mail: kadirozcann7@gmail.com

Özet

Bu çalışmanın amacı, farklı dönemlerde hasat edilen buğday (*Triticum durum)* tanelerinin un haline getirildikten sonra erişte yapımında kullanılması ve üretilen eriştelerin bazı fiziksel özellikleri (hacim artışı, pişirme kaybı, renk ve ağırlık artışı) ile biyoaktif besin bileşenlerinin (toplam fenolik, antoksidan aktivite, diyet lif) belirlenmesidir.

Fiziksel analiz sonuçlarına göre en yüksek hacim artışı, süt olum döneminde hasat edilen buğday tanelerinden elde edilen un ile üretilen eriştelerde sağlanmıştır. Pişirme kaybı değerleri en düşük kontrol grubunda, en yüksek değer ise süt olum dönemindeki un ile üretilen erişte örneğinde tespit edilmiştir. Renk analizlerinde elde edilen değerler istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Erişte örneklerinin *L** değerlerinin 45.79-62.27, *a** değerlerinin 2.55-6.00 ve *b** değerlerinin ise 12.90-18.67 arasında değiştiği belirlenmiştir. Erişte örneklerindeki ağırlık artışı istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Toplam diyet lifi analiz sonuçlarına göre en yüksek lif içeriği 13.15 g/100g ile sarı olum döneminde hasat edilen buğdaydan elde edilen un ile üretilen eriştelerde, en düşük 2.35 g/100g değeri ise beyaz un ile üretilen erişte örneklerinde tespit edilmiştir. Erişte örneklerinin antioksidan aktivite değerleri en yüksek ve en düşük değerleri sırasıyla 1444.0-789.5 µmol Trolox/100 g olarak bulunmuştur. Erişte örnekleri arasından tam buğday unu ile üretilen eriştenin fenolik madde değerinin 378.55 mg GAE/kg ile en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, olgunlaşmamış buğday unu ilavesinin eriştenin fonksiyonel besin bileşenlerini iyileştirdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyoaktif bileşen, erişte, olgunlaşmamış buğday unu

ORAL PRESENTATION

Classification of Benign and Malignant Tumors by Machine Learning Methods Using Mri Images of the Brain

Ercan Karaköse[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5586-3258*), Rıfat Kurban[2] (*https://orcid.org/0000-0002-0277-2210)*, Ali Durmuş[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8283-8496*), Fatma Çıtıl[4] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9794-4996*), Zafer Yıldırım[4] (*https://orcid.org/0000-0003-3584-6770*)

[*1]Kayseri University, Faculty of Engineering, Architecture and Design, Department of Natural and Mathematical Sciences, Kayseri, Turkey.
[2]Kayseri University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Computer Technologies, Kayseri, Turkey.
[3]Kayseri University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Electricity and Energy, Kayseri, Turkey.
[4]Kayseri University, Faculty of Engineering, Architecture and Design, Department of Electrical - Electronics Engineering, Kayseri, Turkey.

*Corresponding author e-mail: ekarakose@kayseri.edu.tr

Abstract

Brain tumor is one of the leading causes of human deaths in recent years. Tumors that develop due to the deterioration of cells in the brain are divided into two groups as benign and malignant tumors. Determining the type of this tumor by the specialist physicians is an important factor for appropriate treatment. Evaluating magnetic resonance (MRI) images, obtaining pathological results, and deciding the treatment method is a long process for the diagnosis of malignant tumor-induced disease. In this study, brain tumor types are classified with machine learning methods to minimize the diagnosis process and speed up the treatment process. Dataset obtained from Kaggle and used in the study; The mean size of the tumor in the brain MRI images taken from people includes variance, standard deviation, entropy, distortion value, pressure value, contrast, energy, ASM, homogeneity, difference, correlation, and coarseness values. A total of 3762 data sets are categorized by experts as good or malignant. In the experiments, the data is divided by 5-fold cross-verification. This data is classified and compared with 30 different machine learning algorithms. The best result is achieved with a three-layer artificial neural network with 98.95% classification accuracy. When the results were examined, 2058 of 2079 malignant tumors were classified correctly, 21 of them were classified incorrectly, with an accuracy rate of 98.98%. Of 1683 benign data, 1665 were correctly classified and 18 were incorrectly classified with a rate of 98.93%. According to the results obtained, it is evaluated that the classification methods used will help experts with high accuracy in the detection of benign and malignant brain tumors.

Keywords: Brain Tumor, Machine Learning, Classification.

ORAL PRESENTATION

Investigation of the Electrochemical Behavior of Binapacryl Fungicide by Square Wave Strip Voltametry

Gülcan ÜNER[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3610-1853*), Recai İNAM[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6646-2887*), Ersin DEMİR[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9180-0609*)

[*1]Gazi University, Faculty of Science, Department of Chemistry, Ankara, Turkey
[2]Afyonkarahisar University of Health Sciences, Faculty of Pharmacy, Department of Basic Pharmacy, Afyon, Turkey

*Corresponding authors e-mail: gulcanunr@gmail.com , rinam@gazi.edu.tr

Abstract

Binapacryl is a fungicide of the dinitrophenol group and is widely used in agricultural areas to control fungi [IUPAC name: (RS)-2-sec-butyl-4,6-dinitrophenyl 3-methylcrotonate]. A reliable, sensitive and selective method is required for residue analysis in soil. Many chromatographic methods used for pesticide analysis. These analytical methods have some disadvantages such as long analysis time, use of a large number of solvents, need for long pretreatment and expensive equipment [1]. Electrochemical methods have many advantages over other analytical methods when compared to the simplicity of the method, being economical, requiring less pretreatment, sensitivity and short analysis time.
In this study, the electrochemical behavior of binapacryl fungicide investigated on a glassy carbon electrode (GCE) using square wave stripping voltammetric (SWSV) and cyclic voltammetric (CV) techniques. Firstly, pH, deposition potential, deposition time, pulse amplitude, frequency and step potential parameters optimized. In the conducted study with Britton-Robinson (B-R) buffer solution between pH 2 and pH 12, the optimum pH was found to be 10. Since the molecular formula of Binapacryl contains two nitro groups, two reduction peaks (peak at 1:-695 mV - peak at 2:-815mV) originating from these were detected. For the determination of Binapacryl by square wave stripping voltammetry, the linear working range was found to be 0.06 -2.0 mg/L. Accordingly, the limit of detection (LOD) and limit of quantification (LOQ) values were calculated as 0.0194 mg/L - 0.0648 mg/L for the first peak, 0.0202 mg/L - 0.0673 mg/L for the second peak, respectively.

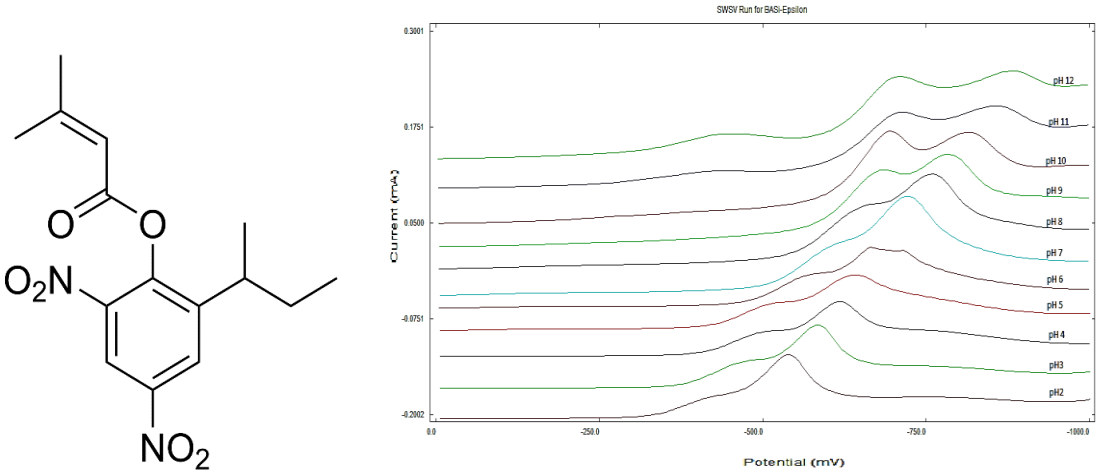


Figure 1: Chemical structure and square wave stripping voltammogram of binapacryl fungicide

Keywords: Binapacryl, fungicide, voltammetry, SWSV, Glassy carbon electrode

[1] E. Demir, Ö. Göktug, R. İnam, ve D. Doyduk, "Development and characterization of iron (III) phthalocyanine modified carbon nanotube paste electrodes and application for determination of fluometuron herbicide as an electrochemical sensor", *J. Electroanal. Chem.*, c. 895, s. 115389, Ağu. 2021, doi: 10.1016/j.jelechem.2021.115389.

ORAL PRESENTATION

The effect of the quality control system applied to the clothing production line on the cost

Müslüm EROL[1*] (*ORCID:*0000-0002-6905-7481), Hüsnü AYDEMİR[2] (*ORCID:* 0000-0001-8772-2257)

[*1] Bingöl University, Vocational School of Technical Science, Textile Technology Program, Bingöl, Turkey
[2] Bingöl University, Vocational School of Technical Science, Textile Technology Program, Bingöl, Turkey

*Corresponding author e-mail: merol@bingol.edu.tr

Abstract

Quality can be defined as an efficient, flexible, effective, and sustainable process that prevents possible errors and provides customer satisfaction by introducing necessary measures before errors occur in production processes. With the changing consumer demands and the effect of fashion, frequent model changes have been occurring in the clothing industry, and by so, the production line has constantly been re-established. This leads to deterioration of quality in production, as well as lower productivity and the higher operation costs. Business managers can oppose high costs by taking measures to use the available resources in the most efficient way, to minimize the production errors, returns, and rate of waste. For this purpose, it is highly significant to focus on the sewing department, the most labor-intensive department yet with the highest error reserve.
This study presents the results of the quality control system developed and applied to minimize the errors in the sewing department. In this context, the production line of a medium-sized enterprise was tracked over a 4-weeks period. In the first 2 weeks, no intervention was made to the production flow, working manners, and control mechanism of the enterprise. For the following 2 weeks, the in-band quality control system was applied to the same production line. One-way analysis of variance, Duncan test, correlation analysis, and Paired Samples T-tests were applied to the obtained data. The analyzed results indicate that errors were reduced at significant rates in all operations and the costs decreased by varying rates from 68% to 100% depending on the operation.

Keywords: Quality control, In-band control, Clothing, Cost.

ORAL PRESENTATION

Characterization of Amylase From *Bacillus subtilis* and Its Application in Desizing Process

Samet Kocabay*(ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0120-2910)

*Inonu University, Faculty of Science and Art, Department of Molecular Biology and Genetic, Malatya, Turkey.

Abstract

There are much more attention on the amylase enzymes in recent biotechnology because of application of them. To provide these needed enzymes, bacterial amylase enzymes are especially focused on. *Bacillus subtilis* producing amylase enzyme was obtained in culture collection of student's microbiology lab. in Malatya, Turkey. After identified amylase production in starchy medium, the enzyme isolated partially, and optimum pH and temperature parameters were characterized. The enzyme was applied to remove starch from starchy fabric. Its optimum pH and temperature were 7.0 and 25ºC, respectively. The potassium/iodine color change showed that enzyme was partially able to remove starch from fabric. The overall results suggest that the extracted crude amylase can be a potential enzyme candidate for textile industries, which can be used at commercial level after further characterization in future.

Keywords

Amylase, *Bacillus subtilis*, desizing, starch, fabric

ORAL PRESENTATION

Levrek *Dicentrarchus labrax* L. ve Çipura *Sparus aurata* L. Balıklardan İzole Edilen Bakterilere Karşı Üzerlik *Peganum harmala* L., Muskat *Myristica fragrans* Houtt. ve Karanfil *Syzygium aromaticum* L. Bitki Ekstrelerinin Antibakteriyel ve Antioksidan Aktivitelerinin Araştırılması ve Balık Raf Ömrü Üzerine Etkileri

Duygu Kıraç[1] (0000-0002-1147-9542), Daniela Giannetto[1]* (0000-0002-3895-5553)

[1]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Muğla, Türkiye

*danielagiannetto@mu.edu.tr

Özet

Ege Bölgesi'nde deniz balıkları yetiştiriciliğinde ve ticaretinde çipura (*Sparus aurata* L. 1758) ve levrek (*Dicentrarchus labrax* L. 1758) en çok tercih edilen balıktır. Her iki balık türü de gerek lezzeti gerekse besinsel değerinin yüksek olması nedeni ile tercih edilmektedir.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde ihracatını yapmış olduğumuz su ürünlerinin %27 kadarını karşılayan çipura ve yaklaşık olarak %37 kadarını karşılayan levrek balığına talebin giderek artmasından dolayı depolama kapasiteleri de artmaktadır. Bu da raf ömürlerini uzatmak amacıyla sentetik antimikrobiyal ajanların kullanımına dikkat çekmektedir. Gıda ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için sentetik antimikrobiyal ve antioksidan ajanların kullanımı gıda endüstrisinde hala yaygındır. Fakat sentetiklerin kullanımı çevreye ve diğer organizmalara zarar vermekle birlikte bakterilerin direnç geliştirmesine sebep olmaktadır. Ayrıca bu ajanların kalıntıları insan sağlığı için de önem arz etmektedir. Bu nedenle alternatif doğal ajanların uygulanarak kullanımları sınırlandırılmalıdır. Raf ömürlerini uzatmak amacı ile daha doğal olan, tıbbi olarak da kullanılabilen bitkilere yönelim giderek artmaktadır. Sentetik antimikrobiyal ajanlar yerine alternatif doğal ürünlerin araştırılması, son yıllarda hem endüstriyel hem de bilimsel sektörler için önemli bir konu haline gelmiştir.

Bu çalışmada, 3 farklı bitkinin (üzerlik; *Peganum harmala* L., muskat; *Myristica fragrans* Houtt., karanfil; *Syzygium aromaticum* L.) ekstrelerinin çipura ve levrek balığından izole edilen bakterilere karşı antibakteriyel ve antioksidan aktiviteleri ile bitki ekstrelerinin balıkların raf ömrüne etkisi belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara incelerken, karanfil ekstraktları, diğer ekstraktlara göre izole edilen bakterilere karşı en yüksek inhibisyon zonları göştermiştir. Muskatın izole edilen bakterilere karşı antimikrobiyal aktivitelerinin oldukça düşük olduğu ortaya cıkıp, ama tersine muskat lipid antioksidanı olarak en iyi sonuçları vermiştir. Üzerlik ekstraktları sadece ilk günlerde (0-5 gün) antioksidan olarak etkili sonuç vermiştir. Üzerlik ekstraktları sadece ilk günlerde (0-5 gün) antioksidan olarak etkili sonuç vermiştir.

Sonraki çalışmalar için bu bitkilerin farklı konsantrasyonlarda ve diğer organizmalara karşı antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerine ve gıda sektöründe kullanımlarına yönelik daha detaylı çalışmalar önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çipura, Levrek, Antibakteriyel Aktivite, Antioksidan Aktivite, Raf Ömrü

ORAL PRESENTATION

Farklı bitki ekstrelerinin çipura balığından (*Sparus aurata* L. 1758) izole edilen bakterilere karşı antibakteriyel ve antioksidan aktiviteleri ile bitki ekstrelerinin raf ömrüne etkisi

Funda Temiz[1] (0000-0002-1369-1133), Gülten Ökmen[1] (0000-0003-3207-6715), Rıdvan Tekin[1] (0000-0001-7282-4613), Kutbettin Arslan[1] (0000-0002-7724-7875), İrem Çamur[1] (0000-0002-9531-5296), Daniela Giannetto[1]* (0000-0002-3895-5553)

[1]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Muğla, Türkiye

*danielagiannetto@mu.edu.tr

Özet

Gıda ürünlerinin daha uzun raf ömrüne sahip olması ve mikrobiyal bozulmanın gıdayı etkilememesi için birçok çalışmada çeşitli bitki özütleri kullanılmıştır. Ülkemizde deniz balıkları yetiştiriciliğinde ve ticaretinde çipura (*Sparus aurata* L. 1758) en çok tercih edilen balıktır. Ancak üretimi ve tüketimi hızlı bir şekilde artan çipuranın raf ömrünü uzatmak için yeterli sayıda deneysel çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmada biyolojik aktivitelerinden dolayı seçilen iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.), limon otu (*Melissa officinalis* L.) ve sarı kantaron otu (*Hypericum perforatum* L.) bitkilerinin metanol ve sulu ekstrelerinin, çipura balığından izole edilen bakterilere karşı antibakteriyel ve antioksidan aktiviteleri incelenmiş, hazırlanan ekstrelerin çipura filetoları üzerindeki antimikrobiyal etkisi incelenmiş ve filetoların MDA miktarları hesaplanarak filetolarda meydana gelen oksidatif hasarın karşılaştırılması yapılmıştır. Seçilen bitkilerin hazırlanan ekstreleri çipuradan izole edilen *Citrobacter, Staphylococcus, Klebsiella* ve *Proteus* cinslerine karşı antibakteriyel aktivitelerine ve MİK değerlerine bakılmıştır. Antibakteriyel aktivite çalışmasında en yüksek inhibisyon zonu *M. officinalis* sulu ekstresinde 24 mm olarak *Citrobacter* sp.' e karşı ölçülmüştür. En düşük inhibisyon zonu ise *H. perforatum* metanol ekstresinde 7 mm olarak *Citrobacter* sp. ve *Klebsiella* sp. bakterilerine karşı ölçülmüştür. En düşük MİK değeri *H. perforatum* metanol ekstresinde *S. aureus*' a karşı 3250 µg/ml olarak hesaplanmıştır. Antioksidan aktivite çalışmasında serbest radikal olarak DPPH kullanılmış ve bitki ekstrelerinin radikal süpürme kapasitesi hesaplanmıştır. Bu çalışma sonucunda en yüksek radikal süpürme aktivitesi *H. perforatum* sulu ekstresinde görülmüştür. Filetolardaki 15 günlük mikrobiyal analiz sonuçlarına göre *M. officinalis* sulu ekstresinin bakteriyostatik etki yarattığı düşünülmektedir. TBA-RS miktarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma filetolardaki hasarın belirteci olarak MDA hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda oksidatif hasarın, filetoların bekleme süresiyle doğru orantılı olduğu ancak *H. perforatum* sulu ekstresinde diğerlerine oranla daha az oksidatif hasar olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, çalışmada kullanılan bitkilerin *Sparus aurata*' nın raf ömrünü uzatmada etkili olduğu belirlenmiş olup, daha fazla balık türü ile çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Sparus aurata, Elaeagnus, Melissa, Hypericum,* antioksidan aktivite, antibakteriyel aktivite, raf ömrü

ORAL PRESENTATION

Solution of two dimensional parabolic equations by using lod method

Kadir CETINKAYA[1](*https://orcid.org/0000-0002-5155-3882*), Vildan GULKAC[2](*https://orcid.org/0000-0001-6284-1057*)

Kocaeli University, Faculty of science and literature, Applied mathematics, Kocaeli, Turkey
Kocaeli University, Faculty of science and literature, Applied mathematics, Kocaeli, Turkey

kadir.cetinkaya176@gmail.com

Abstract

In this study, a two-dimensional parabolic equation having periodic boundary conditions is considered [1]. The related equations are decomposed into two one-dimensional equations using LOD (Locally one-dimensional) method [4,5] and the solutions are examined. However, it is desired to emphasize that LOD (Locally one-dimensional) method [3] is more useful and easier to implement compared to the other methods used to solve two-dimensional equations. The finite differential methods [2] are used for the solutions and the results obtained by using these methods are calculated in MATLAB, which is widely used in mathematics, and shown in graphs.

Anahtar Kelimeler: lod method, Two-dimensional, one-dimensional

References:

[1] VİLDAN G., İREM B., 2018. Analysis of two-dimensional parabolic equation with periodic boundary conditions, Commun. Fac. Sci. Univ. Ank. Ser. A1 Math. Stat. Volume 67, 310-316 .
[2] SVAJUNAS S., 2010. On the stability of Locally one-dimensional method for two-dimensional parabolic equation with nonlocal integral conditions, Faculty of Mathematics and Informatics, Vilnius University, Naugarduko st. 24, LT-03225, Vilnius, Lithuania.
[3] MUSTAFA G., 2003. A study on a lod methods for two-dimensional diffusion equation, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19, 81-88.
[4] Vildan G., 2005. On the finite differences schemes for the numerical solution of two-dimensional moving boundary problem, Applied Mathematics and Computation 168, 549-556.
[5] Vildan G., and Turgut Ö., 2004. On a Lod Method For Solution of two-dimensional fusion problem with convective boundary conditions, Int. Comm. Heat Mess Transfer, 31, 597-606.

ORAL PRESENTATION

Anorganik malzemelerin kullanılması ve yüzey modifikasyonları yapılması ile yenilikçi ekonomi sınıfı binek lastik sırt karışımlarının geliştirilmesi

Müberra Göktaş Başaran[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7109-7896*), Dr. Seda Yurteri[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7898-3981*

[*1]Brisa Bridgestone Lastik Sanayi, Kocaeli, Türkiye
[2] Brisa Bridgestone Lastik Sanayi, Kocaeli, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: m.goktas@brisa.com.tr

Özet

Lastik üretiminde kauçuktan sonra en önemli bileşenlerden biri dolgu malzemeleridir. Lastikte bilinen en iyi takviye edici özelliklere sahip dolgu malzemeleri karbon karası ve silikadır. Lastik reçetelerinde bu dolgu malzemeleri belirli miktarlardan sonra problemlere sebep olmaktadır. Örneğin, karbon karasının yüksek miktarlarda kullanılması lastiğin mekanik özelliklerini artırırken, yuvarlanma direnci yani aracın yakıt tüketimini artırmaktadır. Silikada ise belirli miktarların üzerinde homojen olarak dağılabilmesi için özel üretim teknolojileri gerekmekte bu da üretim maliyetlerini etkilemektedir. Bu yüzden lastik karışımları için yeni dolgu malzemelerinin geliştirilmesi önemli bir araştırma alanı olmuştur. Bu çalışmada, takviye edici özelliği bulunmayan ve reçete maliyetlerini düşürmek için kullanılan mikron boyutlu kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) malzemesi yerine nano boyutlu $CaCO_3$'e çeşitli kimyasallar ile yüzey modifikasyonu uygulanarak lastik karışımlarının mekanik ve dinamik özelliklerinin iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Belirli miktarda silanlar ve stearik asit ile yüzeyleri kaplanmış $CaCO_3$ malzemesi sırt karışımlarına eklenmiş ve karışımların mekanik özellikleri, viskozite ve pişme özellikleri, aşınma dayanımı ve dinamik özellikleri ölçülmüştür. Çeşitli silanlar ile modifiye edilmiş $CaCO_3$'ün karışımın mukavemetini %15 oranında iyileştirmiş bu da aşınma dayanımını %40'a yakın iyileştirmeye sebep olmuştur. Ayrıca lastiğin performansına yönelik özelliklerinden yuvarlanma direnci, ıslak ve kuru yol tutuşunda ortalama %2 iyileşme elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Lastik, Lastik Karışımı, Dolgu Malzemesi, Kalsiyum Karbonat, Yüzey Modifikasyonu

ORAL PRESENTATION

Fosfor çözücü bakterinin ahudududa fosfor kullanımı, bitki büyümesi ve gelişmesi üzerine etkisi

Fatime Islami[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2892-2993*), Ahmet Eşitken[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6140-7782*)

[*1]Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Konya, Türkiye
[2]Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Konya, Türkiye

*fatime-i96@hotmail.com:

Özet

Ahududu üzümsü meyveler içerisinde önemli bir türdür. Ahududu dikili alanının artmasıyla birlikte suni gübre kullanımı da artmıştır. En yaygın kullanılan gübrelerden biri fosforlu gübrelerdir. Ama bitkiler tarafından fosfor alımı oldukça azdır. Bitkiler tarafından fosfor alımını artırmak ve fosforlu gübrelerin kullanımını azaltmak için fosfor çözücü bakterilerin uygulanması oldukça önemlidir. Çalışmada, beş farklı dozda (0.0, 2.5, 5.0, 7.5 ve 10.0 g/bitki) fosfor gübresi ve bu beş fosfor dozunun *Bacillus* AE-54 fosfor çözücü bakteri izolatı ile kombinasyonlarının, "Heritage" ahududu çeşidinin fosfor kullanımı, büyümesi ve gelişimi üzerine etkileri belirlenmiştir. Uygulamaların vejetatif gelişmeye etkilerinin belirlenmesi için sürgün boyu, sürgün çapı, yaprak alanı, bitki ve kök yaş ağırlığı, klorofil (toplam klorofil, klorofil A, klorofil B) ölçümleri yapılmıştır. Fosfor kullanım etkinliği de hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre meyve veriminin yapılan uygulamalar tarafından istatistiki olarak önemli seviyede etkilendiği tespit edilmiştir. Kontrolde 33,43 g/bitki olan meyve verimi sadece AE-54 uygulaması ile 40.05 g/bitki seviyesine yükseldiği belirlenmiştir. En yüksek meyve verimi ise 56 g/bitki ile **10 g P_2O_5 /bitki** uygulamasından elde edilmiştir. Bakteri ve fosforun kombinasyon olarak uygulanmasında bütün bitkilerin kök yaş ağırlığının kontrole (45,11 g/bitki) göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yaprak alanı kontrol uygulanmasında 18,89 cm^2 iken **10 g P_2O_5/bitki+bakteri** 32,06 cm^2 olarak tespit edilmiştir. Fosforun bakteri ile kullanılması toplam klorofil, klorofil A ve B değerlerini kontrol grubuna veya tek başına fosfor uygulamasına göre artırmıştır. Araştırmada meyve verimi, kontrole göre tüm fosfor gübresi uygulamalarında önemli oranda yüksek olmuş ve artan meyve verimi fosfor miktarına bağlı olarak yükselmiştir. P etkinliği bakımdan en yüksek değerler **Bakteri + fosfor** kombinasyonunun kullanımında elde edilmiştir. Agronomik P etkinliği **2.5 g P_2O_5/bitki** uygulamasında 0.368mg kg^{-1} iken sadece bakteri uygulamasında en yüksek (6.62mg kg^{-1}) bulunmuştur. Benzer şekilde fosfor etkinliği tek başına bakteri uygulandığında %83,48 ile en yüksek olmuş ve diğer uygulamalardan istatistiki olarak farklı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ahududu, Fosfor çözücü bakteri, Fosfor, Gübre

ORAL PRESENTATION

Investigation of heavy metal levels in water and sediment samples from Beyşehir Lake (Konya/Turkey)

Baran Aşıkkutlu[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2532-5517*), Cengiz Akköz[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3268-0189*), Hatice Banu Keskinkaya[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4441-3603*), Numan Emre Gümüş[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8275-3871*)

[1*] Selcuk University, Faculty of Science, Department of Biology, Konya, Turkey.
[2] Karamanoğlu Mehmetbey University, Scientific and Technological Research and Application Center, Karaman, Turkey.

*Corresponding author e-mail: baranasikkutlu@selcuk.edu.tr

Abstract

Aquatic ecosystems in our world are important habitats for the creatures living in and around them. These ecosystems are important indicative areas, evaluated to show the elemental composition of their environment. Due to their importance, many studies have been conducted on the ecological observations of these areas. Our study was carried out in Beyşehir Lake which is the largest fresh water source in Turkey, located in Konya Province, Beyşehir District and which is an important living area and fresh water source for the creatures and people in the environment. In 2020, water and sediment samples were taken seasonally from three stations representing the characteristics of the lake through four field studies. Heavy metal levels were measured with Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry device. In Beyşehir Lake, when we evaluated the results according to international and national regulations, it was concluded that the data obtained from water and sediment were within the ranges specified in the regulations, except for five element, only in the water measurement results. It was determined that the Cd value was fourth class quality for January, April and August, in addition fifth class quality for November. Be and Cr values were determined to be higher than the annual average environmental quality standard for all seasonal measurements. Cu value was determined, to be higher than the annual average environmental quality standard for April and November, also was determined to be higher than the maximum allowable environmental quality standard for January. Pb value was determined to be higher than the annual average environmental quality standard for November.

Keywords: Beyşehir Lake, heavy metal, ICP-OES, sediment, water.

ORAL PRESENTATION

Magnetic and magnetocaloric properties of $Pr_{0.55}Ca_{0.05}Ba_{0.4}Mn_{1-x}Bi_xO_3$ (x:0, 0.02) manganites

Gönül Akça[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7187-9516*),
Selda Kılıç Çetin[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4112-4475*),
Ahmet Ekicibil[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3071-0444)*

[1]Çukurova University, Faculty of Sciences and Letters, Department of Physics, Adana, Turkey.

*Corresponding author e-mail: gdayan@cu.edu.tr

Abstract

Magnetic refrigeration systems (MRSs) based on magnetocaloric effect have high energy efficiency compared to conventional cooling systems and do not create pollution. Magnetic solid materials such as Gd and Gd-based compounds are used as cooling materials in MRSs. The high cost of these group of materials prevents their commercial use. Manganite compounds, which exhibit relatively small magnetic entropy change values compared to Gd and Gd-based compounds, are one of the most studied material groups. Manganites have some advantageous properties compared to other materials groups. Their magnetic phase transition temperatures can be adjusted by A and/or B-sites dopings. In this study, the structural, magnetic and magnetocaloric properties of $Pr_{0.55}Ca_{0.05}Ba_{0.4}Mn_{1-x}Bi_xO_3$ (x:0, 0.02) manganites prepared by solid-state method have been investigated. $Pr_{0.55}Ca_{0.05}Ba_{0.4}MnO_3$ and $Pr_{0.55}Ca_{0.05}Ba_{0.4}Mn_{0.98}Bi_{0.02}O_3$ manganite samples have an orthorhombic crystal structure with Pbnm space group. The samples show a second order magnetic phase transition from paramagnetic to ferromagnetic phase with decreasing temperature. A decrement in magnetic phase transition temperature has been observed with substituting by bismuth replacing to manganese. Maximum magnetic entropy change (ΔS_M^{max}) values of $Pr_{0.55}Ca_{0.05}Ba_{0.4}MnO_3$ and $Pr_{0.55}Ca_{0.05}Ba_{0.4}Mn_{0.98}Bi_{0.02}O_3$ samples for 5 T magnetic fields have been calculated as 4.70 and 4.48 $Jkg^{-1}K^{-1}$, respectively. Relative cooling power defined as magnetic cooling efficiency of magnetocaloric samples, was found to be 116.61 and 106.26 K/kg $Pr_{0.55}Ca_{0.05}Ba_{0.4}MnO_3$ and $Pr_{0.55}Ca_{0.05}Ba_{0.4}Mn_{0.98}Bi_{0.02}O_3$ samples under 5 T, respectively.

Keywords: Magnetocaloric effect, Magnetic refrigeration, Manganites, Magnetic entropy change.

Acknowledgments: This work is supported by the Research Fund of Çukurova University, Adana, Turkey, under grant contracts no: FBA-2020-13314.

ORAL PRESENTATION

Yüksek Sertlikte İnce Sac Metal Parça Üretiminde Kullanılan Kalıp Ömürlerinin Kriyojenik İşlem İle Artırılması

Anıl Arabacı[1,2*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0835-8165)*, Tolga Özan[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8596-2481*), M. Tolga Yılmaz[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6146-5993*), İrem Özkır İrem Özkır[3,4] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0002-2573-9480), Hakan Gaşan[4] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0003-0363-7173), Akın Özcan[4] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0002-7016-5519)

[*1]Tanatar Kalıp Ar-Ge Merkezi, Eskişehir, Türkiye
[2]Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Makine Mühendisliği A.B.D. , Eskişehir, Türkiye
[3]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, Türkiye
[4]MMD Makine ve Malzeme Teknolojileri, Eskişehir, Türkiye

*anilarabaci@tanatar.com.tr

Özet

Kriyojenik işlem, mühendislik malzemelerinin çoğunun başta aşınma özellikleri olmak üzere mekanik özelliklerini geliştirmede yaygın olarak kullanılan, geleneksel ısıl işlemi tamamlayan bir ısıl işlemdir. Kalıntı östenit fazının martenzite dönüşmesi, malzeme yapısında bulunan ikincil karbür miktarının artması, tane yapısında incelme ve iç gerilmelerin giderilmesi kriyojenik işlemin sağladığı bilinen faydalardandır. Kriyojenik işlem ile meydana gelen bu mikro yapısal değişiklikler neticesinde malzemelerin mukavemet, tokluk ve aşınma direncinde yüksek oranlarda iyileşmeler gözlemlenmektedir. Bu çalışmada, yüksek sertlikteki ince sac metal parça kesme kalıplarının ömürlerini arttırmaya yönelik olarak çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Yüksek mekanik özellikleri nedeni ile endüstride kesme ve form verme işlemlerinde kullanılan Vanadis 8 soğuk iş takım çeliğinden yapılmış, kalıp erkek kesicilerine ve dişi mührelerine kriyojenik ısıl işlem uygulanmıştır. Debriyaj baskı balata parçası olarak kullanılan, 45 HRC sertliğe, 0,6 mm kalınlığa sahip olan parçaların, kesme kalıbına ait erkek kesicileri ve dişi mühreleri, kriyojenik işlem ile 2 °C/dk sabit hızla oda sıcaklığından (25 °C), -196 °C'ye soğutulmuş ve bu sıcaklıkta 24 saat boyunca bekletilmiştir. Ardından 200 °C'de 2 saat boyunca temperleme işlemine tabi tutulmuştur. Kriyojenik işlem uygulaması yapılmış parçaların kullanıldığı kalıp ile 6 ay boyunca basılan parça adedi, kalıbın çalışma süresi ve basımı (üretimi) yapılan parçaların kalite kontrol sonuç verileri alınmıştır. Alınan veriler incelendiğinde kriyojenik işlem öncesinde 10.000 adet basım yapma kapasitesi olan kesici parçaların, basım adedinin 30.000'e çıktığı ve ayrıca parçanın kesme yüzeylerinde kalite artışı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kriyojenik İşlem, Vanadis 8, Kesme Kalıbı

ORAL PRESENTATION

On generalized incomplete Fibonacci quaternions

Didem DAMATOĞLU[1*] (0000-0003-1608-7035), Emrah POLATLI[2] (ORCID: 0000-0002-2349-8978)

[*1]Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Science and Arts, Department of Mathematics, Zonguldak, TURKEY
[2] Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Science and Arts, Department of Mathematics, Zonguldak, TURKEY

*Corresponding author e-mail: didem@damatoglu.com

Abstract

In this study, we consider a generalized version of incomplete Fibonacci quaternions. After that we examine the relationships between this sequence and some other incomplete quaternion sequences in the literature.

Keywords: Summation formula, generating function, recurrence relation.

ORAL PRESENTATION

A note on Fibonacci-like hybrid numbers

Nur Muhammet ÖZYURT[1*] (ORCID:0000-0001-7397-5368), Emrah POLATLI[2] (ORCID: 0000-0002-2349-8978)

[*1]Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Science and Arts, Department of Mathematics, Zonguldak, TURKEY
[2]Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Science and Arts, Department of Mathematics, Zonguldak, TURKEY

*Corresponding author e-mail: n.mhmmt@gmail.com

Abstract

In this study, firstly, we introduce an interesting hybrid number sequence. Then we give some combinatorial properties of this number sequence.

Keywords: Generating function, Binet-like formula, matrix representation, recurrence relation.

ORAL PRESENTATION

Meyve ve sebzelerdeki parazit yumurtalarının çeşitli yıkama solüsyonlarıyla yıkanmasında yeni yaklaşımlar

Mehmet Özüiçli[1*] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3415-2582)*, Hakan Tavşanlı[2] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5124-3702)*

[*1] Balıkesir Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Parazitoloji ABD, Balıkesir, Türkiye
[2] Balıkesir Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Veteriner Halk Sağlığı ABD, Balıkesir, Türkiye

[*]mehmet.ozuicli@balikesir.edu.tr

Özet

Zoonoz parazitler halk sağlığını tehdit eden önemli bir unsurdur. Paraziter zooznozların insanlara bulaşımında, kedi ve köpek gibi hayvanların dışkılarında bulunan parazit yumurtaları ile kontamine olmuş meyve ve sebzeler önemli bir yer tutar. Bu noktada kırsal alandan getirilen meyve ve sebzeler tüketilmeden önce yıkanması hem evlerde hem de catering firmalarında uygulanması gereken bir zorunluluktur. Catering firmalarında klor, evlerde ise sirke bu amaç için kullanılan kimyasallardır. Fakat kullanılan bu solüsyonların *Toxocara canis* yumurtaları üzerine etkinliğini gösteren detaylı bilgiler yoktur. Çalışma buradan yola çıkarak marul yapraklarını çeşme suyu, sirke, klor ve antimikrobiyal etkinliği belirlenmiş nanobor bileşikleri ile yıkamanın *Toxocara canis* yumurtalarının uzaklaştırılmasındaki etkinliği araştırıldı.
Çalışma 3 tekrarlı olacak şekilde Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Parazitoloji anabilim dalı laboratuvarlarında gerçekleştirildi. Marul yapraklarına *Toxocara canis* yumurtaları 2.25 ml/75 yumurta olacak şekilde yapıldı. Çeşme suyu, sirke (%5 asetik asit), klor (%0.5) ve nanobor® yıkama solüsyonları için 4'er adet marul yaprağı kullanıldı. Parazit yumurtası inokülasyonundan sonra marul yaprakları bir gün kurumaya bırakıldı. Bir günün sonunda marul yaprakları çeşme suyu, sirke, klor ve nanobor solüsyonları ile 1 dakika süre ile yıkandı. Yıkama suları bir gün oda ısısında bekletildi. Yıkama suları dipte 50 ml'lik solüsyon kalıncaya kadar üstteki sıvı döküldü. 1500 devirde 10 dakika santrifüj işlemi uygulandı. Süpernatantlar döküldü, dipte kalan tortu pipetaj işleminden geçirilerek Mc. Master yöntemi ile sayım işlemi yapıldı.
Elde edilen sonuçlara göre Nanobor®, 300 adet *Toxocara canis* yumurtasının 270 adedini marulların üzerinden uzaklaştırarak %90 oranında çalışmada kullanılan diğer yıkama solüsyonları içerisinde en efektif yıkama solüsyonu olarak belirlendi. Nanoboru® sırası ile %0.5 klor %79, (%5 asetik asit) sirke %63 etkinlik oranları ile takip ederken en az etkinlik %58 ile çeşme suyu izlendi. Bu çalışma ile meyve ve sebze yıkama işleminde antibakteriyel özellikleri bilinen Nanobor'un aynı zamanda parazit yumurtalarını uzaklaştırmak amacı ile de kullanılabileceği belirlendi.

Anahtar Kelimeler: *Toxocara canis,* Nanobor, Sirke, Klor,

ORAL PRESENTATION

Fractionation of hornbeam with protic ionic liquids under cost effective conditions

Işık Semerci[*1] *(https://orcid.org/0000-0002-6657-9663)*, Gülşah Ersan[1]

[*1]Ankara University, Engineering Faculty, Energy Engineering Department, Ankara, Turkey.

*Corresponding author e-mail: haykir@ankara.edu.tr

Abstract

Protic ionic liquids (PILs) have received a considerable attention due to their potentials in the fractionation of various lignocellulosic feedstocks. PILs demonstrate favourable properties from environmental and economical perspectives; possessing low volatility, being recyclable and synthesized with low cost acidic and basic agents. In this study, hornbeam as a typical hardwood species in Turkey was pretreated with the PILs, 1-butylimidazolium hydrogen sulfate ($HBIMHSO_4$) and triethylammonium hydrogen sulfate ($TEAHSO_4$) and the effects of solid loading, particle size and recycling were evaluated. Regarding lignin extraction, enrichment of cellulose content of the biomass and enzymatic saccharification, $HBIMHSO_4$ performed better than $TEAHSO_4$ and good correlations were found between the yields and characterization results obtained with FTIR and XRD. Cellulose in the untreated hornbeam was converted into glucose with roughly 80% glucose yield following its pretreatment with $HBIMHSO_4$ at 10% (w/w) loading and 150°C for 3 h. Particles having 0.15-1.18 mm gave the most promising findings in terms of biomass fractionation while cellulose degradation was obtained for lower sized particles and PILs introduced less effective changes for the larger biomass particles. Fractionation performances of PILs decreased with an increase in biomass loading from 10 % to 50%. Still, both the PILs were found capable of extracting more than 70% lignin at 30% solid loading. Besides, SEM images of $HBIMHSO_4$ pretreated hornbeam at 20% and 50% loadings demonstrated identical morphologies. Recycling of both the PILs for the sixth time did not yield considerable changes with respect to the structure of the biomass and the PILs as monitored with ^{1}H-NMR. The aforementioned results were significant for the use of PILs for large-scale biomass processing.

Keywords: Biomass, Pretreatment, Protic ionic liquids, Cellulose, Lignin

ORAL PRESENTATION

Doğal gaz yakıcı kombi cihazlarında enerji geri kazanımının araştırılması ve evsel tip kombi cihazları için prototip geliştirilmesi

Enes Üstundağ[1,2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2967-8176),* Mahmut Akşit[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0432-4179*)

[1]Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Kocaeli, Türkiye
[2]İGDAŞ - İstanbul Gaz Dağıtım Sanayi ve Ticaret A.Ş.,İstanbul, Türkiye
[3] Gebze Teknik Üniversitesi, Temel Bilimler Fakültesi, Fizik, Kocaeli, Türkiye

*E-mail: enesustundag@hotmail.com

Özet

Kombi hem ısınma sisteminin hem de kullanma sıcak su ihtiyacını karşılamak için üretilmiş cihazlara denir. Hermetik kombi cihazlarında açık yanma odası bulunmamakta olup, bu tip cihazlar doğal gaz için gerekli olan oksijeni bir fan yardımı ile dışarıdan alırken, yanma sonucu oluşan atık gazları aynı şekilde dış ortama vermektedir. Bu proje çalışması doğal gaz yakıcı hermetik kombi cihazları için yapılacaktır. Çalışma kapsamında sıcaklık farkını elektrik enerjisine dönüşümü için termoelektrik üreteç veya termoelektrik jeneratör olarak da adlandırılan cihazlar kullanılacaktır. Bahsi geçen termoelektrik jeneratörlerin (TEJ) çalışması; 'Seebeck' etki, 'iletimle geçen ısı' ve 'Joule' etki gibi termoelektrik etkilere bağlıdır. Termoelektrik modüller yarı iletken malzemeler olup, çalışma prensibi bir ısı pompası mantığındadır. Kombi-radyatör kapalı çevrimindeki sıcak su ve hermetik kombi bacasındaki atık gazın sıcaklığı kullanılarak elde edilecek elektrik enerjisi ile elektrik arzını sağlanamadığı durumlarda da kombi cihazlarının çalışma sürekliliği sağlanmış olacaktır. Termoelektrik jeneratörlerin (TEJ) verimlerinin arttırılması için de birçok çalışma mevcuttur. Bu proje çalışmasıyla birlikte birçok avantaja sahip olan termoelektrik jeneratörlerin (TEJ) kullanım alanlarının yaygınlaşmasına da katkı sağlanması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Termoelektrik, kombi cihazı, elektrik üretimi

ORAL PRESENTATION

Mechanochemical Synthesis and Characterization Investigations of W borides from WO_3, B_2O_3 and Mg by High-Energy Ball Milling

İlayda Süzer[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1825-7253*), Esin Aysel[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0422-9649*), Amir Akbari[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4083-124X*), Sıddıka Mertdinç[1] (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-2376-2062*), M. Lütfi Öveçoğlu[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1536-4961*), Duygu Ağaoğulları[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0623-5586*)

[*1] Istanbul Technical University, Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Particulate Materials Laboratories (PML), Ayazağa Campus, 34469 Maslak, Istanbul, Turkey

*Corresponding Author: İlayda Süzer: suzeri@itu.edu.tr

Abstract

In this study, mechanochemical synthesis (MCS) was used to synthesize tungsten borides (W_2B, W_2B_5, WB) from tungsten oxide (WO_3), native boron oxide (B_2O_3) and magnesium (Mg) powders. First of all, the starting blends were prepared in stoichiometric amounts. The prepared powders were high-energy ball milled in a Spex 8000D Mixer/Mill for 4 h, 8 h, 10 h, 15 h and 20 h. After milling the purification of the synthesized powders were performed by using 4 M HCl acid solutions. Characterization studies were carried out by using an X-ray diffractometer (XRD), transmission electron microscope (TEM), scanning electron microscope (SEM) and particle size analyser. Also, the effects of excess amounts of B_2O_3 and Mg powders on the phase formation were investigated. According to the characterization results, 20 h MCS using the 100 wt.% B_2O_3 and 50 wt.% Mg containing blends was selected as the optimum synthesis parameter.

Keywords: Mechanochemical synthesis, tungsten borides, leaching, characterization.

Acknowledgement: This study was supported by the "TENMAK Boron Research Institute (BOREN)" with project number 2019-31-07-15-001.

ORAL PRESENTATION

Compositional features of different plant parts of the local endemic *Helianthemum germanicopolitanum* Bornm. (Cistaceae) characterized by ATR-FTIR technique

Ertan Yildirim[1*] (*ORCID: 0000-0002-4083-3408*), Ayşenur Kayabaş[2] (*ORCID: 0000-0003-3555-4399*)

[*1] Gazi University, Faculty of Science, Department of Chemistry, Ankara, Turkey.
[2] Çankırı Karatekin University, Faculty of Science, Department of Biology, Çankırı, Turkey.

*Corresponding author e-mail: ertanyildirim@gazi.edu.tr

Abstract

Helianthemum germanicopolitanum Bornm. plant is local endemic growing naturally on gypsum areas and calcareous slopes in Çankırı province (Turkey). Attenuated total reflectance-Fourier transform infrared spectroscopy (ATR-FTIR) technique, being one of the indispensable tools at analytical and research applications, were used to assure first-hand spectroscopic information on the compositional features present in *H. germanicopolitanum*. The plant sample used in the analysis was collected from the gypsum areas. Chemical compounds in the root, stem, leaf, and flower parts of the plant were determined by preliminary phytochemical screening. ATR-FTIR method in the mid-infrared region 4000-400 cm^{-1} disclosed the characteristic peak values, intensity and functional groups present in the *H. germanicopolitanum*. The ATR-FTIR wavenumber frequencies of plant parts approved the presence of alcohols, phenols, alkanes, esters, carboxylic acids, aromatics, and aliphatic amine compounds at main phytochemical composition. S-O bending, and hydroxyl bands were detected in the structure of gypsum compounds, which form the basic chemical structures of the *H. germanicopolitanum*. In the obtained ATR-FTIR spectra results, in addition to the characteristic bands of gypsum, broad band groups belonging to inorganic compounds such as calcium carbonate, oxalate, silicate, phosphate and sulphate were observed. Organic compounds such as lipid, oil, wax, carboxylic acid the bands belonging to C-O, C-O-C, C-N, C=O and aliphatic groups in the structure of the compounds were determined for each plant parts. It has been understood that the band intensities differ from the root to the flower as the plant parts contain different amounts of chemical compounds. The detailed determination of the functional groups and the changes in band intensities gave important clues about the compounds in *H. germanicopolitanum* grown under harsh conditions. It also allowed the vegetative and generative parts of the plant to be compared in terms of these data.

Keywords: ATR-FTIR spectroscopy, chemical compounds, endemic, gypsum soils, *Helianthemum*.

ORAL PRESENTATION

Association of Heat Shock Proteins (HSPs) and Glucose Regulated Proteins (GRPs) with Apoptosis in Human Cancers

Seda Mesci[1]* (*ORCID:0000-0002-5440-302X*), Burak Yazgan[2,3] (*ORCID:0000-0003-0717-7768*), Tuba Yıldırım[3,4] (*ORCID:0000-0002-2983-9649*)

[1]University of Hitit, Scientific Technical Application and Research Center, Çorum, Turkey
[2]University of Amasya, Sabuncuoğlu Serefeddin Health Services Vocational School, Department of Medical Services and Techniques, Amasya, Turkey
[3]University of Amasya, Institute of Science, Department of Biotechnology, Amasya, Turkey
[4]University of Amasya, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, Amasya, Turkey

*Corresponding author e-mail: sedamesci@gmail.com

Abstract

Apoptosis is a metazoan process of controlled cell elimination that plays a critical role in embryonic development and adult tissue homeostasis. Inactivation of programmed cell death or apoptosis is central to cancer development. Apoptosis plays a critical and inherent physiological role in tissue homeostasis, eliminating diseased and abnormal cells that have served redundant or otherwise beneficial purposes. Apoptosis can be initiated by a variety of stimuli, including developmental signals, cellular stress, and disruption of the cell cycle. Moreover, the implementation of apoptosis is a signaling process involving characteristic morphological and biochemical changes. Mammalian cells express a highly conserved family of proteins in response to heat and against many stressful stimuli. This family of stress proteins includes heat shock proteins (HSPs) and glucose regulated proteins (GRPs). In addition, these proteins make tumor cells resistant to apoptosis, host defense mechanisms, and various forms of therapy.
In this review, the connections of HSPs and GRPs, which are heat shock proteins associated with apoptosis in human cancers, to cell death mechanisms are discussed.
Increased HSP levels make cells more resistant to apoptosis. It has been reported that HSPs increase regulation in various cancers (breast cancer, kidney cancer, various leukemias, bladder cancer, etc.). Therefore, HSP expression is altered in many tumors during carcinogenesis. Overexpression of HSPs in tumor tissues has been associated with having prognostic value in patients with breast, kidney, and bladder cancer. GRPs are constitutively expressed at basal levels in all organs and play a major role in protein folding, aggregation, and degradation as stress-inducing ER chaperones. GRPs have been identified in functions that regulate proliferation, apoptosis, and immunity.
Understanding the roles of HSPs and GPRs in carcinogenesis has important implications for tumor behavior and potential prognosis. Heat shock proteins (HSPs) and glucose-regulated proteins (GRPs) are molecular chaperones that play an important role in tumor biology. Identifying HSPs and GRPs-targeted candidates for cancer research offers an important alternative in cell death studies.

Keywords: Human Cancer, Apoptosis, Heat Shock Protein, Glucose Regulated Protein, HSP, GRP

ORAL PRESENTATION

Review on Blockchain Applications for IoT based Intelligent Traffic Management in Smart Cities: Road Safety and Vehicular Network Security

Nisa Nur Baydaş[1*](*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7579-9465*), Özgür Karaduman[1](*ORCID: https://orcid.org/*0000-0002-6569-3616), Engin Avcı[2](*ORCID: https://orcid.org/*0000-0002-5881-1530)

[*1]Firat University, Engineering Faculty, Software Engineering Department, Elazig, Turkey.
[2]Firat University, Technology Faculty, Software Engineering Department, Elazig, Turkey.

*Corresponding author e-mail: nisanurbaydas@gmail.com

Abstract

In the smart cities of the future, there is a need for fully autonomous vehicles that communicate with each other in order to achieve the best possible Intelligent traffic management. Therefore, network security is of vital importance in IoT-based solutions based on inter-vehicles communication in order to solve the problems. Researchers have been used the blockchain technology as a solution method for road safety problems and to ensure vehicular networks security recently. In this study, studies dealing with blockchain solutions used in Internet of Vehicle (IoV) based applications for intelligent traffic management in smart cities are reviewed. How blockchain applications are adapted to urban traffic as an element of road safety has been examined, a taxonomy of the solutions produced according to the problems has been made and associated with the sensors used. In addition, the classification related to the use of consensus algorithms, which play an important role in the implementations of blockchain in terms of security, has been made and discussed together with the solutions. The majority of the work done using blockchain is on providing security for the vehicular network where communication between vehicles is carried out. In order for the multi-agent intelligent traffic management to be successful, it is crucial that the communication between vehicles is smooth in solving the problems including event-based applications. Thanks to the decentralized structure of the blockchain and the verification system based on the majority consensus, the security in communication can be ensured quite successfully. We consider that examining the use of blockchain technology in IoT-based traffic management will shed light on the studies to be done in this field and will be important in terms of both the use of blockchain technology and the concept of security in connected-vehicle applications.

Keywords. Blockchain, Intelligent Traffic Management, Road Safety, Smart Cities, Vehicular Network Security

ORAL PRESENTATION

Survey on Computer Vision Based Systems for Intelligent Traffic Management in Smart Cities: Traffic Surveillance Applications

Gaye Tülgen KALE[1*](*ORCID: hhttps://orcid.org/0000-0001-5169-2949*), Özgür Karaduman[1](*ORCID: https://orcid.org/*0000-0002-6569-3616), Engin Avcı[3](*ORCID: https://orcid.org/*0000-0002-5881-1530)

[*1]Firat University, Engineering Faculty, Software Engineering Department, Elazig, Turkey.
[2]Firat University, Technology Faculty, Software Engineering Department, Elazig, Turkey.

*Corresponding author e-mail: gayekale21@hotmail.com

Abstract

The smooth management of urban traffic and the solution of its problems are complex due to various physical constraints and density. The difficulty of these problems has attracted the attention of researchers and they have developed new approaches using various algorithms and sensors to overcome this problem. Most of these approaches are vision-based systems. In this study, studies on solutions based on vision-based surveillance for the tackle with urban traffic problems have been examined and discussed in terms of sensors, intelligent systems and algorithms. The solution of many problems in traffic, especially traffic congestion prediction and accident risk analysis, is based on surveillance systems. Therefore, revealing the possibilities provided by the use of surveillance systems for the methods used is important in terms of developing new approaches. From this point of view, the systems used for surveillance methods in problem solving were examined in terms of the sensors they contain, their taxonomies were made and they were associated with the algorithms used. Since urban traffic is multi-factorial, performing operations such as detecting, recognizing, localizing and tracking all elements, and making event-based predictions about the traffic environment constitute the basis of the studies. For this reason, it is necessary to detect the traffic players one by one and evaluate them combine with the events in order to solve the problems arising from the multi-factor traffic elements. This study will contribute to new approaches by providing a different perspective for researchers who will work on this subject by focusing on vision-based studies on intelligent traffic management.

Keywords: Computer Vision, Intelligent Traffic Management, Intelligent Vehicles, Smart Cities, Surveillance Systems

ORAL PRESENTATION

A study on cytotoxic and apoptotic effects of four nanoparticles that could be promising anti-cancer agents

Gurbet ÇELİK TURGUT* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2306-6972*)

*Pamukkale University, Faculty of Applied Sciences, Department of Organic Agriculture Management, Civril, 20680 Denizli, Turkey

*Corresponding author e-mail: gurbetc@pau.edu.tr

Abstract

This study represents the *in vitro* cytotoxic and apoptotic effects of silver (Ag), iron oxide (Fe_2O_3), magnesium oxide (MgO), and zinc oxide (ZnO) nanoparticles (NPs) against MCF7 breast cancer cells. After exposure of NPs, which were previously synthesized by green synthesis, to MCF7 cells at different concentrations ranging from 10 to 400 µg/ml for 24 hours, the cytotoxic effect on cells was measured by crystal violet assay. The half-maximum inhibitory concentration (IC50) on cells was determined and this dose was used in further study. Apoptotic effect of NPs in MCF7 cells were detected by Annexin V-FITC apoptosis detection kit. The results clearly showed that NPs had cytotoxic activity against MCF7 breast cancer cells at the treated doses. Ag NPs, Fe_2O_3 NPs, MgO NPs and ZnO NPs had IC50 of 64.71±2.83 µg/ml, 77.47±2.76 µg/ml, 146.9±5.53 µg/ml and 142.5±4.25 µg/ml, respectively. Moreover, the tested NPs induced apoptosis in MCF7 cells. When the IC50 doses of NPs were treated to MCF7 cells, Ag NPs had the most apoptotic effect, with 24% of apoptotic cells. All these results revealed that the tested NPs had cytotoxic and apoptotic effects. Based on the results of this study, it is possible to conclude that these NPs could be regarded as promising anti-cancer agents. Nevertheless, further comprehensive studies are highly recommended for determining therapeutic effects of these NPs.

Keywords: Nanoparticles, breast cancer, cytotoxic, apoptotic

ORAL PRESENTATION

Adsorption of Rhodamine-B from Aqueous Solution Using APTMS and GPTMS Modified Silica Sorbents

Dilsad Dolunay Eslek Koyuncu[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8092-6740)*,
Mujgan Okur[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1533-9408)*

[*1]Gazi University, Faculty of Engineering, Chemical Engineering Department, Ankara, Turkey.
[2] Gazi University, Faculty of Engineering, Chemical Engineering Department, Ankara, Turkey.

*Corresponding author e-mail: deslek@gazi.edu.tr

Abstract

In the textile, dye, plastic, paper and printing industries, synthetic dyes are widely used as colorizing agent. Especially, textile dyeing processes produce large amount of colorized water [1]. Colorized waste water may reduce the light permeability of the water and lead to a decrease in the photosynthetic activity and increase the chemical oxidation needed (COD) for the water [2]. In addition, the accumulation of dyes in some aquatic organisms causes the formation of undesired toxic and carcinogenic products [3]. Several methods have been used for the dye removal such as electro-oxidation, photodegradation, coagulation, membrane separation, chemical oxidation and microbial degradation [4]. Adsorption is preferred due to its low cost, efficiency and easy application stages [5].

In this study, the adsorption of Rhodamine-B from aqueous solution was investigated using modified silica sorbents prepared from paddy waste ash as sorbent. The high silica content of paddy wastes makes it valuable for many applications. Synthesis of modified silica sorbents mainly include silica extraction from paddy ash with NaOH, gelation at room temperature, aging by solvent exchange, modification, filtration, and freeze-drying steps. In this study, (3-Aminopropyl)trimethoxysilane (APTMS) and (3-Glycidyloxypropyl)trimethoxysilane (GPTMS) were used as modification agents and prepared samples in this way were denoted as Si-APTMS and Si-GPTMS, respectively. In the adsorption experiments, the effect of initial pH (4-12) and contact time were examined at 30ºC with a dye concentration of 10 mg/L, 0.05 g sorbent amount (working volume of 50 mL) and 100 rpm in a batch system. The highest dye removal percentage was obtained at pH 4 for both sorbents. Dye removal percentage of Si-APTMS and Si-GPTMS sorbents were found as 17.5 % and 32.1 %, respectively. As the initial pH increased the dye removal percentage decreased. These results demonstrated that GPTMS-modified silica sorbent can be used in the adsorption of Rhodamine-B dye from aqueous solution.

Keywords: Rhodamine-B, Adsorption, APTMS, GPTMS, Paddy waste ash

Acknowledgement: This work was financially supported by Gazi University Research Fund (Grant No. 06/2020-05).

References:
[1] Rai, H.S., Bhattacharyya, M.S., Singh, J., Bansal, T.K., Vats, P., Banerjee, U.C., Critic. Rev. in Environ. Sci. Techn., 35: 219-238 (2005).
[2] Goscianska J., Fathy, N.A., Aboelenin, R.M.M., J. Colloid Interface Sci. 505: 593–604 (2017).
[3] Sharma, Y.C., Uma, J. Chem. Eng. Data, 55: 435–439 (2010).
[4] Sharma, G., Kumar, A., Naushad, M., Kumar, A., Al-Muhtaseb A.H., Dhiman, P., Ghfar, A.A., Stadler, F.J. Khan, M.R., J. Clean. Prod. 172: 2919–2930 (2016).
[5] Liu, Q., Li, Y., Chen, H., Lu, J., Yu, G., Möslang, M., Zhou, Y., J. Hazard. Mater. 382: 121040 (2020).

ORAL PRESENTATION

Mild, Selective Sulfoxidation with oxo-Rhenium(V) Catalyst

Ilkay Gumus [1]* (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9398-0057)

[1] Department of Basic Sciences, Faculty of Maritime, Mersin University, Mersin, 33343, Turkey.

*Corresponding author e-mail: ilkay.gumus@mersin.edu.tr

Abstract

The selective oxidation of sulfides is important to obtain the synthetic intermediates sulfoxides for application in chemical industry, medicinal chemistry and biology [1-4]. For example, sulfoxides are used prominently for the Mislow−Evans re-arrangement in organic synthesis, including a 2,3-sigmatropic re-arrangement to convert allylic sulfoxides to allylic alcohols. This conversion is used in the synthesis of various natural products of medicinal importance [1]. However, oxidation of sulfides has also been widely used in industry, the most general application being in the removal of sulfide impurities from oil, known as oxidative desulfurization [2]. A more specific application of sulfoxidation is in the synthesis of chiral vinylglycine from methionine [3,4]. In the present study, a new oxo-rhenium(V) compound, bearing Salophen ligand has been prepared and its structure confirmed by various techniques such as FTIR, ^{1}H, ^{13}C, NMR, elemental analysis and MALDI TOF MS. Catalytic potential of the complex has been tested for the oxidation of various sulfur compounds namely methyl phenyl sulfide, (chloromethyl)(phenyl)sulfide, methyl(p-toluyl)sulfide, diphenyl sulfide, and dibenzothiophene. It has been shown that the catalyst is able to rapidly and selectively oxidize substituted sulfides to sulfoxides under mild conditions.

Keywords: Salophen ligand, oxidorhenium complex, Sulfide, Oxidation, Sulfoxidation.

Prilezhaeva, E. N. Rearrangements of sulfoxides and sulfones in the total synthesis of natural compounds. Russ. Chem. Rev. 2001, 70, 897−920.
Rafiee, E.; Nobakht, N. Keggin type heteropoly acid, encapsulated in metal-organic framework: A heterogeneous and recyclable nanocatalyst for selective oxidation of sulfides and deep desulfurization of model fuels. J. Mol. Catal. A: Chem. 2015, 398, 17−25.
Afzali-Ardakani, A.; Rapoport, H. L-Vinylglycine. J. Org. Chem. 1980, 45, 4817−4820.
Hallinan, K. O.; Crout, D. H. G.; Errington, W. Simple synthesis of L- and D-vinylglycine(2-aminobut-3-enoic acid) and related amino acids. J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1 1994, 3537.

ORAL PRESENTATION

Amin aşılı pembe yumuşak antep fıstığı kabuğu (*Pistacia vera* L.) kullanılarak sulu ortamdan anyonik boyarmadde giderimi

Tuğba Alp Arıcı (*ORCID: 0000-0003-3927-9849*)

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Emet Meslek Yüksekokulu, Kimya Teknolojisi Programı, 43700, Kütahya, Türkiye

tugba.alp@dpu.edu.tr

Özet

Boyarmaddeler geniş uygulama alanları nedeniyle dünya endüstrisinde önemli bir yere sahiptir. Boyarmaddelerin uygulama alanları başta cam, tekstil, gıda ve plastik olmak üzere oldukça çeşitlidir. Boyarmaddeler, endüstriyel atıksuların çevreye salınmasıyla su kirliliğine neden olmaktadır. Farklı boyarmadde türleri arasında azo boyarmaddeler, tekstil endüstrisindeki boyarmaddelerin %60-70'ini oluşturmakta ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, boyarmaddelerin toksik özellikte ve bozunmaya karşı dirençli olması sulardaki boyarmadde kirliliğinin giderilmesi zorunluluğunu ortaya koymuştur. Biyosorpsiyon, sulardaki kirlilikleri yüksek verimle uzaklaştıran, ekonomik ve kolay uygulanabilen bir yöntemdir.
Bu çalışmada, antep fıstığının pembe yumuşak kabuğundan elde edilen biyosorbanın yüzeyi amin gruplarıyla zenginleştirilmiş ve elde edilen modifiye biyosorban sulu ortamdan kongo kırmızısı gideriminde kullanılmıştır. Biyosorpsiyona pH, biyokütle miktarı, denge süresi, sıcaklık, boyarmadde derişimi etkileri araştırılarak biyosorbanın kongo kırmızısı için sahip olduğu maksimum biyosorpsiyon kapasitesi belirlenmiştir. Biyosorbanın yapısını aydınlatmak amacıyla FT-IR ve TG analizlerinden yararlanılmıştır. Doğal ve modifiye antep fıstığı kabuğu ile elde edilen kongo kırmızı yüzde giderim miktarları sırasıyla %24 ve %88 olarak belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, amin aşılı antep fıstığı kabuğunun kongo kırmızısı biyosorpsiyon çalışmalarında kullanılabilecek etkili bir biyosorban olabileceğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Biyosorpsiyon, Kongo kırmızısı, Kinetik, İzoterm

ORAL PRESENTATION

Postcoital prolapsus vagina in bitches; case reports

Veli Turhan[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1012-7008*), Buse Öztürk[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2405-3572*), Murat Yüksel[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1878-1047*), Nevzat Saat[2] (*ORCID: https://orcid.org/*0000-0002-8135-6142)

[1]Balikesir University, Health Sciences Institute, Department of Obstetrics and Gynecology, Balikesir, Turkey
[2]Balikesir University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Obstetrics and Gynecology, Balikesir, Turkey

*Corresponding author e-mail: vethekveliturhan@gmail.com

Abstract

Prolapse vagina is known as the protrusion of vaginal tissue between the lips of the vulva in female dogs. It generally occurs in unwanted mating situations such as forcibly withdrawn of animals by their owners or not accepting of mating by female dogs. When the vagina tissue is remained outside the body for a long time, it becomes hyperplasic. The treatment (medical or surgical) of the prolapse vagina differ depending on the severity of the case (Types 1, 2 and 3). In this case report, we evaluated three different prolapsus vagina cases and its treatment.
In Case 1: A 2-year-old Kangal bitch was diagnosed with Type 3 vaginal prolapse. 25th day of gestation was detected in the ultrasonographic examination. Although the hyperplasic part of the vagina was rejected and made sutures vulvar lips twice, recurrences occurred. For this reason, total amputation of hyperplasic vaginal tissue was performed. The bitch delivered 7 healthy puppies by using remained a part of vaginal tissue. Ovariohysterectomy (OHE) was scheduled for a postpartum date.
In Case 2: A 1-year-old Dogo Argentino bitch was diagnosed with Type 2 prolapse vagina. It was treated by performing vaginal submucosal resection and OHE operation on the fifth day after mating.
In Case 3: A 5-year-old Kangal bitch was diagnosed with Type 1 prolapse vagina. When considering the degree of the case, the medical method (50 µg gonadorelin diacetate tetrahydrate, Ovarelin®, Ceva, Turkey and 4 mg Dexamethasone sodium phosphate, Devamed®, Topkim, Turkey) was preferred. Two days after the medical treatment, the prolabe vaginal tissue regressed. OHE operation was performed to reduce the possibility of recurrence.
In conclusion, it was concluded that it would be appropriate to remove the ovaries which is the basis of the problem from the body and/or resection of the prolapsed tissue in cases of vaginal prolapse.

Keywords: Prolapse vagina, Vaginal hyperplasia, Vaginal amputation, Ovariohysterectomy, Bitch

ORAL PRESENTATION

Nicotinamide mononucleotide (NMN) in Aquatic Animals

Semra KÜÇÜK (0000-0002-9299-5986)

Adnan Menderes University Agriculture Faculty Department of Aquacultural Engineering, 09100 Aydın/Turkey

skucuk@adu.edu.tr

Abstract

The Nicotinamide Mononucleotide (NMN) is a co-enzyme and a bioactive nucleotide with a pyridine base and its molecular weight is 334.22 g/mol. It is moderatedly acidic and water-soluble molecule and its solubility is 1.8 mg/ml. The NMN is found in the nucleus, mitochondria, cytoplasm of cells of fish and also is present in blood and urine of mamals. Aquatic organisms are one source of the NMN compounds in them. It is less than 0,06-0.42 mg in the shrimps. The NMN is taken daily by foods in order to form a component in the fish and called as NAD (Nicotinamide Adenine Dinucleotide), which is active form of niacin (B_3). The NAD may decrease with age in the tissues (pancreas, adipose, skeletal muscle tissues, liver, skin and brian). NMN is remarkedly important element to decline the some side-effects associated with aging. Some species of fish (trout, salmon, mackerel, sole, panga) by smoked, fresh or frozen have a plentiful of niacin. Its level is 7-10 mg/100 g in fish. NMN is a therapeutic innovation to medicate some important human diseases and also to improve tissues from anti-aging. In this study, it is mention that the definition and characterization and deficiency of NMN and indicated some studies conducted on NMN in fish and other aquatic animals.

Key Words: Nicotineamide mononucleotide **(**NMN), Fish, Aquatic animals, Physiology

ORAL PRESENTATION

The effect of stent application on apoptotic proteins expressions during acute myocardial infarction

Sema Tahtalıoğlu [1*] (ORCID: 0000-0001-5289-3224), Abdulkadir Çakmak[2] (ORCID: 0000-0001-7427-3368), Gökhan Keskin [2] (0000-0002-1695-5624), Burak Yazgan[3] (ORCID: 0000-0003-0717-7768)

[1*]Amasya University, Institute of Science and Technology, Department of Biotechnology, Amasya, 05100, Turkey.

[2]Amasya University, Faculty of Medicine, Department of Internal Medicine, Department of Cardiology, Amasya, 05100, Turkey.

[3]Amasya University, Sabuncuoğlu Serefeddin Health Services Vocational School, Department of Medical Services and Techniques, Amasya, 05100, Turkey.

*Corresponding author e-mail: 08tahtlsema@gmail.com

Abstract

Background: Cardiovascular diseases are a set of disorders combined with vascular and cardiac functions such as cerebrovascular disease, angina, atherosclerosis, coronary heart disease, myocardial infarction, and heart failure. Cardiovascular diseases are the most important cause of mortality and morbidity in both developing and developed countries. Apoptosis is a form of programmed cell death. Apoptosis plays an important role in myocardial loss after acute myocardial infarction and participates in the subsequent left ventricular remodeling process and the development of symptomatic heart failure. Therefore, it is of great importance to find a sensitive apoptotic marker that will help prognostic classification of patients after acute myocardial infarction and suggest new treatment strategies.
Objective: In this context, the aim of this study is to investigate how acute myocardial infarction and coronary stent application affects apoptotic protein levels.
Method: For this purpose, patients without coronary occlusive lesion in coronary angiography were included in the control group, besides, patients with a clinical picture of myocardial infarction with significant coronary occlusive lesion on coronary angiography were included in the work after that percutaneous coronary stent implantation. 0. hour, 72. hour and 1st month blood samples were taken from patients with myocardial infarction. Routine biochemistry and cardiac markers in serum samples were measured by biochemistry autoanalyzer. Also, Bax, Bcl-2 and Caspase-3 protein levels in serum were determined by ELISA.
Results: We observed an increase in routine cardiac marker levels significantly higher in the myocardial infarction group. However, no significant change was observed in Bax, Bcl2 and Caspase3 protein expressions between the control group and the group with myocardial infarction. Furthermore, these apoptotic protein expressions have not significantly alterated time-dependently at 0 hour, 72 hours and 1 month.
Conclusion: Our results indicated that apoptotic protein expressions did not change with the acute myocardial infarction.

Keywords: Apoptosis, cardiovascular disease, bax, bcl-2, caspase-3

ORAL PRESENTATION

Fotovoltaik Enerji İle Soğutucu Dolap

Derya DEĞİRMENCİ (https://orcid.org/0000-0001-9593-0937), Mustafa ŞEKKELİ

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Kahramanmaraş, Türkiye

E-mail: deryacandegirmenci27@gmail.com, msekkeli@ksu.edu.tr

Özet

Günümüzde yaşanan enerji sorunları ve sarfiyatları günden güne artış göstermektedir. Bu artışın sonucunda yeni ve modern enerji üretim yöntemlerine başvurulmaktadır. Bu yöntemlerden günümüzde en yaygın olanı ve en ekonomik olanı solar (fotovoltaik) enerji sistemleridir. Solar enerji sistemleri güneşten yararlanarak elektrik enerjisi üreten sistemlerdir. Bu sistemler sayesinde elektrik ile çalışan sistemlere güç kaynağı temini sağlanır. Tezin konusu olan ve prototipi yapılan "Fotovoltaik Enerji İle Soğutucu Dolap" bütün enerji ihtiyacını güneş panelinden alarak kararlı bir soğutma işlemi yapmaktadır. Soğutma ihtiyacını peltier (termoelektrik) ile sağlayarak dolap içerisindeki havanın soğutulması yapılmıştır. Soğuyan havanın ve dolap içerisindeki sıcaklığın sabit kalması için yalıtımlar yapılarak stabil hale getirilmiştir. Yapılan incelemeler, araştırmalar ve deneyler sonucunda sistem kararlı şekilde çalışarak soğutma görevini Güneşten aldığı enerji ile yerine getirmektedir.

Anahtar Kelimeler: fotovoltaik enerji, termoelektrik, soğutucu dolap

ORAL PRESENTATION

Production of carbonized electrode materials from biomass and its use in electrochemical biosensing applications

Şevki Furkan KÜÇÜKAYAR[1,*](*ORCID:https://orcid.org/0000-0003-4827-701X)*, Samet Şahin[1,3,*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0568-4283*), Veli Şimşek[1,2](*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3518-1572*),

[*1]Bilecik Şeyh Edebali University, Institute of Graduate Studies, Energy Systems Engineering, Bilecik, Turkey.
[2] Bilecik Şeyh Edebali University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Bilecik, Turkey.
[*3] Bilecik Şeyh Edebali University, Faculty of Engineering, Department of Bioengineering, Bilecik, Turkey.

*Corresponding author e-mail: furkankckayar@gmail.com, samet.sahin@bilecik.edu.tr

Abstract

The conversion of biomass into cheaper and valuable products using environmentally friendly approaches has become very important to achieve more sustainable products. This study aims to produce carbonaceous electrode materials using different biomasses and to examine the potential of these carbonaceous materials in electrochemical biosensing applications. Carbonaceous materials were first produced from typha tassel (CTT) and pussy willow (CPW) using a tube-furnace-based carbonization process. The physical properties of the materials obtained after carbonization were investigated by SEM/EDX, FT-IR, XRD and MAPPING analysis. Different suspension solutions of CTT and CPW prepared with dimethylformamide (DMF) and ethanol (EtOH) were coated on screen-printed electrodes (SPEs). CTT and CPW coated SPEs were then electrochemically characterized using cyclic voltammetry in 0.1 M phosphate buffer containing 1 mM ferrocene carboxylic acid as a redox mediator at pH 7.4. The optimum coating amount of CTT and CPW on SPEs were chosen as 1 mg/cm² based on the repeatability of the experimental results. Finally, glucose oxidase enzyme was successfully adsorbed on CTT and CPW coated SPEs to demonstrate their potential in enzyme immobilization and electrochemical glucose biosensing applications. The carbonaceous enzymatic electrodes showed promising electrochemical activity at physiological conditions for different glucose concentrations.

Keywords: Biomass, carbonization, carbonaceous materials, biosensor, bioelectronics, electrochemistry, glucose sensing

ORAL PRESENTATION

Photothermal Properties of GO-Ag-PANI Ternary Nanocomposite

Zafer Çıplak[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2449-5274*),
Furkan Soysal[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2558-2014*)

[*1]Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Sivas, Turkey.
[2]Ankara Yıldırım Beyazıt University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Chemical Engineering, Ankara, Turkey.

*Corresponding author e-mail: zaferciplak@cumhuriyet.edu.tr

Abstract

In this study, graphene oxide (GO)-Ag-PANI ternary nanocomposite produced by a facile and one-pot approach for photothermal applications. $AgNO_3$ was used as an oxidizing agent to initiate polymerization of aniline monomer on GO nanosheets in dodecyl benzene sulfonic acid (DBSA) aqueous solution which serve as a stabilizing agent. The prepared ternary nanocomposite was characterized by UV-Vis spectrophotometer, Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR), X-ray diffraction (XRD) and scanning electron microscope (SEM). The photothermal properties of GO-Ag-PANI nanocomposite was investigated for the first time in the literature. The nanocomposite has excellent dispersibility in aqueous media, which is crucial for practical photothermal applications. Photothermal performances of the nanocomposite dispersions were determined using a 808 nm wavelength near infrared (NIR) laser by monitoring temperature difference with a FLIR-50 thermal camera. The effects of various concentrations (0.025 – 0.1 mg/mL) of photothermal agents and laser power densities (1.5 – 2.5 W/cm^2) on photothermal performance were examined. At 0.1 mg/mL concentration under 2.5 W/cm^2 laser illumination for 10 mins the GO-Ag-PANI ternary nanocomposite exhibited maximum temperature increase (ΔT_{max}) of 55.7 °C. In addition, the nanocomposite has high photothermal conversion efficiency (η = 28.7%). The ternary GO-Ag-PANI nanocomposite demonstrated excellent stability, temperature increase, and efficiency which show the ternary nanocomposite is a promising candidate for practical photothermal applications such as, photothermal chemotherapy for cancer treatment.

Keywords: photothermal performance, polyaniline, graphene oxide, Ag nanoparticles

ORAL PRESENTATION

Anti-angiogenic effects of light-activated water-soluble zinc phthalocyanine

Şeyma Işık[1,2*] (*ORCID: https://orcid.org/*0000-0002-8998-6413), Mukaddes Özçeşmeci[3] (*ORCID: https://orcid.org/*0000-0002-6723-6902), Esin Hamuryudan[3] (*ORCID: https://orcid.org/*0000-0002-1732-8585), Müge Serhatlı[2] (*ORCID: https://orcid.org/*0000-0002-1583-1806)

[*1] Acibadem Mehmet Ali Aydınlar University, Institute of Health Sciences, Department of Medical Biotechnology, 34684, Atasehir, Istanbul,Turkey
[2] TUBITAK Marmara Research Center MRC, Genetic Engineering and Biotechnology Institute GEBI, 41470, Gebze, Kocaeli, Turkey
[3] Istanbul Technical University, Faculty of Science and Letters, Department of Chemistry, 34469, Maslak, Istanbul, Turkey

*Corresponding author e-mail: seyma.isik@live.acibadem.edu.tr

Abstract

Photodynamic therapy (PDT) is a non-invasive therapeutic modality that has been approved by the FDA for the treatment of both malignant and non-malignant diseases[1-2]. The activation of photosensitizers via proper light produces free reactive oxygen species, which induces selective cytotoxicity in target cells. PDT affects not only cancer cells but also various cells in the tumor microenvironment[2]. Phthalocyanines have been successfully used as a photosensitizer in photodynamic therapy applications in recent years. Angiogenesis is crucial for tumor progression and metastasis. Tumor growth is dependent on the oxygen and nutrients supplied by a functioning vascular system. By selectively damaging existing microvasculature and preventing the formation of new blood vessels, therapeutic efficacy could be improved. The formation of tube-like structures during matrix degradation and rearrangement is an essential step in angiogenesis.
We studied the photocytotoxicity caused by water-soluble zinc phthalocyanine on human umbilical vein endothelial cells. Cell proliferation was significantly reduced in photodynamic therapy–treated cells as a result of an increase in reactive oxygen species, and predominantly apoptotic cell death was observed. Further, tube formation assays indicated that angiogenesis was suppressed following PDT treatment. Wound healing, migration, and invasion capacities of human umbilical vein endothelial cells were measured using scratch and transwell assays, respectively. The results showed that PDT using water-soluble zinc phthalocyanine significantly inhibited wound healing, migration and invasion of human umbilical vein endothelial cells.
To conclude, the overall data demonstrates that photodynamic therapy using the water-soluble zinc phthalocyanine molecule inhibits angiogenesis and cellular metastasis in human umbilical vein endothelial cells by inducing apoptosis cell death.

Keywords: Phthalocyanines, photodynamic therapy (PDT), angiogenesis, metastasis

ORAL PRESENTATION

Enhancement of Mechanical and Piezoresistive Properties of MWCNTs/TPU Composites by Electrical Field Induced Nanoparticle Alignment

Arif Emre Agcan[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3917-959X)*, Hasan Meral[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8093-4078)*, Omer Yunus Gumus[2*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3361-6528)*

[1] Sibernetik Machine and Automation, R&D Centre, Bursa, Turkey
[2*] Bursa Technical University, Engineering and Natural Sciences Faculty, Department of Polymer Materials Engineering, Bursa, Turkey

*Corresponding author e-mail: omer.gumus@btu.edu.tr

Abstract

Piezoresistive polymer sensors which are composed of nanofillers and a polymer matrix have an ability to change their resistance during applied stretch, pressure and flexion. In the present study, piezoresistive polymer sensors are fabricated via solution casting method, using thermoplastic polyurethane (TPU) as polymer matrix and multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs) as nanofillers. Effect of electrical field induced alignment and functionality of MWCNTs on mechanical, electrical and piezoresistive properties of the composites are investigated. Orientation of MWCNT-OHs along the polymer matrix is observed during application of DC electric field with help of a DC power supply. 2.5 kV and 5 kV voltages and 5 wt.% ratio of the nanofillers are chosen in order to observe effect of applied voltage on the properties of the composites. However, pristine MWCNT with 5 wt.% ratio was very conductive in comparison with MWCNT-OHs with the same weight ratio due to its lower density. Thus, 5 kV voltage was not applied to pristine composites MWCNTs due to the sudden decrement of applied voltage because of the short circuit between the electrodes. To observe piezoresistive effect, stretching/releasing cycles were applied with the help of a universal mechanical test instrument. Eventually, it is concluded that there are linear changes of mechanical properties by the increasement of the applied voltage for all the composites. However, there was different behaviors of the composites with respect to resistance values and gauge factors. Resistance values of the composites with MWCNT-OHs decreased with the increasing voltage and their gauge factors were improved. On the other hand, composites with pristine MWCNT showed almost stability in their resistance values and the gauge factor was decreased. By comparing the properties of pristine and OH functionalized MWCNTs, it can be said that the pristine MWCNT is better in the mechanical properties and having low resistance values, while MWCNT-OHs have a better gauge factor and orientation level when 5 kV voltage is applied.

Kew Words: MWCNTs, TPU, Piezoresistive Material, Alignment, Mechanical Properties

Acknowledgements: This study is supported by KOSGEB R&D and Innovation Support Programme

ORAL PRESENTATION

Neuroscience, Ophthalmological Image Processing and Artificial Intelligence

Esra Oğuz [1, *] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5203-1445*)
Çağhan Tönge [1,2] (*https://orcid.org/0000-0002-9921-1750*)
Onur İnam [3, *] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4726-1190*)

[1, *] Gazi University, Graduate School of Health Sciences, Department of Biophysics, 06500, Ankara, Turkey.
[2] University of Health Sciences, Gulhane School of Medicine, Diskapi Yildirim Beyazit Training and Research Hospital, Neurosurgery Clinic, 06110, Ankara, Turkey
[3, *] Gazi University, Faculty of Medicine, Department of Biophysics, 06500, Ankara, Turkey.

*Corresponding author e-mail: esra.oguz1@gazi.edu.tr, onurinam@gazi.edu.tr

Abstract

The aim of this study is to investigate the use of ophthalmological image processing methods and artificial intelligence, especially within the scope of neuroscience.
Artificial intelligence and deep learning algorithms are one of the most important steps in human history in terms of medical fields of application. Significant results can be obtained with artificial intelligence-based systems in the detection of various medical conditions. Diagnosis and treatment approaches of ophthalmological diseases indicate the importance of artificial intelligence in the field of ophthalmology with the advancement of technology. Diabetic retinopathy, age-related macular degeneration, glaucoma and retinopathy of prematurity can be given as examples for ophthalmological diseases; multiple sclerosis, Alzheimer, Parkinson's Disease can be given as examples for non-ophthalmological conditions.
Studies published in Web of Science, Google Scholar and Pubmed academic databases from 2005 to 25.11.2021 were compiled.
Predictions about the patient's disease process and what he/she may experience in the future, and in addition to this, making treatment plans are among the subjects of artificial intelligence. Artificial intelligence has spurred new breakthroughs in automated screening for glaucoma, diabetic retinopathy and many other ophthalmological diseases. Studies on deep learning have been carried out using retinal fundus photographs. In the literature, studies have been carried out on a neurodegenerative MS-related deep learning model capable of retinal segmentation. This study summarizes the clinical applications and other recent developments of artificial intelligence and deep learning systems for the field of ophthalmology. There are numerious studies concerning neurological conditions such as Alzheimer's Disease and Parkinson's Disease.
Ophthalmological image processing methods and artificial intelligence continue to develop, and these studies carried out within the scope of neuroscience provide important effects in the diagnosis and treatment management of many diseases.

Key words: Ophthalmology, biophysics, neuroscience, artificial intelligence, deep learning, machine learning.

ORAL PRESENTATION

Gravür Desenli Cam Bardak Kalıbı Tasarımı ve Geliştirilmesi

Ozan Değer Şener[*1] (*ORCID:* 0000-0002-0392-0211), Eren Yıldız[1] (*ORCID:* 0000-0002-3831-6719)

*[1]Merkad Makine Kalıp San.ve Tic. Ltd. Şti., Tasarım Merkezi, İstanbul, Türkiye.

*Sorumlu yazar e-mail: osener@merkad.com

Özet

Cam sektöründe, ev ürünlerine yönelik taleplerin son yıllarda artmasına bağlı olarak özgün tasarımların geliştirilmesi önem kazanmaktadır. Bu çalışma kapsamında cam bardak yüzeyinde gravür tasarımının zorluğu ve karmaşıklığı nedeniyle kalıp üretiminde yaşanan çeşitli problemlerin (birleşme noktalarında kaçıklık, gravür şekil ve derinliklerinde farklılıkların oluşması vb.) giderilmesi yönünde tasarımların geliştirilmesi sağlanmıştır. Özellikle cam kalıptan çıkan ürünlerin cam yüzey kalitesi ve cam parlaklığına etki eden en önemli etkenlerden biri olan su soğutma kanallarına yönelik tasarım doğrulamalarında simülasyonlardan yararlanılarak özgün su soğutma kanallarının tasarımları geliştirilmiştir. Tasarımı geliştirilen gravür desenli cam kalıbı ile üretim aşamasında olası cam akış hatalarından kaynaklı fire oranlarının da azaltılmasına da katkı sağlanmıştır. Nihai gravür desenli ürün ile müşteri beklentileri (cam kalıptan istenen cam baskı miktarı, ürün kalitesi ve geometrisi vb.) karşılanarak cam sektörü için yenilikçi kalıp tasarımı ile beraber özgün cam kalıbının elde edilmesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Cam ürünleri, gravür desen tasarımı, cam kalıp tasarımı.

ORAL PRESENTATION

Inhibition of acetylcholinesterase (AChE) enzyme by naphthalenylmethylen hydrazine derivative compounds

H. Şirinzade[1] (ORCID: 0000-0001-9663-9199)

[1] Erzincan Binali Yıldırım University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Chemistry, Erzincan, Turkey,

hshirinzade@erzincan.edu.tr

Abstract

Alzheimer's is a very common dementia disease recently and there is no definite cure. In Alzheimer's disease, which causes a decrease in neurotransmitters in the brain, the decrease in acetylcholine neurotransmitter is seen the most. To treat or prevent the disease, the degradation of acetylcholine should be reduced, and this is possible with the inhibition of acetylcholinesterase (AChE), which breaks down acetylcholine.[1]
To investigate the *in vitro* effect of naphthalenylmethylen hydrazine derivative compounds on AChE enzyme, first, pure enzyme was supplied ready. Enzyme activity was determined according to the method performed by Ellman et al.[2] Acetylthiocholine iodate (AChI) was used as substrate. The yellow colored 5-thio-2-nitrobenzoate anion, which is formed because of hydrolysis of the substrates and then the reaction of DTNB with thiocholine, gives maximum absorbance at 412 nm wavelength.[3]
The inhibition effects of novel naphthalenylmethylen hydrazine derivative compounds (1a-1h) used in the study on the AChE enzyme were determined and the IC_{50} value at the nano molar level was calculated. It was observed that these compounds inhibited the enzyme significantly. In our study, IC_{50} values were determined to be in the range of 21.3-669.7 nM. Compared to the control compound Tacrine (IC_{50}: 28.6 nM), **1c** compound showed the best inhibitory effect.

Keywords; Acetylcholinesteras, Alzheimer, Inhibition, Naphthalenylmethylen hydrazine,

References

U.N. Das, 2012. Acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase as markers of low-grade systemic inflammation, Annals of hepatology, 11, 409-411.
G.L. Ellman, K.D. Courtney, V. Andres, R.M. Featherston,1961. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, 7, 88-95
H. Göçer, A. Akıncıoğlu, N. Öztaşkın, S. Göksu, İ. Gülçin, 2013. Synthesis, antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of sulfonamide derivatives of dopamine related compounds, Atina, Archive Der Pharmazie, 346, 783-792.

ORAL PRESENTATION

Protective effect of apocynin against monosodium glutamate-induced neurotoxicity in rat cerebral cortex

Merve Açıkel Elmas[1] (https://orcid.org/0000-0002-5992-8191), Gökçen Özgün[2](https://orcid.org/0000-0002-4866-619X), Elif Nedret Keskinöz[3] (https://orcid.org/0000-0002-3298-6842), Serap Arbak[1*] (https://orcid.org/0000-0001-6279-9602)

[1]Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar University, Department of Histology & Embryology
[2]Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar University, Department of Medical Biotechnology
[3]Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar University, Department of Anatomy

*Corresponding author e-mail: serap.arbak@acibadem.edu.tr

Abstract

Neurotoxic effects of Monosodium glutamate (MSG) have been shown in numerous studies (1). Oxidative stress has been increased in brain tissue by the usage of MSG (2). Studies have shown that NADPH oxidase (NOX) is one of the major sources of reactive oxygen species. Apocynin is known with its inhibitory effect for NOX. The aim of this study is to evaluate the neuroprotective effects of the Apocynin in MSG-induced neurotoxicity by using biochemical and histological criteria.
Sprague Dawley rats (8 weeks, 250-300g, n=32) were used in this study. These rats were randomly divided into four groups as Control (C), Apocynin (APO), MSG and MSG+APO. MSG (120 mg/kg) was given orally to MSG group during 28 days. APO (25 mg/kg) was given to MSG+APO and APO groups for last 5 days of the experiment. Cerebral cortex tissues were prepared for routine light and electron microscopy evaluations. Occludin and TUNEL distribution in the tissue samples were examined by immunohistochemistry as well as Congo red staining was performed to detect the presence of beta-amyloid plaques. Malondialdehyde (MDA), glutathione (GSH), superoxide dismutase (SOD) levels were measured in tissue samples.
Cerebral cortex presented regular morphology in C and APO groups. Neuronal degeneration was obviously observed in MSG group. Increased TUNEL positivity and decreased occludin immunreactivity were detected in MSG group. MDA level was increased with a decrease in GSH and SOD in this group. Degenerated neuronal morphology, deterioted occludin and TUNEL immunoreactivities were ameliorated in MSG+APO group. Biochemical parameters were restored in MSG+APO group. No significant amyloid plaque accumulation was observed in the cerebral cortex of all experimental groups.
It is concluded that MSG led to an increase in oxidative damage and degeneration in brain tissue. Moreover, apocynin improved cortical neuronal degeneration by regulating the balance between oxidants and antioxidants.

Keywords: Apocynin, Monosodium glutamate, neurodegeneration, histopathology

References:

Husarova, V., Ostatnikova, D., *Monosodium Glutamate Toxic Effects and Their Implications for Human Intake: A Review*, JMED Research, 2013, Vol. 2013 12 pages
Usama K. Hussein 1,2, Nour El-Houda Y. Hassan, Manal E.A. Elhalwagy, Amr R. Zaki, Huda O. Abubakr, Kalyan C. Nagulapalli Venkata, Kyu Yun Jang, and Anupam Bishayee, *Ginger and Propolis Exert Neuroprotective Effects against Monosodium Glutamate-Induced Neurotoxicity in Rats*, Molecules 2017, Volume 22, Page 1928.

ORAL PRESENTATION

Fotovoltaik İzleme Sistem için Bluetooth BLE Haberleşme Önerisi

A. Burak İnner[*1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0933-654X), Sinan Balcıoğlu[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0933-654X, Ersoy Kelebekler[2](ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9407-3926)
[*1]Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Kocaeli, Türkiye
[*2]Kocaeli Üniversitesi, Uzunçiftlik Nuh Çimento MYO, Elektrik ve Enerji Bölümü, Kocaeli, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:binner@kocaeli.edu.tr

Özet

Fotovoltaik (PV) güç üretiminde gerçek zamanlı izleme sistemleri panelden kaynaklı arıza veya düşük güç üretim durumlarının tespit edilmesi açısından önemlidir. Gerçek zamanlı izleme sistemleri arıza durumlarında uyarı mekanizmaları geliştirilebilir. Bu çalışmada bir Fotovoltaik akım, gerilim, ortam sıcaklığı ve ortamda bulunan nem değerlerinin düşük güç tüketimi ile gerçek zamanlı olarak kablosuz (bluetooth) izlenmesi için bir haberleşme önerilmiştir.
Bluetooth, kısa mesafe veri alışverişi için geliştirilmiş, 2.4 GHz frekans bandında çalışan Bluetooth Classic ve Bluetooth Low Energy (BLE) olarak iki farklı çeşidi bulunan kablosuz bir kişisel alan ağıdır(WPAN). Bluetooth Classic sürekli ve yoğun veri transferi amacıyla tercih edilirken enerji tüketimi BLE sürümüne göre oldukça fazladır. Bluetooth Classic ile veri alışverişi için standart seri haberleşme protokollerini kullanır, gönderilecek veri sunucu tarafında serileştirme işlemi (Serialization) gerçekleştirildikten sonra istemcide Deserialization yapılarak veri elde edilir. Bu işlem yapılırken gönderilmek istenen birden fazla veri birleştirilerek tek bir veri haline getirilip gönderilmeli, istemci taraf ise aynı sırada tekrar verileri çözümlemelidir. Bu istemci tarafının bilgisayar, Android ve iOS gibi mobil uygulamalar olduğu durumlarda göz önüne alındığında zahmetli ve hata yapılmaya çok açık bir durumdur.
BLE sürümü ise Nesnelerin İnterneti (IoT) alanında, düşük enerji kullanımı ile yoğun olmayan veri transferi amacıyla kullanılır. Enerji tüketimi uyku modları sayesinde Bluetooth Classic sürümüne göre oldukça azdır. Sadece veri transferi ihtiyacı olduğunda çalıştırılabilir, ihtiyaç olmadığında uyku modunda çok düşük enerji tüketimi sayesinde aynı kaynakla yıllarca çalışabilir. Nesnelerin İnterneti alanında iki cihaz arasındaki veri iletişimini standart hale getirmeyi amaçlayan GATT (Generic Attribute Profile) protokolü kullanılmaktadır. Bu sayede bir defa geliştirilen yazılım, bu protokolü kullanan diğer tüm ortamlarda kolaylıkla programlanabilmektedir.
Mevcut çalışmalar incelendiğinde Kablosuz haberleşme teknolojilerinden wifi, zigbee ve Bluetooth Classic kullanılarak takip sistemlerinin geliştirildiği görülmüştür. Enerji tüketimi ve istemci tarafındaki bilgisayar veya mobil platformlarda da kolay programlanabilirlik düşünüldüğünde Bluetooth Classic yerine BLE kullanılmasının daha avantajlı olacağı öngörülmüştür. BLE'deki GATT işlemleri Profil, Servis ve Karakteristik adlı üst düzey, iç içe nesnelere dayanır. GATT protokolünde izlenmesi amaçlanan her bir değer için önceden tanımlı servisler ve bu servislerin tanımlayıcısı olan 16 bitlik UUID'ler bulunmaktadır. Önceden tanımlı servisler kullanılarak, izlenmesi amaçlanan bu dört değerin her birinin ayrı ayrı isteklerle sunucudan alınması gerekmektedir. İstek sayısını azaltmak ve dolayısıyla bu esnada harcanan enerji tüketimini en düşük seviyeye indirmek amacıyla, önceden tanımlı servis kullanmak yerine özel (custom) servis tanımlanarak, bu dört değerin tek bir servis altında toplanması, dolayısıyla sunucuya gönderilecek tek bir istek ile, izlenmesi amaçlanan bütün verilerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu sayede enerji tüketimi BLE amacına uygun olacak şekilde en düşük seviyede tutulmuştur. Bu amaçla BLE kullanılarak güneş panelinin akım, gerilim, ortam sıcaklığı ve ortamda bulunan nem değerlerinin izlenmesi için GATT protokolü ile haberleşme yapılmıştır.
Bir panele ait veriler 07:00-18:00 arasında takip edilmiş ve veriler Bluetooth Classic ve BLE kullanılarak bir Raspberry pi cihazına aktarılmıştır. Aktarılan verilere göre veri gönderimi için harcanan enerji ile veri gönderim süreleri karşılaştırıldığında BLE'nin Bluetooth Classic'e göre avantajlı olduğu gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: photovoltaic, Güneş Paneli Takip sistemi, Solar Panel monitoring system, Bluetooth, BLE

ORAL PRESENTATION

Tomentosin impact in pancreatic cancer: it suppresses proliferation and metastasis

İlknur Çınar Ayan[1]* *(ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8763-0480)*, Ebru Güçlü[1] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5330-6159),* Hasibe Vural[1] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2564-7807),* Hatice Gül Dursun[1] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5115-4681*

[1]Necmettin Erbakan University, Meram Faculty of Medicine, Department of Medical Biology, Konya, Turkey

*Corresponding author e-mail: ilknrcnar@gmail.com

Abstract

Natural compounds obtained from plants have been used in the treatment of many diseases in humans. Tomentosin, a sesquiterpene lactone, is known to possess various biological activities. However, there are no detailed studies evaluating the potential anticancer activity of tomentosin in human pancreatic cancer cells. Therefore, in this study, we aimed to present the results regarding the antimetastatic effect of tomentosin. In this study, PANC-1 and MIA PaCa-2 pancreatic cancer cell lines were used for *in vitro* analysis. The XTT Cell Proliferation Assay was used to evaluate the effect of tomentosin on cell viability. For this purpose, PANC-1 and MIA PaCa-2 cell lines were treated with tomentosin in a dose and time (24, 48, 72 h) dependent manner. In order to evaluate the antimetastatic effect of tomentosin in pancreatic cancer cells, first RNA isolation, and then cDNA synthesis were performed. Alterations of the expression profile of target genes (MMP-2, MMP-9, TIMP1, TIMP2, CDH1 (E-cadherin), CDH2 (N-cadherin)) were calculated with "RT² Profiler ™ PCR Array Data Analysis". According to our results, it was determined that IC_{50} of tomentosin was 31.11 µM, 33.93 µM at 48 h on PANC-1, MIA PaCa-2 cell lines respectively. It was determined that TIMP2 gene expression increased 1.37 fold (p=0.000051) in tomentosin-treated PANC-1 cells. In MIA PaCa-2 cells, the gene expression levels of TIMP1, TIMP2 and E-cadherin increased 7.97 fold (p=0.000000), 5.06 fold (p=0.000000), 1.9 fold (p=0.004681), respectively. No significant change was detected in the mRNA expression levels of the other genes. Our research provides new and promising evidences that show that tomentosin has antiproliferative and antimetastatic effects on pancreatic human cancer cells. Tomentosin is a potential nutraceutical product that can be used for the treatment and prevention of cancer.

Keywords: Tomentosin, Pancreatic cancer, Metastasis, Cell viability, Natural compounds.

ORAL PRESENTATION

Güçlü kriptografik özelliklere sahip 8×8 S-kutuları için alt uzay tasarımı

Selçuk Kavut[1](*ORCID: 0000−0002−9460−1418*), Seher Tutdere[2*](*ORCID: 0000-0001-5645-8174*)

[1] Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Balıkesir, Türkiye
[*2]Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik, Balıkesir, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: stutdere@gmail.com

Özet

Bu çalışmada, simetrik kriptosistemlerde kritik öneme sahip S-kutuları (yerleştirme kutuları) için yüksek doğrusal olmama, düşük farksal birbiçimlilik, yüksek cebirsel derece gibi güçlü kriptografik özelliklere sahip S-kutularının bulunduğu yeni bir alt uzay tasarlanmıştır. Genel olarak, $n \times m$ büyüklüğünde bir S-kutusu $S: F_2^n \rightarrow F_2^m$ (veya eşdeğer olarak $S: F_{2^n} \rightarrow F_{2^m}$ ile de gösterilebilir), n biti m bite gönderen bir fonksiyon olarak düşünülebilir. F_{2^n} sonlu cismi $\mathrm{G}_i = \{x^{i+d}, x^{i+2d}, \ldots, x^{i+(k-1)d}\}$ yörüngelerine bölüntülenmiş olsun, burada $d, k > 1$, $i = 0,1, \ldots, d-1$, $2^n - 1 = dk$, x ise F_{2^n} cisminin primitif elemanıdır. Bu durumda, her $i, j = 0,1, \ldots, d-1$ ve $r, s = 0,1, \ldots, k-1$ için $S\left(x^{i+rd \,(\mathrm{mod}\, 2^n-1)}\right) = x^{j+sd \,(\mathrm{mod}\, 2^n-1)}$ iken $S\left(x^{i+(r+1)d(\mathrm{mod}\, 2^n-1)}\right) = x^{j+(s+1)d(\mathrm{mod}\, 2^n-1)}$ eşitliğini sağlayan S-kutuları, $V_{d,k}$ ile gösterilen bir alt uzay oluşturur. Çalışmamızda en yaygın kullanılan 8×8 büyüklüğündeki bijektif S-kutuları ele alınmış ve bu durumda olası tüm (d, k) değerleri için $V_{d,k}$ alt uzaylarında rasgele ve sezgisel arama gerçekleştirilmiştir. Tüm S-kutuları için arama uzayı 2^{1684} iken, bulunan $V_{3,85}, V_{5,51}, V_{15,17}, V_{17,15}, V_{51,5}, V_{85,3}$ alt uzaylarının büyüklükleri sırasıyla $2^{21.81}$, $2^{35.26}$, $2^{101.56}$, $2^{114.75}, 2^{338.29}, 2^{561.42}$ olarak hesaplanmıştır. Gerçekleştirdiğimiz arama sonucunda, bu alt uzaylar arasından en iyi kriptografik özelliklerin $V_{17,15}$ alt uzayında elde edildiği görülmüştür. Bulunan arama sonuçlarımız, literatürdeki sonuçlarla karşılaştırılmış ve tüm uzayda yapılan arama sonuçlardan daha iyi doğrusal olmama değerine sahip S-kutularının tasarlanan alt uzayda elde edilebildiği gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğrusal olmama, sezgisel arama, simetrik kriptografi, S-kutuları, sonlu cisim

Bu çalışma, Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: BAP 2018/092.

ORAL PRESENTATION

Sodyum aljinat ve poli(etilen glikol) bazlı hidrojellerin sentezi

Nisa Özel Ergün[1] *(https://orcid.org/0000-0001-7925-3112)*, Dilek İmren Koç[2] *(https://orcid.org/0000-0003-3657-3794)*

[1]Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, SİVAS, TÜRKİYE
Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, SİVAS, TÜRKİYE

e-mail: nisa_ozl@hotmail.com

Özet

Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen malzemeler, sürdürülebilir gelişmenin bir yolu olarak çeşitli alanlarda artan bir ilgi çekmektedir. Kontrollü ilaç salım teknolojisinde de, doğal polimer içeren malzemelere dayalı ilaç taşıyıcı sistemlerin olduğu tasarımlar sentetik malzemelerin yerini almaktadır. Özellikle son yıllarda iki veya daha fazla polimer bileşeninden oluşan (en az bir bileşenin doğal polimer olduğu) polimer karışımlarının fiziksel veya kimyasal çapraz bağlanma işlemi ile hidrojel formunda sentezlenmesi ve söz konusu hidrojellerin kontrollü ilaç salım uygulamalarına yönelik çalışmalarda bir artış gözlenmektedir. Bu çalışmada; Sodyum Aljinat (SA) doğal polimerinin, sentetik polimer olan Poli(etilen glikol) (PEG) ile ortak çözücüde farklı oranlarda polimer karışımları hazırlanmış ve polimer karışımlarına çapraz-bağlayıcı reaktif olarak glutaraldehit eklenerek hidrojeller formunda sentezlenmesi sağlanmıştır. SA/PEG hidrojellerinin sentezi; PEG molekül ağırlığı, çapraz-bağlayıcı reaktif oranları, SA oranı ve sıcaklık-zaman koşulları olmak üzere dört farklı parametrenin değişimine göre yürütülmüştür. Sentez aşamasında dört parametrenin sırayla değişiminin sonuç hidrojel yapıya etkisi takip edilmiştir. SA/PEG4000 karışımları için refraktif indeks yöntemi ile yapılan ön karışabilirlik testleri diğer SA/PEG6000, SA/PEG8000, SA/PEG10000 ve SA/PEG20000 karışımlarına uygulanmış ve hidrojel hazırlamada kullanılacak oranlar belirlenmiştir. %10-30 SA içeren ve %1 Glutaraldehit ile çapraz bağlı, 25 °C'de 12 saat + 37 °C'de 12 saat olacak şekilde kademeli ısıtma ile hazırlanmış SA/PEG karışım bazlı hidrojellerin pH sı 2-9 aralığında değişen tampon ortamlarda yapısal kararlılık gösterdiği anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sodyum Aljinat; Poli(etilen glikol); Hidrojel; Refraktif İndeks

*Bu araştırma Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Bölümü (M-782) ile desteklenmektedir.

ORAL PRESENTATION

Physiological responses of *Mirabilis jalapa* L. seedlings to salt stress

Şeyda Yılmaz, Serap Şahin Yiğit*, Ebru Bozlar, Muhittin Doğan

Department of Biology, Faculty of Arts and Sciences, Gaziantep University 27310 Gaziantep-TURKEY

*Corresponding author e-mail: serap.syigit@gmail.com

Abstract

In this study, physiological responses of *M. jalapa* seedlings grown in hydroponic medium under controlled conditions to different NaCl concentrations were determined. For this purpose, *M. jalapa* seeds were germinated in a perlite medium at 25±1 ºC in a climate cabinet. Four-week-old seedlings were transferred to 2-liter water culture vessels containing 10% nutrient solution and subjected to a one-week acclimation process. Then, the seedlings were exposed to NaCl concentrations of 0, 5, 25 and 50 mM for one week. It was found that the growth and development of the seedlings showed changes depending on the applied NaCl concentrations. Especially the increased salt concentration caused some toxicity symptoms in the roots and shoots of the seedlings. It was determined that chlorophyll-a, chlorophyll-b and carotenoid contents decreased up to 30.6%, 37.4% and 44.6%, respectively, compared to controls. Accordingly, it was concluded that especially high NaCl concentrations caused decreases in growth and photonsynthetic pigment contents of *M. jalapa* seedlings.

Key words: *Mirabilis jalapa* L., NaCl stress, photonsynthetic pigments, growth

ORAL PRESENTATION

Assessing toxicity of bisphenol A on *Lemna gibba* L.

Serap Şahin Yiğit*, Şeyda Yılmaz, Muhittin Doğan

Department of Biology, Faculty of Arts and Sciences, Gaziantep University 27310 Gaziantep-TURKEY

*Corresponding author e-mail: serap.syigit@gmail.com

Abstract

This study was carried out to evaluate the toxic effects of different bisphenol A (BPA) concentrations on *Lemna gibba*, a free floating macrophyte. Macrophytes were collected from natural water sources in Gaziantep province (Turkey). Macrophytes brought to the laboratory were acclimated under controlled conditions (light level of ~120 $\mu E.m^{-2}.s^{-1}$, temperature of 25±1°C) in containers containing 10% nutrient solution for one month. The macrophytes were then exposed to concentrations of 0, 1.5, 17.2 and 50 mg/L of BPA for one week. The growth and development of the macrophyte was adversely affected, especially by the high BPA concentration. Compared to controls, the highest reductions in chlorophyll-a, chlorophyll-b and carotenoid contents were 43.7%, 34.3% and 40.5%, respectively, at 50 mg/L BPA concentration. Non-protein sulfhydryl group contents increased under the influence of BPA. In addition, hydrogen peroxide and malondialdehyde contents were found to be the highest at 17.2 BPA content. The results showed that especially high BPA concentrations have toxic effects on *L. gibba*.

Key words: *Lemna gibba* L., bisphenol A, oksidative stress, tokxicity

ORAL PRESENTATION

Biosynthesis and characterization of Cu-Ni nanoparticles

Ceren Atila Dinçer[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0749-953X*)

[*1] Ankara University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Ankara, Turkey.

*Corresponding author e-mail: catila@eng.ankara.edu.tr

Abstract

Metal/metal oxide nanoparticles can be synthesized by many physical and chemical methods like electrochemical reduction, pyrolysis and micro emulsions. These methods have some drawbacks such as including toxic materials and high energy consumption. To overcome these drawbacks, biosynthesis studies are carried out by using plant extracts and microorganisms.
In this study, copper/copper oxide (Cu/CuO), nickel/nickel oxide (Ni/NiO) and CuNi bimetallic nanoparticles were biosynthesized by "*Cetraria Islandica* (L.) Ach." lichen extract. The effect of pH (2-12), reaction temperature (25, 75, 85, 95 °C) and time (1.5-6 h) were investigated as synthesis parameters. The synthesized nanostructures were characterized by UV-Vis (ultraviolet visible) spectroscopy, Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), scanning electron microscopy - energy dispersive X-ray spectroscopy (SEM-EDX) and transmission electron microscopy (TEM). The particle size of nanoparticles synthesized at 95 °C, pH 12 and time of 1.5 hours was obtained under 100 nm.

Keywords: Metal/metal oxide nanoparticles, copper (Cu), nickel (Ni), *Cetraria Islandica* (L.) Ach., biosynthesis.

ORAL PRESENTATION

Molecular Approaches in the Relationship between Obesity and Lipopolysaccharide

Ayla EREN[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5521-6402)*, Mehmet VAROL[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2565-453X),* Filiz ALTAN[1*](*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6358-2448)*

[1] Mugla Sitki Kocman University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and Genetics, Mugla, TURKEY.

*Corresponding author email: afiliz@mu.edu.tr

Abstract

Obesity is an important health problem that results in excessive fat storage in the body when the energy intake is higher than the energy spent and is associated with the risk of many chronic diseases including type 2 diabetes, insulin resistance, cardiovascular diseases and cancer. Insufficient physical activity, increased stress, high body mass index (BMI) and changes in intestinal microbiota composition appear as important factors in the increase of obesity. Adverse changes in the intestinal microbiota composition increase the absorption of bacterial endotoxins and circulating lipopolysaccharides (LPS). The increase in the amount of LPS in the circulation is directly associated with obesity by causing low-grade inflammation. In addition, high fat intake triggers an increase in the amount of bacteria containing lipopolysaccharides and plays a role in the activation of pathways involved in the formation of metabolic diseases. According to the studies in the literature, it has been determined that macrophages and pro-inflammatory cytokines such as TNF-α, IL-2, IL-6, GLP-1 and MCP-1 are involved in cell signaling mechanisms associated with LPS and obesity. Consequently, there is a direct relationship between obesity and the amount of lipopolysaccharides, including cellular signaling mechanisms, and lipopolysaccharides can be used in *in vitro* models of obesity. It is therefore aimed to present a future perspective by bringing together the literature data of molecular studies on the mechanism of action of lipopolysaccharides and their relationship with obesity.

Keywords: Inflammation, Lipopolysaccharide, Obesity

ORAL PRESENTATION

Atık ve gübre özellikli doğal maddelerden biyobozunur malç film elde edilmesi ve özelliklerinin incelenmesi

Fatih Küçükuysal[1] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0002-4466-3557) ,
Mithat Çelebi[2] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2013-5354)*

[1]Yalova Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Polimer Malzeme Mühendisliği A.B.D, Yalova, Türkiye
[2]Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Polimer Malzeme Mühendisliği, 77200, Yalova, Türkiye

Sorumlu yazar e mail: fkuysal@gmail.com

Özet

İklim değişimi ve kimyasal atıklar en çok tarımı etkilediğinden toprağın ve bitkinin korunması ekonomik ve ekolojik açıdan daha önemli bir hale gelmiştir. Nüfusun ve tüketimin de hızla artmasıyla geniş tarım arazilerinde alternatif çözümler aranır olmaktadır. Malç filmler toprakta nemi muhafaza ederken aynı zamanda bitkiyi yabancı ot ve asalak böceklerden korumakta, çoğu sağlığa zararlı olan pestisit kullanımını da en aza indirmektedir. Geleneksel olarak bitkisel atıklardan yapılan malçlama faaliyeti günümüzde daha çok petrol türevli polimerik filmlerle yapılmaktadır. Ancak son zamanlarda BM Sürdürülebilir Kalkına Hedefleri ve Avrupa Yeşil Mutabakatı çerçevesinde ülkeler ve üreticiler sıfır emisyon ve sıfır atık vizyonuna uygun olarak daha çevreci ürünlere yönelmekte, malçlama özelinde de doğal polimer malzemelerden üretilen biyobozunur malç filmler giderek yaygınlaşmaktadır. Ancak bu malzemelerin hidrofilik karakterleri, çok hızlı bozunma süreleri, yetersiz mukavemetleri, ısı-ışıktan hızlı etkilenmeleri ve üretimi daha az olduğundan maliyetleri gibi termal, mekanik ve ekonomik dezavantajlarının olduğu da bir gerçektir. Bu çalışmada, Polivinilalkol ve poli(laktik asit) (PLA) polimerleri matriks, atık deniz çayırı ise bitkisel dolgu maddesi olarak kullanılmış ve filmler çözeltiden döküm yöntemi ile hazırlanmıştır. Bazı numunelerde poli(etilen glikol) (PEG) 6000 ve 1500 plastikleştirici olarak kullanılmıştır. Mekanik ve termal testleri değerlendirilip biyobozunma süreçleri ve gübre özelliğinin olup olmadığının anlaşılması için toprakta bozunma ve çimlenme deneyleri gerçekleştirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Atık, PLA, PVA, Biyobozunur, Malç film, Gübre

ORAL PRESENTATION

Adsorptive removal of acetaminophen from aqueous solution by activated carbon produced from *Cordia myxa*

Firas R. Abdulrahim [1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5671-2248*), Feryal Akbal [2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6871-928X*)

[*1] Ondokuz Mayıs University, Department of Environmental Engineering, Samsun, Turkey.
[2] Ondokuz Mayıs University, Department of Environmental Engineering, Samsun, Turkey.

*Corresponding author e-mail: firas.rawan.en@gmail.com

Abstract

The purpose of the study was to evaluate the adsorption of acetaminophen (ACP) from aqueous solution using activated carbon produced from *Cordia myxa (C. myxa)* as an alternative adsorbent. In the adsorption experiments, the activated carbon was produced from *C.myxa* by NaOH activation, with impregnation ratio of 1:3 (NaOH:char (w/w)). Experimental studies showed that the activated carbon has a high adsorption capacity for acetaminophen. The effect of operating parameters like solution pH, amount of adsorbent and reaction time on adsorption efficiency was investigated, and kinetics of adsorption was determined. The maximum removal efficiency of the ACP was observed at pH 3, initial concentration of 100 mg/L, adsorbent dose of 1 g/L and reaction time of 60 min. The adsorption data followed pseudo-second order kinetic model. The results demonstrated that agricultural fruit waste *C. myxa* may be utilized effectively in the production of activated carbon for the removal of ACP from aqueous solution.

Keywords: Adsorption, *Cordia myxa*, Acetaminophen, Kinetics, Activated carbon

ORAL PRESENTATION

Single-cell analysis of ciprofloxacin-treated escherichia coli cells in heterogeneous microenvironments

Sumeyra Vural Kaymaz[1*] (*https://orcid.org/0000-0003-0521-7260)*
Meltem Elitas[1,2] (*https://orcid.org/0000-0001-6502-6314*)

[1]Sabanci University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Istanbul, TURKEY
[2]Sabanci University Nanotechnology Research and Application Center, Istanbul, TURKEY

*sumeyra@sabanciuniv.edu

Abstract

Understanding the interactions between bacteria and drug compounds in heterogeneous microenvironment will provide valuable information to reveal the mechanism of diseases, emerged antibiotic resistance, and develop new treatment strategies for infectious. One of the major limitations relies on the traditional methods and tools that we use to investigate the rare cells and specific events in biology particularly in mimicking natural microenvironments of bacteria that antibiotic treatment is performed. Mostly, hindered transitions from sensitive to resistive events for a bacterial population either cannot be recapitulated as they occur in real-life conditions, or these events, such as onset symptoms of infections are masked by mass of the cells or events in the population. Majority of the conventional techniques are neither adequate to be selective, specific, and quantitative, nor feasible to mimic natural infection progress. To overcome these limitations, we randomly placed ~10 μm silica particles on agar pads to create heterogeneous topographies and monitored behavior of Escherichia coli cells under the influence of ciprofloxacin. Ciprofloxacin is a broad-spectrum antibiotic of fluoroquinolone class that inhibits cell division. We acquired time-lapse images of the cells using inverted fluorescent microscope. We then performed single-cell analysis using ImageJ/Fiji software and MicrobeJ plugin. We quantified behavior of bacteria for the pre-antibiotic, antibiotic, and post-antibiotic conditions. We measured cellular division, elongation, deformation, directionality, and analyzed trajectories of single cells in the absence and presence of ciprofloxacin. We finally compared efficacy of ciprofloxacin when bacteria were grown in homogeneous and non-homogenous microenvironments.

Keywords: antibiotic resistance, ciproflaxacin, single-cell analysis, microenvironment

ORAL PRESENTATION

Sıcaklık ve UV stres faktörleri maruziyetlerine karşı döteryum oksitin (D_2O) triptofanın absorbans davranışı üzerine etkilerinin araştırılması

Nesibe Nur Yalçın[1] (*ORCID: 0000-0002-6068-3523*), Büşra Çalık[1] (*ORCID: 0000-0002-4230-7452*), Kübra Ekmekçi[1] (*ORCID: 0000-0002-0322-1787*), İsmail Hakkı Tekiner[1,2*] (*ORCID: 0000-0002-7248-2446*)

[*1]İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye
[21]İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Gıda ve Beslenme Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: ismail.tekiner@izu.edu.tr

Özet

Döteryum oksit(D_2O) normal suyun doğada eser miktarda (%0.015) bulunan ve farklı fiziko-kimyasal özelliklere sahip izotopudur. Nükleer reaktörlerde reaksiyon hızı ve ısısını düzenlemek için kullanılan D_2O, biyolojik ve klinik bilimler için fırsatlar sunmaktadır. Bir amino asidin sahip olması gereken temel özellik kararlı forma sahip olmasıdır. Bu çalışmanın amacı, D_2O'nun, sıcaklık ve ultraviyole (UV) streslerine maruz bırakılan triptofanın absorbans davranışı üzerine etkilerini araştırmaktır. Bu bağlamda, 10.2 mg triptofan ve 5.7 mg yumurta akı, 176 mg triptofan/100 g yumurta akı içeriği esas alınarak, 1 mM çözeltiler hazırlamak için, 50'şer ml (a)etil alkol ve distile su ($X_{Etil\ alkol}$: 0.30 ve $X_{Distile\ su}$: 0.70) ile (b)etil alkol, distile su ve D_2O ($X_{Etil\ alkol}$: 0.30, $X_{distile\ su}$: 0.66 ve X_{dH2O}: 0.04) içeren cam tüplerde çözdürülmüştür. Çözeltiler 5.000 rpm hızında 60 dk santrifüj edilmiş ve berrak solüsyonlar 0.22 µm filtreden geçirilmiştir. İşlem görmemiş filtratların UV-vis spektrometre ile triptofanın 280 nm dalgaboyuna karşılık gelen absorbans okumaları alınmıştır. Bu işlemden sonra, her bir filtrat iki eşit miktara bölünerek sırasıyla; (a) 280-400 nm/80 dk UV ışık ve (b)57°C/18 saat sıcaklık streslerine maruz bırakılmıştır. Maruziyetler sonrası UV-vis spektrometre okumaları aynı koşullarda tekrarlanmıştır. Çözeltilerin (triptofan UV absorbans referans dalga boyu 280 nm için), yalın, D_2O ilaveli UV ışıma ile sıcaklık stresleri absorbans değerleri, saf triptofan çözeltisi için sırasıyla 89 nm, 102 nm ve 3.000 nm ve yumurta akı içeren çözelti için ise 480 nm, 480 nm ve 2.733 nm olarak ölçülmüştür. Elde edilen bulgular, D_2O içeren triptofan ve yumurta akı çözeltilerinin termal maruziyetine karşı UV stresten daha farklı tepki gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu bağlamda, D_2O, polarlanabilirliği düşük olduğu için, normal suya göre dağılma kuvvetinin düşük olması ya da aminoasit yapının su molekülleri ile Van der Waals etkileşim kuvvetinin azalması ve stabilitesinin artması anlamına gelmektedir. D_2O ve biyomoleküllerin zorlu koşullarda birlikte nasıl davranacaklarının anlaşılması ve D_2O'nun sunabileceği olası potansiyelin anlaşılması için ileri dönük araştırmalara gerek olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Döteryum oksit, Triptofan, Sıcaklık, UV, UV absorbansı

ORAL PRESENTATION

Fabrication and Characterisation of InGaAs Gunn Diode-Based Light Emitting Device

Goksenin KALYON[1] (*ORCID:* https://orcid.org/*0000-0002-0131-7603*), Selman MUTLU[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4443-3524)*, Izel PERKITEL[2] (ORCID :https://orcid.org/0000-0001-8129-655X), Ilkay DEMIR[2] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0002-2224-989X), Ayse EROL[1] *(ORCID:* https://orcid.org/*0000-0003-4196-1791*)

[*1] Istanbul University, Science Faculty, Department of Physics, 34134 Fatih Vezneciler, Istanbul, Turkey
[2] Sivas Cumhuriyet University, Nanophotonics Research and Application Center, 58140 Sivas, Turkey

Corresponding author e-mail: gokseninkomurcu@istanbul.edu.tr

Abstract

In this study, we have investigated emission characteristic of InGaAs- based light emitter that depends on Gunn effect observed from domain transition along the device. The devices were grown were grown by the Metal Organic Vapour Phase Epitaxy (MOVPE) and defined in a simple bar structures with different channel widths using standard pholithograpy techniques. In the high-speed Current – Voltage measurements, the threshold electric field was determined from the beginning of the Negative Differential Resistance (NDR). Electrical measurements were conducted at a pulse width of applied voltage of 20ns, 40ns and 60ns. At the onset of NDR, Gunn oscillations have observed with a period of approximately 1,6 ns. At around the electric field value of NDR, InGaAs light emitters have started emitting. Above threshold electric value a dractic increase at the emission has been observed. Based on the Gunn effect, InGaAs light emitting devices are observed to be emitted at a wavelength of about 1600 nm.

Keywords: Gunn effect, Gunn diode, Gunn oscillations, NDR, Gunn light emitting device, InGaAs-based Gunn diode

ORAL PRESENTATION

Miselyumun atıksu arıtımında kullanılabilirliğinin incelenmesi ve renk giderim potansiyelinin belirlenmesi

Bengisu Ciftcioglu-Gozuacik[1*] (*ORCID:0000-0002-6332-1077*), Cigdem Balcik[2] (*0000-0002-0867-2122*), Ahmet Erdem *(0000-0003-0538-2987)*, Bahar Ozbey-Unal *(0000-0002-9733-9021)*

[*1]Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye
[*2]Gebze Teknik Üniversitesi, Enerji Teknolojileri Enstitüsü, Kocaeli, Türkiye
[*3]Gebze Teknik Üniversitesi, Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: bciftcioglu@gtu.edu.tr

Özet

Endüstriyel kaynaklı atıksuların en başında yüksek kirliliğe sahip tekstil atıksuları gelmektedir. Tekstil atıksuları yüksek konsantrasyonlarda boya içermekte olup, su kaynaklarına deşarjları hem toksikolojik hem de estetik açıdan endişe vericidir. Metilen mavisi tekstil endüstrisinde oldukça yaygın kullanılmakta olup maruz kalınma durumunda, göz yanıklarına, solunum komplikasyonlarına, mide bulantısına, kusmaya, aşırı terlemeye, zihinsel karışıklığa ve methemoglobinemiye neden olabilmektedir. Boya giderimi için çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma yöntemleri kullanılabilmektedir. Ayrıca bazı mantarlardan üretilen miselyum biyodegredasyon yoluyla atıksulardan kirletici giderimi gerçekleştirebilirler. Bu çalışmada ekonomik, yenilikçi ve çevre dostu sıvı miselyum kültürünün üretilmesi ve metilen mavisi gideriminde kullanılması araştırılmıştır. Miselyum, okul kampüsünden ağaç kabuğundan izole edilen mantar örneğinden PDA (patates dekstroz agar) agara ekilerek elde edilmiştir. Miselyumun agarda yaklaşık 5 günde gözlenmesini takiben, sıvı agara ekimi gerçekleştirilmiştir. Sıvı ortama aktarılan miselyumun yaklaşık 10 gün 28°C'de karanlık ortamda çoğalması sağlanmıştır. Boya giderim çalışmalarında çoğaltılan bu sıvı miselyum kültürü aşı olarak kullanılmıştır. Miselyumun boya gideriminde etkisinin belirlenmesi ve aktif çamur ile kıyaslanması için dört farklı kesikli reaktör kurulmuştur. Boyar madde olarak sentetik olarak hazırlanan metilen mavisi çözeltisi kullanılmıştır. Bu reaktörler sırasıyla yalnızca pepton, boya ve pepton, yalnızca boya ve aktif çamurla aşılanan peptonlu boya ile beslenmiştir. En yüksek boya giderim verimi pepton ve boya karışımı ile beslenen miselyum reaktöründe %90'nın üzerinde gözlenmiştir. Yalnızca boya ile beslenen miselyum reaktörünün pepton-boya karışımı ile beslenen reaktöre göre oldukça düşük boya giderim performansı sergilediği gözlenmiştir. Ayrıca askıda katı madde tayini ile reaktörlerdeki miselyum konsantrasyonu artışı izlenmiş ve boyar maddenin miselyum çoğalmasına inhibisyon etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Miselyum, atıksu arıtımı, renk giderimi, boyar madde.

ORAL PRESENTATION

Optical and electrical characterızatıon of InGaAs epitaxial layers

Saleh Mohammad AMINI[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5801-4902) , Goksenin KALYON[1] (*ORCID:* https://orcid.org/*0000-0002-0131-7603*), Selman MUTLU[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4443-3524)*, Izel PERKITEL[2] (ORCID :https://orcid.org/0000-0001-8129-655X), Ilkay DEMIR[2] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0002-2224-989X), Ayse EROL[1] *(ORCID:* https://orcid.org/*0000-0003-4196-1791*)

[*1] Istanbul University, Science Faculty, Department of Physics, 34134 Fatih Vezneciler, Istanbul, Turkey
[2] Sivas Cumhuriyet University, Nanophotonics Research and Application Center, 58140 Sivas, Turkey

Corresponding author e-mail: aminisaleh18@gamail.com

Abstract

InGaAs alloy is a semiconductor material that is used commercially in detectors operating in the IR region by changing the composition of the In in a controlled growth processes, by tailoring the bandgap to about 0.75eV. The bandgap corresponds to around 1.60 μm, and it has the potential to be used as an optoelectronic device that radiates around this wavelength. In this study, optical and electrical characterization of In0.53GaA0.47As epilayer with different thicknesses and carrier consantrations grown on semi-insulator InP using Metal Organic Vapour Phase Epitaxy (MOVPE). Tempereture dependence of bandgap of the samples were obtained using photoluminescence measurements. Hall effect was used to determine carrier concentrations, and carrier mobilities at the temperature range between 77K-300K.

Keywords: InGaAs¸ band gap¸ carrier mobility¸ carrier concentration¸ photoluminescence¸ Hall effect

ORAL PRESENTATION

Structural, magnetic and magnetocaloric properties of $La_{0.85}Na_{0.15}MnO_3$ manganite

M. Selim Aslan* (*ORCID:https://orcid.org/0000-0001-7086-9105)*, Selda Kılıç Çetin (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4112-4475*) and Ahmet Ekicibil **(***https://orcid.org/0000-0003-3071-0444)*

Çukurova University, Faculty of Arts and Sciences, Physics Department, Adana, Turkey.

*Corresponding author e-mail: mehmetselimaslan34@gmail.com

Abstract

Magnetic cooling technology is based on the principle of the magnetocaloric effect (MCE), which occurs with a reversible temperature change in a material when exposed to an adiabatically changing magnetic field [1]. Perovskite manganites have a general formula of $RE_{1-x}A_xMnO_3$, where RE stands for a trivalent rare earth ion, A stands for a divalent alkaline earth ion such as Ca, Sr, Ba or for a monovalent alkali metal Na, K, etc. They have attracted great interest over the last two decades due to their interesting physical properties such as the colossal magnetoresistance effect and MCE [2]. In this study, the structural, magnetic and magnetocaloric properties of $La_{0.85}Na_{0.15}MnO_3$ manganite were investigated. Sol-gel method was used during the production of the material, and X-Ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscope (SEM) and Energy Dispersive X-Ray Spectrometer (EDX) measurements were carried out to examine the crystal structures and surface morphologies. From XRD measurements, it was determined that the crystal structure of $La_{0.85}Na_{0.15}MnO_3$ manganite is hexagonal. Atomic percentage values were determined for each compound from the EDX analysis. In order to determine the Curie temperature (T_C), temperature dependent magnetization measurements were carried out. As a result of the measurements, the T_C value of $La_{0.85}Na_{0.15}MnO_3$ manganite was determined as 311 K. The maximum magnetic entropy change value of sample is determined as 5.64 $Jkg^{-1}K^{-1}$ in an applied magnetic field of 5T.

Keywords: Magnetocaloric effect, Manganite, Curie temperature, Magnetic entropy change.

ORAL PRESENTATION

MALDI-TOF MS ile serbest hafif zincir analiz yöntemi geliştirilmesi

Zelal Zuhal Kaya[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1415-3708), Emel Akgun[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2750-6939), Mete Bora Tuzuner[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8924-4850), Betul Sahin[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8663-5741), Meltem Kilercik[1,2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6837-8892), Fehime Benli Aksungar[1,2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7954-7177), Mustafa Serteser[1,2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7868-7613), ve Ahmet Tarik Baykal[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8814-7351)

[1, *] Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Bölümü, İstanbul, Türkiye.
[2] Acibadem Labmed Klinik Laboratuvarları, İstanbul, Türkiye.

*Sorumlu yazar e-mail: ahmet.baykal@acibadem.edu.tr

Özet

Serbest hafif zincirlerin (*free light chain*-FLC) ölçümleri, plazma hücre bozukluklarının tanı ve tedavisinde kullanılan kriterlerden biridir. Ancak, rutin kullanılan FLC tahlilleriyle ilgili analitik sınırlamalar mevcuttur. Bu çalışmanın amacı, yeni geliştirdiğimiz kütle spektrometresi temelli bir FLC yönteminin tanısal etkinliğini değerlendirmektir. Geliştirdiğimiz MALDI-TOF-MS temelli FLC yöntemi ile Freelite FLC testi (The Binding Site, Birmingham, UK) 10 örnekte karşılaştırıldı. İki yöntemle elde edilen sonuçlar arasındaki korelasyon ve uyum derecesini değerlendirmek için istatistiksel analizler yapıldı. FLC kappa/lambda (κ/λ) oranı için korelasyon değeri 0,86; uyum değerlendirmesinde ise Cohen's kappa değeri 0,83 olarak bulundu. Ayrıca referans yöntemle elde edilen verilerle uyumlu olarak duyarlılık %100, özgüllük ise %75 olarak elde edildi. Oluşturduğumuz MALDI-TOF-MS temelli FLC platformunun, serbest hafif zincir analizlerinde daha düşük maliyetli, daha hızlı ve daha hassas bir analitik prosedürle ölçüm sağlayarak klinikte önemli bir rol oynayacağına inanıyoruz.

Anahtar Kelimeler: Serbest hafif zincirler, plazma hücre bozuklukları, MALDI-TOF-MS, metot kıyaslama

ORAL PRESENTATION

Tuz Gölü çevresinde yayılış gösteren endemik *Centaurea tuzgoluensis* (Asteraceae)'in fitoremediasyon uygulamalarında kullanılabilirliğinin belirlenmesi amacıyla bazı ağır metal (Fe, Ni, Cu ve Zn) içeriklerinin araştırılması

Aynur Demir[1*] (*ORCID*: *https://orcid.org/0000-0002-7856-2789),* Adeleh Rashidi[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4831-7539*), Gökçen Baysal Furtana[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6931-2430*), Ebru Doğan Güner[4] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8837-3877),* Mehtap Tekşen[5] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0191-4229)*

[*1] Aksaray Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, Aksaray, Türkiye
[2] Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye
[3]Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara, Türkiye
[4] Gazi Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Dişçilik Hizmetleri Bölümü, Ankara, Türkiye
[5] Aksaray Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Aksaray, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: aynurdemir@aksaray.edu.tr

Özet

Tüm göl yüzeyi ve çevresindeki su yatakları ile bazı önemli komşu bozkır alanları da dahil olmak üzere Türkiye'nin Özel Çevre Koruma Alanı olarak ilan edilen Tuz Gölü, sahip olduğu flora ve faunasıyla dünyanın en önemli doğal alanlarından biridir. Büyük bir bölümü tuzlu topraklar ile kaplı olan bölge, tarıma uygun olmayan verimsiz araziler gibi görünse de tuzlu topraklarda yaşayabilme kabiliyetine sahip halofit bitkiler için önemli bir yaşam alanıdır. Ancak bu alanlarda yetişebilen halofit bitki türleri çeşitli kirlilik ve insan etkisiyle yok olma tehlikesi ile karşı karşıyadır. 1997-1999 yıllarında farklı araştırıcılar tarafından Aksaray-Eskil ve Konya-Gölyazı çevrelerinden toplanan, 2006 yılında bilim dünyasına tanıtılan ve nesli tehlike altında olan endemik *Centaurea tuzgoluensis* de bunlardan biridir. Bu çalışmada Aksaray-Eskil'den toplanan *Centaurea tuzgoluensis*'in nikel (Ni), çinko (Zn), bakır (Cu) ve demir (Fe) ağır metal içeriklerinin belirlenmesi ve fitoremediasyon yönünden değerlendirilebilirliği amaçlanmıştır. 2021 yılının Haziran-Ekim ayları arasında yapılan 5 farklı arazi çalışmasında alandan toplanan bitki örnekleri Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği LA-ICP-MS Laboratuvarlarında toprak üstü ve toprak altı kısımlarına ayrılarak 4 ağır metal içeriğinin analizi yapılmıştır. Toplanan noktaya, zamana ve bitki kısmına (toprak üstü veya toprak altı) bağlı olarak analizi yapılan ağır metallerin miktarının değiştiği görülmüştür. Ni, Zn, Cu ve Fe'in Eylül ve Ekim aylarında vejetasyon süresinin ilerlemesine bağlı olarak örneklerde yükseldiği belirlenmiştir. Ayrıca, tüm vejetasyon döneminde toprak altı kısımlarının toprak üstü kısımlarına oranla daha fazla birikim yaptığı tespit edilmiştir. Ölçülen ağır metallerin FAO/WHO'nun standart değerlerinden yüksek olduğu belirlenmiştir. Bölgenin Eskil ilçesine ait geçmişte çöp toplama alanı olarak kullanılmış olması, doğalgaz depolama tesisine ve Tuz Gölü'nün güneyinde ilçeye bağlı rekreasyon alanına ulaşımın bu bölgeden sağlanması nedeniyle yolun aktif şekilde kullanılıyor olması ağır metal birikimini artıran sebeplerdendir. Bu çalışma, fitoremediasyonda kullanılabilirlik amacıyla endemik *Centaurea tuzgoluensis* üzerinde yapılan ilk belirlemelerdir. Gelecekte yapılabilecek fitoremediasyon uygulamalarında ve biyomonitoring çalışmalarına önemli katkılarda bulunacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Centaurea tuzgoluensis*, Tuz Gölü, fitoremediasyon, ağır metal

ORAL PRESENTATION

Synthesis of new crown ether compound and sodium complex, investigation of structures by spectroscopic and thermogravimetric methods

Serhat Koçoğlu[1,2*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3590-9084.*)

[*1]Başkent University, Kahramankazan Vocational School, Food Processing Department, Ankara, Turkey.
[2]Ankara University, Faculty of Science, Department of Chemistry, Ankara, Turkey.

*Corresponding author e-mail: serhatkocoglu@baskent.edu.tr

Abstract

Since Pedersen's discovery, crown ethers have received great attention for their structural properties as well as their selective properties for alkali and alkaline earth metal cations [1,2]. As a result of the combination of heterocyclic compounds with crown ether compounds, crown ethers gain the ability to give complexes outside the ring. In this way, ditopic compounds that can give complexes with alkali metals through the crown ether ring and with transition metals through heteroatom-containing side groups can be obtained [3].

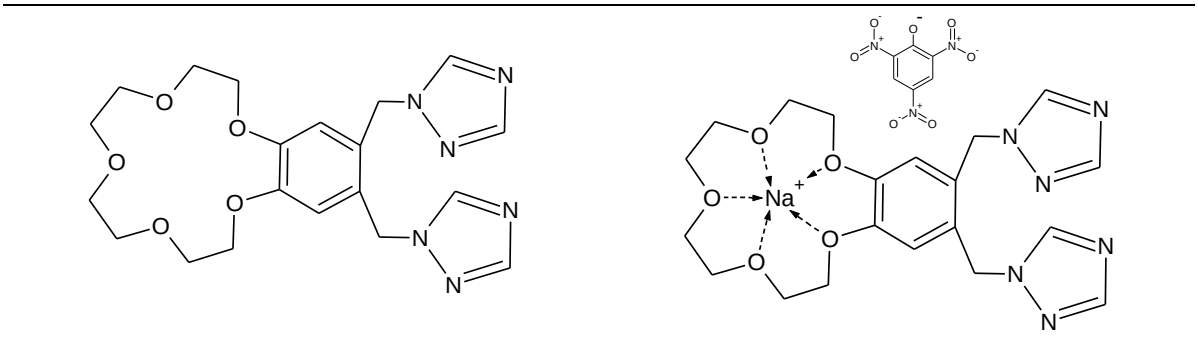


Figure 1. Synthesized compounds; a) new crown ether ligand, b) sodium complex

In this study, the starting compound (4′,5′-bis(bromomethyl)benzo-15-crown-5) was synthesized according to the literature with a three-step reaction. Then the starting compound was reacted with the sodium salt of the triazole to obtain the new crown ether ligand (Fig. 1a). The sodium complex was synthesized from the reaction of the crown ether ligand with sodium picrate in ethanol (Fig. 1b). As expected, the filling (1:1; ligand:metal) complex was obtained with the sodium ion of the appropriate size for the crown ether ring diameter and picrate was observed in the structure as a neutralizing anion. The synthesized compounds were characterized by using spectroscopic methods (FTIR, HR/MS, ^{1}H-NMR and ^{13}C-NMR) and their thermogravimetric properties were examined. In addition, the differentiation in particle shapes of the synthesized ligand and sodium complex was determined by scanning electron microscopy.

Keywords: Crown ether, sodium complex, spectroscopy.

References:

[1] Pedersen, C.J. and Frensdorff, H.K. 1972. Macrocyclic polyethers and their complexes. Angew. Chem. Int. Ed. Engl., 11, 16-26.
[2] Gokel, G.W. 2004. Crown Ethers. Encyclopedia of Supramolecular Chemistry. J., Atwood and J., Steed (eds), Marcel Dekker, 326-333, Northwest.
[3] Koçoğlu, S., Ogutcu H., Hayvalı Z. 2019. Photophysical and antimicrobial properties of new double-armed benzo-15-crown-5 ligands and complexes. Res. Chem. Int., 45(4), 2403-2427.

ORAL PRESENTATION

Amperometric dopamine sensor based on poly-L-tryptophan, c-MWCNT and ITO nanoparticles

İrem OKMAN KOÇOĞLU[1,2*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6071-9795*)

[*1]Karabük University, Faculty of Science, Department of Chemistry, Karabük, Turkey.
[2]Ankara University, Faculty of Science, Department of Chemistry, Ankara, Turkey.

*Corresponding author e-mail: iremokman@karabuk.edu.tr

Abstract

Dopamine (DA) is a catecholamine that plays important roles in the central nervous, renal and cardiovascular systems. DA is called a neurotransmitter because it takes part in signal transmission in the central nervous system [1,2]. DA also has critical effects on memory, learning, attention span, emotions and movements. Abnormal levels of DA causes various diseases such as schizophrenia, drug addiction, Parkinson's and Alzheimer's diseases. Therefore, DA determination with a fast, easy and sensitive method is very important. For this purpose, electrochemical methods have been frequently used recently as an alternative to time-consuming and high-cost traditional methods such as capillary electrophoresis, liquid chromatography, and spectrophotometry [2-4].

In this work, an amperometric sensor based on poly-L-tryptophan (PLT), carboxylated multi-walled carbon nanotubes (c-MWCNT) and indium tin oxide nanoparticles (ITO) was prepared for dopamine detection. For this purpose, PLT was formed on the GCE surface by electrochemical polymerization of L-tryptophan. Modified electrodes were prepared by dropping the suspension prepared by dispersing c-MWCNT and ITO nanoparticles in chitosan onto PLT-modified GCE and named as c-MWCNT-ITO/PLT/GCE. The electrode surface composition was optimized by determining the effect of the number of cycles in the electrochemical polymerization step and the amount of c-MWCNT and ITO nanoparticles on the sensor response. By evaluating the amperometric current responses of the modified electrodes, the optimum pH was determined as 8.0 and the optimum potential as +0.30 V. Under optimum conditions, c-MWCNT-ITO/PLT/GCE showed a linear response to dopamine in the range of 5.0×10^{-7}-4.7×10^{-4} M with a detection limit of 4.8×10^{-7} M and sensitivity of 40.08 µA mM^{-1}. c-MWCNT-ITO/PLT/GCE also showed good stability, reproducibility and repeatability. In order to investigate the applicability of the c-MWCNT-ITO/PLT/GCE in real sample analysis, DA was detected in dopamine hydrochloride injection using the standard addition method and the mean recovery was calculated as 100.9∓1.7%. The results showed that presented sensor is a promising approach for quantification of DA.

Keywords: Dopamine, amperometric sensor, poly-L-tryptophan, c-MWCNT, ITO nanoparticles.

References

[1] S.J. Li, D.H. Deng, Q. Shi, S.R. Liu. Microchimica Acta, 2012, 177, 325-331.
[2] Q.J. Gong, H.X. Han, Y.D Wang, C.Z. Yao, H.Y. Yang, J.L. Qiao. New Carbon Materials, 2020, 35(1), 34-41.
[3] V.A. Sajjan, I. Mohammed, M. Nemakal, S. Aralekallu, H. Kumar K.R., S. Swamy, L.K. Sannegowda. Journal of Electroanalytical Chemistry, 2019, 838, 33-40.
[4] J. Njagi, M.M. Chernov, J.C. Leiter, S. Andreescu. Analytical Chemistry, 2010, 82, 989-996.

ORAL PRESENTATION

Simultaneous determination of caffeine and theobromine in cocoa-by products by HPLC

Emine Kübra İnal[1*] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8334-2791)*

[*1]Ankara University, Faculty of Science, Department of Chemistry, Ankara, Turkey.

.

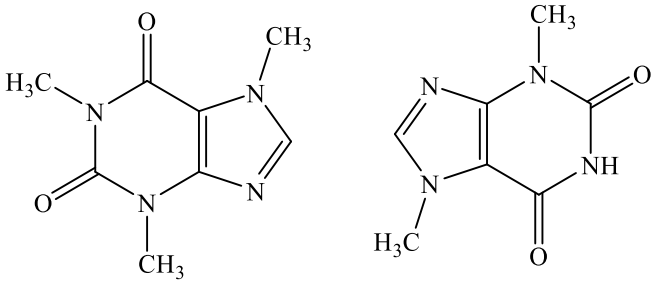
* inal@science.ankara.edu.tr

Abstract

Caffeine (1,3,7-trimethylxanthine) and theobromine (3,7-dimethylxanthine) are methylxanthines commonly found in coffee, tea, chocolate, cocoa. Methylxanthines are purine alkaloids containing nitrogen atoms in heterocyclic configuration and are pharmacological agents used due to their bronchodilator and psychostimulant effects. Caffeine is widely known for its properties such as stimulating the central nervous and cardiovascular systems and skeletal muscles. The consumption of a high amount of caffeine can cause cardiac arrhythmia, excitement, nausea and gastric acidity. Theobromine is a smooth muscle relaxant and is responsible for central nervous system stimulation, causing bronchial relaxation and asthma control. The high concentrations of methylxanthines have side effects such as diarrhea, restlessness, irritation, tachycardia, or insomnia. Methylxanthines are mainly found in coffee, tea, chocolate and cocoa beverages, therefore, they are widely present in the human diet. [1-6]

The main challenge in simultaneous analysis of caffeine and theobromine is that it requires different pretreatment techniques, such as extraction, homogenization, degreasing and degassing, depending on the variety and specificity of the food sample.

This study was carried out to develop an easy, time saving and accurate method for routine analysis of caffeine and theobromine contents in coffee, chocolate and cocoa by reversed phase high performance liquid chromatography method. C18 chromatographic column and UV-vis detector have been used in this study. Isocratic elution was applied with a mixture of water, methanol and acetic acid as a mobile phase. The method was validated in terms of linearity, limit of detection (LOD) and limit of quantification (LOQ), accuracy and reproducibility. Different organic solvents were tried in the extraction to obtain the highest yield. The quantitative analyses of caffeine and theobromine were performed in less than 10 min.



caffeine theobromine

Fig. 1. Chemical structures of caffeine and theobromine

Keywords: Caffeine, Theobromine, Methylxanthines, Cocoa, HPLC

References

[1] Buiarelli F., Bernardini F., Simonetti G., Di Filippo P., Pomata D., Riccardi C., Risoluti R. (2019) A Rapid and Accurate Method for the Determination of Methylxanthines in Different Nervous System Stimulant Beverages. Journal of AOAC International, 102, 865-871.
[2] Baranowska I., Plonka J. (2015) Simultaneous Determination of Biogenic Amines and Methylxanthines in Foodstuff-Sample Preparation with HPLC-DAD-FL Analysis. Food Anal. Methods, 8, 963-972.
[3] Hormaza L.C., Ramirez A.M., Osorio E., Gil A. (2017) Optimization of Ultrasound-Assisted Extraction and Rapid Resolution Analysis of Flavanols and Methylxanthines for the Quality Control of Cocoa-Derived Products. Food Anal. Methods, 10, 497-507.
[4] Nieber K. (2017) The Impact of Coffee on Health. Planta Med, 83, 1256-1263.
[5] Gottwalt B, Tadi P. Methylxanthines. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559165/
[6] Stratton C.J. (1980) The Xanthines: Coffee, Cola, Cocoa, and Tea. Brigham Young University Studies, 20, 371-388.

ORAL PRESENTATION

Interaction of Methyl Red with Semi-fluorinated Cationic Surfactants both in Micellar and Lyotropic Liquid Crystalline Region

Elif Berna Olutas* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0386-589X*)

*Bolu Abant İzzet Baysal University, Department of Chemistry, Bolu, Türkiye.

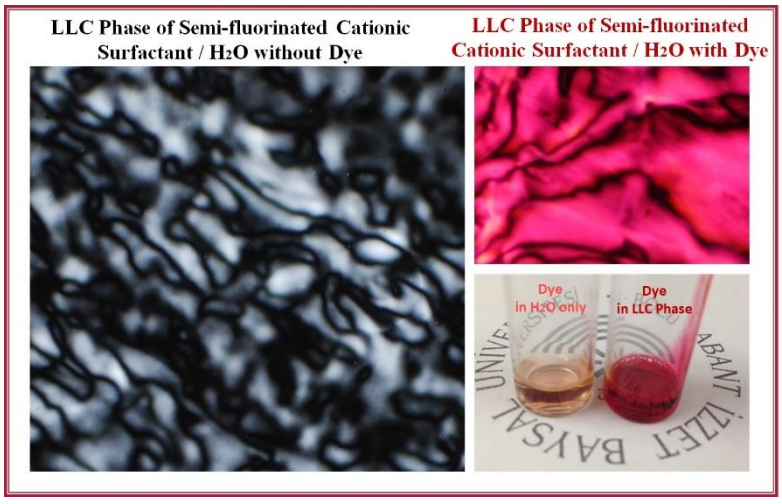
*Corresponding author e-mail: olutas_e@ibu.edu.tr

Abstract

Surfactants, which have an amphiphilic structure, spontaneously come together in a solvent environment and above a certain concentration, called the critical micelle concentration, forming structures called micelles. Features of surfactants are generally examined in two main groups as isotropic micellar solutions and lyotropic liquid crystals. The micellar solutions are diluted systems displaying isotropic phases. With the increase in surfactant concentration, the micelle grows and forms anisotropic micelles at a certain concentration and temperature, thus obtaining the lyotropic liquid crystal (LLC) phase. The LLCs have well oriented and organized nature.

The unique properties of surfactants, which are self-assembly and reducing surface tension, make them important and useful for many fields such as food processing, drug delivery, cosmetics, dyes, cleaning processes, oil recovery, biotechnology, and textile, etc. The use of surfactants in industrial processes such as textiles is because they promote dye uptake by surfactant-dye interactions. Therefore, studies on surfactant-dye have a great attention and provide useful information for understanding the properties of these interactions. In this study, it is aimed to investigate surfactant-dye interactions between two semi-fluorinated cationic surfactants and methyl red (MR) both in isotropic micellar solutions and LLC phases. For this purpose, the spectroscopic and microscopic techniques such as UV-vis and polarizing optical microscopy (POM) have been used to obtain useful information about surfactant-dye interactions to better understand the dyeing processes. The findings will be discussed in detail.

Keywords: Surfactants, dye, isotropic micellar solutions, lyotropic liquid crystals, UV-vis, POM.



ORAL PRESENTATION

Understanding the effect of *α*-pinene and 1*H*-benzimidazole against corrosion on cp-Ti in NaF solution: Experimental and DFT studies

Turan Yanardağ (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7292-0891)*

Ankara University, Science Faculty, Department of Chemistry, Ankara, Turkey.

E-mail: tyanardag@ankara.edu.tr

Abstract

Recent studies focusing on the titanium (cp-Ti, Grade 1) against corrosion with α-pinene (λ_{max} = 245 nm) and 1*H*-benzimidazole (λ_{max} = 230 nm) compounds at the 37°C, pH 5.7 in different (0-0.2 M) NaF solution. The compounds showed that a synergistic effect appeared at 0.15 M concentration. The α-pinene had the ability to increase the corrosion resistance from 30 kΩ.cm^2 to 318 kΩ.cm^2 (90%). Electrochemical and Density Functional Theory (DFT) using B3LYP, M06L, M062X, BP86, PBE and HF methods with the 6-311G (d, p) in the Gaussian 09W program performed to get further insights into the synergistic effect. The results showed that the more suitable methods was the PBE method.

Keywords: EIS, DFT, cp-Ti, Synergistic effect, Fluoride efficiency

ORAL PRESENTATION

Altsistem Yaklaşımıyla Zemin-Yapı Etkileşiminin Deprem Analizine Etkisi

Hüseyin Taştan[1*] (*0000-0002-5953-8935*), Mehmet Özgür[2] *(0000-0003-4158-3962)*

[*1]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Çanakkale, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:19214401001@ogr.comu.edu.tr

Özet

Türkiye'de KAF (Kuzey Anadolu Fay Hattı) ve Doğu Anadolu Fay Hattı olmak üzere iki ana fay güzergahı bulunmaktadır. KAF, 1350 km olup dünyanın en hızlı ve en aktif sağ-yanal atımlı faylarından birisidir (Yalçın ve diğerleri, 2013). Bu sebeple Türkiye'de kısa periyotlarda büyük depremler meydana gelmekte, can kayıpları ve maddi hasarlar oluşmaktadır. Bu bakımdan inşaat mühendislerinin zeminin geoteknik parametrelerini en doğru şekilde belirlemesi ve yapıları deprem gerçeğini göz önüne alarak tasarlaması önem arz etmektedir.
Bu çalışma kapsamında, dinamik yükler altında, 23 katlı betonarme çerçeve tipi, derin (kazık) temelli bir yapı ile bu yapının mesnetlendiği zemin arasındaki karşılıklı etkileşim incelenmiştir. Zemin-kazık-yapı etkileşimi, altsistem yaklaşımıyla üstyapının zaman tanım alanında doğrusal olmayan deprem analizine yansıtılmıştır. Böylelikle üstyapıda, üstyapı temelinde ve kazıklarda iç kuvvet, yer değiştirme ve şekil değiştirme taleplerinin zamana bağlı değişimleri elde edilmiştir.
Altsistem yaklaşımı için TBDY (Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği) Bölüm 16 "Deprem Etkisi Altında Temel Zemini ve Temellerin Tasarımı İçin Özel Kurallar" kapsamında verilen yöntemlerden "Yöntem I" seçilerek gerekli hesaplamalar yapılmıştır.
Ayrıca, yatak katsayısı yayları kullanılarak, TDTH'den (Türkiye Deprem Tehlike Haritası) elde edilen tasarım spektrumu ile sistemin zaman tanım alanında doğrusal olmayan deprem analizi yapılarak tekrardan iç kuvvet, yer değiştirme ve şekil değiştirme taleplerinin zamana bağlı değişimleri elde edilmiştir.
İki yönteme göre elde edilen analiz çıktıları karşılaştırılarak sonuçlar irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Zemin-Kazık-Yapı Etkileşimi, Altsistem Yaklaşımı, Yöntem I, Doğrusal Olmayan Zaman-Tanım Alanında Analiz, Sahaya Özel Çözüm

ORAL PRESENTATION

A comparative study to evaluate the R&D efficiency of countries

Alper Döyen[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9671-9105*),
Ammar Beyler[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0281-9998*)

[*1]Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Industrial Engineering, Konya, Turkey.
[2]Turkish Radio and Television Corporation (TRT), Strategy Development Department, Ankara, Turkey.

*Corresponding author e-mail: alperdoyen@ktun.edu.tr

Abstract

Research and development (R&D) activities are the foundation for scientific and technical advancement, which contributes to the economic progress of a country and the improvement of society's wellbeing. In recent years, many countries have attempted to invest more in R&D activities. This study tries to examine the relative R&D efficiency of Turkey and European Union (EU) countries by employing the data envelopment analysis (DEA) method, which is applied for both the constant and variable returns to scale frameworks. Thus, input-oriented CCR and BCC models are used to calculate the efficiency scores of the countries. Those models are solved on MaxDEA software to determine technical, pure technical, and scale efficiencies of each country. Furthermore, the reference set of efficient countries is obtained. This analysis reveals inefficient countries' weaknesses and the corresponding improvement needs for the related factors. In this manner, a closer examination of Turkey is conducted, and suggestions are made to improve its R&D efficiency.

Keywords: Efficiency, research and development, data envelopment analysis.

ORAL PRESENTATION

Underlying causes of higher sensitivity observed in early life stages of fish to toxicity

Demet DOGAN (*ORCID:https://orcid.org/0000-0001-6356-0679*)

University of Gaziantep, Vocational School of Araban, Department of Veterinary Medicine, Araban, Turkey

Corresponding author e-mail: demetdogan@gantep.edu.tr

Abstract

The potency of a xenobiotic on an organism can be influenced by properties of the chemical, environmental factors and species related factors including developmental stage of life. The clear difference in sensitivity, between early life stages and adults has been extensively reported suggesting specific behavioral, morphological, physiological and biochemical characteristics as underlying reasons. The differential rates of absorption, distribution and detoxification were also presented as basis for the apparent vulnerability in early life stages exposed to toxicant. Toxicity data obtained by using the most sensitive life stage of a fish therefore has been generally preferred due to advantage of providing protection to advanced developmental stages in the natural environment.

Keywords: Fish, developmental stages, toxicity

1.2. FULL-TEXT PAPERS

ORAL PRESENTATION

Pomegranate and Avocado Residual Peel and Seed Extracts Used as Alternative and Potential Antimicrobial Compound for Suppresion of Plant Pathogens

Stefanos Leontopoulos[1*](*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9911-358X*), Prodromos Skenderidis[1*](*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2820-872X*), Konstantinos Petrotos[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2820-872X*), Ioannis Giavasis[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2820-872X*)

[1]Department of Agriculture-Agrotechnology, Laboratory of Food and Biosystems Engineering, University of Thessaly, Geopolis of Larissa, 41500, Greece
[2]Department of Food Technology, Laboratory of Food Microbiology, University of Thessaly, end of N. Temponera street, 43100 Karditsa, Greece.

*Corresponding Author: sleontopoulos@uth.gr

Abstract
Potential synergistic action of aqueous extracts of pomegranate-avocado peel and seed wastes isolated by microwave assisted extraction were assessed in *in vitro* assay as biocontrol agents against several plant pathogenic fungi. The study findings contribute to the utilization of a value-added industrial by-product and provide significant value in advancing the development of new plant protecting compositions that benefit from the synergistic effects between 2 important plant species that contain several natural bioactive compounds. More specific the *in vitro* results proved that the use of 100%-pure pomegranate peel extracted waste affected the mycelium growth of *Penicillium expansum*. Furthermore, mycelium growth of *Aspergillus niger* was decreased by 10.21% compared to control after 7 days of growth in medium agar containing 100% avocado peel and extracted waste. Moreover, mycelium growth of *Botrytis cinerea* was affected by equal volume of avocado extraction wastes (50% peel and 50% seed) only at the first 3 days of the inoculation while at the 7th day of the inoculation there was no effect on the mycelium growth. Equal volumes of the examined wastes, was decreased mycelium growth of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* by 6% while *Rhizoctonia solani* mycelium growth was found to be the most sensitive in pomegranate peel application. Based on the research findings, it can be argued that pomegranate and avocado peel extracts can be used as natural antifungals instead of dangerous synthetic antifungals to effectively treat phytopathogens that cause fruit and vegetable losses during cultivation.
Keywords: Plant protection, biological control, avocado, pomegranate, residues, polyphenols.

INTRODUCTION

Due to the growing global population, which is estimated to reach 9.7 billion by 2050 (Godfray et al., 2010; UN, 2019), a significant increase in food supply is required. Other major challenges are the nearly 1 billion malnourished people worldwide (Foley et al., 2011) and climate change which poses a serious threat to agricultural production stability (Wheeler and Braun, 2013). Furthermore, other biotic and abiotic stresses such as drought, salinity, host specialization, pests, diseases and weed infestations affect further crop production and are likely to increase in the future (Vagelas and Leontopoulos, 2015; Parajuli et al., 2019). To address the growing demand for food, more attention is needed in order to increase yield and reducing losses. Thus, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), stated that a minimum increase of 50% in agri-food production is required in a moderate economic growth scenario (FAO, 2018; Pradhan et al., 2015), while other models require a higher increase in agricultural production (Tilman et al., 2011). Therefore, a further increase in the effectiveness of plant protection is required (Valin et al., 2014). Although the use of agrochemicals has prevailed in the control of plant pathogens, the issues caused by the use of chemicals have prompted many researchers to new alternatives for plant protection. More specific, synthetic chemical fungicides pose significant risks to human health causing also serious environmental effects on ecosystems (Alavanja et al., 2013) and therefore it is necessary to find alternative methods of controlling plant diseases. Thus, a large number of the pesticides used to control plant diseases are not accepted by the international community as their residual can cause the fruit discard. Despite synthetic chemicals used for crop protection, plants can protect themselves by producing natural metabolites used for antimicrobial control. Among these natural metabolites with the above characteristics are polyphenols which their beneficial activity for human health has been commented (Cory et al., 2018). Furthermore, phenolic compounds, free fatty acids and

aromatic compounds have not only been detected in plant tissues but also in their residual by-products. Several research studies have exhibited antimicrobial activity (Xia et al., 2010; Leontopoulos et al., 2016; 2020; Skenderidis et al., 2019; 2020; Saleem and Saeed, 2020) controlling bacterial infestations (Baydar et al., 2006) and fungi (Vagelas et al., 2020; Sciubba et al., 2020) after appropriate treatment (Petrotos et al., 2016; Lambakis et al., 2021). Thus, this alternative action in the field of plant protection supports the fact that biological plant protection offers a strong alternative to disease control by chemicals (Fravel, 2005; Bailey et al., 2010). The aim of this research study was the *in vitro* and *in vivo* assessment of different concentrations and mixtures of polyphenolic substances extracted from pomegranate and avocado peels and seeds used as potential plant protective material against economically important fungal plant pathogens.

MATERIALS AND METHODS

Extraction method and conditions of avocado and pomegranate peel and seed extracts used in this study described in details in previous research work (Skenderidis et al., 2020; 2021). Important plant pathogens such as *Fusarium oxysporum* f.sp., *lycopersici* (code: 2550), *Botrytis cinerea* (code: 1948), *Rhizoctonia solani* (code: 2531), *Aspergillus niger* (code: 1970) and *Penicilium expansum* (code: 1395) were used in this study in order to evaluate the antimicrobial activity of pomegranate peel and avocado peel and seeds extracts using the Well diffusion assay according to the method described in a previous research study (Leontopoulos et al., 2020). All fungal pathogens used were obtained from Benaki Phytopathological Institute (B.F.I.) in Athens Greece. Mixture combinations of the pomegranate peel and avocado peel and seed extracts were determined using Mixture design expert. Table 1 represents the concentrations and the combinations of liquid pomegranate peel and avocado peel and seed waste extracts used in this study. The treated Petri dishes were incubated at 28 ºC for up to various days depending on the mycelium growth of each fungal species. More specific last mycelium growth measurement for *F. oxysporum* f.sp., *lycopersici*, *A. niger*, *B. cinerea* and *P. expansum* was made after 7 days of incubation at 28 ºC, while for *R. solani* the incubation time was extended to 12 days due to the slow mycelium growth.

Table 1. Concentrations and combinations of the examined extracts.

Number of sample	Pomegranate peel % (PP)	Avocado peel % (AP)	Avocado seed % (AS)
1	16,7	66,7	16,7
2	0	100	0
3	0	0	100
5	0	50	50
6	33,3	33,3	33,3
8	100	0	0
9	50	50	0
10	16,7	16,7	66,7
12	66,7	16,7	16,7
13	50	0	50

Minimum Inhibitory Concentration (MIC) was also used in order to observe the potency of different mixtures and concentrations of the examined polyphenolic extracts against fungal plant pathogens in order to determine the major effect in inhibiting the mycelium growth. In this method, sterile test tubes containing 10 ml of PDB substrate were prepared as describe in previous work (Leontopoulos et al., 2020). The above tested fungal species were used in order to evaluate the inhibitory effects on the samples. Inoculation of the test tubes was followed by streak of 5 plant pathogenic fungi (0.1ml of each phytopathogenic fungal suspension), separately for each test tube. The test tube containing spores and mycelium of each fungus was placed in the Vortex apparatus for stirring before each use. The test tubes with the fungi were incubated at 22 °C for 7 days. After completion of the incubation, the results concerning the growth of mycelium in the solution (on the surface or bottom of the test tube) were recorded. Test tubes in which the pathogenic fungal mycelium had grown showed that the amount of liquid polyphenol was not sufficient to inhibit the growth of microorganisms, were labeled as "positive". In contrary, test tubes that did not show any mycelial growth of the tested fungus were considered to have inhibited its growth ("negative"). In order, to determine whether these amounts of polyphenols in the samples were capable of causing, in addition to inhibiting the fungi, lethal effect, tubes containing 5 ml of MRD were added with 0.1 ml of the sample to the test tube in which the fungus had not grown at all. The amount of this test tube was stirred well in Vortex and incubated at 27 ° C for 48 hours. In those tubes where

it was observed mycelium growth it was concluded that the amount of liquid polyphenol had simply only inhibited the growth of the fungus. In contrast, in test tubes where observed no-growth of mycelium, the minimal amount of polyphenol added was also the lethal concentration. Regarding statistical analysis a randomized complete block experiment design was selected for the study. Data are expressed as the means of 4 measurements. Statistical differences among the mean values were detected by ANOVA. Tukey's pairwise comparison test, Fisher and Dunkan's tests were used in order to group the examined samples at 0.05 level. Minitab 17.1.0 software was used as a tool to perform the statistical analyses. The experiments were repeated twice.

RESULTS

According to Figure 1, treatments 5 (contained equal volume of PP - AP and AS), 7 (50% PP - 50% AP) and 9 (66.7% PP - 16.7% AP - 16.7% AS) exhibited the greatest inhibitory activity against mycelial growth of *F. oxysporum* f.sp., *lycopersici* after 3 days of incubation at 28 ºC reducing mycelium growth 30%, 21% and 25% respectively. However, this inhibition did not occur after 7 days of incubation and mycelium growth was reduced only about 6.5% compared to the control. All of the above-mentioned treatments differed statistically significantly from the control treatment which contains only the phytopathogenic fungus. It is noteworthy that there was no statistically significant difference between control with the extracts 2 (100% PP), 10 (16.7% PP - 16.7% AP - 66.7% AS), 3 (100% AS), 5 (50% AP - 50% AS) and 13 (50% PP - 50% AS). According to Table 3, inhibition of mycelium growth was observed during the first 3 days of the inoculation for the majority of the treatments tested. This suggests that the fungus may exceed the initial shock in expression of the tested samples experienced during the first days of incubation.

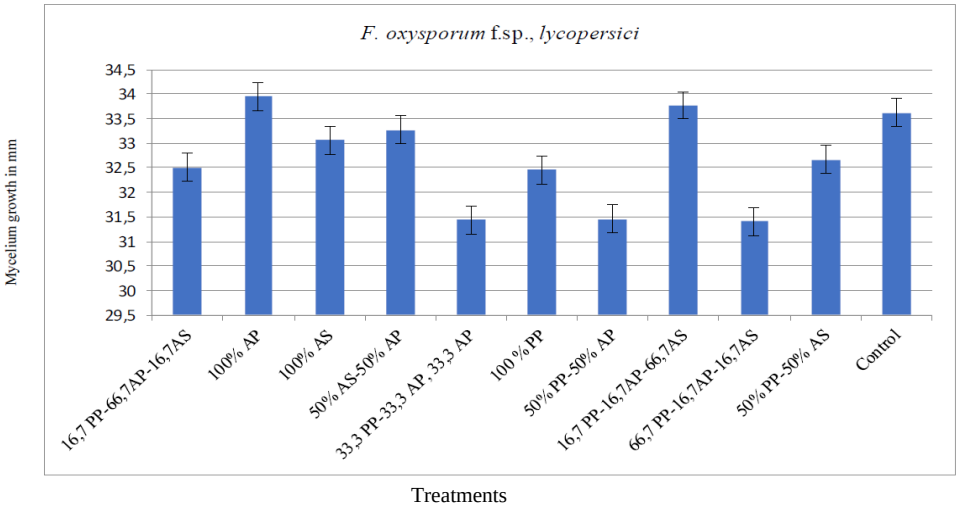


Figure 1. Mycelium growth of *F. oxysporum* f.sp., *lycopersici* 7 days after incubation at 28 ºC.

Table 3. Inhibition rate (%) of *F. oxysporum* f.sp., *lycopersici* compared to the control treatment

Treatments	Days if incubation at 28 ºC		
	3 days	5 days	7 days
(1) 16,7%PP-66,7%AP-16,7%AS	-10.49%	-3.27%	-3.30%
(2) 100% AP	-12.54%	0.61%	0.98%
(3) 100% AS	-27.40%	-1,81%	-1.66%
(5) 50% AP-50%AS	-6.67%	-1,76%	-1.04%
(6) 33,3% PP-33,3%AP-33,3%AS	-30.07%	-8.26%	-6.48%
(8) 100% PP	1.24%	0,83%	-3.45%
(9) 50% PP-50%AP	-21.08%	-7.15%	-6.42%
(10) 16,7%PP-16,7%AP-66,7%AS	-15.12%	-1.63%	0.44%
(12) 66,7%PP-16,7%AP-16,7%AS	-24.91%	-8.17%	-6.57%
(13) 50% PP-50%AS	-7.11%	-3.09%	-2.82%

According to Figure 2, treatments 2 (100% AP), 10 (16.7% PP - 16.7% AP - 66.7% AS), and 5 (50% AP - 50% AS) exhibited the greatest inhibitory activity against mycelial growth of *A. niger* after 7 days of incubation at 28 ºC reducing mycelium growth 10,21%, 7,28 and 5,34% respectively. There was no statistically significant difference between control treatment and treatments 1, 3, 6, 8, 9, 12 and 13. According to Table 4 inhibition of mycelium growth observed during the first 3 days of the inoculation was also observed after 7 days except

treatment 5 (50% AP - 50% AS) where inhibition of mycelium was 1.57% in the first 3 days and raised to 5.34% after 7 days.

According to Figure 3, treatments 8 (100% PP) and 13 (50% PP - 50% AS) exhibited the greatest inhibitory activity against mycelial growth of *P. expansum* after 7 days of incubation at 28 ºC reducing mycelium growth 11.26%, and 9.42% respectively. Furthermore, according to Table 5 inhibition rate in these two treatments even lower in the beginning of the incubation at 3rd day (5.29% and 8.5%). There was no statistically significant difference between control treatment and treatments 1 (16,7% PP - 66,7% AP - 16,7% AS), 2 (100% PP), 3 (100% AS), 5 (50% AP - 50% AS), 6 (33.3% PP - 33.3% AP - 33.3% AS), 9 (50% PP - 50% AP), 10 (16.7% PP - 16.7% AP - 66.7% AS) and 12 (66.7% PP - 16.7% AP - 16.7% AS). However, treatments 2 (100% PP), 5 (50% AP - 50% AS) and 10 (16.7% PP - 16.7% AP - 66.7% AS) shown a mycelium inhibitory effect during the first 3 days of incubation. This effect was eliminated on 7th day of incubation most probably due to the fast growth of the mycelium and the production of the asexual reproduction forms (conidiophores).

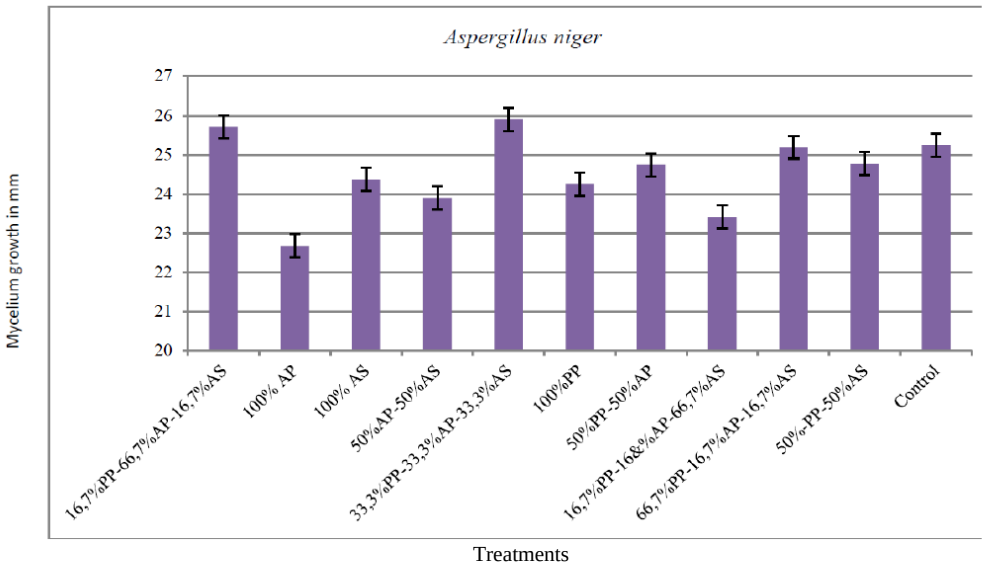


Figure 2. Mycelium growth of *A. niger* 7 days after incubation at 28 ºC.

Table 4. Inhibition rate (%) of *A. niger* compared to the control treatment.

Treatments	Days if incubation at 28 ºC		
	3 days	5 days	7 days
(1) 16,7%PP-66,7%AP-16,7%AS	1.90%	2.18%	1.86%
(2) 100% AP	-10%	-10.65%	-10.21%
(3) 100% AS	-4.86%	-3.37%	-3.48%
(5) 50% AP-50%AS	-1.57%	-2.03%	-5.34%
(6) 33,3% PP-33,3%AP-33,3%AS	7.03%	3.02%	2.61%
(8) 100% PP	-3.65%	-3.91%	-3.92%
(9) 50% PP-50%AP	0.52%	-1.68%	-1.98%
(10) 16,7%PP-16,7%AP-66,7%AS	-5.53%	-5.75%	-7.28%
(12) 66,7%PP-16,7%AP-16,7%AS	-2.46%	-0.89%	-0.19%
(13) 50% PP-50%AS	-1.04%	-1.78%	-1.86%

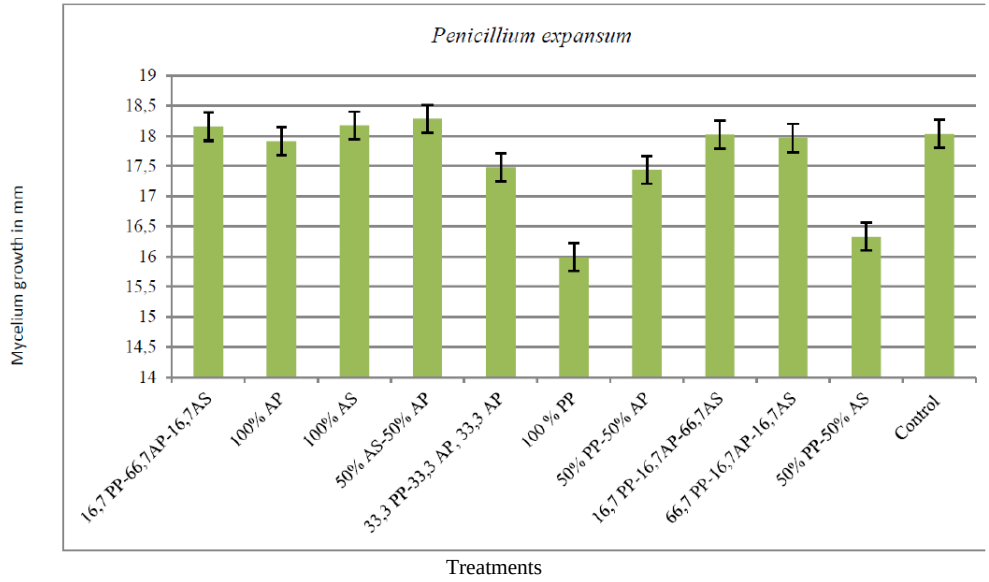


Figure 3. Mycelium growth of *P. expansum* 7 days after incubation at 28 ºC.

Table 5. Inhibition rate (%) of *P. expansum* compared to the control treatment.

Treatments	Days if incubation at 28 ºC		
	3 days	5 days	7 days
(1) 16,7%PP-66,7%AP-16,7%AS	-2.26%	1.22%	0.66%
(2) 100% AP	-7.00%	-4.00%	-0.66%
(3) 100% AS	-1.32%	-2.61%	0.77%
(5) 50% AP-50%AS	-5.29%	-2.04%	1.59%
(6) 33,3% PP-33,3%AP-33,3%AS	-3.96%	-3.43%	-2.99%
(8) 100% PP	-5.29%	-7.27%	-11.26%
(9) 50% PP-50%AP	-0.18%	-1.39%	-3.29%
(10) 16,7%PP-16,7%AP-66,7%AS	-7.75%	-5.06%	0.02%
(12) 66,7%PP-16,7%AP-16,7%AS	0.18%	0.81%	-0.38%
(13) 50% PP-50%AS	-8.50%	-6.78%	-9.42%

Regarding inhibitory effect of the examined treatments on mycelium growth of *R. solani*, measurements were taken on 5th, 8th and 14th day after inoculation due to the slower mycelium growth on the tested medium. According to Table 6, it was observed that all treatments inhibited mycelium growth of *R. solani* during the first 5 days of the incubation time. In more details, treatment 13 (50% PP - 50% AS) inhibited 100% the mycelium growth of the tested fungus followed by treatments 5 (50% AP - 50% AS), 12 (66.7% PP - 16.7% AP - 16.7% AS), 10 (16.7% PP - 16.7% AP - 66.7% AS), 1 (16.7% PP - 66.7% AP - 16.7% AS), 6 (33.3% PP - 33.3% AP - 33.3% AS) and 9 (50% PP - 50% AP) inhibited mycelium growth 30%, 22.94%, 20.73%, 20.18%, 18.15%, and 16.68% respectively. However, inhibition rate did not remain stable in these levels after 14 days of incubation, and mycelium growth was reduced 23.77% in treatment 13 (50% PP - 50% AS), 17.88% in treatment 12 66.7% PP - 16.7% AP - 16.7% AS), 16.26% in treatment 10 (16.7% PP - 16.7% AP - 66.7% AS), 14.73% in treatments 5 and 6, 11.16% in treatment 1 (16.7% PP - 66.7% AP - 16.7% AS) and 7.09% in treatment 3 (100% AS). According to Figure 4 there was no statistically important difference between control treatment and treatments 2 (100% AP), 8 (100% PP) and 9 (50% PP - 50% AP).

Regarding inhibition effect of the examined treatments against mycelium growth of *B. cinerea* it was observed that after 7 days of incubation there was no inhibitory effect and mycelium covered all the area of the medium contained on Petri dishes. However, *B. cinerea* mycelium growth was inhibited on the first 3 days of incubation time and mycelium growth was reduced in treatments 5 (50% AP - 50% AS), 13 (50% PP - 50% AS) and 8 (100% PP) 27.78%, 19.09% and 12.66% respectively (Table 7).

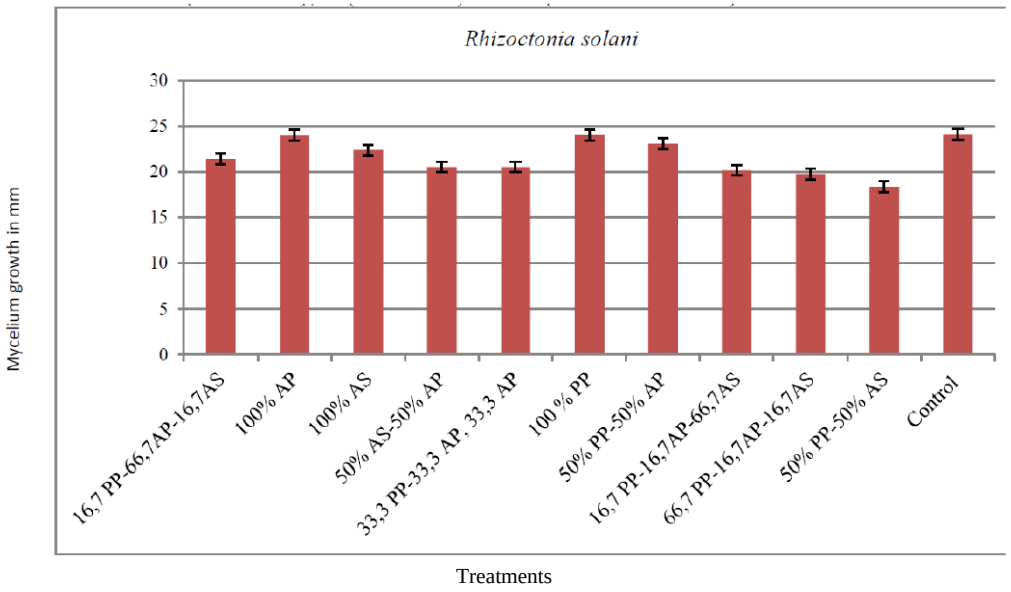


Figure 4. Mycelium growth of *R. solani* 14 days after incubation at 28 ºC.

Table 6. Inhibition rate (%) of *R. solani* compared to the control treatment.

Treatments	Days if incubation at 28 ºC		
	5 days	8 days	14 days
(1) 16,7%PP-66,7%AP-16,7%AS	-20.18%	-16.23%	-11.16%
(2) 100% AP	-7%	-5%	0%
(3) 100% AS	-11.33%	-13.10%	-7.09%
(5) 50% AP-50%AS	-29.97%	-21.74%	-14.73%
(6) 33,3% PP-33,3%AP-33,3%AS	-18.15%	-19.18%	-14.73%
(8) 100% PP	-4.97%	-0.76%	-0.24%
(9) 50% PP-50%AP	-16.68%	-11.91%	-4.27%
(10) 16,7%PP-16,7%AP-66,7%AS	-20.73%	-20.27%	-16.26%
(12) 66,7%PP-16,7%AP-16,7%AS	-22.94%	-21.32%	-17.88%
(13) 50% PP-50%AS	-100.00%	-55.12%	-23.77%

Table 7. Inhibition rate (%) of *B. cinerea* compared to the control treatment.

Treatments	Days if incubation at 28 ºC		
	3 days	5 days	7 days
(1) 16,7%PP-66,7%AP-16,7%AS	5.61%	6.49%	0
(2) 100% AP	1.90%	13.13%	0
(3) 100% AS	-1.71%	9.96%	0
(5) 50% AP-50%AS	-27.78%	4.54%	0
(6) 33,3% PP-33,3%AP-33,3%AS	4.07%	8.74%	0
(8) 100% PP	-12.66%	12.35%	0
(9) 50% PP-50%AP	1.71%	10.54%	0
(10) 16,7%PP-16,7%AP-66,7%AS	8.14%	9.27%	0
(12) 66,7%PP-16,7%AP-16,7%AS	5.24%	10.83%	0
(13) 50% PP-50%AS	-19.09%	9.42%	0

MIC assay

The results of the effect of different concentrations and mixtures of the extracts tested by the method of MIC described in Table 8. MIC results on fungi *B. cinerea*, shown moderate sensitivity to the tested extracts of treatments 5 (50% AP - 50% AS) and 13 (50% PP - 50% AS) while at least 10% of the concentration was needed to be applied in order to inhibit mycelium growth and spore germination. Thus, it is believed that in most cases an equal mixture of 50% PP - 50% AS (treatment 13) it is believed that it could be used as an alternative biocontrol agent against the 4 tested plant pathogens, directly on plant tissues and infected stems of the crops preventing and suppressing the development of the plant pathogens.

Table 8. MIC test of pomegranate peel and avocado seed and avocado peel extracts on 5 plant pathogens

		F. oxysporum* f.sp., *lycopersici	***A. niger***	***P. expansum***	***R. solani***	***B. cinerea***
16,7%PP-66,7%AP-16,7%AS (Treatment 1)	0 %	+	+	+	+	+
	2.5%	+	+	+	+	+
	5%	+	+	+	+	+
	7.5%	+	+	+	+	+
	10%	+	+	+	+	+
100% AP (Treatment 2)	0 %	+	+	+	+	+
	2.5%	+	+	+	+	+
	5%	+	+	+	+	+
	7.5%	+	+	+	+	+
	10%	+	+	+	+	+
100% AS (Treatment 3)	0 %	+	+	+	+	+
	2.5%	+	+	+	+	+
	5%	+	+	+	+	+
	7.5%	+	+	+	+	+
	10%	+	+	+	+	+
50% AP-50% AS (Treatment 5)	0 %	+	+	+	+	+
	2.5%	+	+	+	+	+
	5%	+	+	+	+	+
	7.5%	+	+	+	+	+
	10%	+	+	+	+	-
33,3% PP-33,3%AP-33,3%AS (Treatment 6)	0 %	+	+	+	+	+
	2.5%	+	+	+	+	+
	5%	+	+	+	+	+
	7.5%	-	+	+	+	+
	10%	-	+	+	+	+
100% PP (Treatment 8)	0 %	+	+	+	+	+
	2.5%	+	+	+	+	+
	5%	+	+	+	+	+
	7.5%	+	+	-	+	+
	10%	+	+	-	+	+
50% PP-50%AP (Treatment 9)	0 %	+	+	+	+	+
	2.5%	+	+	+	+	+
	5%	+	+	+	+	+
	7.5%	-	+	+	+	+
	10%	-	+	+	+	+
16,7%PP-16,7%AP-66,7%AS (Treatment 10)	0 %	+	+	+	+	+
	2.5%	+	+	+	+	+
	5%	+	+	+	+	+
	7.5%	+	+	+	+	+
	10%	+	+	+	+	+
66,7%PP-16,7%AP-16,7%AS (Treatment 12)	0 %	+	+	+	+	+
	2.5%	+	+	+	+	+
	5%	+	+	+	+	+
	7.5%	+	+	+	+	+
	10%	-	+	+	+	+
50%PP-50%AS (Treatment 13)	0 %	+	+	+	+	+
	2.5%	+	+	+	+	+
	5%	+	+	+	+	+
	7.5%	-	+	-	-	-
	10%	-	+	-	-	-

DISCUSSION

In recent years there has been a growing interest in the isolation, testing and utilization of agricultural wastes Leontopoulos et al., 2021) or other sources of plant tissues rich in polyphenols (Leontopoulos et al., 2016; Carman and Handley, (1999). Regarding the antifungal activity of pomegranate extracts, according to Rosas-Burgos et al., (2017) the untreated methanolic extracts of pomegranate peel showed significant inhibition of the fungi *A. flavus, F. verticillioides, A. alternata* and *B. cinerea.* More specific solid residues of pomegranate peels of sour varieties are believed to be a significant source of natural anti-fungal and anti-bacterial substances that can be used as substitutes for synthetic chemicals. Another study investigated the effectiveness of methanol extract from pomegranate peel to control the growth of *Fusarium sambucinum in vitro* (Elsherbiny et al., 2016). The methanol extract showed 75.5% inhibition of mycelial growth of *F. sambucinum* and complete inhibition of spore germination of the pathogen at a concentration of 20 mg / ml. The minimum inhibitory concentration (MIC) and the minimum fungicidal concentration (MFC) of the extract were determined to be 20 and 120 mg / ml, respectively. Observation under the electron microscope revealed morphological modification in the textures of *F. sambucinum* such as rotation, twisting and collapse of the

mycelium. Alterations including degradation of cytoplasmic organelles were also observed. In *in vivo* experiments the methanol extract from pomegranate peels caused a significant reduction in the development of the disease in potato tubers. In addition, Tayel et al., (2009) documented that extracts of solid pomegranate juice residues can also be used for plant protection applications. Li Destri Nicosia et al., (2016) also evaluated pomegranate peel extract as a natural antifungal preparation for the control of post-harvest rot from fungi such as *B. cinerea*, *P. digitatum* and *P. expansum*. *In vitro* studies revealed strong fungicidal activity against the germination of conidia of the above phytopathogenic fungi. At concentrations of 1.2 and 12 g / l complete inhibition of the infestations was achieved in the majority of pathogenic host combinations. In addition, pomegranate peel extract was effective against *Monilia laxa* and *B. cinerea* in cherries and lemons. Tehranifar et al., (2011) also investigated the antioxidant and antifungal properties of pomegranate, against *Penicillium italicum*, *Rhizopus stolonifer* and *B. cinerea*, fungal species that causes post-harvest fruit rot. From the results of their study, it was concluded that the peels and the extracts of the seeds of pomegranate fruit had a greater inhibitory effect than the extract of the leaves. The phenolic content of the peel extract was also calculated to be 2.8 times higher than that of the pomegranate leaf extract and the antioxidant capacity of the peel of the pomegranate seed and leaf extracts was 55.3%, 35.7% and 16.4% respectively. A similar study was conducted by Glazer et al., (2012) who studied the antifungal activity of solid pomegranate juice residue extracts in a number of known phytopathogenic fungi that are responsible for the deterioration of fruits and vegetables during storage and in particular against *A. alternata*, *Stemphylium botryosum*, and *Fusarium* spp. According to their study the action of these fungal pathogens was found to be significantly inhibited by the extract. Beside fungicidal action the antibacterial potential of extracts and residues from pomegranate and other exotic plants has also been examined for phytopathological bacteria (Kharchoufi et al., 2018). For example, Quattrucci et al., (2013) studied the antibacterial activity of ethanol peel extracts of *Punica granatum* against the bacterium *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* both *in vitro* and *in vivo*. The minimum *in vitro* inhibition reached 0.5% of the concentration. The *in vivo* antibacterial activity of this natural substance lasted at least 15 days.

Regarding the antifungal activity of avocado, it has been found that avocado tissues contain specialized oil cells that contain various alkaloids, sesquiterpene hydroperoxides and possibly terpenes (Platt and Thomson, 1992). The most active ingredient, called "persin" (Oelrichts et al., 1995), and described as Z,Z-1-acetoxy-2-hydroxy-4-oxo-heneicosa 12,15-diene (Prusky et al., 1982) This antifungal diene has many other biological properties as it is an inhibitor of the growth of pests (Rondriguez-Saona and Trumble, 1996) and mammals (Rondriguez-Saona et al., 1998). Furthermore, Xoca-Orozco et al., (2019) evaluated the avocado-derived extracts and concluded that chitosan showed an increase in antifungal activity by inhibiting mycelial growth and reducing sporulation as well as the germination of *Colletotrichum gloeosporioides*. These results are in accordance with results obtained from the study of Sivanathan and Adikaram, (1989) and Domergue et al., (2000) where beside persin several components inhibit the *in vitro* growth of *C. gloeosporioides*. In addition, research completed by Xoca-Orozco et al., (2019) studied the expression of genes associated with phenylpropanoids and the biosynthesis of the antifungal compound 1-acetoxy-2-hydroxy-4-oxo-heneicosa-12,15-diene. A new innovative approach is the study of Rajeshkumar and Rinitha, (2016) in which the biosynthesis of copper nanoparticles with avocado seed extract was examined. Copper nanoparticles have promising antifungal and antibacterial activity and it is proved that combined with avocado seed extracts can control serious plant and food pathogens such as *A. niger*, *A. fumigatus* and *F. oxysporum*. According to Zulfiqar et al., (2020) future agriculture is focusing in reducing dependence on agrochemical products and / or increasing the effectiveness of their use on specific targets. This reduction can also be achieved through the micro-encapsulation of natural antimicrobials which is a promising alternative application method. Polyphenolic rich plant tissues and agro-industrial residues such as pomegranate and avocado are in great demand in the world market because of their high nutritional value and their antioxidant and antimicrobial activity against several microorganisms and thus their use in cosmetics, pharmaceutical, food and plant protection industry are in great importance. Regarding plant production, although the number of biological control products marketed is increasing worldwide, their widespread acceptance is rare, mainly due to their limited mode of action the limited effectiveness and several factors that affect farmer's, consumer's and future scientist's decision in using organic plant protective materials and alternative crops (van Eeden and Korsten, 2013; Anatolioti et al., 2019; Karasmanaki and Tsantopoulos, 2019). Thus, further efforts and research studies must be focused in the use of natural plant materials and their effect in alternative plant protection methods not only for health issues but also for possessing climate change effects.

CONCLUSIONS

The use of by-products derived from plant tissue processing can offer new natural products of high added value but at the same time they can reduce environmental risks and pollution levels. The findings of this study demonstrate a potential synergistic activity of extracts derived from pomegranate and avocado peel and seed wastes. However, further studies are needed in order to evaluate this effectiveness in more details.

ACKNOWLEDGEMENTS

The Operational Programme «Human Resources Development, Education and Lifelong Learning 2014–2020» in the context of the project "Production of natural antimicrobial substances from solid wastes of natural antimicrobial substances from solid wastes of food industrial for use in foods and plant protection" (MIS 5048533) co-financed by Greece and the European Union (European Social Fund- ESF) was funding this research study. The authors would like also express their acknowledges to Benaki Phytopathological Institute for providing the fungal plant pathogens.

REFERENCES

Alavanja MRC, Ross MK, Bonner M.R 2013. Increased cancer burden among pesticide applications and others due to pesticide exposure. CA-Cancer Journal Clinical, 63:120-142.

Anatolioti V, Leontopoulos S, Skoufogianni G, Skenderidis P 2019. A study on the potential use of energy crops as alternative cultivation in Greece. Issues of farmer's attitudes' 4thI.C., FaBE 2019, Crete Island 30/05-02/06/19.

Bailey KL, Boyetchko SM, Längle T 2010. Social and economic drivers shaping the future of biological control: a Canadian perspective on the factors affecting the development and use of microbial biopesticides. Biological Control, 55: 221-229.

Baydar NG, Sagdic O, Ozkan G, Cetin S 2006. Determination of antibacterial effects and total phenolic contents of grape (*Vitis vinifera*) seed extracts,' International Journal of Food Science, 41: 799-804.

Carman RM, Handley PN 1999. Antifungal diene in leaves of various avocado cultivars. Phytochemistry, 50: 1329-1331.

Cory H, Passarelli S, Szeto J, Tamez M, Mattei J 2018. The role of polyphenols in human health and food systems: A mini-review. Frontiers in Nutrition, 5: 87.

Domergue F, Helms GL, Prusky D, Browse J 2000. Antifungal compounds from idioblast cells isolated from avocado fruits. Phytochemistry, 54:183-189.

Elsherbiny A, Amin BH, Baka ZA 2016. Efficiency of pomegranate (*Punica granatum* L.) peels extract as a high potential natural tool towards Fusarium dry rot on potato tubers Elsherbiny. Postharvest Biology and Technology, 111: 256-263.

FAO 2018. The future of food and agriculture-Alternative pathways to 2050. Summary version, 2018'. http://www.fao.org/global-perspectives-studies/resources/detail/en/c/1157074/

Foley JA, Ramankutty N, Brauman KA, Cassidy ES, Gerber JS, Johnston M, Mueller ND, O'Connell C, Ray DK, West PC, Balzer C, Bennett EM, Carpenter SR, Hill J, Monfreda C, Polasky S, Rockstrom J, Sheehan J, Siebert S, Tilman GD, Zaks DPM 2011. Solutions for a cultivated planet. Nature, 478: 337.

Fravel DR 2005. Commercialization and implementation of biocontrol. Annual Review of Phytopathology, 43: 337-359.

Glazer I, Masaphy S, Marciano P, Bar-Ilan I, Holland D, Kerem Z, Amir R 2012. Partial identification of antifungal compounds from *Punica granatum* peel extracts. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 60: 4841-4848.

Godfray HCJ, Beddington JR, Crute IR, Haddad L, Lawrence D, Muir JF, Pretty J, Robinson S, Thomas SM, Toulmin C 2010. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. Science, 327: 812-818.

Karasmanaki E, Tsantopoulos G 2019. Exploring future scientists' awareness about and attitudes towards renewable energy sources. Energy Policy, 131(C): 111-119.

Kharchoufi S, Parafati L, Licciardello F, Muratore G, Hamdi M, Cirvilleri G, Restuccia C 2018. Edible coatings incorporating pomegranate peel extract and biocontrol yeast to reduce *Penicillium digitatum* postharvest decay of oranges. Food Microbiology, 74: 107-112.

Lambakis D, Skenderidis P, Leontopoulos S 2021. Technologies and extraction methods of polyphenolic

compounds derived from pomegranate (*Punica granatum*) peels. A mini review. Processes, 9: 236.

Leontopoulos SV, Kokkora MI, Petrotos KB 2016. *In vivo* evaluation of liquid polyphenols obtained from OMWW as natural bio-chemicals against several fungal pathogens on tomato plants. Desalination and Water Treatment, 1-15.

Leontopoulos SV, Kokkora MI, Petrotos KB 2016. *In vivo* evaluation of liquid polyphenols obtained from OMWW as natural bio-chemicals against several fungal pathogens on tomato plants. Desalination and Water Treatment, 1-15.

Leontopoulos S, Mitsagga C, Giavasis I, Papaioannou C, Vasilakoglou I, Petrotos K 2020. Potential synergistic action of liquid olive fruit polyphenol extract with aqueous extracts of solid wastes of pomegranate or/and orange juice industry as organic phyto-protective agents against important plant pathogens - Part 1 (*in vitro* studies). Universal Journal of Agricultural Research, 8(6): 202-222.

Leontopoulos S, Petrotos K, Papaioannou C, Vasilakoglou I 2021. Effectiveness of olive fruit polyphenol extract combined with aqueous extracts of solid wastes of pomegranate or/and orange juice against important plant pathogens - Part 2 (*in vivo* studies). Universal Journal of Agricultural Research, 9(2): 23-38.

Leontopoulos S, Skenderidis P, Vagelas IK 2020. Potential use of polyphenolic compounds obtained from Olive Mill Waste Waters on plant pathogens and plant parasitic nematodes. In: Plant Defence: Biological Control, KG Ramawat, editor. Published by Springer, pp. 137-177.

Li Destri Nicosia MG, Pangallo S, Raphael G, Romeo FV, Strano MC, Rapisard P, Droby S, Schena L 2016. Control of postharvest fungal rots on citrus fruit and sweet cherries using a pomegranate peel extract. Postharvest Biology and Technology, 114: 54-61.

Oelrichs PB, Ng JC, Seawright AA, Ward A, Schaeler L, MacLeod JK 1995. Isolation and identification of a compound from avocado (*Persea americana*) leaves which causes necrosis of the acinar epithelium of the lactating mammary gland and the myocardium. Natural Toxins, 3(5): 344-349.

Parajuli R, Thoma G, Matlock MD 2019. Environmental sustainability of fruit and vegetable production supply chains in the face of climate change: a review. Science Total Environment, 650: 2863-2879.

Petrotos KB, Kokkora MI, Gkoutsidis PE, Leontopoulos S 2016. A comprehensive study on the kinetics of Olive Mill wastewater (OMWW) polyphenols absorption on macroporous resins. Part II. The case of Amperlite FPX66 commercial resin. Desalination and Water Treatment, 1-8.

Platt KA, Thomson WW 1992. Part 1 Idioblast oil cells of avocado: Distribution, isolation, ultrastructure, histochemistry, and biochemistry. International Journal of Plant Science, 153(3): 301.

Pradhan P, Fischer G, Van Velthuizen H, Reusser DE, Kropp J P 2015. Closing yield gaps: how sustainable can we be? PLoS One, 1-18.

Prusky D, Keen NT, Sims JJ, Midland SL 1982. Possible involvement of an antifungal diene in the latency of *Colletotrichum gloeosporioides* on unripe avocado fruits. Phytopathology, 72(12): 1578-1582.

Quattrucci A, Ovidi E, Tiezzi A, Vinciguerra V, Balestra GM 2013. Biological control of tomato bacterial speck using *Punica granatum* fruit peel extract. Crop Protection, 46: 18-22.

Rajeshkumar S, Rinitha, G 2018. Nanostructural characterization of antimicrobial and antioxidant copper nanoparticles synthesized using novel *Persea americana* seeds. OpenNano, 3:18-27.

Rodriguez-Saona C, Millar JG, Trumble JT 1998. Novel antifeedant and insecticidal compounds from avocado Idioblast cell oil. Journal of Chemical Ecology, 24: 867-889.

Rodriguez-Saona C, Trumble JT 1996. Toxicity, growth, and behavioral effects of an oil extracted from idioblast cells of the avocado fruit on the generalist herbivore beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Economic Entomology, 89: 1571–1576.

Rosas-Burgos A, Burgos-Hernandez A, Noguera-Artiaga L, Kacaniova M, Hernandez-Garcia F, Cardenas-Lopez JL, Carbonell-Barrachina AA 2017. Antimicrobial activity of pomegranate peel extracts as affected by cultivar. Journal of Scientific Food Agriculture, 97: 802-810.

Saleem M, Saeed MT 2020. Potential application of waste fruit peels (orange, yellow lemon and banana) as wide range natural antimicrobial agent. Journal of King Saud University-Science, 32: 805-810.

Sciubba F, Chronopoulou L, Pizzichini D, Lionetti V, Fontana C, Aromolo R, Socciarelli S, Gambelli L, Bartolacci B, Finotti E, Benedetti A, Miccheli A, Neri U, Palocci C, Bellincampi D 2020. Olive Mill Wastes: A source of bioactive molecules for plant growth and protection against pathogens. Biology, 9: 450.

Sivanathan S, Adikaram NKB 1989. Biological activity of four antifungal compounds in immature avocado. Journal of Phytopathology, 125: 97-109.

Skenderidis P, Leontopoulos S, Petrotos K, Giavasis I 2020. Optimization of vacuum Microwave-Assisted Extraction of pomegranate fruits peels by the evaluation of extracts' phenolic content and antioxidant activity. Foods, 9: 1655.

Skenderidis P, Leontopoulos S, Petrotos K, Giavasis I 2021. Polyphenolic compounds derived from avocado (*Persea americana*) solid waste with Vacuum Microwave-Assisted Extraction. Sustainability, 13: 2166.

Skenderidis P, Mitsagga C, Giavasis I, Petrotos K, Lampakis D, Leontopoulos S, Hadjichristodoulou C, Tsakalof A 2019. The *in vitro* antimicrobial activity assessment of ultrasound assisted *Lycium barbarum* fruit extracts and pomegranate fruit peels. Journal of Food Measurement and Characterization, 1-15.

Skenderidis P, Petrotos K, Leontopoulos S 2020. Functional properties of goji berry fruit extracts,' In: Phytochemicals in Goji Berries (*Lycium barbarum*) Applications in Functional Foods. Xingqian, Y., editor. Published by: Taylor and Francis Group LLC., pp. 181-224.

Tayel AA, El-Trasm WF 2009. Anticandidal activity of pomegranate peel extract aerosol as an applicable sanitizing method. Mycoses, 53(2): 117-122.

Tehranifar A, Selahvarzi Y, Kharrazi M, Bakhsh VJ 2011. High potential of agro-industrial by-products of pomegranate (*Punica granatum* L.) as the powerful antifungal and antioxidant substances, Industrial Crops and Products, 34: 1523-152.

Tilman D, Balzer C, Hill J, Befort BL 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. Proceedings of the National Academy of Science of the U.S.A. 108: 20260-20264.

United Nations 2019. World population prospects 2019: highlights. https://population.un.org/wpp/

Vagelas I, Leontopoulos S 2015. Cross-protection of cotton against *Verticillium* wilt by *Verticillium nigrescens*,' Emirates Journal of Food and Agriculture, 27(9): 687-691.

Vagelas I, Sugar IR 2020. Potential use of olive oil mill wastewater to control plant pathogens and post harvest diseases. Carpathian Journal of Food and Science and Technology, 12(4): 140-144.

Valin H, Sands RD, van der Mensbrugghe D, Nelson GC, Ahammad H, Blanc E, Bodirsky B, Fujimori S, Hasegawa T, Havlik P, Heyhoe E, Kyle P, Mason-D'Croz D, Paltsev S, Rolinski S, Tabeau A, van Meijl H, von Lampe M, Willenbockel D 2014. The future of food demand: understanding differences in global economic models. Agricultural Economics, 45: 1–17.

van Eeden M, Korsten L 2013. Factors determining use of biological disease control measures by the avocado industry in South Africa. Crop Protection, 51: 7-13.

Wheeler T, Von Braun J 2013. Climate change impacts on global food security. Science, 341: 508-513.

Xia E, Deng G, Guo Y, Li H 2010. Biological activities of polyphenols from grapes. International Journal of Molecular Science, 11: 622-646.

Xoca-Orozco LA, Aguilera-Aguirre S, Vega-Arreguin J, Acevedo-Hernandez G, Tovar-Perez E, Stoll A, Herrera-Estrella L 2019. Activation of the phenylpropanoid biosynthesis pathway reveals a novel action mechanism of the elicitor effect of chitosan on avocado fruit epicarp. Food Research International, 121: 586-592.

Zulfiqar F, Casadesus A, Brockman H, Munne-Bosch S 2020. An overview of plant-based natural biostimulants for sustainable horticulture with a particular focus on moringa leaf extracts. Plant Science, 295; 110194.

ORAL PRESENTATION

Design and Analysis of Hexagonal Photonic Crystal Fiber

Gamouh Samia[1*] (https://orcid.org/0000-0001-8739-3908), Boukaous Chahra[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9921-8004)*,Bentouati Soumia[1], Boutelli Khaoula[1]

[*1]University of Kasdi Merbah, Faculty of new information and communication technologies , Departement of Electronic and Communications, Ouargla, Algeria.
[2] University of Salah Boubnider, Faculty of Process Engineering, Department of Process Engineering, Constantine, Algeria.

*E-mail:midousa2001@yahoo.fr

Abstract
In this article, the development of an optical fiber based on photonic crystals (PhC) have been carried out. The different optical properties of this fiber have been analysed by using the finite element method (FEM) and plane wave expansion (PWE) method. Effective index., effective area, single mode and waveguide dispersion are presented

The structure under study is a hexagonal photonic crystal fiber (PCF), having a solid core with four rings of air holes in cladding.

Keywords: Fiber, Photonic crystal, Effective index, Waveguide dispersion.

INTRODUCTION

Microstructured optical fibers (MOF) , a kind of novel optical fibers, are a very active subject of research and development.They provide very attractive optical properties thanks to the interaction of guided fields with the inclusions (holes or capillaries) present in their structure.

Also called "hole fibers" or "photonic crystal fibers", they are made of a single material and use a periodic arrangement of very closely spaced air holes that run longitudinally along the fiber.

According to its light guiding mechanism they involve,PCFs can be classified into two ,main categories: index-guiding fibers and photonic band gap guiding. These two structures have a cladding zone which consist of air holes surrounds the core. But their core structure are different.

Photonic crystal fibers (PCFs) offer some of the attractive properties that cannot be achieved with conventional fibers,as Endless Single Mode (ESM) operation,single polarization,single mode[3032,contrabble dispersion,non nonlinearity. But the exceptional advantage is the flexibility of their design. actually several opto-geometric parameters(pitch, hole diameter, .index profile) can be adjusted to produce the desired optical proprieties.

Due to its excellent optical proprieties, such fibers can considered to be an essential element in many potential applications of optical communications, fibers laser, optical sensors, high power technology and optical networks

In this paper we proposed a design of photonic crystal fiber with hexagonal lattice with four rings in cladding and solid core. The optical properties such as effective index ,wave guide dispersion, and the effective area are analysed by using Finite Element method and the plane wave expansion method (PWE).

STRUCTURE OF PROPOSED PCF

The structure under study is a hexagonal PCF, having a solid core with four rings of air holes in cladding. The diameter of the air hole R and the spacing between the adjacent air holes or pitch constant 'A'. are equal to respectively 0.4 µm and .3µm. The figure 1 illustrate the transverse cross section for the PCF

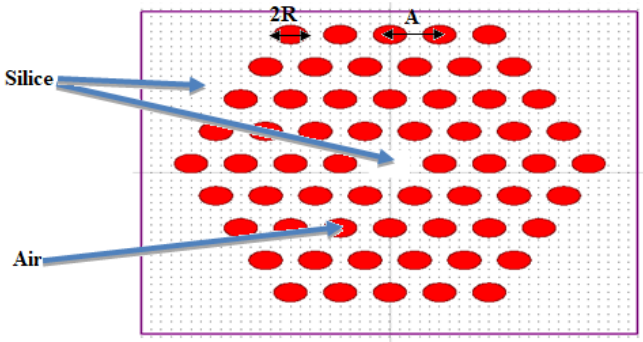


Figure 1. Transverse cross-section of the photonic crystal fiber

RESULTS AND DISCUSSIONS

✓ Index Profile

From the 2D refractive index contour plot (Figure 2.) ,it's clear that both the background and the core are represented by red colour with a refractive index of 1.45 (silica), while the refractive index of the hole material (purple colour) is equal to 1, which represents air.

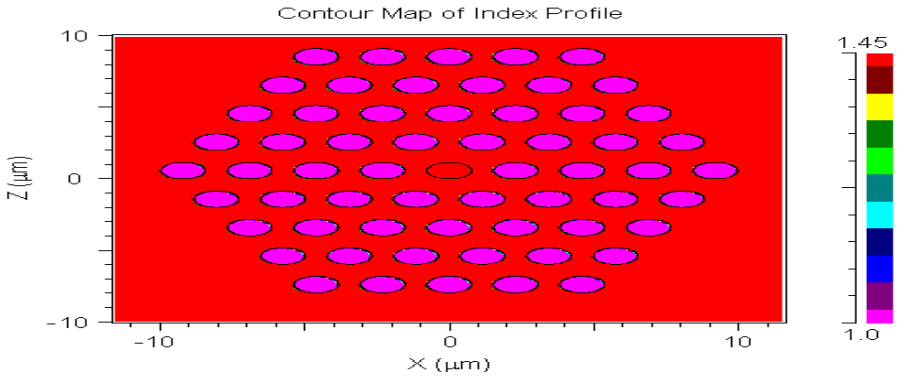


Figure 2. The index profile of the photonic crystal fiber

✓ Diagram of photonic band Gap (PBG) of the PCF

By using the plane wave expansion method (PWE) the band diagram of our structure is determined for TE/TM polarization. As it is shown in Figure 3,the bands of the TE and TM modes are all connected.

This means that there is no photonic band gap that prevents wave propagation. This propertý is due to the low value of the index refraction of the hole compared to the index of the guiding region(core), so the wave propagates in the highest indeх́ region of the band gap.

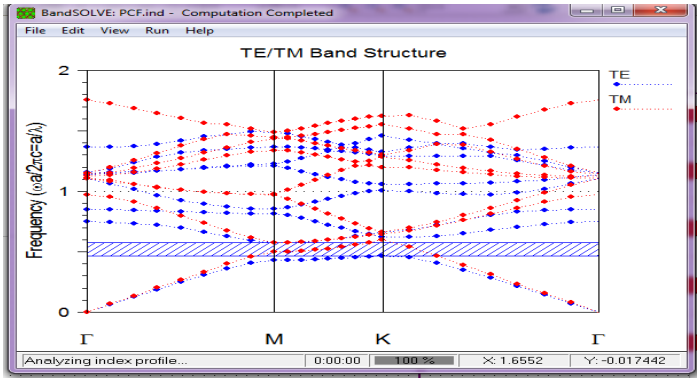


Figure 3. Band structure of hexagonal photonic crystal lattice of holes for TE/TM polarization

✓ **EFFECTIVE INDEX:**

Since the structure of a PCF is more complex, It more more difficult to define the refractive index of the cladding, then an effective cladding index(nFSM) (FundamentalSpacefilling Mode) is defined as :

$$n_{FMS} = \frac{B_{FMS}}{K} \qquad (1)$$

Where

B_{FMS} is the phase and K is free space wavelength

Figure 4 represents the variation of Neff as function of wavelength.we can see that the effective index decreases with the increase of wavelength.

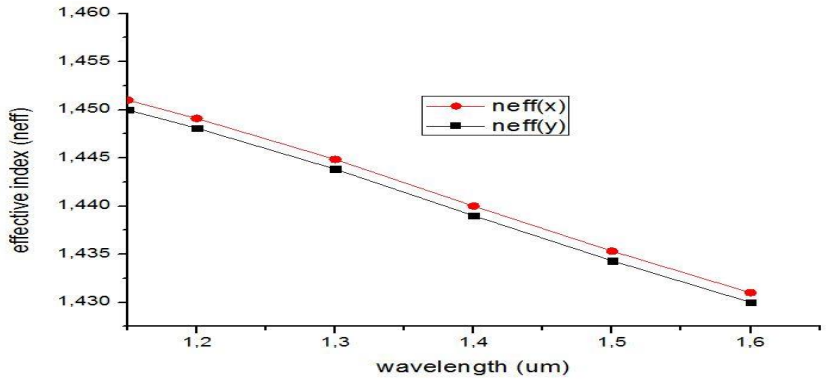


Figure 4. Effective index of the X-polarized and Y -polarized

✓ **fundamental mode of the proposed PCF**

From the figure 5, we constate that the mode does appear to be well guided and confined to the core of the PFC. However, as the wavelength gets much larger, a lot of the field will no longer be as confined to the core. The light then penetrates the holes more strongly, causing the decrease of the effective index of the cladding.

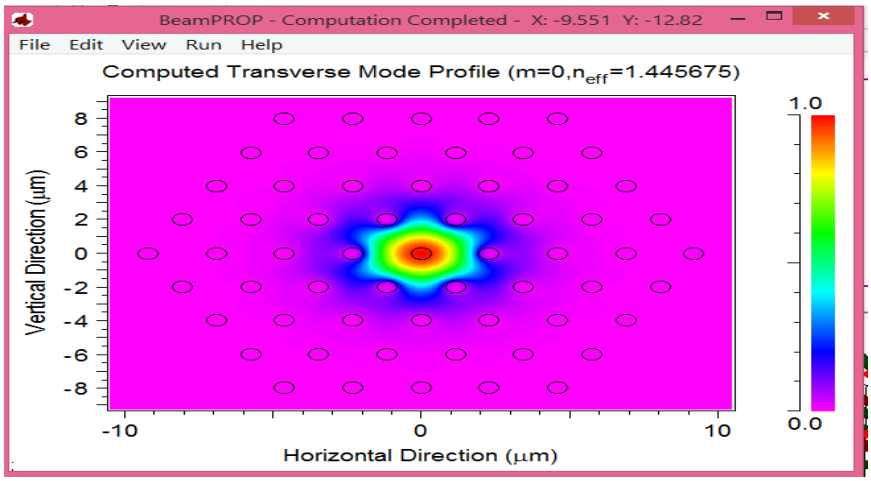


Figure 5.Fundamental mode of the PCF

✓ **Exploring the Single-Mode Condition**

The dependence of the effective index on wavelength has made it possible to distinguish a characteristic of PCFs which consists of single-mode propagation [32].
According to the reference above, it is possible to define an effective V number for a PCF that indicates whether or not a fiber is single-moded.its expression is given by:

$$V_eff = (2\pi \wedge / \lambda)\sqrt{(n_0\hat{}2 - n_eff\hat{}2)} \qquad (2)$$

where
Λ: is the lattice period (Period),
n_0 is the glass index and
n_eff is an "effective cladding index."

Figure 6 represents the variation of the effective frequency (V_eff) as a function of wavelength for different values of R,.

This picture shows that The effective normalized frequency Veffvar varies proportionally with the diameter R, and a fiber with R=0.15 will be endlessly single-moded for all wavelengths (the device is single mode if V is less then 2.405).

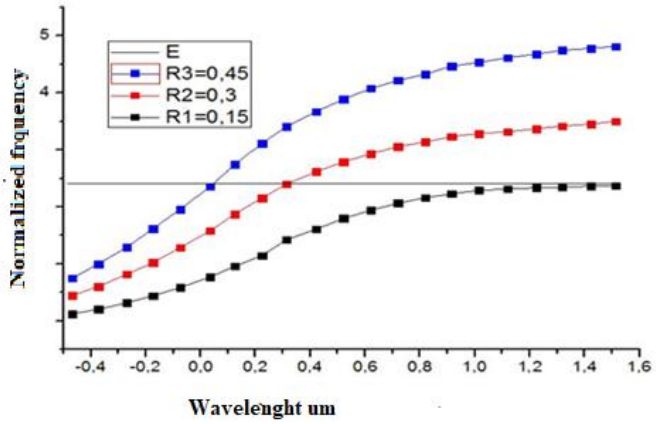


Figure 6. Evolution of the normalized frequency as a function of wavelength for different values of R and for Λ= 3μm.

- ✓ **waveguide dispersion**

In optics, dispersion is the phenomenon in which the phase velocity of a wave depends on its frequency. Dispersion is given by the following formula [10].

$$D = -\lambda/c(\frac{d^2 n_{eff}}{d\lambda^2}) \qquad (3)$$

where, λ is the wavelength , c is the velocity of light in vacuum and n_{eff} is an "effective cladding index

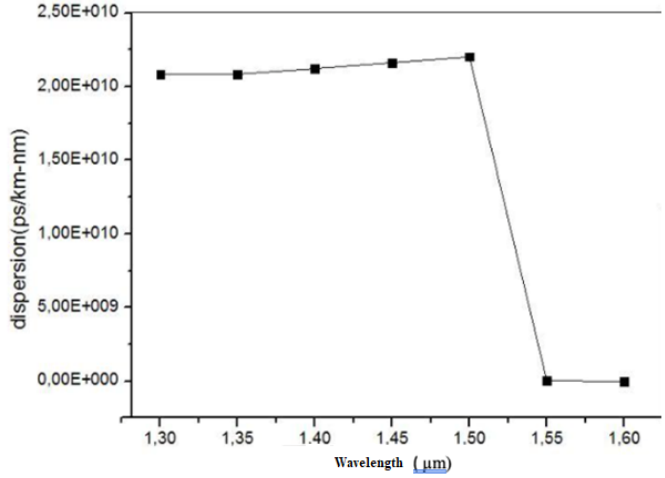


Figure 7. Variation of the wave guide dispersion as a function of wavelength

Figure.7 shows the variation of the waveguide dispersion as function of wavelength. It is initially high at 2×10^{10} for wavelengths from 1.3 μm to 1.52 μm. Then, it abruptly changes values and becomes approximately zero for λ=1.55 (μm)

- ✓ **Effective area**

In a PCF, the area where the light is confined in a fiber is known as effective area. It is a measure of field spreading into the cladding. The ffective area is calculated from the following equation

$$A_{eff} = (\iint |E^2| \, dx \, dy)^2 / \iint |E^4| dx \, dy \qquad (4)$$

where, Aeff is effective are and E is the electric field amplitude in the medium

Figure 8 shows the variation of the effective area of the fundamental mode as a function of wavelength. We note that the effective area increases linearly with the increase in the wavelength range.

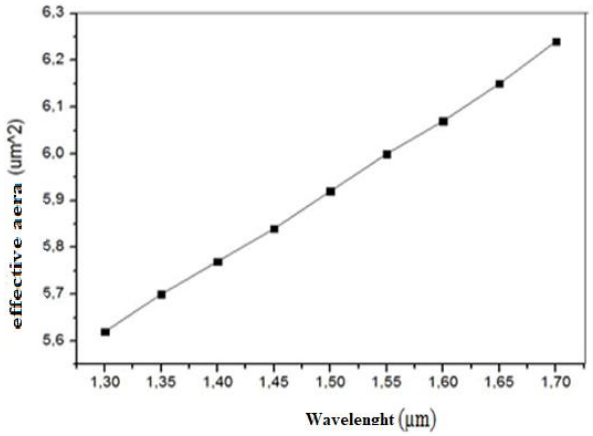


Figure 8. Variation of the effective area of the fundamental mode as a function of wavelength

CONCLUSION

In this paper,we have simulated the transmission of light in a solid-core Photonic Crystal Fiber (PCF),wich is composed .of a hexagonal lattice of air holes.

The performance and opto-geometric parameters of the PCF structure were analysed and studied by using the plane wave expansion PWE and finite element methods.

Original properties of PFCs were investigated such as the effective index, single mode character and effective area.

REFERENCES

Ana M. R Pinto. and Manuel Lopez-Amo.2012 “Photonic Crystal Fibers for Sensing Applications”, Journal of Sensors, 21 pages

Birks T. A.et al.1997. "Endlessly Single-Mode Photonic Crystal Fiber," Opt. Lett., 22, 961-963

Chen, D. et al 2010 “Optical Properties of PhotonicCrystal Fibers with a Fiber Core of Arrays of Subwavelength Circular Air Holes: Birefringence and Dispersion”, 105, 193-212

Dora Juan Juan Hu et al.2009. “Holey fiber design for single-polarization single-mode guidance ” Applied Optics, 20, 4038-4043

Hasan M.R. et al 2016, “A Polarization Maintaining Single-Mode Photonic Crystal Fiber for Residual Dispersion Compensation,” IEEE Photonics Technology Letters, 28(16), pp.1782-1785

Hossain. M.B et al., 2017 “Analysis of Optical Properties for Square,Circular and Hexagonal Photonic Crystal Fiber.Optics and Photonics Journal.7,235-243

Knight J. C et al 1998.“Properties of photonic crystal fiber and the effective index model”,. Optical Society of America. 15, 748–752

Kumbirayi Nyachionjeka et al. 2020 “Design of a Photonic Crystal Fiber for Optical Communications Application ”,Scientific African.9,1-9

Madhavi WaghmareK. T. V. Reddy.2016. “Design and Modal Analysis of Photonic Crystal Fiber for Dispersion Compensation over Broadband Range,” Journal of Microwaves, Optoelectronics and Electromagnetic Applications,15 (04),365-379

Poli, F.et al 2007 “Photonic Crystal Fibers: Properties and Applications” Materials Science Springer, Dordrecht

Saitoh, K. & Koshiba, M. Leakage 2003. “loss and group velocity dispersion in air-core photonic bandgap fibers. Opt. Express 11, 3100–3109

Tohyama.O, S.I. Yamaguchi,2009 “ Photonic Crystal Fibers and their Applications.” IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, 4(6), pp.704-709.

ORAL PRESENTATION

Benzerlik Dönüşümü Tabanlı Renk İndirgeme Kullanılarak Görüntü Erişimi

Mürsel Ozan İncetaş[1] (*0000-0002-1016-1655*), Mahmut Kılıçaslan[2*] (*0000-0003-1117-7736*), Ufuk Tanyeri[2] (0000-0002-7039-9577)

[1]Alanya Keykubat Üniversitesi, ALTSO MYO, Bilgisayar Programcılığı, Antalya, Türkiye
[*2]Ankara Üniversitesi, Nallıhan MYO, Bilgisayar Programcılığı, Ankara, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:m.kilicaslan@ankara.edu.tr

Özet
Pek çok görüntü erişimi çalışmasında farklı yaklaşımlarla geliştirilen renk indirgeme yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada renk indirgeme amacıyla benzerlik görüntüsünde yer alan homojen bölgeler kullanılarak görüntü erişimi gerçekleştirilmiştir. Önerilen yaklaşımda ilk olarak benzerlik matrisi kullanılarak benzerlik dönüşümü görüntüsü elde edilmiştir. Elde edilen benzerlik görüntüsü, histogramın ağırlık merkezi yöntemi ile eşiklenerek görüntüdeki homojen pikseller belirlenmiştir. İşaretlenen homojen piksellerin RGB kanallarından gelen bilgiler aracılığıyla 3 ayrı histogram oluşturulmuştur. Her histogram için Kapur optimizasyon tekniği ile 3 ayrı eşik değeri bulunmuştur. Elde edilen eşik değerler yardımıyla renk uzayı 64 alt bölgeye ayrılmıştır. Böylece görüntüdeki tüm pikseller, dilimlenmiş renk uzayı içindeki herhangi bir prizmaya dahil edilmiştir. Prizmalar içindeki renklerin ortalaması alınarak aynı prizma içindeki tüm piksellere atanmıştır. Bu durumda her görüntü maksimum 64 renge indirgenmiştir. İndirgenmiş görüntüler üzerinde görüntü erişimi mimarisi geliştirilmiştir ve sık kullanılan LBG renk indirgeme yaklaşımı ile karşılaştırılmıştır. Yapılan testler ve elde edilen bulgular, önerilen yöntemin oldukça başarılı olduğunu göstermektedir
Anahtar Kelimeler: Benzerlik Dönüşümü, Görüntü Erişimi, Çok Seviyeli Eşikleme, Renk Histogramı

Image Retrieval Using Similarity Transformation Based Color Reduction

Abstract
Color reduction methods developed with different approaches are used in many image retrieval. In this study, image retrieval was performed using homogeneous regions in the similarity image for color reduction. In the proposed approach, firstly, the similarity transform image is obtained by using the similarity matrix. The homogeneous pixels in the image were determined by thresholding the obtained similarity image with the center of gravity method of the histogram. Three separate histograms were created through the information from the RGB channels of the marked homogeneous pixels. Three different threshold values were found for each histogram with Kapur optimization technique. With the help of the threshold values obtained, the color space is divided into 64 sub-regions. Thus, all pixels in the image are included in any prism in the sliced color space. The colors in the prisms are averaged and assigned to all pixels in the same prism. In this case, each image is reduced to maximum of 64 colors. The image retrieval architecture was developed on the reduced images and compared with the commonly used LBG color reduction approach. The tests carried out and the findings obtained show that the proposed method is quite successful.
Keywords: Similarity Transform, İmage Retrieval, Multi-level Thresholding, Color Histogram.

GİRİŞ

Görüntü erişim uygulamalarına tıp, parmak izi ve plaka tanımlama sistemleri, dijital kütüphaneler, adli bilişim gibi alanlarda sıklıkla rastlanmaktadır (Silva Torres ve Falcao, 2006). Görüntü erişimi için 1970'li yıllarda metin tabanlı görüntü erişim sistemleri çözüm olarak sunulmuştur. Metinsel verilerin görüntüleri etiketlemek için kullanıldığı söz konusu sistemlerin en önemli dezavantajları etiketleme sürecinin uzun sürmesi ve tanımlamaların bireylerin algısına bağlı hale gelmesidir (Sarwar ve ark., 2019). İlgili dezavantajların çözümüne yönelik içerik tabanlı görüntü erişim sistemleri 1990'larda ortaya çıkmıştır (Jain ve Singh, 2011). İçerik tabanlı yapılar, görüntülerin şekil, renk ve doku gibi düşük seviyeli özellikleri çıkararak kullanıcıdan bağımsız bir sistem mimarisi oluşturmayı hedeflemektedir. İçerik tabanlı görüntü erişimi, özellik çıkarımı ve benzerlik ölçümü olmak üzere temelde 2 aşamadan oluşmaktadır. Özellik çıkarımı için renk en önemli tanımlayıcı olarak kullanılmaktadır. Histogram ise renk özelliğini kullanan en temel özellik vektörüdür (Deselears, 2003; Long ve ark., 2003; Alamdar,. ve Keyvanpour, 2011; Pass Zabih, 1996). Ayrıca histogram

boyutunun görüntünün boyutundan bağımsız olması, farklı boyutlardaki görüntülerin kullanımına olanak sağlamaktadır. Renkli görüntülerde histogram 3 farklı renk kanalından oluşmaktadır. Her kanalda 256 gri seviye değeri olması sebebiyle histogramın görüntü erişiminde kullanılması hesapsal karmaşıklığı arttırmaktadır. Bu nedenle renk indirgeme yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Renk indirgeme ya da başka bir ifade ile vektör quantalama olarak bilinen bu yöntemler birbirine yakın renkleri aynı grup altında toplamak anlamına gelmektedir. Literatür çalışmaları incelendiğinde, histograma dayalı renk bilgilerini kullanarak, baskın renk tanımlayıcı, korelogram ve renk uyumlu vektör tekniklerini kullanan görüntü erişim çalışmaları bulunmaktadır (Miao ve ark.,2015; Shaila ve Vadivel, 2016) . Wang ve diğerleri ise RGB uzayını farklı renk uzayına dönüştürüp devamında uniform renk indirgeme yaklaşımını kullanmışlardır. İndirgenmiş histogram özellik vektörünü ise görüntü erişimi çalışmalarına uygulamışlardır. Histogram dışında farklı nitelikleri birleştiren teknikler de bulunmaktadır. Eakins çalışmasında görüntü özelliklerini çeşitli düzeylere ayırmıştır. Görüntü öğelerinin doku, renk, uzamsal konumu veya şekli gibi ilkel özellikler, birinci seviye özellikler olarak kategorize etmiştir. Yerel özellik çıkarımı için SURF (Tuytelaars ve Van Gool, 2006), SIFT (Lowe, 1999) ve BoW (Yang ve ark., 2007) gibi teknikler kullanan yaklaşımlar popüler özellik çıkarım yöntemleridir.

Bu çalışmada, görüntü içerisinde birbirine yakın RGB değerlerine sahip komşu pikseller arasında eşikleme yapılması amacıyla, görüntünün benzerlik dönüşümüne dayalı bir renk indirgeme yaklaşımı önerilmiştir. Birbirine benzeyen komşu pikseller homojen olarak isimlendirilirken, sadece görüntü içerisindeki homojen piksellere ait histogram üzerinden eşik değerler belirlenerek renk indirgeme işlemi yapılmıştır. Corel-1K veri setindeki tüm görüntüler 64 renge indirgenerek görüntü erişimi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar LBG tekniği ile Öklid (D_e) ve Kesişim (D_{hk}) metrikleri kullanılarak karşılaştırılmıştır.

BENZERLİK DÖNÜŞÜMÜ

Bir görüntüdeki piksellerin benzerliğine dayalı olarak görüntüdeki kenarların tespiti Demirci (2007) tarafından tanımlanmıştır. Demirci'nin yaklaşımında Gradyan ve Laplace gibi karmaşık işlemler ya da istatistiksel hesaplamalar yerine benzerlik dönüşümü kullanılmıştır. Benzerlik dönüşümü, renkli bir görüntüdeki iki komşu piksel arasındaki benzerliğe dayanmaktadır. Bir merkez piksel ve komşuları Şekil 1'de gösterilmektedir. Benzerlik dönüşümü algoritmasında, başlangıçta, merkezi piksel P_0 ile komşuları arasındaki benzerlikler Eşitlik 1'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$S(P_0, P_i) = exp\left(-\frac{||P_0 - P_i||}{D_n}\right) \quad (1)$$

$$||P_0\text{-}P_i|| = \frac{1}{\sqrt{3}}(\Delta R^2 + \Delta G^2 + \Delta B^2)^{1/2} \quad (2)$$

$$\Delta R = |R_0 - R_i|$$
$$\Delta G = |G_0 - G_i| \quad (3)$$
$$\Delta B = |B_0 - B_i|$$

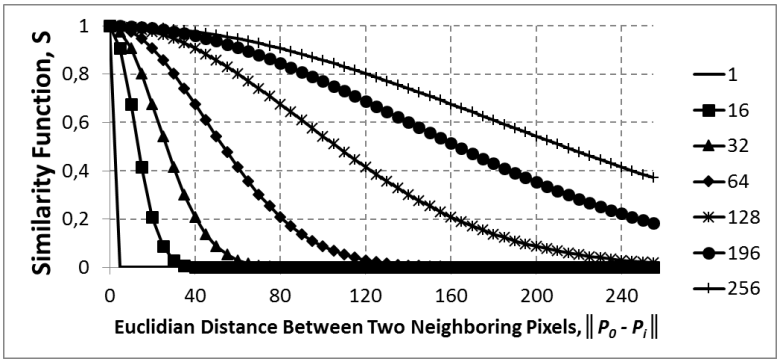
burada $||P_0\text{-}P_i||$ RGB renk uzayındaki Öklid mesafesi iken, D_n normalleştirme katsayısıdır. Kullanılan 3x3'lük maskenin ortalama benzerliği ise Eşitlik 4 yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$S_{P_0} = \frac{1}{9}\sum_{i=0}^{8} S(P_0, P_i) \quad (4)$$

$$S\,(P_0, P_i) = 255 \cdot exp\left(-\frac{||P_0 - P_i||}{D_n}\right) \quad (5)$$

P_1	P_2	P_3
P_8	P_0	P_4
P_7	P_6	P_5

Şekil 1. Bir P_0 pikselinin 3x3 komşulukları



Şekil 2. Benzerlik Fonksiyonu S

Eşitlik 6'da verilen D_n katsayısının otomatik olarak belirlendiği yaklaşım ise kenar belirleme Demirci (2007) amacıyla da kullanılmıştır.

$$D_n=\left(\frac{255}{d_a^2+1}\right)+1 \qquad (6)$$

d_a, 3x3'lük maskedeki merkez piksel ile komşu pikseller arasındaki normalleştirilmiş Öklid mesafelerinin ortalamasıdır ve Eşitlik 7'deki gibi hesaplanır.

$$d_a=\frac{1}{9}\sum_{i=0}^{8} d_{0,i} \qquad (i=0, 1, \ldots., 8) \qquad (7)$$

burada $d_{0,i}=||P_0-P_i||$, merkez piksel P_0 ve komşusu P_i arasındaki normalleştirilmiş Öklid mesafesidir. Böylece, benzerlik dönüşümü adaptif ve kullanıcı müdahalesi olmaksızın gerçekleştirilebilmektedir.

BENZERLİK DÖNÜŞÜMÜ TABANLI GÖRÜNTÜ ERİŞİMİ

Görüntü erişimi, bir görüntü koleksiyonun içerisinden sorgu görüntüye benzer görüntüleri belirleme sürecidir. Ancak görüntü veri tabanında, farklı boyutlarda ve renkli görüntüler bulunabilmektedir. Dolayısıyla benzer görüntüleri bulmak için piksel seviyesinde karşılaştırmalar yapmak hesapsal maliyeti yüksek işlemlerdir. Bu sebeple veri tabanındaki görüntüleri temsil eden özellik vektörlerinden yararlanılmaktadır. Görüntüleri bahsi geçen vektörler aracılığıyla tanımlama özellik çıkarımı (feature extraction) olarak ifade edilmektedir. Histogram en önemli özellik vektörlerinden biridir. Görüntünün boyutlarından ve döndürülmesinden etkilenmemesi, özellik vektörü olarak kullanılan histogramı güçlü bir tanımlayıcı yapmaktadır. İlaveten kolay hesaplanması literatürde sıklıkla kullanılmasına sebep olmaktadır. Renkli görüntülerde histogram 3 ayrı kanaldan hesaplanmaktadır. 3 kanaldan gelen bilgileri birleştirmek ise büyük bir problem ortaya çıkarmaktadır. 3 ayrı kanaldan gelen renk bilgisi, özellik vektörünün uzunluğunu arttırmaktadır. Bu nedenle renk indirgeme yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Renk indirgeme için sıklıkla kullanılan LBG, K-Means, Popularity, Uniform gibi metotlar bulunmaktadır. Bu çalışmada, otomatik benzerlik dönüşümü kullanılarak, renk indirgenmesinde homojen piksellerin kullanılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, benzerlik görüntüsü, histogramın ağırlık merkezinden eşiklenerek ikili (binary) benzerlik görüntüsü elde edilmiş ve eşik değeri üzerinde kalan pikseller homojen olarak belirlemiştir. Sadece belirlenen homojen piksellerin RGB renk kanalları için histogramlar oluşturulmuş ve bu histogramlara da Kapur-entropi yöntemi yardımıyla çok seviyeli eşikleme uygulanmıştır. Her kanal için belirlenen 3 ayrı eşik yardımıyla 64 renkten oluşan bir özellik vektörü elde edilmiştir. İlgili özellik vektörü ise görüntü erişimi için kullanılmıştır. Geliştirilen mimarinin adımları aşağıdaki gibidir;

Adım 1: Benzerlik matrisi yardımıyla veri tabanındaki görüntülerin benzerlik görüntüsü elde edilir,

Adım 2: Benzerlik görüntüsü, histogramın ağırlık merkezi ile eşiklenir ve eşik değerin üstünde kalan pikseller homojen pikseller olarak etiketlenir,

Adım 3: Sadece homojen piksellerin R, G ve B kanallarının ayrı ayrı histogramları alınır.

Adım 4: Her histogram için Kapur entropi ile çok seviyeli eşiklenerek, renk uzayı 64 renge indirgenir,

Adım 5: İndirgenen görüntüler maximum 64 elemanlı özellik vektörüne dönüştürülür ve görüntü erişimi aşamaları uygulanır.

Şekil 3'te orijinal bir görüntü ve ona ait benzerlik görüntüsü bulunmaktadır.



(a) (b) (c)

Şekil 3. Örnek ikili Benzerlik dönüşümü sonucu. (a) Orijinal görüntü, (b) Benzerlik görüntüsü, (c) Histogramın Ağırlık Merkezi (HAM) ile eşiklenmiş ikili benzerlik görüntüsü.

DENEYSEL BULGULAR VE YORUMLAR

Görüntü erişimi değerlendirmeleri için sık kullanılan Corel-1K veri seti kullanılmıştır. Bahsi geçen veri tabanında Afrikalılar, Sahiller, Dağlar, Filler vs. gibi 10 farklı kategori ve her kategoride 100 adet görüntü bulunmaktadır. Görüntüler 256x384 ve 384x256 olmak üzere 2 farklı çözünürlüğe sahiptir. Görüntü erişimin özellik çıkarımından sonra elde edilen vektörlerin sorgu görüntüye ait vektörle karşılaştırma süreci önemli bir aşamadır. Bu aşamada benzerlik ölçüm teknikleri kullanılmaktadır. Çalışmamızda yaygın olarak tercih edilen Öklid ve histogram kesişimi teknikleri kullanılmıştır. Öklid ve histogram kesişimi benzerlik teknikleri;

$$D_e = \sqrt{\sum_{i=0}^{64}\left(p_{1,i} - p_{2,i}\right)^2}$$
$$D_{hk} = \sum_{i=0}^{64}\min(p_{1,i}, p_{2,i}) \qquad (8)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Burada p1 veri tabanındaki özellik vektörünü temsil ederken, p2 sorgu görüntünün özellik vektörünü temsil etmektedir. i ise ilgili özellik vektörünün eleman sırasını ifade etmektedir. Geliştirilen tekniğin performans değerlendirmesi mean average precision (*mAP*) ile yapılmıştır. *mAP* değeri ise;

$$P = \frac{erişilen\ ilişkili\ görüntü\ sayısı}{erişilen\ toplam\ görüntü\ sayısı},$$
$$mAP = \frac{1}{A}\sum_{x=1}^{A}\frac{1}{q_x}\sum_{x=1}^{q_x}P(i_x) \qquad (9)$$

Burada q_x, x sorgusu için getirilen ilişkili görüntü sayısını, A sorgu görüntü sayısını, p(ix) ise i. sıradaki görüntünün kesinlik değerini temsil etmektedir. Tablo 1, önerilen yöntemin ve LBG tabanlı görüntü erişiminin performans değerlerini *mAP* açısından göstermektedir.

Tablo 1: En benzer 20 görüntü için performans değerleri

Corel1K	Önerilen Yöntem		LBG	
	D_e	D_{hk}	D_e	D_{hk}
Afrikalılar	0,7320	0,7438	0,6390	0,6424
Sahiller	0,6577	0,6659	0,6210	0,5933
Yapıtlar	0,6665	0,6671	0,5989	0,6119
Otobüsler	0,6137	0,6759	0,6030	0,5886
Dinozorlar	0,8565	0,8932	0,9153	0,9566
Filler	0,6438	0,6827	0,5438	0,5532
Çiçekler	0,7656	0,8170	0,6434	0,6321
Atlar	0,7816	0,8321	0,5544	0,6158
Dağlar	0,5886	0,5916	0,5972	0,5964
Yiyecekler	0,7543	0,7835	0,6263	0,6000
Ortalama	**0,7060**	**0,7353**	**0,6342**	**0,6390**

Tablo 1 incelendiğinde önerilen yöntemin LBG tabanlı erişim sistemine göre başarısı açıkça görülmektedir. Farklı benzerlik metrikleri ile yapılan deneylerde farklı başarıların gelmesi erişim sistemlerinde benzerlik metriğinin önemini göstermektedir. Histogram kesişimi benzerlik metriği ile elde edilen sonuçlar hem önerilen hem de LBG yönteminde daha başarılı olmuştur. Önerilen yöntemde ilgili benzerlik tekniği ile mAP değeri yaklaşık %73 iken, Öklid ile bu başarı %70'lerde kalmıştır. LBG tekniğinde de kesişim tekniği nispeten daha iyi sonuçlar üretmiştir. Önerilen yöntemin kesişim başarımı incelendiğinde, LBG'ye göre yaklaşık %10 daha ilişkili görüntülere eriştiği açıktır. Görüntülerin homojen pikselleri üzerinde yapılan işlemler ayırt ediciliği arttırmaktadır. Kategorilerdeki performanslara bakıldığında en başarılı kategorinin her iki teknikte de Dinozorlar olduğu görülmektedir. Ayrıca Dinozorlar kategorisinde LBG yöntemi daha başarılı sonuç vermiştir. Erişim çalışmalarında Yapıtlar, Sahiller ve Dağlar kategorilerindeki görüntülerin yapısı ve renk dağılımı gereği başarı daha düşüktür. Buna paralel olarak Dağlar kategorisinde başarısının düşük olduğu görülmektedir. Önerilen algoritmanın Dağlar kategorisindeki homojen olarak etiketlenen renkleri başarılı bir şekilde etiketlemediği görülmektedir. Ancak Yapıtlar ve Sahillerde ise daha iyi olduğu görülmektedir. Bir başka tipik kategori olan Atlar kategorisi ise önerilen yöntemin en başarılı olduğu ikinci kategori olmuştur. LBG metodu ile bahsi geçen kategoride kesişim tekniği ile elde edilem mAP değeri 0,61 iken, aynı kategoride ve aynı benzerlik tekniği ile önerilen yöntemdeki mAP değeri 0,83 olmuştur.

SONUÇ

Bu çalışmada, benzerlik dönüşümüne dayalı yeni bir renk indirgeme tekniğinin kullanıldığı görüntü erişimi yaklaşımı sunulmuştur. Renk indirgeme yapılması amacıyla ilk olarak benzerlik matrisi yardımıyla komşu piksellerden gelen gri seviye değerleri kullanılarak, görüntüdeki tüm pikseller için benzerlik değerleri hesaplanmış ve benzerlik görüntüsü elde edilmiştir. Ardından elde edilen gri seviyeli benzerlik görüntüsü, histogramın ağırlık merkezi metodu ile eşiklenerek ikili benzerlik görüntüsünde yer alan homojen pikseller belirlenmiştir. Homojen olarak işaretlenen piksellerin orijinal görüntüdeki RGB kanallarının her biri için 3 ayrı histogram oluşturulmuştur. Her bir renk bileşeninden Kapur yaklaşımıyla 3 eşik elde edilmiş ve böylece görüntü 64 renge indirgenmiştir. Görüntülerin homojen bölgelerinden yararlanarak yeni bir özellik vektörü çıkarılmıştır. Ortaya çıkan sonuçlar, önerilen yöntem ile elde edilmiş özellik vektörünün kullanıldığı erişim sisteminin daha üstün performansa sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca yöntemin herhangi bir parametreye ihtiyaç duymaması önemli bir avantajdır.

KAYNAKLAR

Alamdar, F. ve Keyvanpour, M. (2011). A new color feature extraction method based on quadhistogram. Procedia Environmental Sciences, 10(Part A), 777-783.

Bay, H., Tuytelaars, T., & Van Gool, L. (2006, May). Surf: Speeded up robust features. In European conference on computer vision (pp. 404-417). Springer, Berlin, Heidelberg.

Demirci, R., Similarity relation matrix-based color edge detection, Aeu-Int J Electron C, 61 (2007) 469-477.

Deselaers, T. (2003). Features for image retrieval. Master Thesis, Human Language Technology and Pattern Recognition Group, RWTH Aachen University, Aachen, Germany

Jain, M., & Singh, S. K. (2011). A survey on: content based image retrieval systems using clustering techniques for large data sets. International Journal of Managing Information Technology, 3(4), 23.

Long, F., Zhang, H. ve Feng, D. D. (2003). Fundamentals of content-based image retrieval, in Multimedia Information Retrieval and Management, Berlin, 1–26.

Lowe, D. G. (1999, September). Object recognition from local scale-invariant features. In Proceedings of the seventh IEEE international conference on computer vision (Vol. 2, pp. 1150-1157). Ieee

Miao, R.-H., J.-L. Tang, and X.-Q. Chen, ‘‘Classification of farmland images based on color features,’’ J. Vis. Commun. Image Represent.,vol. 29, pp. 138–146, May 2015.

Pass, G. ve Zabih, R. (1996). Histogram refinement for content-based image retrieval. In Applications of Computer Vision, 1996. WACV'96, Proceedings 3rd IEEE Workshop on,96-102.

Sarwar, A., Mehmood, Z., Saba, T., Qazi, K. A., Adnan, A., & Jamal, H. (2019). A novel method for content-based image retrieval to improve the effectiveness of the bag-of-words model using a support vector machine.Journal of Information Science,45(1), 117-135.

Shaila, S. G. and A. Vadivel, ‘‘Indexing and encoding based image feature representation with bin overlapped similarity measure for CBIR applications,’’ J. Vis. Commun. Image Represent., vol. 36, pp. 40–55, Apr. 2016.

Silva Torres, R., & Falcao, A. X. (2006). Content-based image retrieval: theory and applications.RITA,13(2), 161-185.

Yang, J., Jiang, Y. G., Hauptmann, A. G., & Ngo, C. W. (2007, September). Evaluating bag-of-visual-words representations in scene classification. In Proceedings of the international workshop on Workshop on multimedia information retrieval (pp. 197-206).

ORAL PRESENTATION

Batı Karadeniz Bölgesinin jeolojik birimlerinin araştırılma

Ali Elmas[1*] (*ORCID: https://orcid.org. 0000000333432742*), Abdurrahman Yasir Parlak[2] (*ORCID: https://*orcid.org/0000000190148970)

[*1]Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Trabzon, Türkiye
[2]Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Trabzon, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:aeaeelmas@gmail.com

Özet
EGM08 gravite verilerin düşey türev değerlerine toplam yatay türev, eğim açısı ve teta açısı yöntemleri uygulanarak, bu çalışma ile Batı Karadeniz Bölgesi'nin jeolojik birimlerinin sınırlarının temel kaya seviyesinde araştırılması hedeflenmiştir. Bu süreksizlik sınırlarını ortaya çıkarırken, toplam yatay türevin maksimim genlik değerleri, eğim açısının sıfır genlik değerleri ile teta açısı haritasının maksimum genlik değerlerinden yararlanılmıştır. Bulunan sonuçların daha sonradan yapılacak çalışmalara işık tutacağı düşünülmektedir.
Anahtar Kelimeler: Batı Karadeniz Bölgesi, Birinci Düşey Türev, Yapısal Süreksizlik.

Investigation of the geological units of the Western Black Sea Region

Abstract
By applying the total horizontal derivative, inclination angle and theta angle methods to the vertical derivative values of the EGM08 gravity data, it was aimed to investigate the boundaries of the geological units of the Western Black Sea Region at the basement with this study. While revealing these discontinuity boundaries, the maximum amplitude values of the total horizontal derivative, the zero amplitude values of the inclination angle and the maximum amplitude values of the theta angle map were used. It is thought that the results obtained will shed light on future studies.
Keywords: West Black Sea Region, First Vertical Derivative, Structural Discontinuity.

GİRİŞ

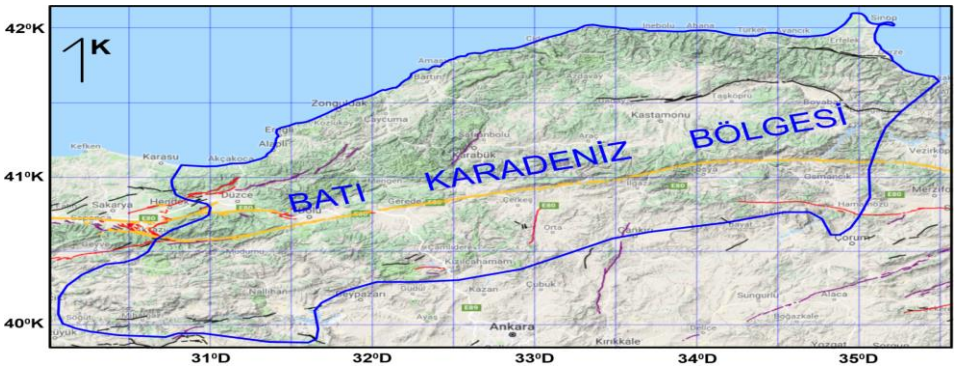
Yapısal süreksizlik sınırlarının bulunması işlemleri çoğunlukla toplam yatay türev (YTY) tekniği kullanılarak doğrudan gravite verileriyle yapılır (Cordell ve Grauch, 1985; Altınoğlu vd., 2015). Kütle sınırlarını ve çizgisellikleri ortaya çıkarmak amacıyla EA tekniğinin ilk defa kullanımı, Oruç (2010) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmadaysa mevcut teknik, bölgeye ait Bouguer graviteden bulunan rejyonal gravitenin düşey türev verileriyle kullanılmıştır. Öncelikle alçak geçişli süzgeç kullanılarak, rejyonal veri bulunmuştur. Sonra, bu veriden düşey türev değerleri hesaplanmıştır. Hem bu işlem için hem de çizgisellikleri belirlemek için POTENSOFT yazılımı (Arısoy ve Dikmen, 2011) kullanılmıştır. Batı Karadeniz Bölgesi'nin jeolojik ve tektonik birimlerini ortaya çıkarmak için bir çok bilimsel çalışma yapılmıştır (Ustaömer ve Rogers, 1999; Yiğitbaş v.d., 1999; Elmas ve Yiğitbaş, 2001).

Bu çalışmada ise Batı Karadeniz Bölgesi'nin rejyonal gravitenin düşey türev değerlerine TYT tekniği uygulanarak, temel kaya seviyelerindeki yoğunluk farkı sunan yapı sınırları görüntülenmeye çalışılmıştır.

ÇALIŞMA ALANI JEOLOJİSİ

Türkiye'nin başlıca tektonik birimlerinden biri de Batı Karadeniz Bölgesidir. Batı Karadeniz Bölgesinde yapılan çalışmalarda, Pontidler'in diğer kesimlerinden farklılıkları dikkate alınarak Batı Pontid (Tüysüz, 1990), İstanbul napı (Şengör v.d., 1984), İstanbul zonu (Okay, 1989) gibi isimlerle literatüre geçmiştir. Çatalca civarından başlayarak doğuda bulunan Azdavay'a kadar uzanan, güneye doğru ise İntra-Pontid süturu (Şengör ve Yılmaz, 1981), diğer ismiyle Armutlu-Eskipazar zonu (Yiğitbaş v.d., 1999) ve daha büyük oranda onu izleyen Kuzey Anadolu Fayıyla çevrilen bu alanın güney, doğu ve batısındaki diğer birimlerden en kayda değer farklılığı da temelinde yer alan Paleozoyik yaşlı çökel tortulardır. Bölgenin aktif fay haritası Şekil 1'de görülmektedir.

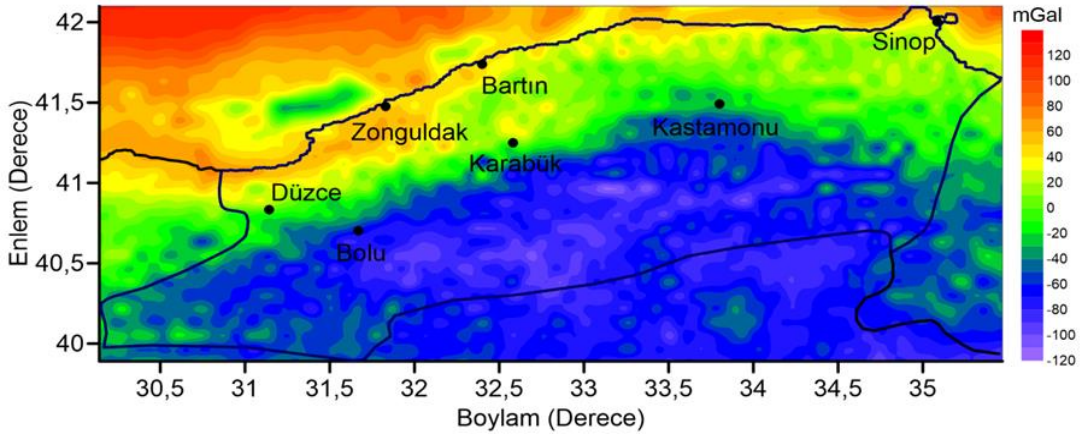
Bu çalışma ile bölgeye ait Bouguer gravitesinden alçak geçişli süzgeç ile hesaplanan rejyonal gravitenin düşey türevi kullanılarak, bölgenin tektonik yapı sınırları daha ayrıntılı belirlenmeye çalışılmıştır.



Şekil 1. Batı Karadeniz Bölgesi'nin aktif fay haritası (Emre v.d., 2013'den alınmıştır).

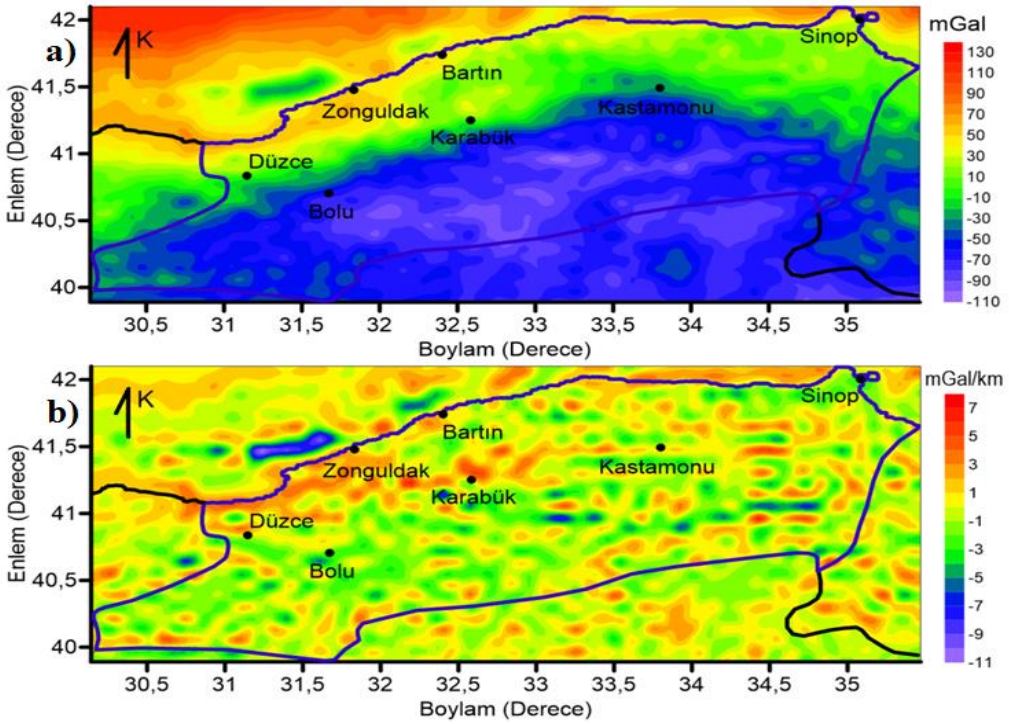
HESAPLAMALAR

Yüksek çözünürlüklü Dünya Gravite Modeli 2008 (EGM08) yılında tanıtılmıştır (Pavlis et al., 2008). Çalışma alanına ait Bouguer gravite anomalileri EGM08 modelinden elde edilmiştir (Şekil 2).

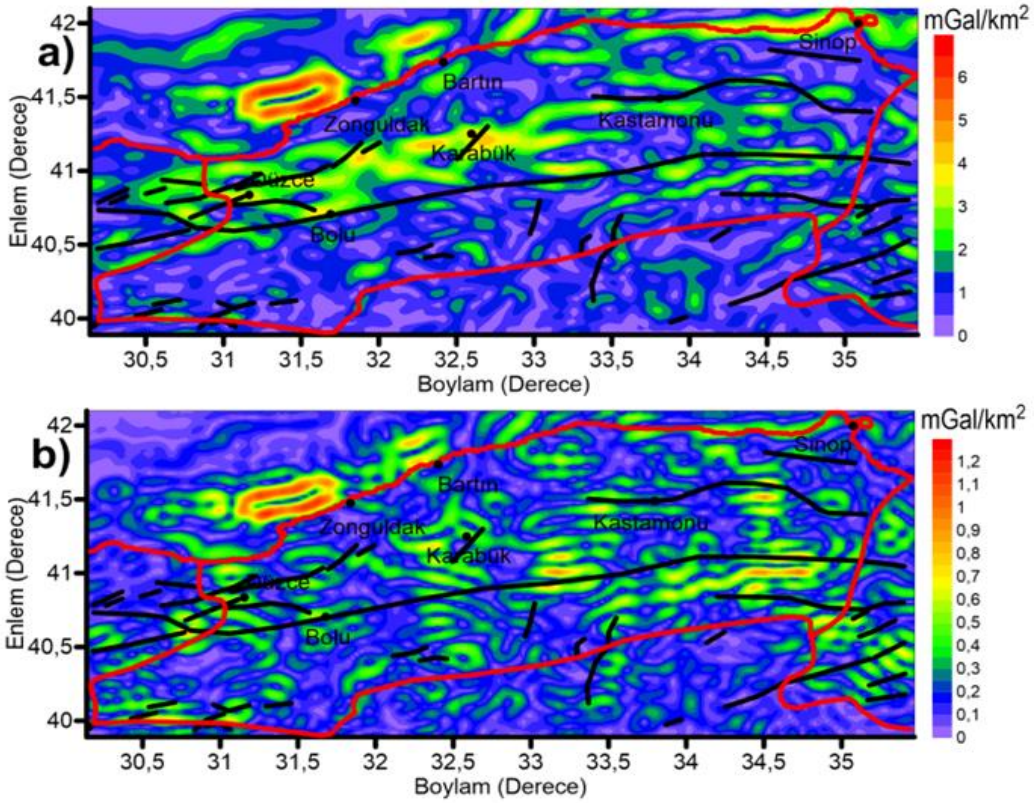


Şekil 2. Bölgenin Bouguer gravite anomali haritası.

Cordell ve Grauch (1985) TYT tekniğini ilk kez tanıtanlardır. Bu teknik ile yapılan hesaplamalarda, yüksek genlikler kütle sınırlarında, bir bant şeklinde toplanırlar. Kütlelerin sınırlarını belirlemek için yapılan hesaplamalarda, gravitenin birinci düşey türevi kullanılarak yapılan hesaplamalar daha doğru sonuç verir. Bölgeye ait rejyonal gravite ve rejyonal gravitenin düşey türev değerleri Şekil 3a ve 3b'de verilmiştir. Belli kesme dalga sayısıyla alçak geçişli süzgeç kullanılarak bölgenin rejyonal gravitesi hesaplanmıştır.



Şekil 3. a) Rejyonal gravite ve b) rejyonal gravitenin düşey türev anomali haritaları.



Şekil 4. a) Rejyonal gravitenin TYT ve b) birinci düşey türevin TYT. Siyah çizgiler bilinen fayları göstermektedir.

Rejyonal gravitenin düşey türevinden bulunan TYT haritasının maksimum değerleri bölgedeki yapısal süreksizlikleri ve çizgisellikleri belirtir (Şekil 4b). Literatürde yapılmış kuramsal model çalışmasında belirtildiği gibi, gravite datası kullanılarak hesaplan Şekil 4a'da belirlenen süreksizliklerin yanlış olduğu söylenebilir (Elmas, 2018). Ancak türev datası kullanılarak hesaplanan Şekil 4b'de belirlenen süreksizliklerin, bölgenin tektonik yapısına karşılık geldiği söylenebilir. TYT'nin yüksek genlikleri birimlerin çeşitli yönlerde uzandıklarını ortaya koymaktadır (Şekil 4b).

SONUÇ

Çizgisellikleri ortaya çıkarmak için daha önce yapılmış çalışmalar çoğunlukla direkt gravite verisiyle hesaplanmıştır (Cooper ve Cowan, 2006). Çalışma alanındaki ana tektonik birimlerin sınırları daha önceki çalışmalarla belirlenmişti (Ustaömer ve Rogers, 1999; Yiğitbaş v.d., 1999; Elmas ve Yiğitbaş, 2001), ancak bu çalışma ile daha alt birimlere ait çizgisellikler belirlenmiştir. Bunun için türev verisi kullanılmıştır.

KAYNAKLAR

Altınoğlu, F.F., Sarı, M., Aydın, A., 2015. Detection of Lineaments in Denizli Basin of Western Anatolia Region Using Bouguer Gravity Data. *Pure and Applied Geophysics* 172, 415–425.

Arısoy, M. Ö., Dikmen, Ü., 2011. Potensoft: MATLAB-based Software for potential field data processing, modelling and mapping. Computer & Geosciences, 37, 935–942.

Cooper, G. R. J., Cowan, D. R., 2006. Enhancing potential field data using filters based on the local phase. Computers and geosciences, 32 (10), 1585-1591.

Cordell, L., and Grauch, V.J.S. (1985), Mapping basement magnetization zones from aeromagnetic data in the San Juan Basin, New Mexico, (Ed. Hinze, W.J.) The utility of regional gravity and magnetic anomaly maps, Society of Exploration Geophysicists, 181–197.

Elmas, A. (2018), Kıbrıs Adasındaki Yapısal Süreksizliklerin EGM08 Gravite Verileri Kullanılarak Belirlenmesi, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 42, 17-32 (DOI: 10.24232/jmd.434135)

Elmas, A., ve Yiğitbaş, E., 2001. Ophiolite emplacement by strike-slip tectonics between the Pontide Zone and the Sakarya Continent in nortwestern Anatolia, Turkey. Geologische Rundschau, 90, 257-269.

Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş., Şaroğlu, F. 2013. Açıklamalı 1/1.250.000 Ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi-30. Ankara-Türkiye.

Okay, A.I., 1989. Tectonic units and sutures in the Pontides, northern Turkey. A.M.C., Şengör (Ed) Tectonic evolution of the Tethyan region. Nato Advanced Science Institute (ASI) Series, C 259, 109-116.

Oruç, B., 2010. Edge detection and depth estimation using a tilt angle map from gravity gradient data of the Kozaklı-Central Anatolia Region, Turkey. Pure and Applied Geophysics, DOI: 10.1007/s00024-010-0211-0.

Pavlis, N. K., Holmes, S. A., Kenyon, S. C., Factor. J. K., 2008. An Earth Gravitational Model to Degree 2160: EGM2008. EGU General Assembly 2008, Vienna, Austria, April 13–18, 2008. http://earth-info.nga.mil/GandG/wgs84/gravitymod/egm2008. (Ziyaret tarihi: 11 Şubat 2020).

Şengör, A.M.C., and Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. Tectonophysics, 75, 181-241.

Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., and Sungurlu, O., 1984., Tectonics of the Mediterranean Cimmerides: Nature and evolution of the westwrn termination of Paleotethys. In: J.E. Dixon and A.H.F. Robertson (eds.), The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean: geological Society of London Special publication 17, 77-112.

Tüysüz, O., 1990. Tectonic evolution of a part of the Tethyside orogenic collage: The Kargı massif. Northern Turkey. Tectonics. 9, 141-160.

Ustaömer, P.A., and Rogers, G., 1999. The Bolu Massif: remnant of a pre-Early Ordovician active margin in the west Pontides, northern Turkey, Geological Magazine, 136, 5, 579-592.

Yiğitbaş, E., Elmas, A., and Yılmaz, Y., 1999. Pre-Cenozoic tectono-stratigraphic components of the Western Pontides and their geological evolution. Geological Journal, 34, 55-74.

ORAL PRESENTATION

Gravite verileriyle Archangelsky Sırtının temel kaya üst yüzeyinin belirlenmesi

Ali Elmas[1*] (*ORCID: https://orcid.org. 0000000333432742*), Hakan Karslı[2] (*ORCID: https://orcid.org/000000277581363)*

[*1]Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Trabzon, Türkiye
[2]Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Trabzon, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:aeaeelmas@gmail.com

Özet
Archangelsky sırtının kabuk yapısını araştırmak için, Dünya Gravite Haritası'ndan (WGM2012) temin edilen gravite verileri Toplam Yatay Türev (TYT) ve Parker-Oldenburg (PO) ters çözümü teknikleri ile analiz edilmiştir. Öncelikle, çalışma alanının sediment içi ara tabaka, temel kaya, Conrad ve Moho topografyalarının ortalama derinlikleri, Bouguer gravite verilerinin genlik spektrumu alınarak sırasıyla 1.55 km, 4.22 km, 11.97 km ve 30.16 km olarak hesaplanmıştır. Temel kaya seviyelerindeki süreksizlikleri görüntüleyebilmek için, Bouguer gravite verilerinden, bant geçişli süzgeç kullanılarak elde edilmiş gravite verilerinin düşey birinci türev değerlerine TYT yöntemi uygulanmıştır. Ayrıca ters çözüm ile bölgenin temel kaya topografyası hesaplanarak haritalanmıştır ve Archangelsky sırtının yükselimi görüntülenebilmiştir. Ters çözüm sonucunda Sinop havzasında Kretase yaşlı tortul temelin derinliğinin yaklaşık olarak 4 km'ye kadar indiği bulunmuştur ve Archangelsky sırtı üzerinde de yaklaşık olarak 1.6 km kalınlığında tortul birikimin varlığı tespit edilmiştir.
Anahtar Kelimeler: Toplam yatay türev, Archangelsky sırtı, Ters çözüm, Yapısal Süreksizlik.

Determination of the basement upper surface of the Archangelsky Ridge using gravity data

Abstract
To investigate the crustal structure of the Archangelsky ridge, gravity data from the World Gravity Map (WGM2012) were analyzed with Total Horizontal Derivative (THD) and Parker-Oldenburg (PO) inversion techniques. First of all, the mean depths of the inter-sedimentary layer, basement, Conrad and Moho topographies of the study area were calculated as 1.55 km, 4.22 km, 11.97 km and 30.16 km, respectively, by taking the amplitude spectrum of the Bouguer gravity data. In order to visualize the discontinuities in the basement levels, the THD method was applied to the vertical first derivative values of the gravity data obtained from the Bouguer gravity data using a band-pass filter. In addition, the basement topography of the region was calculated and mapped with the inverse solution, and the elevation of the Archangelsky ridge could be visualized. As a result of the inverse solution, it was found that the depth of the Cretaceous aged sedimentary basement in the Sinop basin decreased to approximately 4 km, and the presence of approximately 1.6 km thick sedimentary deposits on the Archangelsky ridge was determined.
Keywords: Total horizontal derivative, Archangelsky ridge, Inverse solution, Structural Discontinuity.

GİRİŞ

Günümüzde Karadeniz'in jeolojik ve tektonik yapısı ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmış olmakla birlikte, oluşumunu kontrol eden mekanizmalar, bölgesel havza yapısı ve özellikle Türkiye kıyısal alanını oluşturan Archangelsky Sırtı ve civarının her iki havza ile olan ilişkisi halen daha ilgi çekici olmakla birlikte, yeni veri ve metodolojilerle incelenmeye adaydır. Bu yüzden, okyanusal kabuk içine sokulum yapmış kıtasal bir kabuk olan, sırt görünümü sergileyen ve üzeri sediment ile kaplı olan Archangelsky Sırtının daha fazla araştırılması gerekir. Karadeniz, derin yapısal ve stratigrafik yapısının incelenmesi için gravite verileri kullanılarak yapılan birçok bilimsel çalışma mevcuttur (Belousov vd. 1988; Spadini vd. 1996; Cloetingh vd. 2003; Starostenko vd. 2004; Maden and Dondurur, 2012). Belousov vd. (1988), yoğunluğu 2.97 gr/cm3 alarak, Doğu Karadeniz havzasında okyanusal kabuk kalınlığını 12 km, Batı Karadeniz havzasında ise 5-6 km olarak vermişlerdir. Starostenko vd. (2004), yaptıkları 3B gravite modellemesi sonucu, havza merkezi civarındaki kristalin tabakanın okyanusal kabuk ile benzeştiğini ileri sürmüşler, Batı ve Doğu havzalarında Moho'nun, sırasıyla 19 ve 22 km civarında uzandığını belirlemişlerdir. Maden and Dondurur (2012) gravite verilerinin güç

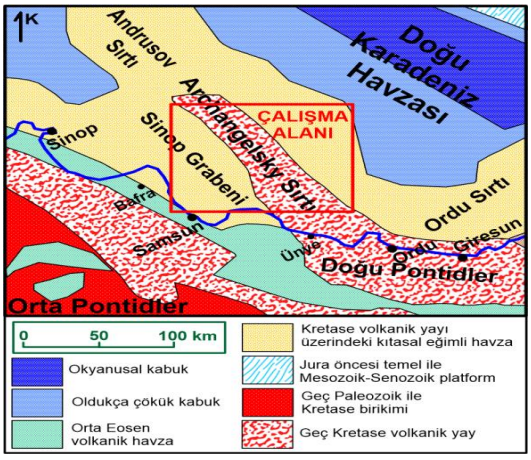
spektrumundan faydalanarak Archangelsky sırtı ve civarında Moho, conrad ve temel kaya derinliklerini sırasıyla 29.5 km, 11.2 km ve 4.2 km olarak bulmuşlardır.

Toplam yatay türev (TYT) tekniği yerkabuğu içindeki yoğunluk farkından kaynaklanan süreksizlik sınırlarının belirlenmesinde (Cordell ve Grauch, 1985; Nabighian, 1972; Altınoğlu vd., 2015; Elmas, 2019) ve temel kaya topoğrafyasının ortaya çıkarılmasında ise, Parker-Oldenburg algoritması (PO), son zamanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Parker, 1973; Oldenburg, 1974; 2005; Oruç vd., 2013; Elmas, 2019).

Bu çalışmada Archangelsky sırtı ve civarının yapısal ve stratigrafik özellikleri gravite verilerinin TYT ve PO yöntemlerinin birleşik ve ardışık analizlerine bağlı olarak incelenmiştir. Çalışma alanı, orta Karadeniz'de, Samsun-Ünye açıkları olup, Archangelsky sırtı, Sinop grabeni ve Doğu Karadeniz Havzası'nın bir kısmını kapsamaktadır (Şekil 1). Çalışma alanına ait Bouguer gravite verileri Dünya Gravite Haritası'ndan (WGM2012) (Bonvalot et al., 2012) elde edilmiştir. Süreksizlikleri belirlemek için, TYT sınır analizleri için POTENSOFT yazılımı (Arısoy ve Dikmen, 2011) kullanılmıştır. Ayrıca ters çözüm hesaplamalarıyla bölgenin temel kaya topografyasındaki ondülasyonlar Parker-Oldenburg algoritması ile hesaplanmıştır.

ÇALIŞMA ALANININ JEOLOJİSİ VE TEKTONİK YAPISI

Karadeniz, kuzeye dalan Tetis Okyanusu'nun arkasında gelişen, Mesozoyik-Erken Senozoyik yaşlı bir yay-ardı (back-arc) havzadır (Okay vd. 1994; Spadini vd. 1996; Robinson vd. 1996). Günümüzde Alp-Himalaya sistemi tarafından kontrol edilen karmaşık bir sıkışma tektoniği etkisi altında olmasına karşın, oluşumunda açılma tektoniği rol oynamıştır (Robinson vd. 1996; Spadini vd. 1996). Karadeniz havzası farklı kabuk türlerine sahiptir. Sinop Havzası, temel ile uyumlu uzanan Pliyosen ve Kuvaterner sedimentleri ile doludur (Meredith ve Egan 2002). Yüksek ayrımlı sismik verilerin yorumuna dayanarak, Dondurur ve Çifçi (2007) Orta Karadeniz üst ve orta kıtasal yamacının tektonik durumunun Archangelsky Sırtı tarafından kontrol edildiğini işaret etmişlerdir. Buna göre, sırtın üst kısmı ve üst sediment birimleri küçük ölçekli graben yapıları oluşturan normal faylar tarafından etkilenmiştir.



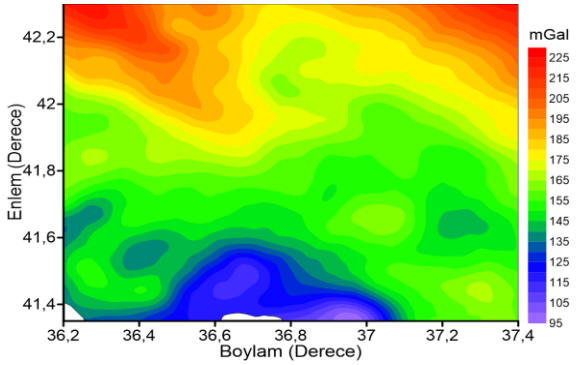
Şekil 1. Çalışma alanı ve civarının farklı kabuk türleri ve jeolojik birimleri (Nikishin vd., 2015'ten sonra).

VERİ VE ÖN ANALİZLER

Çalışma alanı verilerinin kapsadığı alan 41.35 - 42.3 derece enlemleri ve 36.2 - 37.4 derece boylamları arasında yer almaktadır. Çalıma alanına ait Bouguer gravite verisinin içermiş olduğu dalga boylarının değişimini anlamak için, radyal Fourier genlik spektrumu hesaplanmış ve spektrum eğrisi üzerinden kritik dalga sayıları ($2\pi/\lambda$; λ: dalga boyu) sırasıyla, $K_{c1} = 0.11\,rad/km$, $K_{c2} = 0.35\,rad/km$, $K_{c3} = 1.01\,rad/km$ ve $K_{c4} = 1.88\,rad/km$ olarak belirlenmiştir. Çalışmada ikinci olarak, Şekil 2'de Bouguer gravite anomali haritası verilen Archangelsky Sırtı ve civarına ait Bouguer gravite verilerine en küçük kareler yöntemiyle ikinci dereceden trend analizi yapılarak bölgesel gravite anomalisinin hesaplanmasında gerekli olan aşağıdaki regresyon denklem (1) elde edilmiştir.

$$f(x,y) = 132.70358 + 0.40724x - 0.19533y - 0.00129xy + 0.00111x^2 + 0.00152y^2 \qquad (1)$$

Denklem (1) kullanılarak, hesaplanan ikinci derece trend etkisi Bouguer anomali değerlerinden çıkarılarak yerel gravite anomali haritası elde edilmiştir. Sonra, Archangelsky Sırtı ve civarının temel kaya seviyelerindeki yoğunluk farkı sunan sınırları ortaya çıkarabilmek için kesme dalga sayısı K_{c3}=1.01 rad/km referans alınarak düzenlenen bir Butterworth alçak geçişli süzgeçleme işlemi yerel gravite anomali verilerine uygulanmıştır.



Şekil 2. Archangelsky Sırtı ve civarının Bouguer gravite anomali haritası.

Ayrıca temel kaya içindeki süreksizlik sınırlarını belirleyebilmek için, Bouguer gravite verilerine $K_{c2} = 0.35\ rad/km$ ve $K_{c3} = 1.01\ rad/km$ kesme dalga sayıları kullanılarak bant geçişli süzgeç uygulanmıştır. Bulunan bu verilerin düşey birinci türev değerlerine TYT tekniği uygulanarak, temel kaya seviyelerindeki yoğunluk farkı sunan yapı sınırları görüntülenmeye çalışılmıştır. Sonra, ters çözüm hesaplamalarıyla bölgenin temel kaya topografyasındaki ondülasyonlar Parker-Oldenburg algoritması ile hesaplanmıştır (Parker, 1973; Oldenburg, 1974).

DERİN YAPI VE TEMEL TOPOGRAFYASI

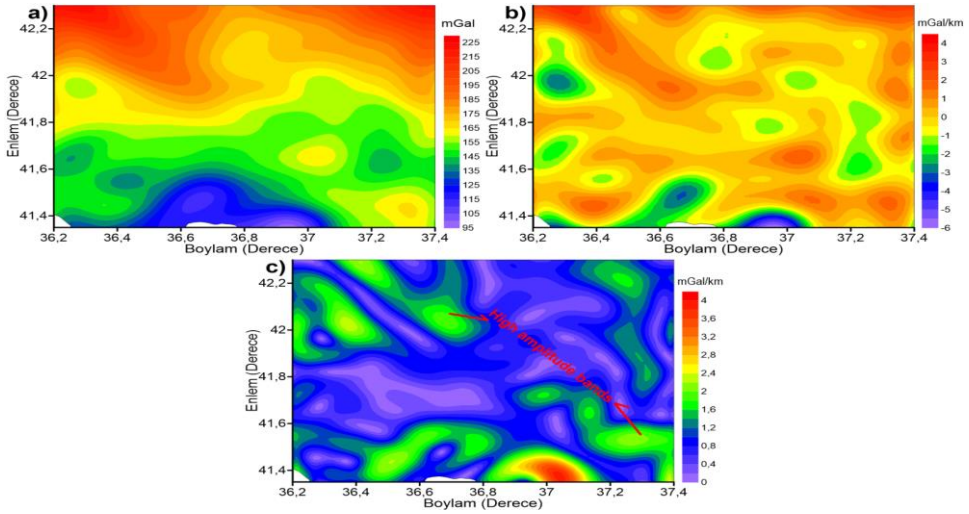
Archangelsky sırtı ve civarındaki dört tabakanın ara yüzeylerinin ortalama derinlik değerleri, Bhattacharyya'nın (1967) önerdiği radyal ortalamalı genlik spektrum tekniğinden faydalanılarak, sırasıyla yüzeyden itibaren sediment içi ara tabaka (1.55 km), temel kaya (4.22 km), Conrad (11.97 km) ve Moho (30.16 km) için hesaplanmıştır. Yoğunluk değişim sınırlarını belirlemek için ilk olarak Cordell ve Grauch (1985) tarafından önerilen ve Oruç (2010) tarafından türev verilerine denklem (2)'de tanımlandığı gibi uygulanan TYT tekniği kullanılmıştır. Teknik açıkça ön işlemlerden geçmiş (bant geçişli süzgeç uygulanmış ve birinci düşey türevi hesaplanmış) verilerin yatay türevlerinin kullanılmasına bağlıdır. Elde edilen yüksek genlik değerleri kütle sınırlarında bir bant şeklinde toplanırlar.

$$\mathrm{TYT} = \sqrt{\left(\frac{\partial^2 \mathrm{g}}{\partial \mathrm{x}\,\partial \mathrm{z}}\right)^2 + \left(\frac{\partial^2 \mathrm{g}}{\partial \mathrm{y}\,\partial \mathrm{z}}\right)^2} \qquad (2)$$

Burada $\frac{\partial^2 \mathrm{g}}{\partial \mathrm{x}\,\partial \mathrm{z}}$ ve $\frac{\partial^2 \mathrm{g}}{\partial \mathrm{y}\,\partial \mathrm{z}}$ terimleri, bant geçişli süzgeç sonucu hesaplanan gravite verilerinin birinci düşey türev değerlerinin x ve y yönlerindeki değişimlerini ifade etmektedir.

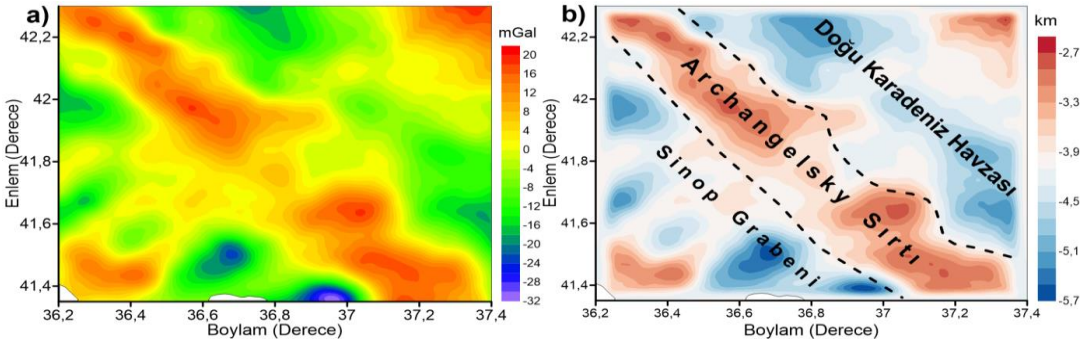
Bant geçişli veri, bu verinin düşey birinci türev değerleri ve TYT anomali haritaları sırasıyla Şekil 3a, 3b ve 3c'de verilmiştir. Şekil 3c'deki TYT haritasındaki yüksek genlik değerli bantları takip edilerek, Archangelsky sırtının yanal sınırlarının bazı kısımları belirlenebilir.

Parker-Oldenburg algoritması topoğrafya ara yüzeyinin Fourier dönüşümü ile gravite verilerinin Fourier dönüşümü arasındaki bağıntıya dayanır. Bu bağıntı, jeolojik yapının bir ara yüzeyinin yoğunluğundan ve belirlenen derinliğinden yinelenerek oluşturulur (Parker, 1973; Oldenburg, 1974). Düzensiz bir homojen tabakanın gravite değerlerini hesaplamak için kullanılan Fourier dönüşümü aşağıdaki gibidir. Burada $f[\Delta g(x)], z_0, z_1(x), k, G,$ ve ρ parametreleri, jeolojik yapının ara yüzeyinin sırasıyla gravite değerlerinin Fourier dönüşümü, ortalama derinliği, her ölçü noktası altındaki derinlik, dalga sayısı, gravitasyonal sabiti ve yoğunluğudur.



Şekil 3. a) Bouguer gravite verilerine, $K_{c2} = 0.35\ rad/km$ ve $K_{c3} = 1.01\ rad/km$ kesme dalga sayıları kullanılarak bant geçişli süzgeç uygulanarak bulunan gravite haritası, b) süzgeçlenmiş gravite verilerinin düşey birinci türev anomali haritası ve c) toplam yatay türev anomali haritası.

$$f[z_1(x)] = -\frac{f[\Delta g(x)]e^{|k|z_0}}{2\pi G\rho} - \sum_{n=2}^{\infty}\frac{|k|^{n-1}}{n!}f[z_1^n(x)], \qquad (3)$$



Şekil 4. Çalışma alanının; a) Trend etkisi ve gürültüsü giderilmiş gravite anomali haritası ve b) ters çözümle hesaplanmış temel kaya topografyası.

Temel kaya topoğrafyasının denklem (3) ile ters çözümü Şekil 4a'daki trend etkisi giderilmiş ve K_{c3}=1.01 rad/km kesme dalga sayılı alçak geçişli süzgeç uygulanmış veriler kullanılmıştır. Ters çözümden elde edilen temel kaya topoğrafya haritası Şekil 4b'de verilmiştir. Haritadan, temel kaya ara yüzey derinliğinin yaklaşık olarak 2.6-5.5 km arasında değiştiği görülmektedir.

SONUÇ

Bu çalışma sonucunda, çalışma alanındaki ana tektonik birim olan Archangelsky sırtının KB-GD yönünde uzanmakta olduğu belirlenmiştir. Archangelsky sırtı ve civarının Bouguer gravite verilerinin genlik spektrumu alınarak, çalışma alanının kabuk yapısında var olan ara tabakaların ortalama derinlikleri hesaplanmıştır. Ayrıca bu çalışmada yapılan ters çözüm hesaplamalarında temel kaya derinliği Archangelsky Sırtında 2.6 km değerinden, Doğu Karadeniz Havzası'nda 5.6 km değerine kadar bir değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bu ters çözüm sonucunda Sinop havzasında Kretase yaşlı tortul temelin derinliğinin yaklaşık olarak 4 km'ye kadar indiği bulunmuştur ve Archangelsky sırtı üzerinde de yaklaşık olarak 1.6 km kalınlığında tortul birikimin varlığı tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

Altınoğlu, F.F., Sarı, M., Aydın, A., 2015. Detection of Lineaments in Denizli Basin of Western Anatolia Region Using Bouguer Gravity Data. *Pure and Applied Geophysics* 172, 415–425.

Arısoy, M. Ö., Dikmen, Ü., 2011. Potensoft: MATLAB-based Software for potential field data processing, modelling and mapping. Computer & Geosciences, 37, 935–942.

Belousov, V.V., Volvovsky, B.S., Arkhipov, I.V., Buryanova, B.V., Evsyukov, Y.D., Goncharov, V.P., Gordienko, V.V., Ismagilov, D.E, Kislov, G.K., Kogan, L.I., Kondyurin, A.V., Kozlov, V.N., Lebedev, L.I., Lokholatnikov, V.M., Malovitsky, Y.E, Moskalenko, V.N., Neprochnov, Y.R, Otisty, B.K., Rusakov, O.M., Shimkus, K.M., Shlezinger, A.E., Sochelnikov, V.V., Sollogub, V.B., Solovyev, V.D., Starostenko, V.I., Starovoitov, A.F., Terekhov, A.A., Volvovsky, I.S., Zhigunov, A.S. ve Zolotarev, V.G. 1988, Structure and evolution of the earth's crust and upper mantle of the Black Sea. Boll. Geofis. Teor. Appl. 30(117-118): 109-196.

Bhattacharyya, B.K., 1967. Some general properties of potential fields in space and frequency domain: a review. Geoexploration 5 (3), 127–143.

Bonvalot, S., Balmino, G., Briais, A., M. Kuhn, Peyrefitte, A., Vales N., Biancale, R., Gabalda, G., Reinquin, F., Sarrailh, M., 2012. World Gravity Map. Commission for the Geological Map of the World. Eds. BGI-CGMW-CNES-IRD, Paris

Cloetingh, S., Spadini, G., Van Wees, J.D. ve Beekman, F. 2003, Thermo-mechanical modelling of Black Sea Basin (de) formation, Sedimentary Geology 156, 169–184.

Cordell, L., and Grauch, V.J.S. (1985), Mapping basement magnetization zones from aeromagnetic data in the San Juan Basin, New Mexico, (Ed. Hinze, W.J.) The utility of regional gravity and magnetic anomaly maps, Society of Exploration Geophysicists, 181–197.

Dondurur, D. ve Çifçi, G. 2007, Acoustic Structure and Recent Sediment Transport Processes on the Continental Slope of Yeşilırmak River Fan, Eastern Black Sea, Marine Geology 237, 37-53.

Elmas, A., (2019), Edge position detection and depth estimation from gravity data with application to mineral exploration, Carbonates and Evaporites, DOI: 10.1007/s13146-018-0480-8

Maden N., Dondurur D., (2012). Orta Karadeniz Sırtının Tektonik ve Kabuk Yapısının Gravite Verileri Yardımıyla Belirlenmesi, Jeofizik, 17, 25-37.

Meredith, D.J. ve Egan, S.S. 2002, The geological and geodynamic evolution of the eastern Black Sea basin: insights from 2-D and 3-D tectonic modeling, Tectonophysics 350, 157-179.

Nabighian, M. N., 1972. The Analytic Signal of two dimensional magnetic bodies with polygonal cross section: Its properties and use for automated anomaly interpretation. Geophysics, 37, 507–517.

Nikishin A.M., OkayA.I., Tüysüz O., Demirer A., Amelin N, Petrov E., (2015). The Black Sea basins structure and history: New model based on new deep penetration regional seismic data. Part 1: Basins structure and fill. Marine and Petroleum Geology, 59, 638-655.

Okay, A.I., Şengör, A.M.C. ve Görür, N. 1994, Kinematic history of the opening of the Black Sea and its effect on the surrounding regions, Geology 22, 267–270.

Oldenburg, D. W., 1974. The inversion and interpretation of gravity anomalies. Geophysics, 39, 526–536.

Oruç, B., Sertçelik, İ., Kafadar, Ö., Selim, H. H., 2013. Structural interpretation of the Erzurum Basin, Eastern Turkey, using curvature gravity gradient tensor and gravity inversion of basement relief. Journal of Applied Geophysics, 88,105–113.

Parker, R. L., 1973. The rapid calculation of potential anomalies. Geophysical Journal International, 31, 447–455.

Robinson, A.G., Rudat, J.H., Banks, C.J., ve Wiles, R.L.F. 1996, Petroleum geology of the Black Sea, Mar. and Pet. Geol. 13, 195-223.

Spadini, G., Robinson, A.G. ve Cloetingh, S.A.P.L. 1996, Western versus eastern Black Sea tectonic evolution: pre-rift lithospheric controls on basin formation, Tectonophysics 266, 139-154

Starostenko, V., Buryanov, V., Makarenko, I., Rusakov, O., Stephenson, R., Nikishin, A., Georgiev, G., Gerasimov, M., Dimitriu, R., Legostaeva, O., Pchelarov, V. ve Sava, C. 2004, Topography of the crust–mantle boundary beneath the Black Sea Basin, Tectonophysics 381, 211 –233.

ORAL PRESENTATION

Farklı iklim koşulları altındaki meralarda toprakların karbon depolama potansiyellerinin belirlenmesi

Ülkü YILMAZ[1*](ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5031-0523), Seval SÜNAL KAVAKLIGİL[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0560-0086),

[1]Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji A.B.D., Çankırı, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:ulkudikmen@karatekin.edu.tr

Özet

Toprakların organik karbon tutma potansiyeli iklim, bitki türü ile fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerine göre değişkenlik göstermektedir. Bu çalışmanın amacı, yarı-kurak ve yarı-nemli meralarda toprakların karbon depolama potansiyellerinin belirlenmesi ve haritalanmasıdır. Her bir merada aralarında 1'er metre olacak şekilde 1×1 m boyutlarında 400 noktadan oluşan örnekleme alanları belirlenmiş olup bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri 0-10 cm derinlikten alınmıştır. Toprak örneklerine ilişkin organik C ve hacim ağırlıkları belirlenerek her örnekleme noktası için karbon stoku hesaplanmıştır. Yarı-kurak merada toprak organik C stoku (TOCS) 0,92-22,76 Mg/ha, yarı-nemli merada ise 0,47-45,24 Mg/ha arasında değişmektedir. Çalışma alanlarında TOCS uzaysal yapısı semivaryogramlar ile modellenerek yüzey haritaları bayağı (ordinary) kriging interpolasyonları ile oluşturulmuştur. Her iki merada, TOCS ve OC için semivaryogram model türü, range ve nugget açısından benzerlik göstermektedir. Jeoistatistiksel range, yarı-kurak merada genellikle daha düşüktür. Sonuçlar, TOCS ve OC'nin küçük bir alanda bile önemli ölçüde yüksek uzaysal değişkenlik gösterebileceğini göstermiştir. Bu durum çalışılan meraların sahaya özgü yönetiminin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler Karbon depolama, toprak organik karbon, mera, farklı iklim koşulları.

Determination of carbon storage potential of soils in grasslands under different climatic conditions

Abstract

Organic carbon sequestration potential of soils varies according to climate, plant species, and physical and chemical soil properties. The aim of this study was to identify and map the carbon storage potential of soils in semi-arid and semi-humid grasslands. Sampling areas were determined with 1 meter between them consisting of 400 points in both grasslands and undisturbed and disturbed soil samples were taken from 0-10 soil depth. Organic C and bulk density of soil samples were determined, amount of soil C stock (SOCS) for each sampling point was calculated. Soil organic C stock (TOCS) varies between 0.92-22.76 Mg/ha in semi-arid grassland and 0.47-45.24 Mg/ha in semi-humid grassland. Spatial structure of TOCS and OC were modelled by semivariograms and their surface maps were built by ordinary kriging interpolations. Two grasslands were highly similar in model type, range, and nugget effect for TOCS and OC. The results showed that TOCS may show substantially high spatial variability even in a small area, suggesting necessity of site-specific management of study grasslands.

Keywords: Carbon storage, grassland, soil organic carbon, different climate conditions.

GİRİŞ

Atmosferdeki CO_2 seviyesinin sürekli olarak artması ekosistemin devamlılığını tehdit etmektedir. Organik toprak karbon içeriği toprağın fiziko-kimyasal özelliklerini düzenleyerek toprak strüktürünün gelişmesine yardımcı olur (Fontaine ve ark., 2007). Aynı zamanda toprak organik karbonu, toprak kalitesinin önemli bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Rodríguez Martín ve ark., 2016). Meralar çok büyük miktarlarda karbon depolaması bakımından da iklim değişikliğinin etkisini azaltmada önemli alanların başında gelmektedir (Neely ve ark., 2009). Meraların yüksek karbon tutma potansiyeli olmasına rağmen, yoğun otlatma baskısı, topraktaki karbonun azalmasına neden olmaktadır (Feyisa ve ark., 2017). Topraklarda depolanan karbon miktarı, meralarda iklime bağlı olarak farklı olmakla birlikte, toprak içerisindeki dağılımı da değişkenlik gösterir. Toprak özelikleri mesafeye bağlı olarak çok fazla değişkenlik gösterdiği için meralarda toprakların karbon tutulmasının ölçülmesi zorlaşmaktadır (Bhunia ve ark., 2018). Bu sebepten dolayı meralarda karbon

tutulumunun doğru yöntemler ile tahmin edilmesi gerekmektedir. Merada toprak karbon içeriğinin arazi boyunca değişkenliğinin bilinmesi ve bu değişkenliği kontrol eden faktörlerin anlaşılması, meralarda toprak verimliliğinin değerlendirilmesinde önemli katkılar sağlayacak ve mera yönetim planlarının geliştirilmesine yardımcı olacaktır. Bu nedenle arazide örneklenmemiş noktalardaki karbon içeriğinin doğru şekilde tahmin edilmesi için uygun enterpolasyon yöntemleri kullanılmalıdır. Herhangi bir toprak özelliğinin arazi boyunca değişkenliğinin analiz edilebilmesi için jeoistatistiksel yöntemler kullanılmaktadır (Isaaks ve Srivastava, 1989). Jeoistatistiksel yöntemler, örneklenmeyen noktaların tahmininde tarafsız bir yaklaşım sergileyerek tahmin başarısını artırmaktadır (Zar, 1984, Mulla ve McBratney, 2001). Birçok araştırmacı jeoistatistiksel yöntemleri kullanarak toprak organik karbon içeriğine ilişkin yüzey haritaları oluşturmuştur (Wang ve ark.,2010; McGrath ve Zhang., 2003; Zhao ve ark., 2017; Bhunia ve ark., 2018). Ancak bugüne kadar ülkemizde tarım alanlarında olduğu kadar mera topraklarının karbon depolama potansiyellerini konu alan çalışma sayısı fazla değildir. Bu çalışmanın amacı, ülkemizde hayvancılığın otlatmaya dayalı yapıldığı farklı iklim kuşağındaki meralarda toprakların karbon depolama potansiyellerinin belirlenmesi ve haritalanmasıdır.

MATERYAL VE METOD

Çalışma alanının genel tanımı

Yarı-kurak ve yarı nemli iklim bölgelerinin belirlenmesi için İyigün ve ark. (2013) iklim bölgeleri haritaları rektifiye edilmiştir. Bu alanlar Orman ve Su İşleri Bakanlığının 2006 yılı CORINE arazi örtüsüyle çakıştırılarak, yarı-kurak ve yarı-nemli iklim bölgelerinde yer alan meralar belirlenmiştir. Kurşunlu ilçesinin Çankırı merkeze uzaklığı 98 km ve yüzölçümü 630 km^{2} dir. Kurşunlu'nun ortalama rakımı 1158 m olup dağlık ve engebeli bir topografyaya sahiptir ve jeolojisine bakıldığında ise alan akarsu birikintilerinden oluşmuş bir saha üzerinde neojen dönemine ait kil ve marnlardan oluşmuştur (Arslan ve Keser., 2013). Yarı-kurak alanı temsilen seçilen Kurşunlu merası 4,66 ha ve ortalama rakımı 1000 m olup ortalama eğim %10 civarındadır. Yarı-nemli alan olarak seçilen Ilgaz merası 0,93 ha ve ortalama eğim %5 civarındadır. Kurşunlu'da ortalama sıcaklık 8,9℃, yıllık yağış miktarı 440,38 mm, Ilgaz'da ise ortalama sıcaklık 10,6℃ ve yıllık ortalama yağış 596,72 mm'dir.

Toprak örnekleme ve analiz yöntemleri

Her bir çalışma alanında 400 noktada aralarında 1 m mesafe olacak şekilde 1×1 m'lik temsili alanlar belirlenmiştir. Belirlenen bu temsili alanların köşeleri ile tam ortasından olmak üzere beş noktadan 0-10 cm derinlikten bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Laboratuvara getirilen toprak örneklerinin gün ışığı geçirmeyen bir odada kuruması sağlanmış daha sonra 2 mm'lik elekten elenerek analize hazır hale getirilmiştir. Toprakların fiziksel ve kimyasal analizlerinde kullanılan yöntemler ve kullanılan kaynaklar Tablo 1'de gösterilmiştir. Toprak organik karbon stoku, toprağın hacim ağırlığı, organik karbon konsantrasyonu ve toprak derinliği göz önünde bulundurularak hesaplanabilmektedir (Lal ve ark., 2011). Toprakta birim alanda depolanmış organik karbon miktarının tahmini toprağın organik karbon içeriği ve hacim ağırlığı esasına göre Eşitlik 1'de verilen formül kullanılarak yapılmıştır (Mishra ve ark., 2010).

$$TOCS = (Cm \times Db) \times D \times A \qquad (1)$$

Eşitlik (1)'de TOCS: toprağın organik karbon stoku (kg m^{-2}), Cm: organik karbon miktarı (kg kg^{-1}), Db: hacim ağırlığı (g cm^{-3}), D: toprağın derinliği ve A:örnekleme alanını (ha:10^4 m) ifade etmektedir.

Tablo 1. Toprak örneklerinin analizlerinde kullanılan yöntemler ve kaynaklar

Toprak özelliği	Yöntem	Kaynak
Toprak tekstürü	Mekanik analiz	Gee ve Bauder (1986).
Hacim ağırlığı	Silindir yöntemi	Blake ve Hartge (1986).
Toprak reaksiyonu (pH) ve Elektriksel iletkenlik (EC)	Cam elektrot ile (1:2,5 ekstraktında)	Hendershot ve ark (2007).
Organik madde	Değiştirilmiş Walkey-Black Yöntemi	Nelson ve Sommers (1982)
Kireç ($CaCO_3$)	Scheibler kalsimetresi ile	Kacar (1994)

Tanımlayıcı istatistik ve jeoistatistik yöntemler

Laboratuvarda analizleri yapılan toprak özelliklerine ilişkin veriler kullanılarak tanımlayıcı istatistikler SPSS 23 paket programı kullanılarak hesaplanmıştır. Tanımlayıcı istatistik analizinden sonra analizi yapılan toprak fiziksel ve kimyasal özellikleri ile hesaplanan toprak organik karbon içeriği arasında çoklu korelasyon analizleri yapılmıştır. Toprak TOCS ve OC için uygun semivaryogram modeller kullanılarak ilgili özellikler için semivaryogram model parametreleri kullanılarak ArcMAP 10.2 paket programında dağılım haritaları oluşturulmuştur. Uygun semivaryogram modelinin belirlenmesinde determinasyon katsayısının (R^2) 1'e yakın, en küçük kareler toplamı (RSS) ve nugget etkisi değerinin ise 0'a yakın olmasına bakılarak karar verilmiştir (Robertson., 2000). Krigleme başarısının değerlendirilmesinde çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı (r) ve ortalama hatalar karekökü (RMSE) kullanılmıştır (Li ve Heap., 2011). Eşitlik (2) kullanılarak RMSE değerleri hesaplanmıştır. Eşitlikte $p_i$tahmin edilen değeri; $o_i$ölçülen değeri, n örnek sayısını ifade etmektedir

$$\text{RMSE}=\sqrt{\frac{\sum(p_i-o_i)^2}{n}} \qquad (2)$$

BULGULAR ve TARTIŞMA

Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri

Farklı iklim koşullarında mera topraklarının incelenen fiziksel ve kimyasal özellikleri ile toprak organik karbon stokuna ilişkin tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Çalışılan topraklara ilişkin tanımlayıcı istatistik analizi

Özellik	En düşük	En yüksek	Ortalama	Standart sapma	Çarpıklık	Basıklık	%VK
Yarı-kurak mera (Kurşunlu) (N=400)							
HA (g/cm^3)	1.00	1.65	1.24	0.09	-0.46	2.11	7.26
Kum %	13.90	82.30	56.79	13.72	-0.98	0.68	24.16
Kil (%)	13.40	66.10	27.75	9.58	1.45	2.45	34.52
Silt (%)	2.50	57.50	15.45	6.99	1.35	4.34	45.24
$CaCO_3$ (%)	0.30	7.09	2.25	1.02	1.13	3.21	45.33
OM (%)	0.12	3.03	1.30	0.55	-0.003	-0.97	42.31
OC (%)	0.07	1.76	0.75	0.32	-0.004	-0.97	42.67
TOCS (Mg/ha)	0.92	22.76	9.40	4.02	0.06	-0.82	42.77
pH	7.01	8.25	7.55	0.34	-0.12	-1.47	4.50
EC (µS/cm)	19.40	1104.00	145.86	136.64	3.71	17.72	93.68
Yarı-nemli mera (Ilgaz) (N=400)							
HA (g/cm^3)	1.00	1.30	1.18	0.10	-0.69	-1.04	8.47
Kum %	34.10	80.00	53.74	6.73	0.33	0.70	12.52
Kil (%)	10.90	50.90	26.56	4.96	0.46	2.12	18.67
Silt (%)	4.10	35.00	19.71	4.73	-0.06	0.35	24.00
$CaCO_3$ (%)	0.15	8.86	1.38	1.12	2.71	9.86	81.16
OM (%)	2.17	6.23	4.33	1.01	0.01	-1.10	23.33
OC (%)	0.04	3.61	2.37	0.79	-0.59	-0.28	33.33
TOCS (Mg/ha)	0.47	45.24	28.04	9.56	-0.47	-0.26	34.09
pH	4.99	7.86	6.43	0.53	0.33	-0.35	8.24
EC (µS/cm)	51.90	1036.00	322.89	164.82	1.03	1.63	51.05

N: örnek sayısı, HA: Hacim ağırlığı, OM: Organik madde, OC: Organik karbon, TOCS: Toprak organik karbon stoku, EC: Elektriksel iletkenlik, VK: Varyasyon katsayı

Hacim ağırlığı Kurşunlu'da 1.0-1.65 g/cm^3, Ilgaz'da ise 1.20-1.30 g/cm^3 arasında değişmektedir. Ilgaz'da hacim ağırlığının daha düşük olma sebepleri arasında toprak organik madde içeriğinin yüksek olması gösterilebilir. Ayrıca Kurşunlu'da büyükbaş, Ilgaz'da küçükbaş hayvan otlatmasının baskın olması hacim ağırlığının arazi üzerinde değişimini doğrudan, toprağın organik karbon depolama potansiyelini ise dolaylı olarak etkileyen bir diğer faktördür. Çarpıklık katsayısı (mutlak değer olarak) 0-0.5 arasında ise dağılımın hafif

çarpık, 0.5-1.0 arasında ise orta düzeyde çarpık ve 1.0< ise şiddetli çarpık olduğu varsayılır (Webster., 2001). Bu kriterlere göre Kurşunlu'da daha fazla toprak özelliğinin şiddetli düzeyde çarpık olduğu anlaşılmaktadır.

Varyasyon katsayısı toprak özelliklerinin değişkenliğinin önemli bir göstergesidir ve farklı toprak özelliklerine ilişkin değişkenliğin karşılaştırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Cambardella ve ark 1994) tarafından yapılan sınıflamaya göre varyasyon katsayısı düşük (<%15), orta (%15-35) ve yüksek (>%15) olarak sınıflandırmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre Kurşunlu'daki TOCS değişkenliği Ilgaz'a göre daha yüksektir. Kurşunlu'da TOCS 0.92-22.76 Mg/ha, Ilgaz'da ise 0.47-45.24 Mg/ha arasında değişkenlik göstermektedir (Tablo 2). Ilgaz'da yağış miktarının yüksek olması vejetasyonun daha yoğun olmasına ve bu merada toprak organik madde içeriğinin de yüksek olmasını sağlamış ve bu durumda TOCS miktarının da artmasında etkili olmuştur. Meralarda ortalama TOCS değerlerini Budak ve Günal (2018) 32.17 Mg/ha, Evrendilek ve ark. (2004) 31.81 Mg/ha, Derner ve ark. (1997) 19,83 Mg/ha, Yılmaz ve Dengiz (2021) 52.03 ton/ha, Rodríguez Martín ve ak. (2016) 68.13 ton/ha olarak belirtmişlerdir.

Meralarda incelenen toprak özellikleri ile karbon içeriği arasındaki ilişkinin yönü ve derecesini belirleyebilmek için korelasyon analizi yapılmıştır (Tablo 3). Yarı-kurak merada TOCS değerinin kil, silt, $CaCO_3$ ile negatif, kum ve OM ile pozitif ilişkili olduğu görülmüştür. Yarı nemli merada ise TOCS değeri ile OM pozitif, kum ise negatif ilişkilidir. Birçok araştırmacı düşük ortalama sıcaklık ve yüksek yağışlı yarı-nemli bölgelerde toprak organik kayıplarının azaltılmasında toprak organik maddesinin etkili olduğunu ifade etmişlerdir (Zhu ve ark., 2019; Prietzel ve ark., 2016). Toprakların karbon stok potansiyelinin hesaplanmasında kullanılan hacim ağırlığı ile TOCS arasında beklendiği gibi pozitif önemli bir ilişki söz konusudur. Organik maddenin düşük olduğu Kurşunlu'da TOCS ile organik madde arasında önemli ($r=0.47^{**}$) pozitif ilişki olduğu görülmüştür (Tablo 3). Bu durum yarı-kurak merada organik maddenin TOCS üzerinde etkisinin daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Tablo 3. Toprak özellikleri ve TOCS arasındaki korelasyon analizi sonucu

	HA	Kum	Kil	Silt	$CaCO_3$	OM	TOCS	pH
				Yarı-kurak mera (Kurşunlu)				
Kum	0.04							
Kil	-0.06	-0.88**						
Silt	0.01	-0.76**	0.35**					
$CaCO_3$	0.08	-0.14**	0.16**	0.07				
OM	0.01	0.21**	-0.17**	-0.18**	-0.20**			
TOCS	0.13*	0.19**	-0.16**	-0.15**	-0.24**	0.47**		
pH	0.05	-0.04	0.07	-0.03	0.10	-0.08	-0.03	
EC	-0.02	-0.24**	0.27**	0.09	0.08	0.04	-0.01	-0.03
				Yarı-nemli mera (Ilgaz)				
Kum	0.04							
Kil	-0.05	-0.69**						
Silt	0.04	-0.69**	-0.03					
$CaCO_3$	-0.22**	0.24**	-0.11*	-0.22**				
OM	-0.11*	-0.12*	0.14**	0.02	-0.01			
TOCS	0.10*	-0.09	0.05	0.07	0.05	0.14**		
pH	-0.13**	0.35**	-0.20**	-0.29**	0.39**	-0.17**	-0.05	
EC	-0.27**	-0.08	0.01	0.10*	0.05	0.24**	0.09	-0.09

*: İstatistiki açıdan $p<0.05$ düzeyinde anlamlı farklılık, **: İstatistiki açıdan $p<0.01$ düzeyinde anlamlı farklılık, HA: Hacim ağırlığı, OM: Organik madde, TOCS: Toprak organik karbon stoku.

Toprak organik karbon içeriğinin mesafeye bağlı değişimin modellenmesi ve haritalanması

Kurşunlu ve Ilgaz meralarında toprakların OC ve TOCS için semivaryogram model parametreleri Tablo 4'de verilmiştir. Range mesafesi, ilgili değişken için uzaysal bağımlılığın devam ettiği maksimum mesafeyi ifade etmektedir (Isaaks ve Srivastavai., 1989). Ilgaz merasında OC ve TOCS içeriği için elde edilen range değerleri Kurşunlu'ya göre daha uzun mesafelidir. Diğer çalışmalarda OK içeriği için Günal ve ark (2020) 198 m,

Sakizadeh ve Zhang (2004) 80 m, Chen ve ark (2019) 90 m gibi oldukça farklı range değerleri belirtmişlerdir. Deneysel semivaryogramın y eksenini, x ekseninin sıfır değerinde kestiği semivaryans değeri ise nugget varyans olarak adlandırılır (Deutsch ve Journel 1998., Mulla ve McBratney., 2001). Ancak hesaplanan semivaryanslar orijinde çok nadir sıfır değerini alarak y eksenini sıfırdan yüksek bir değerde keser. Her iki merada TOCS için nugget değerinin yüksek çıkmasının nedenleri arasında ilgili özellik için kısa mesafe değişkenliğinin yüksekliği ve örnekleme deseni gösterilebilir. Nugget varyansın sill'e oranı (bu değer genellikle 100 ile çarpılır ve yüzde olarak ifade edilir) nugget etkisi olarak tanımlanmıştır.

Tablo 4. OC ve TOCS içeriklerine ilişkin semivaryogram model parametreleri

Özellik	Model	Nugget (C0)	Sill (C0+C)	Nugget Etkisi (%)	UB (%)	Range (A) m	R^2	RSS
Yarı-kurak mera (Kurşunlu)								
OC (%)	Üssel	0.02	0.10	20	Kuvvetli	32.40	0.93	2.29×10^{-4}
TOCS (Mg/ha)	Üssel	5.28	15.80	33,41	Orta	35.10	0.91	5.64
Yarı-nemli mera (Ilgaz)								
OC (%)	Üssel	0.31	0.63	49,20	Orta	40.50	0.84	8.356×10^{-3}
TOCS (Mg/ha)	Üssel	42.10	84.21	49,99	Orta	41.70	0.82	214

OC: Organik karbon, TOCS: Toprak organik karbon stoku, R^2: Semivaryogram modeli regresyon katsayısı, RSS: Regresyon katsayısının hata kareler toplamı, UB: Uzaysal bağımlılık, UB<%25: kuvvetli, %25≤UB≤75 orta, UB>%75 zayıf.

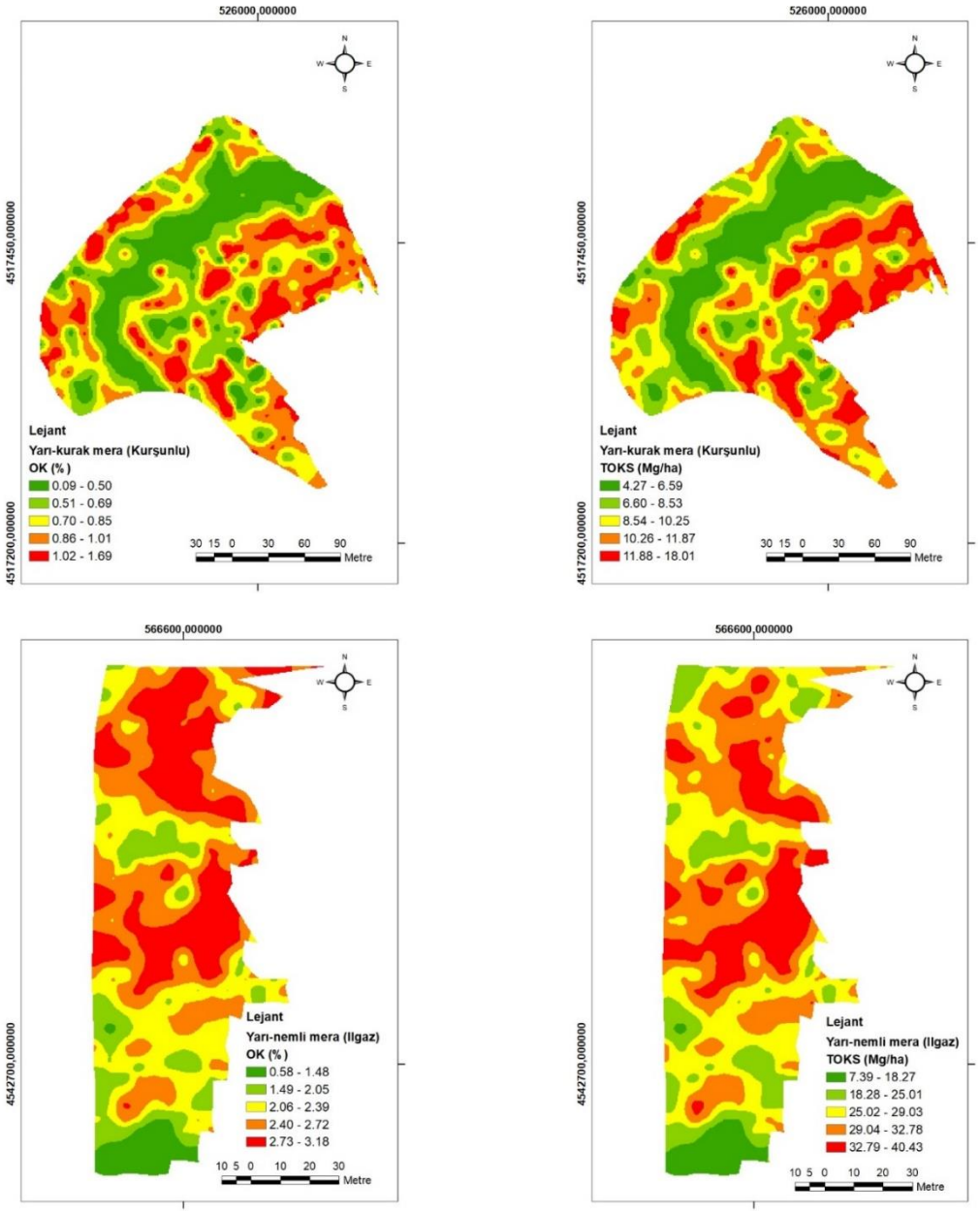
Çapraz değerlendirme ölçülen değerler ile tahmin edilen değerler arasındaki ilişkiyi gösterir. Çapraz değerlendirme yönteminde ölçülen noktalardaki değerler, çevrelerindeki diğer ölçülmüş değerlerin kullanılmasıyla tahmin edilir (Vieira ve ark., 1983). Bu şekilde ölçülen değerler ile gerçek değerlerin karşılaştırılması sağlanır ve modelin ölçüm yapılmayan noktalardaki tahmin güvenirliliği test edilir. Çapraz değerlendirme sonucunda ölçülen değerler ile tahmin edilen değerler arasında en fazla benzerlik OK için %41 ile Ilgaz'da görülürken en az benzerlik %37 ile TOCS için Ilgaz'da görülmüştür (Tablo 5). Kriglemede range mesafesi içerisine düşen en yakın 16 komşu kullanılmıştır. Tablo 5incelendiğinde tahmin edilen ve ölçülen değerlerin benzerliğini kontrol eden çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı her iki merada da düşük olmasına karşın, her iki merada hata kareler karekökü ortalaması (RMSE) 1'e yakın olmasından dolayı OK için yapılan tahminin tatminkâr olduğu söylenebilir.

Tablo 5. OC ve TOCS içeriğine ilişkin çapraz değerlendirme sonuçları

Özellik	r	SH	RMSE
Yarı-kurak mera (Kurşunlu)			
OC (%)	0.41	0,086	0.24
TOCS (Mg/ha)	0.42	0,085	2.95
Yarı-nemli mera (Ilgaz)			
OC (%)	0.43	0,084	0.58
TOCS (Mg/ha)	0.37	0.085	5.88

OC: Organik karbon, TOCS: Toprak organik karbon stoku, r: çapraz değerlendirmeye ilişkin korelasyon katsayısı, SH: standart hata, RMSE: Hata kareler karekökü ortalaması

Semivaryogram modelleri oluşturulduktan sonra nokta kriging yöntemi kullanılarak her iki mera için OC ve TOCS değişimlerini gösteren tahmin haritaları oluşturulmuştur. Oluşturulan tahmin haritalarına göre TOCS Kurşunlu'da 4.27-18.01 Mg/ha, Ilgaz'da ise 7.39-40.43 Mg/ha arasında değişmektedir. Yağış miktarı tarafından etkilenen bitki örtüsü yoğunluğu, toprakta organik karbonun depolanmasını etkileyen önemli bir faktördür. Kurşunlu'da yağış miktarının Ilgaz'a göre daha düşük olması bitki yoğunluğunun ve buna bağlı olarak da TOCS içeriğinin de Ilgaz'a göre daha düşük olmasına neden olmuştur. Han ve ark (2016) organik karbonun toprakta tutulmasında sadece yağışın değil diğer iklim elemanlarının da (sıcaklık, nem) etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Kurşunlu'da toprak suyunun arazide kısıtlayıcı faktör olması bitki örtüsünün arazide yamalı (patchy) bir yapı sergilemesine neden olmuş ve bu durumda OC ve TOCS içeriklerinin arazide yamalı yapı sergilemesine yol açmıştır.



Şekil 1. OC ve TOCS içeriklerinin mera topraklarında uzaysal değişim deseni

SONUÇ

Elde edilen bulgular toprak tekstür bileşenlerinin TOCS üzerinde önemli düzeyde etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca meralarda kontrolsüz otlatma sonucu iklimin de etkisi ile toprak organik maddesini ve dolaylı olarak da toprakta depolanacak karbonun da azalmasına neden olmuştur. Türkiye'de meraların çoğu otlatma planı olmadan kullanıldığı için verimsiz alanlar haline gelmiştir. Meralarda sadece karbon tutulma potansiyellerinin belirlenmesi değil aynı zamanda topraktan karbon kayıplarının önüne geçilebilmesi için acil eylem planlarına da ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun için öncelikli olarak toprak karbon depolamasının doğru bir şekilde tahmin edilmesi gerekmektedir. Karbon içeriklerinin doğru tahmini, bölgesel karbon içeriklerine ilişkin haritaların çıkarılmasına imkân sağlayarak karbon kayıplarının gerçekleştiği alanların tespit edilerek bu alanlara özgü uygun önlemlerin alınmasında önemli avantajlar sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından desteklenen OF270516D03no'lu BAP projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir ve "Yarı Kurak ve Yarı Nemli Meralarda İklim, Bitki ve Toprak Özelliklerinin Çoklu Etkileşimlerinin Analizi" adlı doktora tez çalışması verilerinin bir kısmı kullanılarak hazırlanmıştır. Katkı ve yardımlarından ötürü doktora tez danışmanı Doç. Dr. Meriç ÇAKIR ve Prof. Dr. Sabit Erşahin'e teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

Arslan AE, Keser M 2013. "Kurşunlu İlçe Analizi." https://www.kuzka.gov.tr/Icerik/Dosya/www.kuzka.gov.tr_17_LD2H73OW_kursunlu_ilce_analizi.pdf.

Gouri B, Pravat S, Shit K, Maiti R. 2018. "Comparison of GIS-Based Interpolation Methods for Spatial Distribution of Soil Organic Carbon (SOC)." *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 17 (2): 114–26. https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.02.001.

Blake G, Hartge K 1986. "Bulk Density. Methods of Soil Analysis." *Physical and Mineralogical Methods*.

Budak M, Günal H 2018. "Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi Yukarı Dicle Havzasında Farklı Arazi Kullanımları Altındaki Toprakların Karbon Depolama Potansiyelleri." *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi* 4 (1): 61–74.

Cambardella CA, Moorman TB, Novak JM, Parkin TB, Karlen DL, Turco RF, Konopk AE 1994. "Field-Scale Variability of Soil Properties in Central Iowa Soils." *Soil Science Society of America Journal* 58 (5): 1501–11. https://doi.org/10.2136/sssaj1994.03615995005800050033x.

Chen LC, Ren L, Li Y, Wang B, Zhang Z, Wang L, Li A 2019. "A Comparative Assessment of Geostatistical MachineLearning and Hybrid Approaches for MappingTopsoil Organic Carbon Content." *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 8 (174): 2–18.

Derner JD, Briske1 DD, Boutton TW 1997. "Does Grazing Mediate Soil Carbon and Nitrogen Accumulation beneath C4 Perennial Grasses along an Environmental Gradient?" *Plant and Soil* 191 (147): 147–56.

Deutsch CV, Journel AG 1998. *GSLIB: Geostatistical Software Library and User's Guide. Second Edition*. Edited by Andre G. Journel. *GSLIB: Geostatistical Software Library and User's Guide. Second Edition*. Second. New 'fork: OXFORD UNIVERSITY PRESS.

Evrendilek F, Celik I, Kilic S 2004. "Changes in Soil Organic Carbon and Other Physical Soil Properties along Adjacent Mediterranean Forest Grassland and Cropland Ecosystems in Turkey." *Journal of Arid Environments* 59 (4): 743–52. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2004.03.002.

Feyisa K, Beyene S, Angassa A, Said MY, de Leeuw J, Abebe A, Megersa B 2017. "Effects of Enclosure Management on Carbon Sequestration Soil Properties and Vegetation Attributes in East African Rangelands." *CATENA* 159 (December): 9–19. https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.08.002.

Fontaine S, Barot S, Barré P, Bdioui N, Mary B, Rumpel C 2007. "Stability of Organic Carbon in Deep Soil Layers Controlled by Fresh Carbon Supply." *Nature* 450 (7167): 277–80. https://doi.org/10.1038/nature06275.

Gee GW, Bauder JW 1986. "Particle-Size Analysis." In *Methods of Soil Analysis. Part I: Physical and Mineralogical Methods.* edited by A. Klute 2nd ed. 383–412. Am. Soc. Agron. Madison.

Günal E, Acir N, Günal H 2020. "Orta Karadeniz Bölgesinde Tütün Ekim Alanlarının Karbon Depolama Potansiyeli ve Bitki Beslenme Durumlarının Mesafeye Bağlı Değişkenliği." *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi* 6 (2): 68–81.

Han P, Zhang W, Wang G, Sun W, Huang Y 2016. "Changes in Soil Organic Carbon in Croplands Subjected to Fertilizer Management: A Global Meta-Analysis." *Scientific Reports* 6 (1): 27199. https://doi.org/10.1038/srep27199.

Hendershot W, Lalande H, Duquette M 2007. "Ion Exchange and Exchangeable Cations." In *Soil Sampling and Methods of Analysis Second Edition*. CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781420005271.ch18.

Isaaks HE and RM Srivastava. 1989. *An Introduction to Applied Geostatistics*. New York: Oxford University Press.

Iyigun C, Türkeş M, Batmaz I, Yozgatligil C, Purutçuoğlu V, Kartal Koç E,. Öztürk MZ 2013. "Clustering Current Climate Regions of Turkey by Using a Multivariate Statistical Method." *Theoretical and Applied Climatology*. https://doi.org/10.1007/s00704-012-0823-7.

Kacar Burhan 1994. *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III Toprak Analizleri*. Ankara Üni. Zir. Fak. Eğitim Araştırma Geliştirme Vakfı Yayınları.

Lal R, Delgado JA, Groffman PM, Millar N, Dell C, Rotz A 2011. "Management to Mitigate and Adapt to

Climate Change." *Journal of Soil and Water Conservation* 66 (4): 276–85. https://doi.org/10.2489/jswc.66.4.276.

Li J, Heap AD 2011. "A Review of Comparative Studies of Spatial Interpolation Methods in Environmental Sciences: Performance And İmpact Factors." *Elsevier* 3 (3–4): 228–41. https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2010.12.003.

McGrath D, Zhang C. 2003. "Spatial Distribution of Soil Organic Carbon Concentrations in Grassland of Ireland." *Applied Geochemistry* 18 (10): 1629–39. https://doi.org/10.1016/S0883-2927(03)00045-3.

Mishra U, Ussiri DAN, Lal R 2010. "Tillage Effects on Soil Organic Carbon Storage and Dynamics in Corn Belt of Ohio USA." *Soil and Tillage Research* 107 (2): 88–96. https://doi.org/10.1016/j.still.2010.02.005.

Mulla DJ, McBratney AB 2001. "Soil Spatial Variability." In *Soil Physics Companion*.

Neely C, Bunning S, Wilkes A 2009. *Review of Evidence on Drylands Pastoral Systems and Climate Change:Implications and Opportunities for Mitigation and Adaptation*. FAO.

Robertson GP 2000. "GS+ User's Guide Version 5." Plainwell Michigan.

Rodríguez M, Álvaro-Fuentes JAJ, Gonzalo J, Gil C, Ramos-Miras JJ, Grau Corbí JM, Boluda R 2016. "Assessment of the Soil Organic Carbon Stock in Spain." *Geoderma* 264 (February): 117–25. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.10.010.

Sakizadeh M, Zhang C 2004. "Geostatistical and GIS Analyses on Soil Organic Carbonconcentrations in Grassland of Southeastern Ireland Fromtwo Different Periods." *Geoderma* 119: 261–75.

Vieira SR, Hatfıeld JL, Nıelsen DR, Bıggar JW 1983. "Geostatistical Theory and Application to Variability of Some Agronomical Properties." *Hilgardia* 51 (3): 1–75.

Wang Y, Bojie F, Yihe L, Chengjun S, Yong L 2010. "Local-Scale Spatial Variability of Soil Organic Carbon and Its Stock in the Hilly Area of the Loess Plateau China." *Quaternary Research* 73 (1): 70–76.

Webster R. 2001. "Statistics to Support Soil Research and Their Presentation." *European Journal of Soil Science*. https://doi.org/10.1046/j.1365-2389.2001.00383.x.

Yılmaz M, Dengiz O 2021. "Bazı Toprak Özellikleri Ile İlişkili Olarak Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsünün Toprak Organik Karbon Stoğuna Etkisi." *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi* 8 (2): 154–67. https://doi.org/10.19159/tutad.865188.

Zar JH 1984. *Biostatistical Analysis*. 2nd ed. Prentice-Hall Englewood Cliffs NJ.

ZhaoB, Li Z, Li P, Xu G, Gao H, Cheng Y, Chang E, Yuan S, Zhang Y, Feng Z 2017. "Spatial Distribution of Soil Organic Carbon and Its Influencing Factors under the Condition of Ecological Construction in a Hilly-Gully Watershed of the Loess Plateau China." *Geoderma* 296 (June): 10–17. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.02.010.

Zhu M, Feng Q, Zhang M, Liu W, Qin Y, Deo RC, Zhang C 2019. "Effects of Topography on Soil Organic Carbon Stocks in Grasslands of a Semiarid Alpine Region Northwestern China." *Journal of Soils and Sediments* 19 (4): 1640–50. https://doi.org/10.1007/s11368-018-2203-0.

ORAL PRESENTATION

Investigation of Source Rock Properties of Upper Permian Kahtepe Formation Carbonates in East of Hadim (Konya, Turkey)

Ali Müjdat Özkan[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6686-327X.*)

[*]Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Geological Engineering, Konya, Turkey.

*Corresponding author e-mail: amozkan@ktun.edu.tr

Abstract
This study was carried out in order to determine whether the late Permian aged Kahtepe Formation carbonates located in the possible oil field northeast of Hadim (Konya, Turkey) have source rock characteristics. Therefore, by performing rock-eval pyrolysis analyzes on samples collected from a possible source rock, the properties and paleoenvironmental conditions such as the amount of organic matter contained in the samples, the degree of maturation, and whether they can produce gas or oil were determined. According to the results of rock-eval pyrolysis carried out in the Kahtepe Formation, it was determined that the samples have a weak source rock in terms of hydrocarbons due to their very low organic carbon content. The low hydrogen index values and medium and high oxygen index values in the Kahtepe Formation samples indicate that the Kahtepe limestones have mixed Type II/III kerogen. The Tmax values of the Kahtepe Formation samples vary between 456-482^{o}C and fall into the postmature stage, indicating that very few of the Kahtepe limestone samples are in the oil window and most of them are in gas efficiency. These data led us to the conclusion that organic material that can provide source rock features is consumed in Kahtepe limestones during the over-maturation process.
Keywords: Hadim, Kahtepe limestone, Petroleum, Pyrolysis, Source rock.

INTRODUCTION

There are two significant economic regions in Turkey in terms of oil and natural gas production (Figure 1). The most important of these is the Southeastern Anatolia Region and the other is the Thrace Basin (Korkmaz et al., 1991). Leaks are undesirable in oil exploration. However, such seepages are very important in terms of showing that there is oil in the basins (Korkmaz et al., 1991). The main seepages observed throughout Turkey are located in Sinop-Boyabat-Emenli, Erzurum-Pasinler-Erzurum-Tekman-Katranlı, Rize-Çayeli (in the marine area) and Western Taurus-Antalya Olympos (Çıralı/Yanartaş) Mountain and Hatay-Kızıldağ.

Turkey is not one of the leading hydrocarbon-producing countries in the Middle East. However, it is stated that it has rich oil and natural gas deposits in the Mediterranean and the Black Sea with the "Blue Homeland" project recently.

The Mut-Ermenek-Silifke (Konya-Mersin) Basin, the Hadim probable oil field in the Central Taurus, is the main focus of this study (Figure 1). There has been no study on organic geochemistry and its relation with source rock properties and hydrocarbon production potential of limestones rich in organic matter of the Kahtepe Formation (Upper Permian) in the Middle Taurids. This study aims to determine whether Kahtepe limestones have source rock features or not. 20 organic material-rich outcrop samples collected from the Kahtepe Formation were Rock-Eval pyrolysis analyzed. Our goal was to evaluate the richness of organic matter and its link to hydrocarbon production potential.

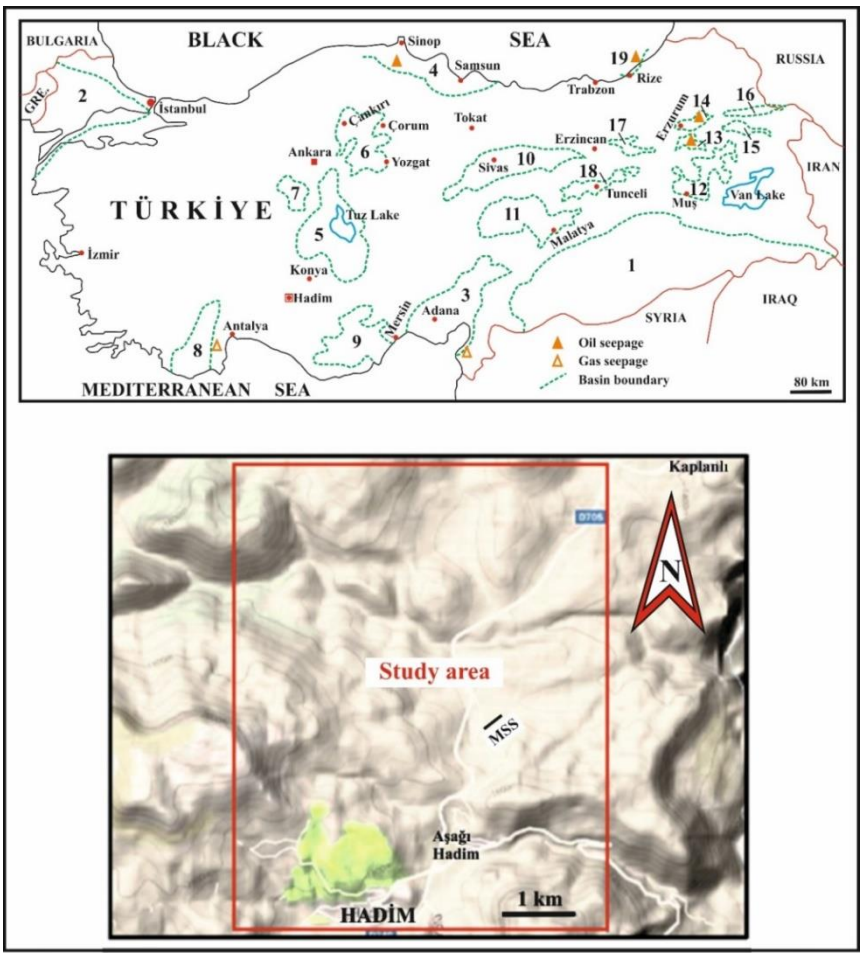


Figure 1. Location map of the study area (Google Maps), and in Turkey, important regions and basins for oil and natural gas. 1) Southeastern Anatolia Region, 2) Trakya Basin, 3) Adana Basin, 4) Middle Black Sea (Samsun-Sinop) Basin, 5) Tuz Lake Basin, 6) Çankırı-Çorum Basin, 7) Haymana-Polatlı (Ankara) Basin, 8) Western Taurus Region, 9) Mut-Ermenek-Silifke (Konya-Mersin) Basin, 10) Sivas Basin, 11) Malatya-Gürün Basin, 12) Muş-Malazgirt-Tutak Basin, 13) Tekman (Erzurum) Basin, 14) Pasinler-Horasan (Erzurum) Basin, 15) Ağrı-Diyadin Basin, 16) Tozluca (Kars) Basin, 17) Çayırlı-Tezcan (Erzincan) Basin, 18) Tunceli-Çemişgezek Basin, 19) Eastern Black Sea Region (modified from Korkmaz et al., 1991)

MATERIALS AND METHODS

In this study, 20 outcrop samples were collected from the possible oil field in the Central Taurus (Figure 1). These studied samples were collected from limestone layers rich in organic matter in the Upper Permian Kahtepe Formation (Figures 2, 3).

The samples were crushed to less than 200 mesh size and subjected to organic analyses such as TOC content and bulk pyrolysis. The samples were investigated using a Rock-Eval 6 pyrolysis instrument together with TOC components following the procedures supplied in Espitalie et al. (1985), and Behar et al. (2001). Geochemical parameters such as S1 (amount of free hydrocarbons), S2 (amount of hydrocarbons generated by thermal cracking of non-volatile organics), S3 (amount of CO_2 produced by kerogen pyrolysis), Tmax (highest hydrocarbon temperatures released by kerogen cracking), and total organic carbon (TOC) content were measured during pyrolysis. Afterward, additional geochemical parameters such as hydrogen index (HI=S2 x 100/TOC), oxygen index (OI=S3 x 100/TOC), potential yield (PY=S1+S2), and production index (PI=S1/S1+S2) were calculated according to Espitalie et al. (1977) and Peters and Cassa (1994) (see Table 1). To calculate the Ro% values from the Tmax values, Jarvie et al. (2001)'s formula was used. Rock-Eval pyrolysis analyzes were carried out in the laboratory of Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı.

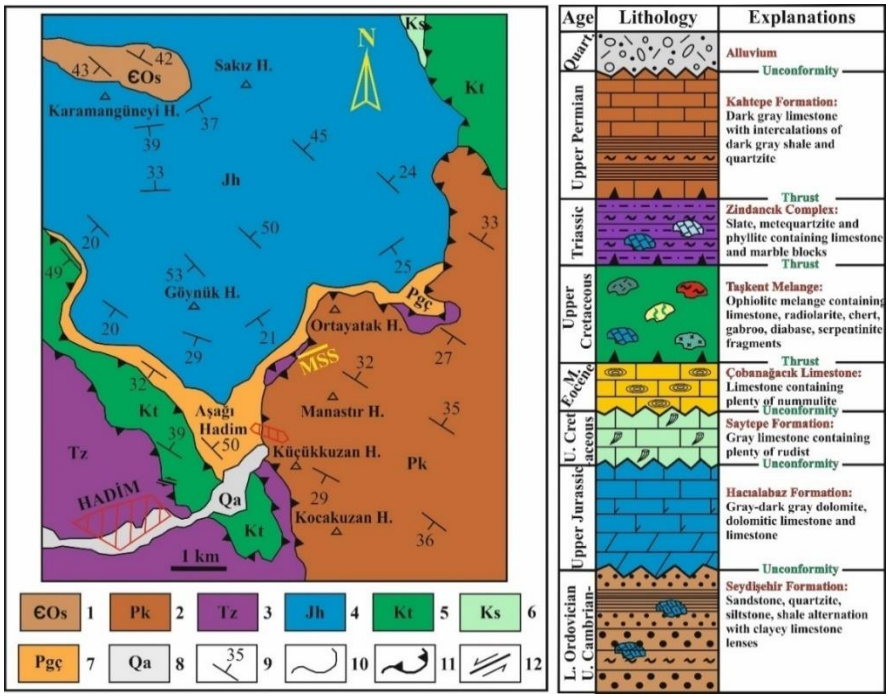


Figure 2. Geological map and stratigraphic column section of the study area (modified from Turan 1990) 1) Seydişehir Formation (Upper Cambrian-Lower Ordovician), 2) Kahtepe Formation (Upper Permian), 3) Zindancık Complex (Triassic), 4) Hacıalabaz Formation (Upper Jurassic), 5) Taşkent Melange (Upper Cretaceous), 6) Saytepe Formation (Upper Cretaceous), 7) Çobanağacık limestone (Lutetian), 8) Alluvium (Quaternary), 9) Layer location, 10) Formation boundary, 11) Thrust fault, 12) Strike-slip fault

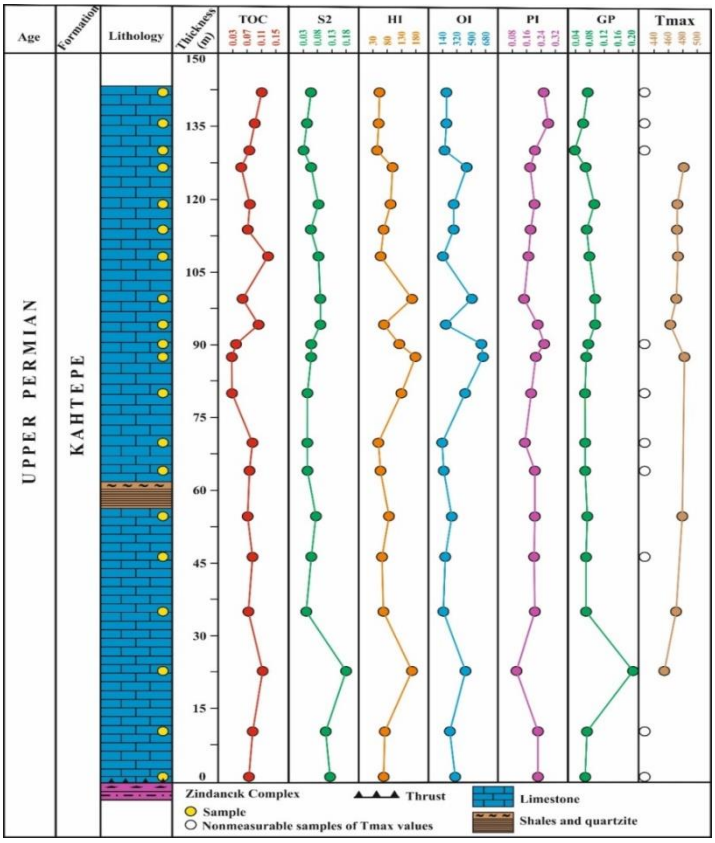


Figure 3. Kahtepe Formation Manastır Tepe measured stratigraphic section and rock-eval pyrolysis data

Table 1. Rock-eval pyrolysis results and calculated vitrinite reflection values of the Kahtepe Formation in Manastır Tepe measured stratigraphic section samples

Sample	TOC	S1	S2	S3	Tmax	HI	OI	PI	S2/S3	GP	Roc
J-85	0.11	0.02	0.05	0.22	N/A	45	200	0.26	0.23	0.07	-
J-81	0.09	0.02	0.04	0.18	N/A	44	200	0.29	0.22	0.06	-
J-78	0.08	0.01	0.03	0.15	N/A	38	188	0.21	0.20	0.04	-
J-75	0.05	0.01	0.05	0.21	482	100	420	0.17	0.24	0.06	1.51
J-71	0.08	0.02	0.07	0.21	473	88	262	0.20	0.33	0.09	1.35
J-68	0.07	0.01	0.05	0.19	472	71	271	0.18	0.26	0.06	1.34
J-65	0.13	0.01	0.06	0.20	473	46	154	0.17	0.30	0.07	1.56
J-60	0.05	0.01	0.08	0.26	470	160	520	0.14	0.31	0.09	1.30
J-56	0.10	0.02	0.07	0.20	463	70	200	0.23	0.35	0.09	1.17
J-54	0.04	0.02	0.05	0.26	N/A	125	650	0.26	0.19	0.07	-
J-52	0.03	0.01	0.05	0.20	480	167	667	0.20	0.25	0.06	1.48
J-48	0.03	0.01	0.04	0.12	N/A	133	400	0.18	0.33	0.05	-
J-42	0.09	0.01	0.04	0.13	N/A	44	144	0.15	0.31	0.05	-
J-38	0.08	0.01	0.04	0.13	N/A	50	162	0.20	0.31	0.05	-
J-35	0.07	0.01	0.06	0.18	476	86	257	0.20	0.33	0.07	1.40
J-28	0.09	0.01	0.05	0.17	N/A	56	189	0.19	0.29	0.06	-
J-21	0.07	0.01	0.04	0.12	471	57	171	0.20	0.33	0.05	1.32
J-14	0.11	0.02	0.18	0.44	456	164	400	0.10	0.41	0.20	1.05
J-7	0.08	0.01	0.05	0.19	N/A	62	238	0.23	0.26	0.06	-
J-1	0.07	0.01	0.04	0.19	N/A	57	271	0.23	0.21	0.05	-

TOC = Total Organic Carbon; S1-peak = Free contents of hydrocarbon(mg. HC/g. rock); S2-peak = Remaining hydrocarbon potential (mg. HC/g. rock). S3-peak = Produced carbon dioxide (mg. CO_2/g. rock); HI = S2 × 100/TOC(mg. HC/g. rock); OI = S3 × 100/TOC (mg.CO_2/gr.TOC); Tmax = Maximum temperature at peak of S2(ºC), Roc = calculated vitrinite reflection (Ro = 0.0180 x Tmax - 7.16)

RESULTS

Figure 3 and Table 1 show the organic geochemical results from 20 organic matter-containing limestone samples collected from the Upper Permian Kahtepe Formation, including TOC content and Rock-Eval pyrolysis. According to the information given in Table 1, it can be said that the limestone samples of the Kahtepe Formation are in the weak area in terms of hydrocarbon potential and source rock productivity.
In addition, Kahtepe samples show the weak area in TOC versus S2 and TOC versus PP (Figure 4a, b).

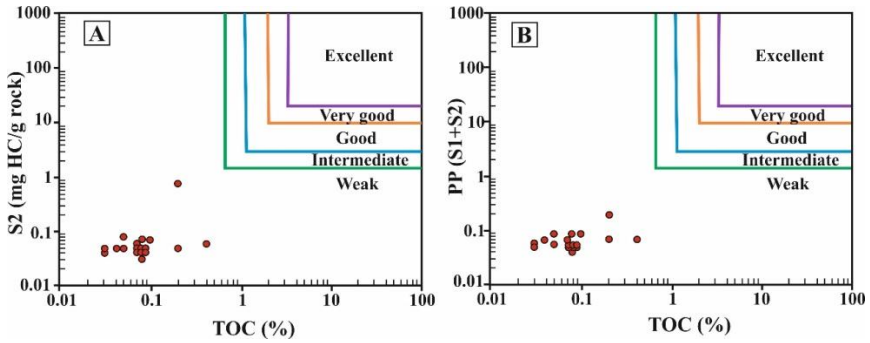


Figure 4. TOC versus S2 plot showing the hydrocarbon potential and source rock productivity of the Kahtepe Formation samples (a). TOC versus PP graph showing the hydrocarbon potential and source rock productivity of the Kahtepe Formation samples (b)

In the Kahtepe limestone HI values versus TOC content graph, most of the samples fall in the weak area, one in the gas/oil source area, some in the middle oil field, and one sample in the contamination area (Figure 5a). Hydrogen (HI) and oxygen (OI) indices of the Kahtepe Formation samples are mostly Type III (gas) kerogen, as seen in Figure 5b, but mixed Type II/III (oil and gas) kerogen has been observed (Figure 5b). Additionally, all of our samples point to the oxic trend area in this graph (Figure 5b).

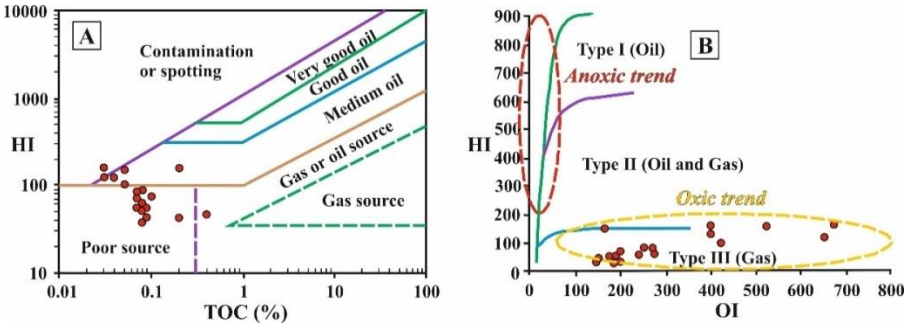


Figure 5. Hydrogen Index (HI) versus Total Organic Carbon (TOC) plot of Kahtepe Formation samples (a). Hydrogen Index (HI) versus Oxygen Index (OI) graph of Kahtepe Formation samples (b)

Most of the Kahtepe limestone samples have Type III kerogen (Figure 5b) and tend to generate gas. Additionally, Espitalié et al. (1985) stated that Type III kerogen is the most reliable kerogen that can be predicted in terms of maturation degree using Tmax. All of the Kahtepe limestone samples fall into the post-mature area (Figure 6a). While all of the Kahtepe limestone samples are observed as indigenous hydrocarbons in the S1 versus TOC diagram (Figure 6b), the majority of the samples fall into the area of secondary (non-native) hydrocarbons in the S2 versus TOC diagram (Figure 7a).

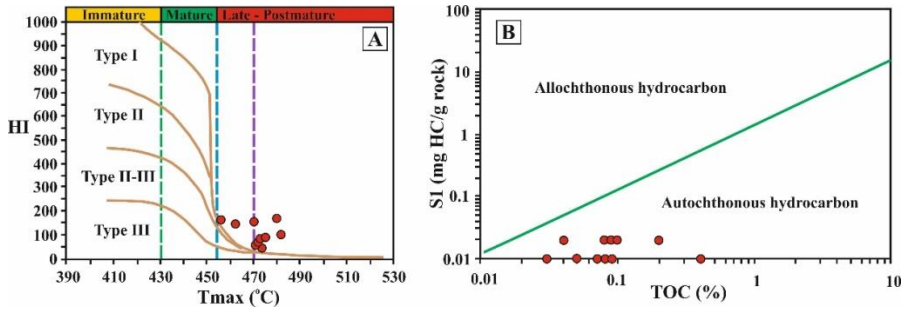


Figure 6. Hydrogen Index (HI) versus Pyrolysis Temperature (Tmax) graph of Kahtepe Formation samples (a). TOC versus S1graph of Kahtepe Formation samples (b)

The maturity, which can be predicted by various techniques, was used in this study to determine the thermal maturity of the Kahtepe Formation, besides HI versus Tmax graph (Figure 6a), Tmax, and vitrinite reflectance (Ro) measurements (Table 1). Tmax values of the samples analyzed from the Kahtepe Formation vary between 456-482°C (Table 1) and our samples fall into the postmature stage (Figure 6a).

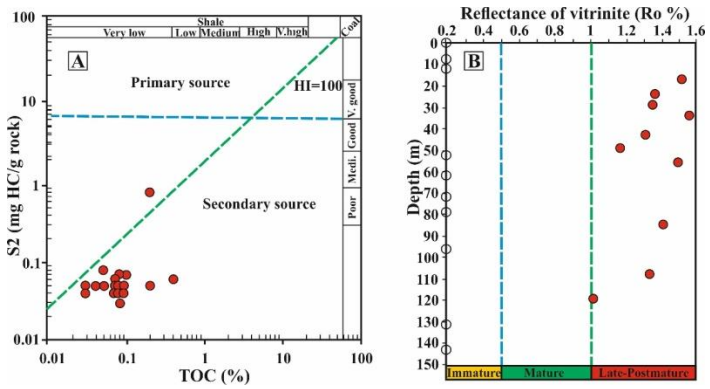


Figure 7. TOC versus S2 graph of Kahtepe Formation samples (a). The calculated vitrinite reflection depth variation graph of the Kahtepe Formation samples (b)

The vitrinite reflection values calculated from the pyrolysis analysis of the Kahtepe Formation samples vary between 1.05-1.56 (mean 1.35) (Table 1). Vitrinite reflection values show a zigzag distribution with decreasing increasing depth and time (Figure 7b). In addition, these vitrinite samples fall in the range of post maturity with oil window (Figures 7b, 8a, b) and are consistent with the Tmax–HI diagram (Figure 6a).

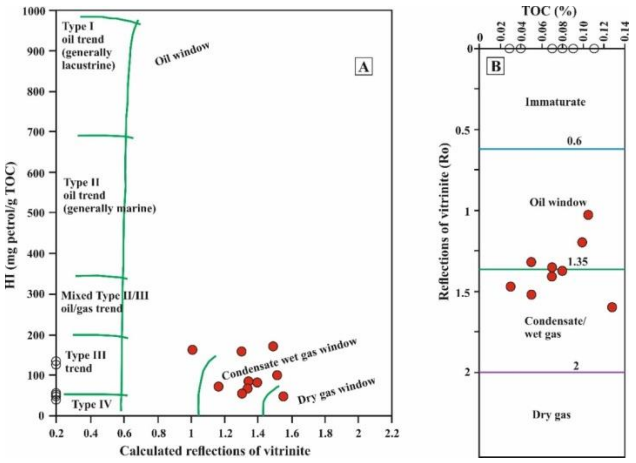


Figure 8. HI versus calculated vitrinite reflection graph of Kahtepe Formation samples (a). TOC versus calculated vitrinite reflection graph of Kahtepe Formation samples (b)

DISCUSSION

It has been observed that the Kahtepe Formation limestone samples are in a weak area in terms of hydrocarbon potential and source rock productivity (Figure 4a, b). The deposition environment interpreted for Kahtepe Formation is carbonate shelf. The sedimentation environment affects the productivity and preservation of organic matter. The Kahtepe limestones show high bio productivity with the fossils they contain in the section of our study area. And organic matter accumulation developed due to dioxic to anoxic environmental conditions. However, the accumulated organic matter was consumed during the extreme thermal maturation stage due to burial. Because our specimens fall into the late-post-mature stage (Figures 6a, 7b).

Very few of the Kahtepe limestone samples analyzed in the study area have Type II kerogen (Figures 5b, 6a). Type II kerogen is characterized by its tendency to form oil, relatively rich in hydrogen, and the pure (monomaceral) form of excinite (Jacobson 1991). Examples of materials from which Type II kerogen is derived are spore and pollen grains of land plants, marine phytoplankton cysts, some leaf and root cuticles (Jacobson 1991; Egbobawaye 2017). In addition, the formation of Type II kerogen is dependent on high biological productivity due to nutrient supply, low mineralogical dilution, and limited oxygenation (Jacobson 1991).

Most of the Kahtepe limestone samples have Type III kerogen (Figure 5b) and tend to generate gas. Tissot and Welte (1984) identified the Type III kerogen as gas-prone kerogen containing mainly vitrinite and emphasized that it is identical to land plant or humic coal consisting largely of woody and cellulosic residues (Egbobawaye 2017). However, various mackerel mixtures or degradation processes can contribute to Type III kerogen formation (Jacobson 1991; Egbobawaye 2017). Additionally, Espitalié et al. (1985) stated that Type III kerogen is the most reliable kerogen that can be predicted in terms of maturation degree using Tmax (Figure 6a). All of our Kahtepe limestone samples fall into the postmature area (Figure 6a) and indicate mixed origin. Vitrinite has been described as a type of kerogenic particle formed from humic gels thought to be derived from lignocellulose cell walls of higher plants (Teichmüller 1989). The vitrinite reflection values calculated from the Kahtepe limestone samples show a zigzag distribution with a decrease and increase with depth and time (Figure 7b). In addition, these vitrinite samples fall between the oil window and the post maturity range (Figures 7b, 8a, b) and are consistent with the Tmax–HI diagram (Figure 6a).

CONCLUSION

1. According to the results of the rock-eval pyrolysis, the total organic carbon content of the Kahtepe Formation samples is very low and shows a weak source rock feature. This situation is also consistent with the very low S2 values of the Kahtepe Formation samples. Therefore, it is concluded that although the primary hydrocarbon

accumulation of Kahtepe limestones deposited in an environment with high biological productivity is high, the amount of hydrocarbon becomes poor in the post-mature process.
2. The fact that the hydrogen index values of the Kahtepe Formation samples are low and medium and the oxygen index values are low, medium, and high indicate that the Kahtepe Formation limestones have mixed Type II/III kerogen.
3. The Kahtepe Formation Tmax values vary between 456-482ºC and our samples fall into the late and postmature stage. Again, the production index of the Kahtepe limestone samples is low, indicating late and postmature stages. While all of the Kahtepe limestone samples are observed as indigenous hydrocarbons in the S1 versus TOC diagram, most examples in the S2 versus TOC diagram show non-indigenous hydrocarbons. This indicates that it is sourced from mixed hydrocarbon sources. The vitrinite values of the Kahtepe limestone samples fall into the late and postmature phase and show consistency with the Tmax values.
4. In the light of all these data, it is concluded that the Kahtepe Formation limestones do not have a good source rock for petroleum hydrocarbons. Because during the over-maturity process, organic material that can provide source rock feature in Kahtepe limestones was depleted.

ACKNOWLEDGEMENTS

Bu Çalışma KTUN Bilimsel Çalışmalar Koordinatörlüğü Tarafından 201007012 Nolu Proje ile Desteklenmiştir. The author would like to thank the BAP coordinator.

REFERENCES

Behar F, Beaumont V, Penteado HL, De B 2001. Rock-eval 6 technology: performances and developments. Oil and Gas Science and Technology-Revue de l'Institut Francais du Petrole, 56:111-134.

Egbobawaye EI 2017. Petroleum source-eock evaluation and hydrocarbon potential in Montney Formation unconventional reservoir, northeastern British Columbia, Canada. Natural Resources, 8:716-756.

Espitalie JL, Laporte M, Madec F, Marquis,P, Leplat J, Pauletand et al. 1977. Methode rapide de caracterisation des roches meres, de leur potential petrolier et de leur degre d'evolution. Rev. Inst. Fr. Pet., 32:23–42.

Espitalié J, Deroo G, Marquis F 1985. La pyrolyse rock-eval et ses applications. Deuxième partie Rock-eval pyrolysis and its applications (part two). Rev Inst Fr Pét., 40(6):755-784.

Jacobson SR 1991. Petroleum source rocks and organic facies. in: Merrill RK (ed.) source and migration processes and evaluation techniques. American Association of Petroleum Geologists Treatise of Petroleum Geology, Handbook of Petroleum Geology, 3-11.

Jarvie DM, Claxton BL, Henk F, Breyer JT 2001. Oil and shale gas from the Barnett Shale, Fort Worth basin, Texas (abs.): AAPG Annual Meeting Program, v. 10, p. A100.

Korkmaz S, Gedik A, Pelin S 1991. Türkiye'deki bazı tortul havzalara petrol potansiyeli açısından bir bakış. Jeoloji Mühendisliği, 39:5-14.

Peters KE, Cassa MR 1994. Applied source rock geochemistry. in: Magoon LB and Dow WG (eds.) the petroleum system-from source to trap. American Association of Petroleum Geologists Memoir, 60:93-120.

Teichmüller M 1989. The genesis of coal from the viewpoint of coal petrology. International Journal of Coal Geology, 12:1-87.

Tissot BP, Welte DH 1984. Petroleum formation and occurrence. A New Approach to Oil and Gas Exploration, Springer-Verlag, Berlin, 702 pp.

ORAL PRESENTATION

Investigation of the Usability of Boron Waste in Geopolymer Paste

Merve Şahin Yön[1*](*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2954-0003*), Mehmet Karataş[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3705-8463*)

[*1]Munzur University, Engineering, Civil Engineering, Tunceli, Turkey.
[2]Fırat University, Engineering, Civil Engineering, Elazığ, Turkey.

*Corresponding author e-mail: mervesahinyon@munzur.edu.tr

Abstract
This study investigates the usability of boron waste in geopolymer paste. Boron waste (BW) was used as binder in the production of Alkali Activated Boron Waste (AAB). The study was carried out in two stages. In the first stage, samples were prepared by using 100% boron waste according to alkaline solution / binder at a ratio of 0.50-0.55 and cured different temperatures at 70°C and 120°C three days throughout. In addition to this, the effect of NaOH with different molarities (12M, 16M, 20M) on the strength of the mortar created by using 100% boron waste was investigated. The mortar formed by using three different (0.33, 0.5, 1) NaOH/ Na2SiO3 ratios applied separately to each molarity was poured. End of this stage samples were evaluated according to compressive strength. Although, high temperature increases the strength of the samples in which boron waste is used as 100% mineral additive it was concluded that the properties of boron waste should be improved for it can be used in geopolymer paste. In the second stage boron waste and granulated blast furnace slag were mixed at different rates and cured at 70°C. According to experimental results it was seen that the increasing of boron waste in the paste caused decreasing of compressive strength.
Keywords: Boron waste, alkali activated paste, compressive strength, alkaline solution.

INTRODUCTION

With a fire disaster in France in 1970/73, research was made on heat resistant non-combustible plastic materials. Geopolymers emerged as a result of this research (Davidovits, 1994)**.** The compatibility between the C–S–H gel (formed during the hydration of the OPC) and the geopolymer gel could be the key to the future development of cement materials that are more environmentally friendly, economical, durable and higher-performing than today's Portland cement (Duxson et al., 2007)**.** About 5% of global CO_2 emissions are due to Ordinary Portland Cement (OPC) production. Industrial waste materials such as slag reduce greenhouse gas emissions by up to 80% (Patra and Mukharjee, 2016). They used metakaolin, silica fume, ground granulated blast furnace slag (GBFS), colemanite and polypropylene fiber. In their study, the effect on the behavior of geopolymer composites formed by partially replacing metakaolin with two waste materials was examined in terms of physical properties Overall, the results have proven that substitute materials are beneficial. Compared with the control sample, the colemanite and silica fume samples showed an improvement of 14.61% and 29.44% in flexural strength, 2.02% and 11.48% in compressive strength, and 10.59% and 20% in abrasion resistance (Uysal et al., 2018). With 10% colemanite substitution, the 28-day compressive strength increased by 1.71%. In the case of 20% and 30% colemanite substitution, 13.64% and 26.99% compressive strength reductions were reported, respectively (Nawar et al., 2020)**.** High temperature behavior, some mechanical and microstructural properties of metakaolin based geopolymer mortar composites reinforced with boron wastes reinforced with 4 different fiber types were investigated. After the combination of boron waste and metakaolin activated with sodium hydroxide and sodium silicate solutions was prepared, the geopolymer mixtures were heat cured (Celik et al., 2018)**.** In geopolymer concrete, silicon and aluminum-rich by-product material such as fly ash with low calcium (ASTM C 618 Class F) were activated with high alkaline solution to shape the paste (Hardjito et al., 2004)**.** Two types of slag with different Al_2O_3 content were studied by activating with NaOH and sodium metasilicate**.** In all systems, C-S-H main hydration products containing aluminum and a hydrotalcite-like phase with Mg/Al=2 were detected. C-S-H gels found in NaOH activated pastes are more crystalline and contain less water; It was observed that the formation of calcium silicate hydrate (C-S-H) and sodium-rich C-N-S-H with similar Ca content occurred at longer hydration times (Ben Haha et al., 2011). In their study, the durability and strength of alkali-activated blast furnace slag (AAS) mortars with finely ground pumice (P) were investigated. Instead of cement, 60% and 80% blast furnace slag were used. Sodium

hydroxide (NaOH) and sodium silicate (Na_2SiO_3) were added to the mixture. In the first stage, Na_2O was added as 6, 7% and 8% of the blast furnace slag. The best results were obtained from the strength values of the samples containing 8% Na_2O (Özodabaş and Yılmaz, 2013). In their study, fly ash (FA) based geopolymer (GP) concretes were produced by using basaltic pumice (BP) aggregates and fly ash (F Class) mixture for lightweight concrete. Lightweight concrete with a density of concrete ranging from 1700 kg/m^3 to 1792 kg/m^3 was obtained (Top and Vapur, 2018)**.** Coarse fly ash substituted 0-40% with granulated blast furnace slag was used, AAFA pastes, and mortars were prepared at a liquid/solid ratio of 0.6-0.8 by mass. It was observed that unsaturated AAFA mortar with a higher Cl penetration rate than Portland cement mortar showed the same strength, even higher. Mortars with a liquid/solid ratio of only 0.6 and 40% slag replacement showed similar Cl penetration rate as cement mortars with a water/cement ratio of 0.5. Natural fly ash, liquid/solid ratio and slag substitution play an important role in improving the durability of AAFA concretes (Zhu et al., 2014)**.** To activate the granulated blast furnace slag, activators with a sodium oxide (Na_2O) concentration of 4%, 5% and 6% by weight of the slag and a liquid sodium silicate modulus (the ratio of SiO_2 to Na_2O) of 0.8 were used. The dosage of both Na_2O and H_3PO_4 added mix is the important factor affecting the properties of fresh AASC blends. In the hardened concrete, AASC's compressive strength, splitting tensile strength, drying shrinkage, total load, high temperature resistance and sulfate attack resistance were obtained better properties and durability than OPC (Chi, 2012)**.**

As the country with the majority of boron reserves, the requirement to utilize the waste of the mentioned reserve is of great importance in terms of contributing to the ecology. With this work, the usability of boron waste in environmentally friendly geopolymer pastes were investigated.

MATERIALS AND METHODS

2 Materials

In this study, boron waste (BW) and Granulated Blast Furnace Slag (GBFS) were used as materials. Chemical and some of physical properties of this materials are presented below in detail. NaOH and Na_2SiO_3 were used as alkaline solution.

2.1 Boron Waste

Turkey has about 70% of world boron reserves. As the country with the majority of boron reserves, the requirement to utilize the waste of the mentioned reserve is of great importance in terms of contributing to the ecology. With this work, the usability of boron waste in environmentally friendly geopolymer pastes were investigated. In this study, boron waste was procured from Eti Mine Enterprises Kırka Boron Operations Directorate, the amount of material passing through the 125 μm sieve is 90% and the specific gravity is 2.54. Chemical and some of physical properties of boron waste was carried out by ACME Analitic Laboratory Services Ltd. Sti. Chemical and some of physical properties of boron waste the following given in Table 1.

Table 1. Chemical and some of physical properties of boron waste.

Components %	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	LOI	Specific gravity(g/cm^3)
	16.45	0.96	0.28	17.26	17.30	5.14	0.58	34.4	2.54

The process from the initial state of boron waste obtained from Eti Mine to the state passing through a 0.125 mm sieve is shown in the Figure 1.

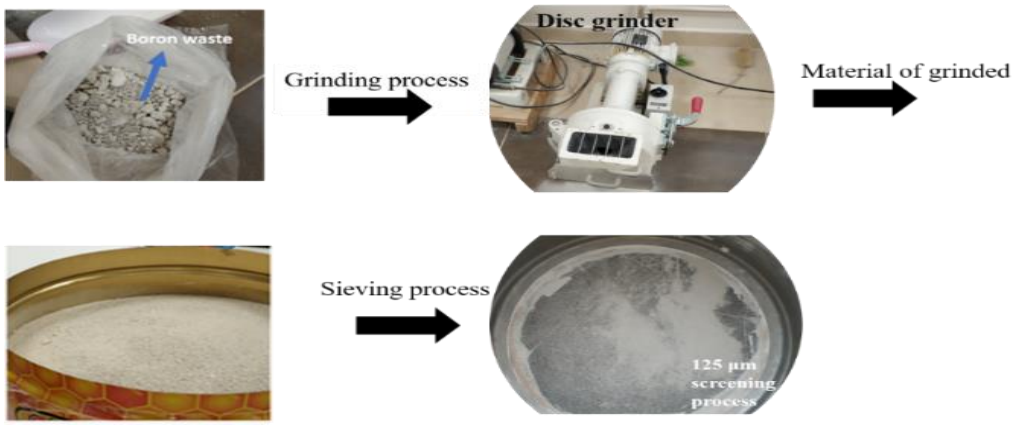


Figure 1. Grinding of boron waste.

2.1 Granulated Blast Furnace Slag

To improve paste content, granulated blast furnace slag from Zonguldak Ereğli Iron and Steel Factory was used Figure 2). Chemical and some of physical properties of GBFS was carried out by ACME Analitic Laboratory Services Ltd. Sti. Chemical and some of physical properties of GBFS the following given in Table 2.

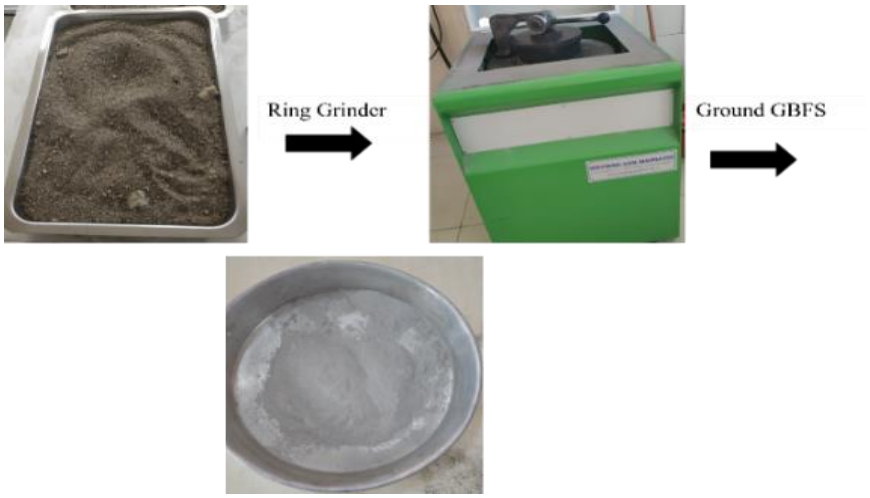


Figure 2. Grinding process of granulated blast furnace slag.

Table 2. Chemical and some of physical properties of GBFS.

Components %	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	LOI	Specific gravity(g/cm^3)
	39.10	16.28	0.83	35.28	6.45	0.44	0.59	-1	2.89

2.2 Alkaline Solutions

For experimental study Na_2SiO_3 and NaOH were used as alkaline solutions. The chemical and physical properties of the solutions are presented Table 3-4.

Table 3. Chemical and some of physical properties of Na_2SiO_3.

Analysis Name	Analysis Result
SiO_2	28.875wt%
Na_2O	9.2225wt%
Modul(%SiO_2/ Na_2O)	3.13 wt%
Specific gravity(20C°)	1.4019
Viscosity (20 C°, cp)	230
View	Gel

Table 4. Chemical and some of physical properties of NaOH.

Analysis Name	Analysis Result
Purity as NaOH	99.0 wt%
Na_2CO_3	0.5> wt%
SiO_2	0.003> wt%
Specific gravity	2.13
View	White solid

3 Experimental Method

Firstly, 100% BW was activated in 10M (Puertas and Fernández-Jiménez, 2003) prepared NaOH with two different alkaline solution/binder ratios (0.50, 0.55). 99% pure NaOH and Na_2SiO_3 (Module 3.13) were used as alkaline activators. BW was mixed with NaOH/Na_2SiO_3 = 1:3 (Mohabbi Yadollahi and Dener, 2019). Paste is poured into molds. Vibration table was used to settle paste in mold. But the workability of samples was not adequate. Then the molds were wrapped with airtight stretch film. (Balun and Karataş, 2018). Thus, specimens were waited in oven 120°C (Davidovits, 1982) and 70°C (Aguilar et al., 2010) three days. Secondly, boron waste was replaced by granulated blast furnace slag at 20%, 30% and 50% rates. For this, alkaline solution/ binder rate was selected as 0.35 (Nazari and Sanjayan, 2015). Samples wrapping into stretch film was waited in oven 70°C three days. In addition, 100% granulated blast furnace slag was activated in 10M prepared NaOH and with an alkaline solution/binder ratio (0.33). Material ratios used in experimental study are presented in Table 5.

Table 5. Mixture ratios of boron waste and GBFS

Mixed	Total binder (g)	Alkaline solution/Binder	Na_2SiO_3 (g)	NaOH (g)	GYFC(g)	Boron waste (g)
B100(120°C)	445.5	0.55	183.75	61.25	-	445.5
B100(70°C)	450	0.55	185.64	61.88	-	450
B100(120°C)	450	0.50	168.75	56.25	-	450
B100(70°C)	450	0.50	168.75	56.25	-	450
C100(70°C)	450	0.33	111.39	37.13	450	-
B20+C80(70°C)	450	0.35	118.14	39.38	360	90
B50+C50(70°C)	450	0.35	118.14	39.38	225	225
B30+C70(70°C)	450	0.35	118.14	39.38	315	135

Specimens cured 120°C and 70°C subjected to compressive strength test. Compressive strength was determined according to TS EN 12390-3 (TS EN 12390-3, 2012). Compressive strength test results are given in Table 6.

Table 6. Compressive strengths various temperature and $NaOH/Na_2SiO_3$

Mixed	Temperature °C	Alkaline solution/Binder	Compressive strength (MPa)
B100(120°C)	120	0.55	5.16
B100(70°C)	70	0.55	2.46
B100(120°C)	120	0.50	10.57
B100(70°C)	70	0.50	1.23
C100(70°C)	70	0.33	89.81
B20+C80(70°C)	70	0.35	48.12
B30+C70(70°C)	70	0.35	23.4
B50+C50(70°C)	70	0.35	4.62

When the samples that waited in the oven were removed from the mold, it was observed that the paste did not settle. Cube samples removed from molds are shown Figure 3.

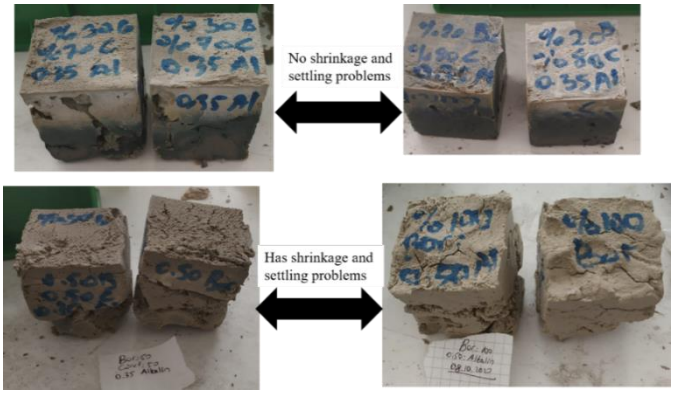


Figure 3. Settlement and shrinkage problems of 100% boron waste

3.1 Evaluation of Different Molarity Ratios

In this experimental method geopolymer paste was made with only boron waste. Change of concentration between 10 and 20 M does not have a significant effect on the strength (Chindaprasirt et al., 2007)**.** For this process, three different NaOH molarity 12M, 16M, 20M and three different $NaOH/Na_2SiO_3$ (0.33, 0.5, 1) ratios was used. Totally, 9 various mixtures were prepared by activating boron waste. Prepared samples were poured into molds and settled together with on the vibration table. Then the molds were wrapped with airtight stretch film. Specimens were waited in oven 120°C three days. Also prepared and oven cured samples are shown in Figure 4.



Figure 4. Fresh paste samples poured into mold.

Results

As a result, it has been observed both 120 ºC and 70 ºC that boron waste has a settlement problem as Figure 5-6. In order to eliminate this problem, 80% and 70% granulated blast furnace slag was added, and the settlement problem was evaluated. The problem of settling was eliminated in mixtures with 80% slag as Figure 7.



Figure 5. Shrinkage in 100% boron waste sample cured at 120°C for 3 days.



Figure 6. Shrinkage in 100% boron waste sample cured at 70°C for 3 days.



Figure 7. Samples with 80% slag substitute instead of boron waste.

According to the data obtained from the experimental results, the lowest compressive strength was obtained as 1.23 MPa in the sample with an alkaline solution/binder ratio of 0.50 using 100% boron at 70 ºC. As given in the Figure 8, the highest compressive strength was obtained as 48.12 MPa in the sample where boron was 20% substituted with slag.

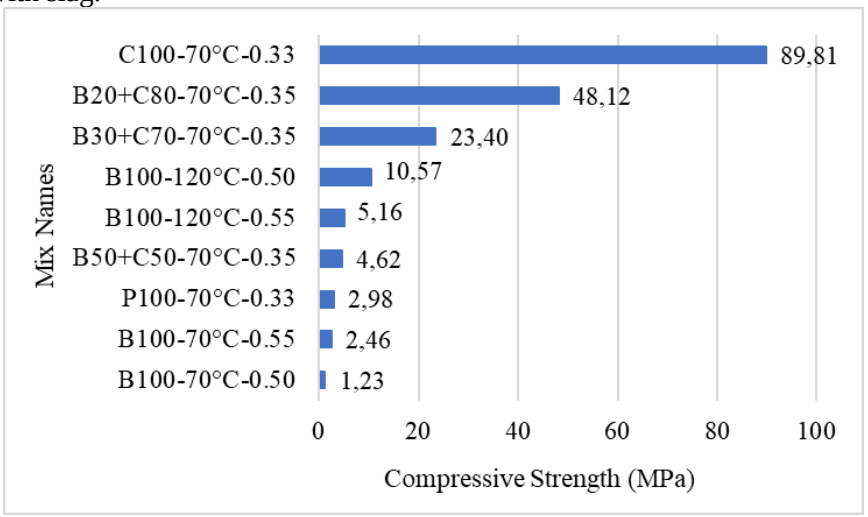


Figure 8. Specimens dissolved in water.

The samples were kept in water for 1 day for the water absorption test. After one day, it was observed that the samples were dissolved in water as in the Figure 9. Therefore, both water absorption and compressive strength results were not obtained.



Figure 9. Specimens dissolved in water.

Conclusion

In this study, it was investigated of the usability of boron waste in geopolymer paste. It was observed that boron waste could not be used on its own. The reasons for this can be listed as follows.

It has very low compressive strength and no water resistance.
Its workability is very poor, and sample shrink at 70 ºC and 120 ºC.
When boron waste by replacing with GBFS, compressive strength of samples was increased significantly.
Boron waste can be used at a maximum rate of 20%.

Consequently, if boron waste used as a geopolymer paste, properties of boron should be developed. To improve properties of boron various pozzolanic materials can be used in future studies.

Reference

Aguilar, R. A., Díaz, O. B., and García, J. E. (2010). Lightweight concretes of activated metakaolin-fly ash binders, with blast furnace slag aggregates. *Construction and Building Materials*. Vol. 24 (7), pp. 1166–1175.

Balun, B. and Karataş, M. (2018). Compressive Strength of Pumice Based Alkali-Activated Hybrid Cement Compressive Strength of Pumice Based Alkali-Activated Hybrid Cement. *3rd International Conference on Engineering Technology and Applied Sciences, (ICETAS),* July 17-21, pp. 318-325, Skopje Macedonia.

Celik, A., Yilmaz, K., Canpolat, O., Al-mashhadani, M. M., Aygörmez, Y. and Uysal, M. (2018). High-temperature behavior and mechanical characteristics of boron waste additive metakaolin based geopolymer composites reinforced with synthetic fibers. *Construction and Building Materials*. Vol. 187, pp. 1190-1203.

Chi, M. (2012). Effects of dosage of alkali-activated solution and curing conditions on the properties and durability of alkali-activated slag concrete. *Construction and Building Materials.* Vol. 35, pp. 240–245.

Chindaprasirt, P., Chareerat, T. and Sirivivatnanon, V. (2007). Workability and strength of coarse high calcium fly ash geopolymer. *Cement and Concrete Composites*. Vol. 29(3), pp. 224–229.

Davidovits, J. (1982). Mineral polymers and methods od making them. In *U.S. Patent*.

Davidovits, J. (1994). Properties of geopolymer cements. *In First international conference on alkaline cements and concretes,* (Vol. 1, October, pp. 131-149). Kiev State Technical University, Ukraine: Scientific Research Institute on Binders and Materials.

Duxson, P., Fernández-Jiménez, A., Provis, J. L., Lukey, G. C., Palomo, A. and Van Deventer, J. S. J. (2007). Geopolymer technology: The current state of the art. *Journal of Materials Science*. Vol. 42(9), pp. 2917–2933.

Haha, M. B., Le Saout, G., Winnefeld, F. and Lothenbach, B. (2011). Influence of activator type on hydration kinetics, hydrate assemblage and microstructural development of alkali activated blast-furnace slags. *Cement and Concrete Research*. Vol. 41(3), pp. 301-310.

Hardjito, D., Wallah, S. E., Sumajouw, D. M. J. and Rangan, B. V. (2004). On the development of fly ash-

based geopolymer concrete. *ACI Materials Journal*. Vol. 101(6), pp. 467–472.

Mohabbi Yadollahi, M. and Dener, M. (2021). Investigation of elevated temperature on compressive strength and microstructure of alkali activated slag based cements. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*. Vol. 25(5), pp. 924-938.

Nawar, A., Canpolat, O., Aygörmez, Y. and Al-Mashhadani, M. M. (2020). Evaluation of the 12–24 mm basalt fibers and boron waste on reinforced metakaolin-based geopolymer. *Construction and Building Materials*. Vol. 251, pp. 118976.

Nazari, A. and Sanjayan, J. G. (2015). Synthesis of geopolymer from industrial wastes. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 99, pp. 297–304.

Özodabaş, A. and Yilmaz, K. (2013). Improvement of the performance of alkali activated blast furnace slag mortars with very finely ground pumice. *Construction and Building Materials*. Vol. 48, pp. 26–34.

Patra, R. K. and Mukharjee, B. B. (2016). Fresh and hardened properties of concrete incorporating ground granulated blast furnace slag-A review. *Advances in Concrete Construction*. Vol. 4(4), pp. 283–303.

Puertas, F. and Fernández-Jiménez, A. (2003). Mineralogical and microstructural characterisation of alkali-activated fly ash/slag pastes. *Cement and Concrete Composites*. Vol. 25(3), pp. 287-292.

Top, S. and Vapur, H. (2018). Effect of basaltic pumice aggregate addition on the material properties of fly ash based lightweight geopolymer concrete. *Journal of Molecular Structure*. Vol. 1163, pp. 10-17.

TS EN 12390-3, 2012. (2012). *EN 12390-3: Testing hardened concrete, Part 3: Compressive Strength of Test Specimens*.

Zhu, H., Zhang, Z., Zhu, Y. and Tian, L. (2014). Durability of alkali-activated fly ash concrete: Chloride penetration in pastes and mortars. *Construction and Building Materials*. Vol. 65, pp. 51-59.

ORAL PRESENTATION

Yarı-Kurak Tepe-Eğim Ölçeğinde İnfiltrasyonun Hidropedolojik Değerlendirilmesi

Seval Sünal Kavaklıgil* (0000-0002-0560-0086), Ülkü Yılmaz (0000-0001-5031-0523),
Sabit Erşahin(0000-0003-2463-7893)

Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Çankırı, Türkiye

*sevalsunal@karatekin.edu.tr

Özet

Yarı kurak araziler, Türkiye'yi çevreleyen ve toprak hidrolik süreçleri hakkında çok az şey bilinen önemli bir ekosistemi temsil etmektedir. Hidrolik iletkenlik ve infiltrasyon süreçlerinin kaynağı, çeşitliliğinin bilinmesi ve kontrolleri, bu tür ölçeklerin hidrolojik işlevlerini anlamak ve modellemek için önemlidir. Bu makalenin amacı, temsili lakustrin bir tepe-eğimin beş farklı pozisyonunda (Çankırı, Türkiye) doymuş hidrolik iletkenlik ve infiltrasyon hızlarını ve bunların kontrollerini mikro-ölçekte belirlemek ve tipik yarı kurak tepe-eğim üzerinde yağışla olan ilişkisini ortaya koymaktır. Bu bağlamda yarı-kurak ekili bir tepe-eğim alanda toprak morfolojisi değerlendirilerek, beş tepe-eğim pozisyonunda yerinde infiltrasyon ölçümleri ve doymuş hidrolik iletkenlik ölçülmüştür. Çalışma alanında doymuş hidrolik iletkenlik ortalama 0.00071 cm h^{-1}'dir ve genel olarak infiltrasyon oranları 0.10 ile 11.18 cm h-1 arasında değişmektedir. Orta düzeyde infiltrasyon kapasitesi ve çok düşük doymuş hidrolik iletkenlik, doğal hidrolojik süreçleri temsil edebilir. Çalışma alanındaki topoğrafyanın değişkenliği nedeniyle, toprağın hidrolik özellikleri arasında çok karmaşık bir ilişki vardır ve bunun sonucunda suyun toprak altında hareketi ve tutması oldukça değişkendi. Çeşitli yarı kurak arazilerde daha fazla değerlendirmeye ihtiyaç duyulmasına rağmen, sonuçlarımızın yarı kurak tepeler için infiltrasyon süreçleri hakkında olumlu katkıları olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yarı-kurak tepe eğim, hidropedoloji, infiltrasyon, hidrolik iletkenlik

Abstract

Semi-arid landscapes represent an important ecosystem surrounding in Turkey for which little is known on soil hydraulic processes. Knowledge of the sources and patterns of variation in hydraulic conductivity and infiltration processes and their controls is important for understanding and modelling the hydrological functions of such landscapes. The objectives of this paper are to determine the saturated hydraulic conductivity and infiltration rates and their controls in a representative lakustrin side slopes (Çankırı, Turkey) at micro-plots and to investigate the integrated response of rainfall on a typical semi-arid hillslope. We assessed the morphology of semi-arid cultivated area via soil taxonomy, performed in situ measurements of infiltration, and measured saturated hydraulic conductivity in two opposed aspects and five hillslope layers and, we investigated the role of soil topographic position, antecedent soil moisture, and rainfall characteristics in regulating infiltration–conductivity processes. We measured saturated hydraulic conductivity average 0.00071 cm h−1 in study area and infiltration rates overall ranged between 0.10 and 11.18 cm h−1. Medium capacity to infiltrate and very low saturated hydraulic conductivity can representing natural hydrologic processes. Due to the variability of the topography in the study area, there was a very complex relationship between soil hydraulic properties, and as a result, the movement and retention of water under the soil was highly variable. Although further assessment is needed on a variety of semiarid landscapes, our results suggest a positive role for in semiarid hillslopes.

Key Words: Semi-arid hillslope, hydropedology, ,infiltration, saturated hydraulic conductivity

GİRİŞ

Yarı-kurak bölgelerde toprakların gelişmesinde su önemli bir sınırlayıcı faktördür. Toprak-su rejimi, tarım ve orman ekosistemlerinin üretkenliğinin temel belirleyicisidir. Toprak oluşumunun tam olarak gerçekleşebilmesi için suyun regolit içinde hareketi yeterli olmamakla birlikte suyun profil içine sızması ve çözeltiye geçen ayrışma ürünlerini profil içinde taşıyarak yer değiştirmelerini sağlaması gerekmektedir (Brady and Weil,

2000). Toprak suyu özellikle yarı kurak bölgelerde toprağa düşen yağışın toprakta tutulması toprakta cereyan eden süreçler için son derece önemlidir. Toprak suyunun hidrolojik döngüdeki yerini tayin eden yegane faktör ise toprak hidrolik özelliklerinin bir fonksiyonu olan toprak suyu davranışıdır. Toprakta besin elementi alınımı, besin elementlerinin ve kirleticilerin yıkanması gibi süreçlerin tamamı toprak hidrolik özellikleri tarafından kontrol edilir (Erşahin, 2001).

Yarı-kurak bölgelerde etkili bir su ve toprak amenajmanına yönelik yöntemlerin belirlenmesinde toprak derinliği, toprak oluşum süreçleri, hidrolojik ve hidropedolojik süreçlerin doğru analiz edilmesi oldukça önemlidir. Tepe-eğim (hillslope) modeli farklı topografik birimler arasında akış süreçlerini ve araziyi temsil edebilen en küçük birimdir (McGuire et al., 2005). Tepe-eğim ölçeği bir nevi havzaların mikro kümeleridir. Tepe-eğim modelinin anlaşılması akış mekanizmaları, besinlerin taşınması ve sedimentlerin toprak suyuna karışması, eğim stabilitesi ve toprak-atmosfer-bitki etkileşim süreçleri açısından son derece önemlidir (Bachmair, 2011). Tepe-eğim modeli farklı ünitelerden (birimlerden) meydana gelmektedir. Tipik bir tepe-eğim modelinde 5 farklı birim vardır. Bunlar; zirve (top slope), omuz eğim (shoulder), arka eğim (backslope), ayak eğim (footslope) ve parmak eğim (toeslope)'dür.

Tepe-eğim ölçeğinde arazi birimlerinin daha gerçekçi tanımlanabilmesi için hidropedolojik özelliklerin daha fazla uygulamasının yapılması toprak haritalama sistemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir (d'Herbès, et al., 2001). Yarı-kurak tepe-eğim modelinde hidrolojik etkileşimler düşük düzeydedir. Bu bölgelerde toprak suyunun uzaysal dağılımı karmaşık olduğundan daha zor tahmin edilir Bu bölgelerde meydana gelen hidrolojik süreçlerin karmaşıklığını toprak değişkenliği belirler. İspanya'da yarı-kurak bir tepe-eğim modelinde toprak nem içeriğinin uzaysal değişimine bakılmıştır. Araştırmacılar 0-5 cm toprak tabakasında nem içeriğinde mevsimsel olarak sabit bir artış olmadığını, kış ve sonbaharda en yüksek nem içeriğinin tepe (top slope) ve orta eğimde (footslope), en düşük nem içeriğinin ise alt orta eğimde (back slope) meydana geldiğini rapor etmişler, yaz ve ilkbaharda ise tepe ve orta eğimde toprak neminde düzenli bir azalış olduğunu bildirmişlerdir (Puigdefabregas, et al., 1998).

Özellikle bitki kök bölgesindeki toprakta su akışı, kimyasal kirleticilerin taşınması ve gübrelerin yarattığı sorunlar nedeniyle vadoz bölgenin önemi giderek artmıştır. Bu bölgede meydana gelen hidrolojik süreçlerin anlaşılmasında toprak fiziği, toprak kimyası, toprak hidrolojisi ve toprak oluşum süreçlerinin birlikte ele alınması gerekmektedir. Hidropedoloji toprak fiziği, pedoloji ve toprak hidrolojisi arasında iyi bir köprü oluşturarak kritik bölgedeki hidrolojik süreçleri anlamamıza yardımcı olur (Lin et al., 2008). Bir bölgede yağış hızı toprağın infiltrasyon kapasitesinden fazla ise, su toprak yüzeyinde birikir ve eğim aşağı Horton yüzeysel akış meydana gelir. İnfiltrasyon hidroloji, sulama, tarım ve çevre çalışmalarında önemli bir toprak özelliğidir (Valiantzas, 2010). Yarı-kurak alanlarda yapılan infiltrasyon kapasitesi ile ilgili birçok çalışma, toprak özellikleri ve arazi kullanımındaki değişikliklere dikkat çekmiştir (Neris et al., 2012). Tepe-eğim ölçeğinde infiltrasyonun belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada araştırmacılar (Jiang et al., 2007) arka eğimde (backslope) bir kil katmanının oluştuğunu ve bu katman dolayısıyla su hareketinin yatay olarak devam ettiğini rapor etmişler, ayrıca burada derin sürüm yapılarak bu katmanın kırılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Toprakların hidrolik iletkenliğinin bilinmesi kil tipi, toprak sıkışması, toplam gözeneklilik, gözenek büyüklük dağılımı, toprak tekstür ve strüktürü gibi toprak özellikleri hakkında fikir yürütülmesine imkan verir (Öztekin, 2007). Doymuş hidrolik iletkenlik aynı zamanda infiltrasyon hızının tahmin edilmesi, akış, erozyon, kimyasal taşınması gibi süreçleri tahmin çevreyi etkileyebilir (Öztekin and Erşahin, 2006). Bu bağlamda Tokat'ta yapılan bir çalışmada (Öztekin and Erşahin, 2006) doymuş hidrolik iletkenlik laboratuvarda değişken ve sabit su yükleri yöntemiyle, işlenen ve işlenmeyen komşu arazilerden örnekleme yapılarak ölçülmüştür. Araştırmacılar işlenen arazide doymuş hidrolik iletkenlik için varyansı 10.3, işlenmeyen arazide ise 4.2 bulmuşlardır.

MATERYAL Ve METOD

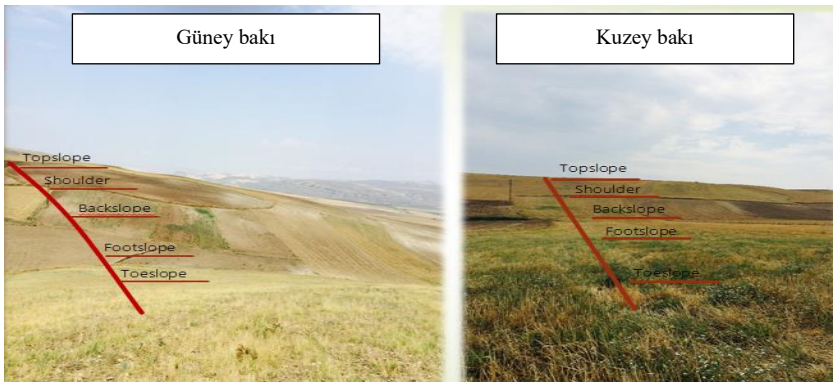
Araştırma Çankırı ili Aşağı pelitözü köyü 4 km güney doğusunda bulunan tarım arazilerinde yürütülmüştür (Şekil 1). Çalışma alanı Çankırı il merkezine 25 km uzaklıktadır. . Araştırma alanının jeolojisi ise; genel itibariyle jipstir Tabanda kum taşı, silt taşı, üste doğru kil taşı, marn ara bantları kapsar. Jips genelde sarımsı, süt beyazı renkte alacalı görünüştedir. Ayrıca içinde beyaz ve grimsi renkli tuz kristalleri bulunmaktadır. Çalışma alanı genel itibariyle bakıldığında ovalık sahaları çevreleyen alçak tepelik alanlara iyi bir örnek teşkil etmekte olup, 82 ha'dır.

Çankırı Meteoroloji İstasyonundan (731 m) alınan verilere göre; bölgede yıllık ortalama sıcaklık 11.3ºC'dir. En yüksek sıcaklık 31.2ºC ile Ağustos ayında, en düşük sıcaklık -4.0ºC ile Ocak ayında gerçekleşmiştir. Yıllık ortalama yağış miktarı 412.3 mm olup vejetasyon süresi içindeki yağış miktarı ise 245.0 mm'dir. Çalışma topraklarının toprak nem rejimi Toprak Taksonomisine göre 'Xeric' ve toprak sıcaklık rejimi 'Mesic', iklim ise yarı kurak Orta Anadolu'dur. Çalışma alanı toprakları toprak taksonomisine göre Fluventic Xerorthent olarak tanımlanmıştır (Schoeneberger et al., 2012).



Şekil 1 Çalışma alanının konumu ve toprak profilleri ve örnekleme noktalarının çalışma alanındaki konumları

Çalışma tepe-eğim modelinin beş farklı pozisyonunda (zirve eğim, omuz eğim, arka eğim, ayak eğim, parmak eğim) yürütülmüştür (Şekil 2). Çalışma alanında her bir tepe-eğim pozisyonu için ölçümler yapılmıştır. Eğim pozisyonlarında toprak tekstür ve strüktürü, rengi, kıvamı, köpürme, kök dağılımı, taşlılık, gözeneklilik, redoximorfik özellikler, eğim sınıfı-derecesi, ana materyal, plastiklik, yapışkanlık, dağılganlık, yüzey özellikleri, toprak çatlakları ve özel görünümler tanımlanarak not edilmiştir.



Şekil 2 Çalışma alanında örneklerin alındığı eğim pozisyonları

Toprak örneklerinin alındığı bölgeyi temsilen tansiyon infiltrometresi ile infiltrasyon ölçümleri ve horizon esasına göre de Guelph permeametresi ile hidrolik iletkenlik ölçümleri yapılmıştır. Bu bağlamda 495 adet hidrolik iletkenlik testi, 174 adet infiltrasyon testi yapılmış olup, toplam 486 adet toprak örneği alınmıştır. İnfiltrasyon hızının belirlenmesinde kullanımı hızla yaygınlaşan tansiyon infiltrometreleri kullanılmıştır. Guelph permeametresinin kullanımı ise detaylı olarak araştırmacılar tarafından tanımlanmıştır (Reynolds and Elrick, 1991). Çalışma alanının genel özelliklerini belirlemek amacıyla toprak tekstürü, agregat stabilitesi, pH, elektriksel iletkenlik, toprak organik maddesi, kireç miktarı, tarla kapasitesi, solma noktası, hacim ağırlığı ve katyon değişim kapasitesi analizleri yapılmıştır.

Çalışma alanından alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları kullanılarak toprak özelliklerinin genel durumunu ve değişimini değerlendirmek için tanımlayıcı istatistikler yapılmıştır. Toprak morfolojik özelliklerini sayısal olarak değerlendirebilmek için kodlama sistemi yapılmıştır (Tablo 1). Her bir toprak morfolojik özelliği için ayrı ayrı numaralar verilerek tanımlayıcı istatistikleri yapılmıştır.

Tablo 1 Toprak morfolojik özelliklerinin kodlanması

Mottles

Miktar/Büyüklük	Kod
Yok	0
Az-kaba	1
Yaygın-orta	2
Çok-kaba	3

Yapışkanlık	Kod	Plastiklik	Kod
Yapışkan değil	1	Plastik değil	1
Az yapışkan	2	Az plastik	2
Orta yapışkan	3	Orta plastik	3
Çok yapışkan	4	Çok plastik n	4

Kökler

Sınıf	Kod	Boyut	Kod	Şekil	Kod
Az	1	Çok ince	1	Dendritik	1
Yaygın	2	İnce	2	İrregular	2
Çok	3	Orta	3	Tubular	3
		Kaba	4	Vesicular	4
		Çok kaba	5		

Gözenekler

Sınıf	Kod	Boyut	Kod	Şekil	Kod
Az	1	Çok ince	1	Dendritik Tubular	1
Yaygın	2	İnce	2	İrregular	2
Çok	3	Orta	3	Tubular	3
		Kaba	4	vesicular	4
		Çok kaba	5		

Konsantrasyonlar

Sınıf	Kod	Boyut	Kod	Şekil	Kod
Yok	0	Yok	0	Silindirik	1
Az	1	İnce	1	Dendritic	2
Yaygın	2	Orta	2	İrregular	3
Çok	3	Kaba	3	Yassı	4
		Çok kaba	4	Ağımsı	5
		Fazla kaba	5	Küresel	6

Pedalite

Tip	Kod	Sınıf	Kod	Boyut	Kod
Granüler	1	Zayıf	1	Çok ince	1
Köşeli blok	2	Orta	2	İnce	2
Yarı-köşeli blok	3	Güçlü	3	Orta	3
Yassı	4			Kaba	4
Tabakalı	5			Çok kaba	5
Prizmatik	6			Çok fazla kaba	6
Kolumnar	7				

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tanımsal İstatistikler

Çalışma alanına ilişkin toprak özelliklerinin tanımsal istatistikleri Çizelge.1'de verilmiştir. Çalışma alanı toprakları organik maddece fakir (1,73), kireçli (%22,5), tuzsuz (EC: 0,69 dS/m) ve alkalin (pH: 8,28) dir. Toprakların ortalama kil içeriği % 42,1, kum içeriği % 31,1 ve silt içeriği % 26,8'dir (Çizelge 1). Çalışma alanının toprak tekstürü genellikle kumlu kildir. Çalışma alanı topraklarının pH'sı 7,45-8,79 arasında değişmektedir. Çalışma alanında Ks için aritmetik ortalama 2,21 (cm/s), en küçük değer 0,01 (cm/s) ve en büyük değer de 14,19 (cm/s) olarak bulunmuştur. Çalışma alanında ölçülen toprak özelliklerinin varyasyon katsayılarına bakıldığında, en yüksek EC, agregat stabilitesi ve doymuş hidrolik iletkenliğin (Ks) değişkenlik gösterdiği (sırasıyla %94,6, %102,5, %109,5), pH'nın ise düşük düzeyde değişkenlik gösterdiği (%2,41) görülmektedir. pH'nın az değişkenlik göstermesini yapılan diğer çalışmalar da desteklemektedir (Erşahin, 1999; Mulla and McBratney, 2001). Çalışma alanı topraklarının agregat stabilitesi değerleri % 0,02-% 10,99 arasında değişmekte olup, bu değer çalışma alanı topraklarının çok düşük agregat stabilitesine sahip olduğunu göstermektedir. Agregat stabilitesinin değişken olması (VK: 102,5), arazi boyunca belirli bölgelerin rüzgâr erozyonuna hassas olduğuna işaret edebilir.

Çizelge 1 Çalışma alanı topraklarının parametrik ve morfolojik özelliklerine ilişkin tanımsal istatistik analiz sonuçları (N:486)

Değişkenler	Örnek sayısı	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart sapma	Varyans	Çarpıklık	Basıklık	Varyasyon Katsayısı (VK)
TOM (%)	486	0,03	3,67	1,73	0,85	0,73	0,10	-0,83	49,13
Db (g/cm^3)	486	1,00	1,55	1,27	0,13	0,02	0,11	-1,04	10,20
≠Nem (%)	486	1,39	34,11	14,96	7,41	54,9	0,10	-0,71	49,53
$CaCO_3$ (%)	486	3,64	68,00	22,53	8,81	77,68	0,98	1,97	39,10
EC (µS/cm)	486	10.00	2180	690,0	652,93	426322,8	1,15	-0,06	**94,62**
pH	486	7,45	8,79	8,28	0,20	0,04	0,12	0,08	2,41
Kum (%)	486	7,20	67,00	31,13	12,08	146,04	0,76	0,03	38,80
Kil (%)	486	0,80	74,30	42,05	19,03	362,33	-0,51	-0,86	45,25
Silt (%)	486	0,90	73,40	26,86	15,40	237,32	1,08	0,85	57,33
Agregat Stabilitesi (%)	486	0,02	10,99	2,00	2,05	4,22	1,58	2,35	**102,5**
TK (%)	486	11,75	53,29	32,86	6,65	44,27	0,17	0,20	20,23
SN (%)	486	5,13	33,09	21,50	4,98	24,81	-0,60	0,37	23,16
BYSİ (%)	486	0,28	35,01	11,22	6,29	39,63	0,60	0,22	56,06
K_s (cm/s)	486	0,01	14,19	2,21	2,42	5,90	2,43	6,96	**109,50**
KDK (meq/100gr)	486	1,13	41,56	24,4	10,03	100	-0,46	-0,93	41,10
Sorptivite (cmsn$^{-0.5}$)	174	0,19	16,40	2,20	2,80	7,87	2,46	6,41	**127,00**
İnfiltrasyon Hızı (cmsa^{-1})	174	0,10	11,18	3,35	2,81	7,92	0,80	-0,43	**83,88**
Benek (Mottles)	81	0,00	3,00	0,24	0,68	0,46	2,57	5,27	**283,30**
Konsantrasyonlar	81	0,00	20,00	5,11	5,90	34,82	0,97	-0,37	**115,45**
Pedalite	81	1,00	22,00	7,24	5,38	29,03	0,73	0,16	74,30
Kırılganlık	81	1,00	19,00	7,65	4,64	21,55	0,46	-0,96	60,65
Yapışkanlık	81	1,00	4,00	2,00	0,79	0,62	0,15	-0,97	39,50
Plastiklik	81	1,00	4,00	2,01	0,74	0,56	0,16	-0,70	36,81
Gözenek Sınıfı	81	0,00	3,00	1,06	0,59	0,35	0,33	0,96	55,60
Gözenek Boyutu	81	0,00	5,00	1,37	0,99	0,98	1,15	1,88	72,20
Gözenek Şekli	81	0,00	4,00	1,34	1,05	1,10	1,18	0,79	**78,30**
Kök Sınıfı	81	0,00	3,00	1,07	0,59	0,35	0,33	0,96	55,10
Kök Boyutu	81	0,00	5,00	1,40	0,99	0,99	1,03	1,63	70,70
Kök Şekli	81	0,00	4,00	1,34	1,05	1,10	1,18	0,79	78,30

Ks
en
(VK = 109,5) toprak özelliklerinden bir tanesi de Ks (doymuş hidrolik iletkenlik) dir (Çizelge.1). Ks'in bu

değişkenliği, , çalışma alanındaki yersel topografik farklılıklar, toprak işleme ve tekstürdeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışma alanında açılan 31 adet toprak profilinin herbirinin etrafında 5 noktada infiltrasyon testleri yapılmış olup infiltrasyon testlerine ilişkin tanımlayıcı istatistik sonuçları Çizelge.1'de verilmiştir. Buna göre infiltrasyon hızı için aritmetik ortalama 3,35 ($cmsa^{-1}$), en küçük değer 0,10 ($cmsa^{-1}$) ve en büyük değer ise 11,18 ($cmsa^{-1}$) olarak bulunmuştur.

Çizelge.1'e göre infiltrasyon hızı yüksek derecede değişkendir (VK: 83,88). İnfiltrasyon toprak yüzeyinin topografik yapısından oldukça etkilenmektedir. Tepe-eğim arazilerin depresyon bölgelerinde toprak su içeriği daima daha fazla olduğundan, tepe-eğimin diğer pozisyonlarındaki infiltrasyon değeri ile kıyaslandığında değişkenliğe sebep olmaktadır. Toprağın gözenekliliği ve hacim ağırlığı infiltrasyonu önemli derecede etkiler. Çalışma alanındaki bazı bölgelerin işlenmiş olması hacim ağırlığını düşürerek arazi boyunca infiltrasyonun değişkenliğini artırmıştır. İnfiltrasyon testlerinin yapıldığı yüzey toprağında toprak yüzeyinin bitkilerle kaplı olması ve bu bitkilerin toprağa karışarak organik madde miktarını artırması infiltrasyon testlerinde değişkenliğe sebep olmuştur.

Çalışma alanında yapılan toprak morfolojik özelliklerine ait tanımsal istatistik Çizelge 1'de verilmiştir. Redoksimorfik özelliklerden benekler miktar ve büyüklük açısından 0-3 arasında sınıflandırılmış olup, 'çok az' sınıfında yer almaktadırlar. Ancak arazide açılan bazı profillerde, tanımlama esnasında 40 cm'den sonra ve de çoğu horizonda ped içi gri benekler de görülmüştür. Nodüller sınıf-büyüklük-şekillerine göre 0-20 arasında sınıflandırılmış olup, ortalaması 5,11'dir (Çizelge.1). Bu sonuca göre arazide genel olarak 'az -orta -silindirik' yapıda nodüller bulunmaktadır. Morfolojik gözlemlere dayanan pedalite 'tip, -sınıf, -boyut' olarak 1-22 arasında sınıflandırılmış olup, çalışma alanında genel olarak 'zayıf, -çok küçük, -yarı-köşeli blok' pedalite hâkimdir. Çalışma alanında kırılganlığa kuru ve nemli iken bakılmış olup, kırılganlık değeri 1-19 arasında sınıflandırılmıştır. Genel olarak çalışma alanı topraklarının kırılganlığı kuru iken 'az sert'; nemli iken 'çok kırılgan' dır. Kök ve gözeneklerin sınıflandırılmasında 'miktar, -boyut, -şekil' dikkate alınmış olup, buna göre çalışma alanı toprakları genel olarak 'az,-ince,-dendritik' kök ve 'az,-çok ince,-dendritik' porlara sahiptir. Yapılan analizlere göre, toprak morfolojik özelliklerinden benekler, plastiklik ve yapışkanlığa ilişkin standart sapma değerleri nispeten düşük (sırasıyla 0.68, 0.56, 0.62), diğer özelliklere ilişkin standart sapma değerleri ise yüksektir. Değişkenlerin varyasyon katsayılarına bakıldığında, tüm morfolojik özellikler yüksek derecede değişkendir (Çizelge 1).

Toprak morfolojik özelliklerinin hidropedoloji ile ilişkilendirilebilmesi için, hidrolojik koşuların bilinmesi, doygunluk özellikleri ve doygunluğun süresi/sıklığı da bilinmelidir. Hidropedolojik özellikler arazinin özellikleri, bakı ve topografyaya göre değişmektedir.

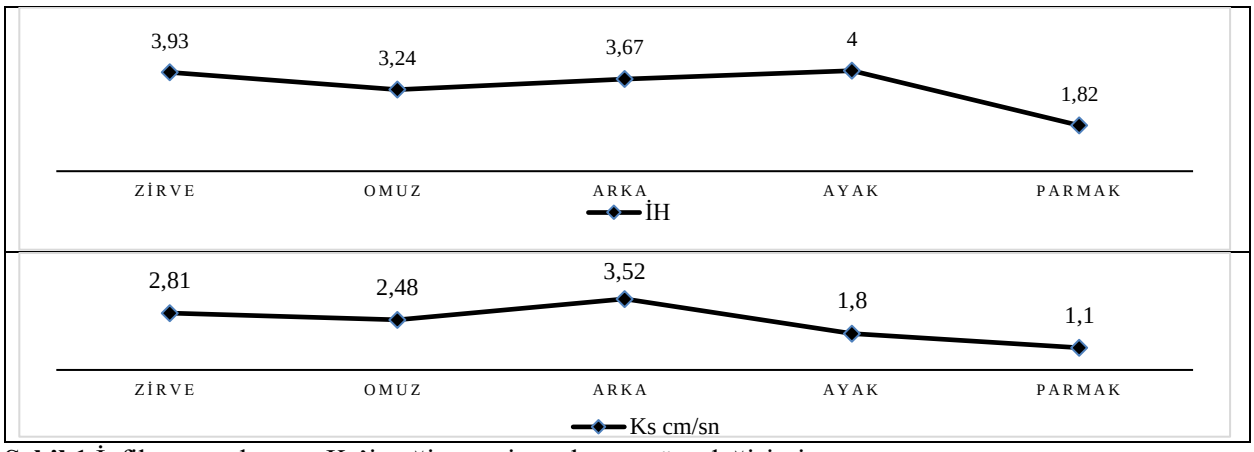
Eğim Pozisyonu-Toprak Parametrik ve Morfolojik Özellikleri İlişkileri

Tepe-eğim ölçeğinde hidrolojik süreçlerin kontrolünde topografya güçlü bir etmen olup, hidropedolojik özelliklerin tanımlanması ve toprak-bitki-su ilişkilerinde anahtar faktördür. Çalışma alanında 5 farklı eğim pozisyonu bulunmaktadır Çalışma alanındaki tüm eğim pozisyonlarına göre toprak fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, örnekleme anında nem ortalaması en yüksek eğimin bittiği parmak eğimde görülmüştür. Toprakların EC değerine bakıldığında en yüksek ortalamanın arka eğimde, en düşük ortalamanın ise zirvede çıktığı görülmektedir. Toprak organik maddesine bakıldığında en yüksek ortalama arka eğimdeyken, en fazla değişkenlik omuz eğimde (VK=56,6%); en düşük ortalama ayak eğimdeyken, en düşük değişkenlik ise (VK=39,2%) zirvede görülmüştür (Çizelge 2).

Şekil 1'e göre infiltrasyon hızının ayak eğimde en yüksek, parmak eğimde en düşük olduğu görülmektedir. İnfiltrasyon hızı K_s, toprak tekstürü, pedalite, bitki örtüsü ve bitki kök yoğunluğunun bir fonksiyonudur (Chen, 1998).

Toprak Özellikleri		TOM %	Db g/cm^3	≠Nem %	$CaCO_3$ %	EC µS/cm	pH	Kum %	Kil %	Silt %	AS %	TK %	SN %	BYSİ %	Ks cm/s	KDK meq/100gr	İH cmsa^{-1}	Sorp. cmsn^{-05}
	Pozisyon																	
En Küçük	Zirve (N:84)	0,33	1,01	**1,39**	13,63	10,00	8,06	11,60	0,90	2,50	0,31	19,79	9,34	**0,28**	**0,01**	2,57	0,42	0,04
	Omuz (72)	0,06	1,00	1,48	11,65	13,00	7,70	10,70	**0,80**	1,20	**0,02**	18,04	8,75	0,71	0,14	**1,13**	0,12	0,02
	Arka (84)	0,06	1,02	3,99	**3,64**	10,00	7,70	**7,20**	22,80	**0,90**	**0,02**	23,56	11,77	2,44	0,18	12,27	0,54	**0,01**
	Ayak (132)	0,13	1,00	1,45	5,24	10,00	7,86	16,60	12,35	3,87	0,08	20,11	**5,13**	0,98	0,12	7,86	0,23	0,02
	Parmak(114)	**0,03**	1,00	2,91	10,22	10,00	**7,45**	11,98	15,60	7,50	0,19	**11,75**	8,81	1,49	0,05	10,21	**0,10**	0,02
En Büyük	Zirve (N:84)	2,95	1,51	33,71	56,74	2100	8,77	62,10	68,30	**73,40**	**10,99**	47,40	31,64	24,46	13,55	37,65	**11,18**	0,21
	Omuz (72)	3,27	**1,55**	27,00	**68,00**	2084,0	8,71	65,70	**74,30**	68,40	6,37	52,89	31,14	30,83	7,00	38,97	8,49	0,24
	Arka (84)	**3,67**	1,49	30,01	43,65	**2180,0**	**8,79**	58,60	71,40	36,30	6,77	43,98	31,09	**22,12**	**14,19**	**41,56**	8,36	**2,89**
	Ayak (132)	3,60	**1,55**	27,26	53,00	2140,0	8,74	**67,00**	65,50	67,20	10,48	**53,29**	32,01	35,01	9,92	37,44	9,44	0,25
	Parmak(114)	3,58	**1,55**	**34,11**	37,10	2020,0	8,72	44,70	68,40	53,00	7,44	51,35	**33,09**	30,30	6,87	39,40	7,65	0,30
Ortalama	Zirve (N:84)	1,68	1,28	13,80	21,27	498,4	**8,37**	29,01	36,69	**34,29**	2,30	**35,45**	22,66	11,99	2,81	21,71	3,93	0,11
	Omuz (72)	1,59	**1,30**	13,86	23,55	643,6	8,21	**36,42**	34,49	29,08	1,59	33,23	20,46	**12,76**	2,48	20,43	3,24	0,12
	Arka (84)	**1,89**	1,19	15,84	20,17	**928,58**	8,18	34,24	46,94	18,80	1,31	34,93	**23,03**	11,90	**3,52**	27,25	3,67	0,56
	Ayak (132)	1,65	1,29	13,14	22,26	737,6	8,27	34,27	40,10	25,83	2,19	31,99	21,22	10,77	1,80	23,35	**4,00**	0,11
	Parmak(114)	1,71	1,28	**17,96**	**24,88**	632,0	8,33	23,41	**49,45**	27,13	**2,32**	30,18	20,48	9,69	1,10	**28,16**	1,82	**1,13**
Standart Sapma	Zirve (N:84)	0,66	0,12	6,96	7,95	577,9	0,18	11,19	**23,54**	**22,49**	2,16	5,17	4,27	5,35	2,73	**11,54**	3,03	0,05
	Omuz (72)	0,90	0,14	**8,17**	8,28	616,8	0,20	9,68	21,27	16,76	1,66	7,02	**5,31**	**7,15**	1,86	10,64	**3,08**	0,08
	Arka (84)	0,91	0,11	6,77	**9,90**	**767,35**	**0,23**	13,25	16,13	8,93	1,44	4,03	4,02	4,57	**3,42**	9,44	2,32	**0,95**
	Ayak (132)	0,82	0,12	6,67	9,75	693,3	0,17	**13,37**	16,30	13,24	**2,43**	6,54	5,19	7,03	2,01	9,00	2,96	0,06
	Parmak(114)	**0,93**	**0,15**	7,58	7,05	527,7	0,18	6,26	15,12	10,71	1,97	**7,82**	5,24	6,14	1,14	8,14	1,99	0,07
Varyasyon Katsayısı	Zirve (N:84)	39,28	9,37	50,43	37,37	**115,9**	2,15	38,57	**64,15**	**65,58**	93,91	14,58	18,84	44,62	97,15	**53,15**	83,96	45,40
	Omuz (72)	**56,60**	10,76	**58,94**	35,15	95,83	2,43	26,57	61,67	57,63	104,40	21,12	**25,95**	56,33	75,00	52,08	95,06	66,60
	Arka (84)	48,14	9,24	42,79	**49,08**	82,63	**2,81**	38,69	34,36	47,50	109,92	11,53	17,45	38,40	97,15	34,64	63,21	**169,60**
	Ayak (132)	49,69	9,30	50,76	43,80	93,99	2,05	**39,01**	40,64	51,25	**110,40**	20,44	24,45	**65,27**	**111,60**	38,54	74,00	54,50
	Parmak(114)	54,38	**11,71**	42,20	28,33	83,49	2,16	26,74	30,57	39,47	84,91	**25,91**	25,58	63,36	103,63	28,90	**109,30**	6,19

TOM: Toprak Organik Maddesi, D_b: Hacim Ağırlığı,≠: Örnekleme Anındaki Su İçeriği, TK: Tarla Kapasitesi, SN: Solma Noktası, BYSİ: Bitkiye Yarayışlı Su İçeriği, K_s: Doymuş Hidrolik İletkenlik, KDK: Katyon Değişim Kapasitesi.



Şekil 1 İnfiltrasyon hızı ve Ks'in eğim pozisyonlarına göre değişimi

K_s'in artma ve azalmasına bağlı olarak infiltrasyon hızında da değişiklik meydana gelmektedir. Bizim çalışmamızda, İH ayak eğimde en yüksek değerini alırken (İH=4 $cmsa^{-1}$), K_s'de bu pozisyonda azalma görülmüştür (K_s=1,8 cm/s). Bunun nedeninin infiltrasyon testleri ve hidrolik iletkenlik testlerinin aynı toprak üzerinde yapılmamış olmasından kaynaklanmıştır. Aynı zamanda K_s ve infiltrasyon testlerinin ölçüm yönteminin farklı olması da bu değişkenliğin bir diğer sebebi olabilir. İnfiltrasyon testleri toprak yüzeyinde yapılırken, hidrolik iletkenlik testleri ise A horizonunda 10-20 cm arasında yapılmıştır. Bu sebeple yüzey toprağında bulunan kök kanalları infiltrasyon hızına daha fazla etki yapmış olabilir. K_s ve infiltrasyon hızında omuz eğimden arka eğime geçişte bir artma gözlenmiş olup, bunun sebebi hacim ağırlığının düşmesinden kaynaklıdır. Çalışma alanında eğim pozisyonlarına göre K_s ve İH değişkenlikleri arasında bir ilişki tespit edilememiştir. Eğim pozisyonuna göre, toprak morfolojik özellikleri oldukça değişkenlik göstermiştir (Çizelge 2). Çalışma alanında en yüksek değişkenlik gösteren toprak morfolojik özelliği ayak eğim pozisyonunda mottlestır (VK= 322).Yapışkanlık ve plastikliğin incelenen özellikler arasında en az değişkenlik gösteren toprak morfolojik özelliği olduğunu görmekteyiz. İncelenen toprak morfolojik özelliklerinin büyük bir çoğunluğu ayak eğim pozisyonunda daha yüksek değişkenlik göstermiştir.

Toprak Parametrik ve Morfolojik Özelliklerine İlişkin Korelasyon Analizi

İncelenen değişkenler için yapılan korelasyon analizlerinde; İH ile kil ($P<0,05$) ve SN ($P<0,01$) arasında önemli pozitif, İH ile silt arasında ise negatif ($P<0,01$) bir ilişkinin olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 3). Kil miktarı ile K_s arasında 0.01 seviyesinde önemli negatif ilişki bulunmuştur. K_s çalışma alanı içerisinde yüksek değerlere silt içeriği fazla olan alanlarda ulaşırken kil içeriğinin yüksek olduğu alanlarda K_s düşük bulunmuştur. Kireç miktarı ile K_s arasında 0.01 seviyesinde önemli bir negatif ilişki bulunmuştur. Çalışma alanı topraklarında EC ile K_s arasında 0.05 seviyesinde önemli negatif ilişki bulunmuştur. Çalışmamızda kil ile İH arasında önemli bir pozitif ilişki olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Bunun nedeninin mikro tekstür, mikro agregasyon ve agregat dayanıklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmamızda organik madde ve K_s arasında önemli negatif (-0.33^{**}) bir ilişki olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Bunun nedeninin organik maddenin ıslanılabilirliği azaltıp su akışını engelleyerek K_s'i düşürmesinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Toprak morfolojik özelliklerinin fiziksel ve kimyasal özellikler ile korelasyon analizine bakıldığında, kum miktarı ve plastiklik arasında 0.01 seviyesinde önemli negatif, kil miktarı ile plastiklik arasında 0.05 seviyesinde önemli pozitif ilişki bulunmuştur (Çizelge 3). Gözenek sınıfı ve boyutu ile K_s arasında bir ilişki bulunamazken, gözenek şekli ile K_s arasında 0.01 seviyesinde önemli negatif ilişki bulunmuştur.

Çizelge 3 Çalışma alanında toprak morfolojik ve parametrik özelliklerine ilişkin korelasyon analizi sonucu (N: 81)

	Ana Materyal	Benekler (Mottles)	Konsantrasyonlar	Pedalite	Kırılganlık	Yapışkanlık	Plastiklik	Kök sınıfı	Kök Boyutu	Kök Şekli	Gözenek Sınıfı	Gözenek Boyutu	Gözenek Şekli
Ana Materyal	1,00												
Benek (Mottles)	-0,07	1,00											
Konsantrasyonlar	0,06	0,08	1,00										
Pedalite	-0,08	0,17	0,03	1,00									
Kırılganlık	0,13	0,02	0,18	**0,38****	1,00								
Yapışkanlık	0,13	0,00	**0,23***	0,17	**0,39****	1,00							
Plastiklik	0,20	0,11	0,22	0,15	**0,43****	**0,60****	1,00						
Kök Sınıfı	**0,29****	0,14	0,15	0,08	**0,27***	**0,26***	**0,30****	1,00					
Kök Boyutu	**0,27****	0,03	0,17	0,09	0,19	0,07	0,19	**0,60****	1,00				
Kök Şekli	0,09	0,08	0,08	0,10	0,16	0,12	**0,26***	**0,60****	**0,67***	1,00			
Gözenek Sınıfı	**0,20****	0,14	0,15	0,08	**0,20***	**0,20***	**0,30****	**0,90****	**0,60****	**0,60***	1,00		
Gözenek Boyutu	**0,20****	0,04	0,14	0,09	0,18	0,09	0,21	**0,60****	**0,90****	**0,70***	**0,60****	1,00	
Gözenek Şekli	0,09	0,08	0,08	0,10	0,16	0,12	**0,20***	**0,60****	**0,60****	**0,90****	**0,60****	**0,70****	1,00
TOM (%)	**0,24***	-0,05	-0,20	0,11	**0,26***	**0,24***	**0,30****	0,13	0,14	0,12	**0,23***	0,13	0,10
Db (g/cm^3)	0,07	-0,08	0,11	-0,14	-0,05	**0,30****	0,18	-0,10	-0,05	-0,02	-0,12	-0,06	-0,11
# Nem	-0,02	-0,10	**0,25***	0,06	-0,10	0,03	-0,00	-0,00	**0,30****	**0,30****	0,10	**0,30****	-0,00
$CaCO_3$ (%)	0,11	0,02	0,07	-0,03	-0,00	-0,06	-0,02	0,15	-0,15	-0,15	-0,09	-0,13	0,17
EC (µS/cm)	**-0,26***	-0,20	**-0,25***	-0,08	-0,18	-0,18	**-0,30****	-0,10	-0,11	-0,10	-0,20	-0,04	-0,12
pH	0,16	0,20*	-0,17	0,11	-0,05	-0,10	0,06	0,01	0,05	0,13	0,06	-0,00	-0,01
Kum (%)	0,07	0,01	-0,10	**-0,23***	**-0,30****	**-0,30****	**-0,30****	**-0,3****	**-0,30****	**-0,30****	**-0,40****	**-0,30****	-0,30**
Kil (%)	0,09	-0,10	0,16	0,17	**0,30****	0,21	**0,26***	**0,30****	**0,30****	0,27	**0,30****	**0,30****	0,30**
Silt (%)	-0,17	0,10	-0,12	-0,03	-0,08	0,00	-0,03	-0,10	-0,16	-0,06	-0,15	-0,12	-0,15
AS (%)	-0,01	0,09	0,18	0,20	0,02	0,04	0,10	0,16	0,05	-0,07	-0,15	-0,07	0,09
TK (%)	-0,06	-0,40	-0,06	-0,09	0,04	0,03	0,10	0,02	0,07	0,09	0,07	0,09	0,03
SN (%)	-0,03	-0,00	-0,09	-0,02	0,05	-0,00	-0,01	0,00	0,08	-0,04	0,08	-0,04	-0,00
BYSİ (%)	-0,01	-0,00	-0,01	-0,09	-0,00	0,04	0,12	-0,00	-0,02	0,14	-0,02	0,14	0,01
Ks (cm/s)	-0,05	0,03	-0,16	-0,09	-0,15	**-0,20***	-0,17	-0,20	-0,02	**-0,23***	-0,20	-0,21	-0,23*
KDK(meq/100gr)	0,13	-0,10	0,11	-0,09	**0,30****	**0,24***	**0,30****	**0,30****	**-0,30****	**0,27***	**0,30****	**0,27***	0,33**

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma alanında toprak özellikleri için en önemli farklılıklar arka eğim pozisyonunda ortaya çıkmıştır. Bunun nedeni zirve pozisyondan gelen yüzeyaltı yatay akışların arka pozisyonda sızıntı şeklinde tekrar toprak yüzeyinde ortaya çıkmasından kaynaklanmış olmasıdır. Eğim pozisyonu dikkate alındığında, toprak morfolojik özellikleri her pozisyonda yüksek derecede değişkenlik göstermiştir. Eğim pozisyonları arasında konsantrasyonlar, kök şekli, por boyut/şekil, hacim ağırlığı, kum miktarı, sorptivite ve infiltrasyon hızı arasında 0,05 seviyesinde önemli bir fark vardır. Tepe-eğim ölçeğinin herbir pozisyonundaki nem farklılıkları, eğim dikliği, eğim şekli ve eğim açısı su hareketini kontrol ederek toprak değişkenliği üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Aynı zamanda hidropedolojik çalışmalarda farklı morfolojik özelliklerin, farklı hidrolojik koşulları temsil ettiği unutulmamalıdır. Yarı-kurak bölgelerde toprak oluşumu ve toprak hidrolik özellikleri arasında kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır. Bu tip bölgelerde toprak oluşumu ve ve toprak hidrolik özellikleri arasında kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır. Tepe-eğim hidropedolojisini daha iyi tanımlayabilmek için yüzey altında gerçekleşen süreçleri ve bu süreçlerin yeterli ve etkin toprak-su amenajmanın üzerindeki etkilerinin anlaşılması ve kontrolü için çalışmalar yapılmalı ve sonuçların pratikte kullanımı teşvik edilmelidir.

KAYNAKLAR

Bachmair, S. and M.W., 2011. New dimensions of hillslope hydrology. For. Hydrol. Biogeochem. 455–481.

Brady, Nyle C and Ray R Weil 2000. Elements of the nature and properties of soils. In Elements of the nature and properties of soils: Prentice hall Upper Saddle River, NJ, USA:.

Chen, J., 1998. Estimation of Infiltration Rate in the Vadose Zone : Application of Selected Mathematical Models Volume II. Environ. Prot.

d'Herbès, Jean-Marc, Christian Valentin, D.J.T. and J.-C.L., 2001. Banded vegetation patterns and related structures. Banded Veg. patterning Arid semiarid Environ. 1–19.

Erşahin, S., 2001. Toprak Amenajmanı. GOÜ Ziraat Fakültesi Ders Notları Serisi.

Erşahin, S., 1999. Aluviyal bir tarlada bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin uzaysal (Spatial) değişkenliğinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 13: 34-41. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Derg. 13, 34–41.

Jiang, P., Anderson, S.H., Kitchen, N.R., Sadler, E.J., Sudduth, K.A., 2007. Landscape and Conservation Management Effects on Hydraulic Properties of a Claypan-Soil Toposequence. Soil Sci. Soc. Am. J. https://doi.org/10.2136/sssaj2006.0236

Lin, H., Brooks, E., McDaniel, P., Boll, J., 2008. Hydropedology and Surface/Subsurface Runoff Processes, in: Encyclopedia of Hydrological Sciences. https://doi.org/10.1002/0470848944.hsa306

McGuire, K.J., McDonnell, J.J., Weiler, M., Kendall, C., McGlynn, B.L., Welker, J.M., Seibert, J., 2005. The role of topography on catchment-scale water residence time. Water Resour. Res. https://doi.org/10.1029/2004WR003657

Mulla, D.J., McBratney, A.B., 2001. Soil spatial variability, in: Soil Physics Companion. https://doi.org/10.1081/e-enrl-120047495

Neris, J., Jiménez, C., Fuentes, J., Morillas, G., Tejedor, M., 2012. Vegetation and land-use effects on soil properties and water infiltration of Andisols in Tenerife (Canary Islands, Spain). Catena. https://doi.org/10.1016/j.catena.2012.06.006

Öztekin, T. and S.E., 2006. Saturated hydraulic conductivity variation in cultivated and virgin soils. Turkish J. Agric. For. 30, 1–10.

Öztekin, T. and S.Ö., 2007. Hacim Ağırlığı ve Drenaj Sisteminin İnfiltrasyona Etkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Derg.

Puigdefabregas, Juan, Gabriel del Barrio, Matthias M Boer, L.G. and A.S. 1998., 1998. Differential responses of hillslope and channel elements to rainfall events in a semi-arid area. Geomorphology 23, 337–351.

Reynolds, W.D., Elrick, D.E., 1991. Determination of hydraulic conductivity using a tension infiltrometer. Soil Sci. Soc. Am. J. https://doi.org/10.2136/sssaj1991.03615995005500030001x

Schoeneberger, P.J., Wysocki, D.A., Benham, E.C., Soil Survey Staff, 2012. Field Book for Describing and Sampling Soils, Version 3.0. Natural Resources Conservation Service. National Soil Survey Center, Lincoln, NE. Natl. Soil Surv. Ctr., Lincoln, NE.

Valiantzas, J.D., 2010. New linearized two-parameter infiltration equation for direct determination of conductivity and sorptivity. J. Hydrol. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.12.049

ORAL PRESENTATION

Vitrifiye sektöründe kullanılan sırlama kabinleri için atık sır toplama sistemi geliştirilmesi

Büşra Dallan (https://orcid.org/0000-0002-4530-8119), Murat Mandıracı (https://orcid.org/0000-0003-0753-8631), Ali İhsan GÜR (https://orcid.org/0000-0002-6129-8483)

UNİMAK Makina Sanayi ve Tic. Aş. Osmangazi / Bursa

busra.dallan@unimak.com murat.mandıracı@unimak.com
aliihsan.gur@unimak.com

Özet

Vitrifiye sektöründeki ürünlerin üzeri içeriğinde kaolin, kuvars, feldspat, kalsit, magnezit gibi hammaddeler bulunan sır ile kaplanarak, yüzeyin dış etkenlerden korunması ve uzun süre dayanımlı parlak bir görüntü elde edilmesi sağlanır. Vitrifiye sektörüne ait ürünlere kurutma işlemi sonrasında sırlama işlemi uygulanmaktadır. Sırlama prosesi için kullanılan genel yöntemler; sırlama kabinleri, karusel sırlama sistemleri ve sırlama robotlarıdır. Bu yöntemlerden en ekonomik olanı ve yaygın kullanılan yöntem sırlama kabinleridir. Sırlama kabinlerinde sır malzemesi sprey tabancaları ile ürünlerin yüzeyine püskürtülür ve oluşan atık sırların su perdeleri ve hava fanları yardımı ile filtrelenerek, yeniden kullanılması sağlanır. Bu çalışmada, sırlama kabinlerinde ürün üzerine yapışmayan atık sırların geri toplanması için bir sistem geliştirilerek sırlama kabininin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Sırlama kabini üzerinde yapılan iyileştirmeler operasyon alanının kapatılması, vakum yapılan alanın daraltılması, vakum sistemi ile çekilen havanın filtrelenerek operatörün önüne geri verilmesi olarak sıralanabilir. Sırlama kabinindeki ilk operasyon sprey tabancaları ile ince tabaka halinde sır malzemesinin yarı mamul üzerine uygulanmasıdır. Yarı mamul ürüne yapışmayan ve atık olarak adlandırılan sır, hava fanın sağlamış olduğu vakum ile paslanmaz sac üzerinde belli bir debide oluşturulan su perdesine taşınmaktadır. Su perdesinde tutulan sır, tekne yardımıyla su karışımlı sır olarak yeniden kullanılmak üzere sır hazırlama tesisine gönderilir. Sır tabancasından çıkan ve su ile temas etmeden hava fan yardımıyla vakumlanan sır ise sır perdesinin arkasında bulunan filtrelere ulaşmaktadır. Bu işlem için separatör kullanılarak geçiş alanının daraltılması ile vakum etkisi arttırılmıştır. Filtre kasetlerinin iç yapısı sayesinde vakum etkisiyle sır malzemenin bir kısmı ayrışarak filtrelerde biriktirip, bir kısmı da filtre bezlerinde kalarak ayrıştırılmaktadır. Bacaya ulaşma noktasındaki hava yine bir filtre yardımıyla temizlenerek, temiz hava olarak operatörün sırlama yaptığı bölgeye verilmektedir. Fan yardımıyla verilen hava sprey tabancası ile aynı yönde uygulanması nedeniyle yarı mamul üzerine yapışmayan sırın hızlı bir şekilde su perdesine ulaşmasını sağlamaktadır. Sırın geri dönüşümü, sırı oluşturan ham maddelerin yüksek enerji ile elde edilmesi ve maliyetinin yüksek olması nedeniyle önemlidir, bu yüzden atık sır toplama sistemi geliştirilerek, yeniden kullanım sağlanmaktadır. Böylelikle hem ekonomik kayıp azaltılmakta hem de daha çevreci bir üretim sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Vitrifiye, sırlama kabini, atık sır toplama, sır geri dönüşümü

Development of a waste glazing collection system for glazing cabinets used in the sanitary ware industry

Abstract

In the sanitary ware industry, the products are covered with a glaze containing raw materials such as kaolin, quartz, feldspar, calcite, magnesite, to protect surface from external factors, and a long-lasting bright appearance is achieved. A glazing process is applied to the products after drying stage in the sanitary ware sector. The use of glazing cabins, carousel glazing systems, and glazing robots are general methods used for the glazing process. The most used and economic method for glazing is using glazing cabins. In the glazing cabinets, the glaze material is sprayed on the surface of the products with spray guns and the waste glazes are filtered with the help of water curtains and air fans and reused. The aim of this study is to improve the glazing cabin by developing a system for the recovery of waste glazes that do not stick on the product in the glazing cabins. The improvements made for the glazing cabinet can be listed as follows, closing the operation area, narrowing the vacuum area, filtering the air drawn by the vacuum system and giving it to the area in front of the operator. The first operation in the glazing cabinet is the application of a thin layer of glaze material on the

greenware product with spray guns. The glaze material, which is not adhered to the greenware product, that is, called waste, is carried to the water curtain created at a certain flow on the stainless sheet with the vacuum provided by the air fan. The waste glaze, that is, the glaze material kept in the water curtain, reaches the filters from here. For this process, the vacuum effect is increased by narrowing the transition area by using a separator. Thanks to the internal structure of the filter cassettes, some of the glaze material is separated by the vacuum effect and accumulated in the filters, and some of it remains in the filter cloths. The air at the point of reaching the chimney is again cleaned with the help of a filter and given to the area where the operator is glazing as clean air. Since the air supplied with the help of the fan is applied in the same direction as the glaze given with the spray gun, the glaze that does not adhere to the greenware product reaches the water curtain quickly. The recycling of the glaze is important because the raw materials that make up the glaze are obtained with high energy and the cost is high. Therefore, the waste glaze collection system is developed, and reuse is provided. Thus, both economic loss is reduced, and a more environmentally friendly production is offered.

Keywords: waste glaze collection, glaze recycling, glazing cabin, sanitaryware

GİRİŞ

Vitrifiye sektöründe ürünler genellikle hammadde ve kalıp hazırlama, döküm makineleri, kurutucular, sırlama tesisleri, fırınlar, kalite ayrım konveyörleri kullanılarak sıralı biçimde üretilmektedir. Belirli reçeteler ile hazırlanan çamur hammaddesi ile döküm tezgahlarında bulunan alçı kalıplar kullanılarak yarı mamul üretimi başlamaktadır. Bir diğer yöntem ise reçine malzemesinden üretilen kalıpların yüksek basınçlı makinelerde kullanımı ile yarı mamul üretimidir. Yapılan döküm sonrası, yarı mamul ürünler belirli süre beklettikten sonra kurutucularda, kurutma işlemi gerçekleştirilir. Kurutulan yarı mamuller sırlanarak fırında pişirme işlemine geçilir. Nihai ürünler kalite kontrol konveyörleri ile test edilerek üretim tamamlanmış olur. Unimak firması vitrifiye sektöründe yukarıda sıralanan tüm prosesler için gerekli olan makine ve teçhizatları tasarlayıp, geliştirip üreterek gerek yurt içi gerek se de yurt dışı satış ve kurulumlarını sağlamaktadır.

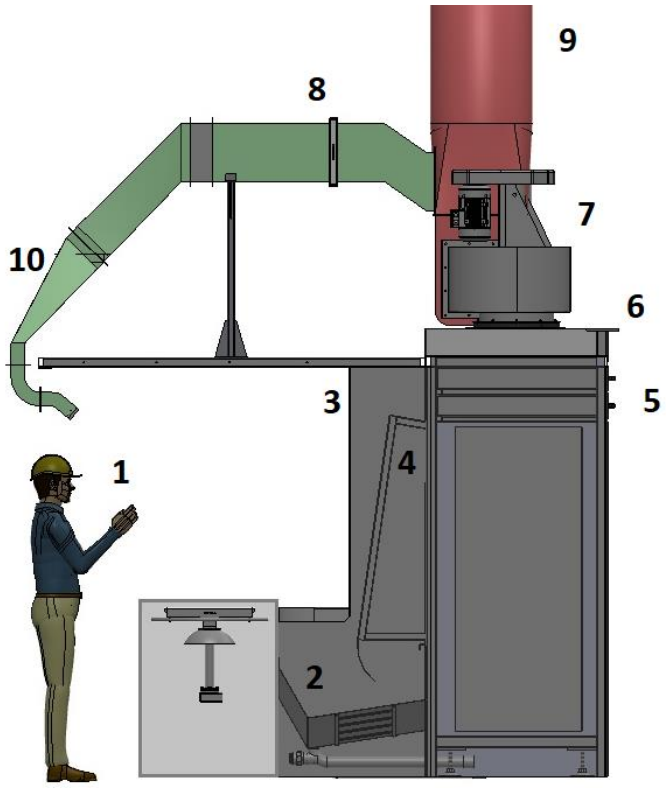
Vitrifiye üretim süreçlerinde, sırlama prosesi için kullanılan genel yöntemler sırlama kabinleri, karusel sırlama sistemleri ve sırlama robotlarının kullanımıdır (Mo ve ark. 2017). İnsan işgücü yerine sırlama robotlarının kullanımı bu proses için en popüler uygulama yöntemidir (Zhu ve ark. 2019, Shao ve ark. 2016) . Bu yönteme geçiş ile vitrifiye sektöründe ürün kalitesi ve iş sağlığı açısından olumlu ilerlemeler tespit edilmiştir (Zhu RJ, 2019). Sırlama için robot kullanımının avantajları bulunmakla birlikte, günümüzde sırlama prosesi için en yaygın kullanılan yöntem sırlama kabinlerinde işlemin gerçekleştirilmesidir. Sırlama kabininde gerçekleştirilen proses kısaca sır malzemesinin sprey tabancaları ile ürünlerin yüzeyine püskürtülmesidir. Püskürtülme esnasında oluşan atık sırların; su perdeleri ve hava fanları yardımı ile filtrelenerek yeniden kullanılması da mümkündür.

Üretimde yarı mamul ürünlerinin üzeri içeriğinde kaolin, kuvars, feldspat, kalsit, magnezit gibi hammaddeler bulunan sır ile kaplanarak, yüzeyin dış etkenlerden korunması ve uzun süre dayanımlı parlak ve kaygan bir görüntü elde edilmesi sağlanır. Sırlama kabinindeki ilk operasyon sprey tabancaları ile ince tabaka halinde sır malzemesinin yarı mamul üzerine uygulanmasıdır. Yarı mamul ürüne yapışmayan ve atık olarak adlandırılan sır, hava fanın sağlamış olduğu vakum ile paslanmaz sac üzerinde belli bir debide oluşturulan su perdesine taşınmaktadır. Su perdesinde tutulan sır, tekne yardımıyla su karışımlı sır olarak yeniden kullanılmak üzere sır hazırlama tesisine gönderilir. Sır tabancasından çıkan ve su ile temas etmeden hava fan yardımıyla vakumlanan sır ise sır perdesinin arkasında bulunan filtrelere ulaşmaktadır. Bu işlem için separatör kullanılarak geçiş alanının daraltılması ile vakum etkisi arttırılmıştır. Filtre kasetlerinin iç yapısı sayesinde vakum etkisiyle sır malzemenin bir kısmı ayrışarak filtrelerde biriktirip, bir kısmı da filtre bezlerinde kalarak ayrıştırılmaktadır. Bacaya ulaşma noktasındaki hava yine bir filtre yardımıyla temizlenerek, temiz hava olarak operatörün sırlama yaptığı bölgeye verilmektedir. Fan yardımıyla verilen hava sprey tabancası ile aynı yönde uygulanması nedeniyle yarı mamul üzerine yapışmayan sırın hızlı bir şekilde su perdesine ulaşmasını sağlamaktadır. Atık sır olarak nitelendirdiğimiz yarı mamul üzerine yapışmayan sır operatörün soluduğu havadan ne kadar hızlı bir şekilde uzaklaştırılırsa iş sağlığı açısından da daha uygun olacaktır (Wang ve Lu 2003, Xie ve ark. 2019). Sırın geri dönüşümü, sırı oluşturan ham maddelerin yüksek enerji ile elde edilmesi ve maliyetinin yüksek olması nedeniyle önemlidir, bu yüzden atık sır toplama sistemi geliştirilerek, yeniden kullanım sağlanmaktadır. (Shao ve ark., 2016) Böylelikle hem ekonomik kayıp azaltılmakta hem daha çevreci bir üretim hem de iş

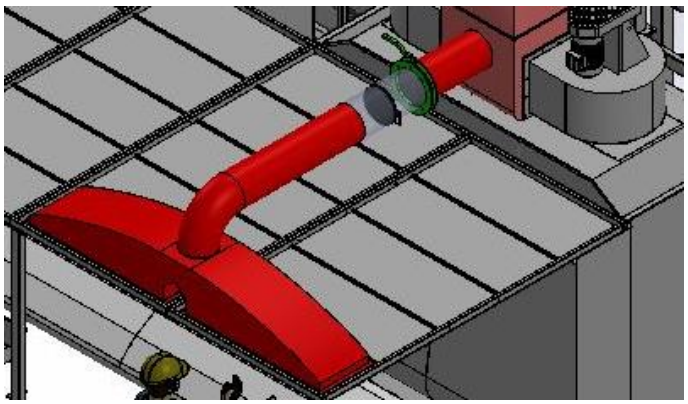
sağlığına olumlu etkisi olan üretim sunulmaktadır. Bu çalışmada ilk olarak sırlama kabinlerinin mevcut durumu tanıtılmıştır. Atık sırların toplanması ve hava filtrelerinin tasarımı açıklanarak gerçekleştirilen hava akış analizleri sunulmuştur.

SIRLAMA KABİNİ ve ATIK SIR TOPLAMA SİSTEMİ

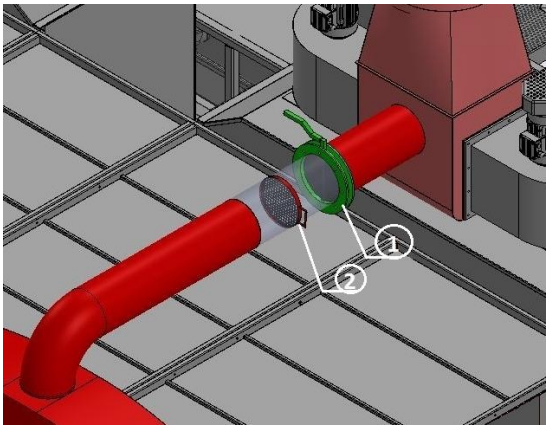
Vitrifiye ve seramiklerin üretim hattında sırlama kabinleri, ürünlere parlaklık veren sırlama bileşiklerinin püskürtüldüğü ana makinelerdir. Bu bölümde sırlama kabinin yapısı ve çalışması detaylı olarak açıklanmıştır. Temel bir sırlama kabini blok şeması Şekil 1'de görülmektedir. Sırlama ünitesinde gerçekleşen prosesler şekil üzerinde numaralandırılmıştır. Sırlama kabinindeki ilk operasyon sprey tabancaları ile ince tabaka halinde sır malzemesinin yarı mamul üzerine uygulanmasıdır. Kabinin ön tarafında bulunan turnet üzerinde yarı mamullerin tüm yüzeylerinin kolay bir şekilde tabanca ile aynı doğrultuya getirilmesi sağlanarak, yarı mamulün tüm yüzeyine sır malzemesi uygulanmaktadır. Yarı mamul ürüne yapışmayan ve atık olarak adlandırılan sır, hava fanın sağlamış olduğu vakum ile paslanmaz sac üzerinde belli bir debide oluşturulan su perdesine taşınmaktadır. Bu işlem için seperatörler kullanılarak geçiş alanının daraltılması ile vakum etkisi arttırılmıştır. Atık sır yani su perdesinde tutulan sır buradan filtrelere ulaşmaktadır. Filtre kasetlerinin iç yapısı sayesinde vakum etkisiyle sır malzemenin bir kısmı ayrışarak filtrelerde biriktirip, bir kısmı da filtre bezlerinde kalarak ayrıştırılmaktadır. Bacaya ulaşma noktasındaki hava yine bir filtre yardımıyla temizlenerek, temiz hava olarak operatörün sırlama yaptığı bölgeye verilmektedir. Fan yardımıyla verilen hava sprey tabancası ile aynı yönde uygulanması nedeniyle yarı mamul üzerine yapışmayan sırın hızlı bir şekilde su perdesine ulaşmasını sağlamaktadır. Bu yeni tasarım ile bacadan atılan havanın bir kısmı yeni hava kanalları ile kullanılacaktır. Buradan emilen hava Şekil 2'de gösterilen yeni hava kanalları ile ürüne gönderilir.



Şekil 1. Sırlama kabini yapısı ve bileşenleri

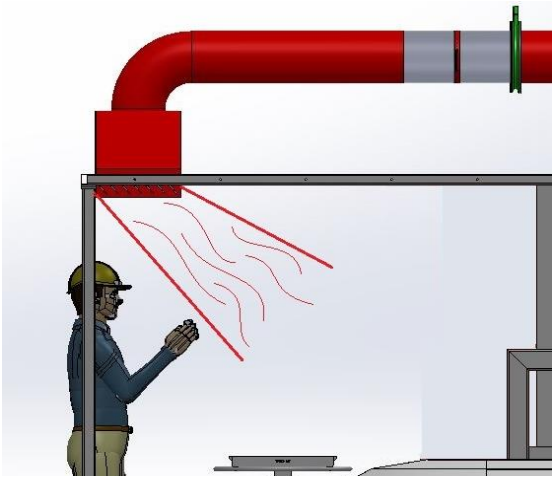


Şekil 2. Yeni hava kanalı

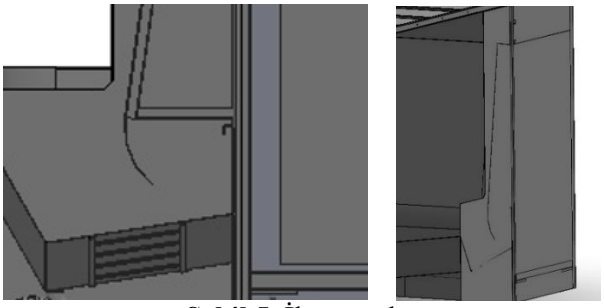


Şekil 3. Valf ve filtre

Hava hızını ayarlamak için yeni hava kanalında Şekil 3'te gösterilen bir valf bulunmaktadır. Hava hızı bu valf tarafından kontrol edilmektedir. Böylece istenilen hız değerine ulaşılmış olacaktır. Hava bu aşamada Şekil 3'te gösterilen hepa filtreden geçmektedir. Bu filtre sayesinde ürünün üzerine toz veya su partikülü gitmeyecektir. Bu filtrenin amacı, içinden emilen havaya sır veya su girerse onu yakalamaktır. Havanın çıkış tarafında bulunan Şekil 4'te gösterilen yön klapesi sayesinde hava, istenilen açıya ayarlanabilir. Sistemde hava akışının iyileştirilmesi için Şekil 5'te gösterilen ilave saclar ile mevcut alanın daraltılarak vakumun etkisi arttırılmıştır.



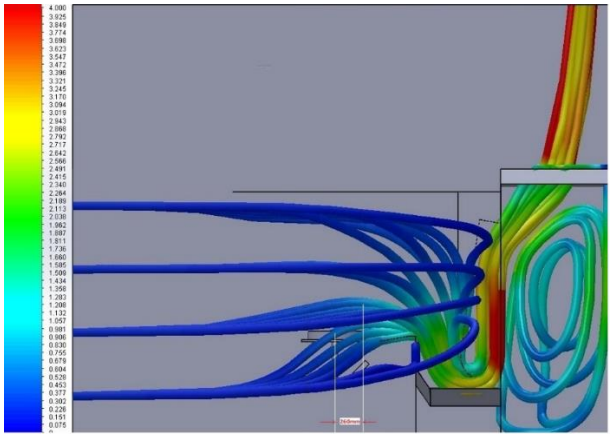
Şekil 4. Yön klapesi



Şekil 5. İlave saclar

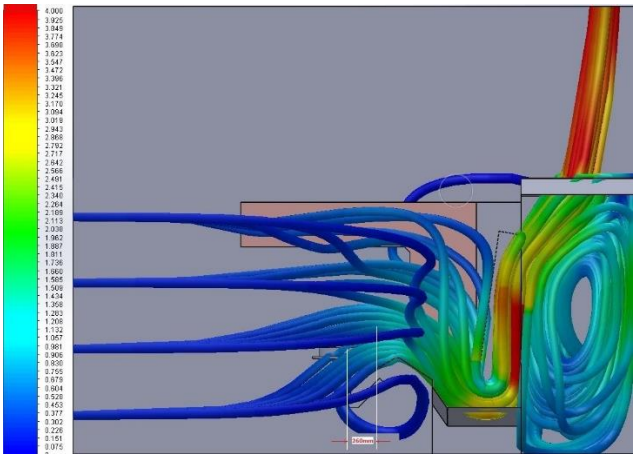
HAVA AKIŞ ANALİZLERİ

Sır geri toplama sistemi için tasarlanan ünitelerin hava akış analizleri yapılarak tasarımların etkinliği incelenmiştir. Bu kapsamda yapılan çalışmalar ve elde edilen analiz sonuçları çalışmanın bu kısmında sunulmuştur. Mevcut sistem üzerinde geliştirmeler yapılmadan önce hava akış analizi gerçekleştirildiğinde oluşan grafik Şekil 6'da gösterilmiştir.

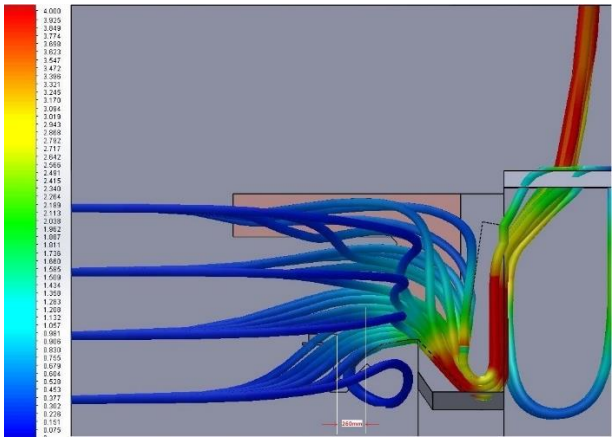


Şekil 6. Mevcut sistem analizi

Mevcut sistem üzerine yan kapama saclarının ilave edilmesi sonrası hava akış analizi gerçekleştirildiğinde oluşan grafik Şekil 7'de gösterilmiştir. Mevcut sistem üzerinde yapılan yan kapama saclarının ve iç yönlendirme saclarının birlikte ilave edilmesi sonrası yapılan hava akış analizi sonuçları ise Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Yan kapama saclarının ilave edilmesi sonrası sistem analizi



Şekil 8. Yan kapama saclarının ve iç yönlendirme saclarının ilave edilmesi sonrası sistem analizi

Mevcut sistem ile tüm geliştirmeler sonrası oluşan sistem arasında hava akış analizinde de görüleceği gibi bölgede hava akışı kararsız durumda iken dengeli şekilde olduğu gözükmektedir. Filtre odası denilen bölgede mevcut sistemde türbülans oluşurken, iyileştirilen sistemde türbülans oluşmamaktadır. İki sistem arasındaki hız akışları turnet üzerinde yaklaşık 0,3 m/s arttığı grafiklerde gözükmektedir. Yani kesitin daralması, akış yoğunluğunun düzenlenmesi sonucu hava hızının arttığı gözlemlenmiştir.

SONUÇ

Vitrifiye ve seramik üretim hatlarında sırlama ünitelerinde yüksek enerjiye sahip sır bileşikleri kullanılmakta olup, ürünler üzerine yapışmayan sırlar kayıp olarak atılmaktadır. Sırın geri dönüşümü, sırı oluşturan ham maddelerin yüksek enerji ile elde edilmesi ve maliyetinin yüksek olması nedeniyle önemlidir. Sunulan çalışmada, üretim hattında bulunan sırlama kabinleri için sır geri dönüşüm sistemi tasarlanmış ve uygulanmıştır. Geliştirilen siste ile atık sırlar toplanarak, yeniden kullanım sağlanmaktadır. Böylelikle hem ekonomik kayıp azaltılmakta hem de daha çevreci bir üretim sunulmaktadır.

KAYNAKLAR

Feng C, Sun ZG 2003, Models of Spray Gun and Simulation in Robotics Spraying Painting, Robot, Vol. 25:353-358.

Mo QL, Gan L, Su YR 2017, Research and Application of Modular Automatic Spray Glaze Line, China Ceramics, 53:72-75.

Shao, J., Taisch, M., Ortega Mier, M, 2016. A study on a configuration model for facilitating sustainable consumption: a case involving the automobile industry in Italy. J. Clean. Prod. 137, 507-515

Wang GJ, Lu WJ 2003. Robot Spray Painting System. Robot, 25: 318-321.

Xie JY 2019. Design of Robot Spray Glaze Production Line for Ceramic Sanitary Ware Product, China Metal forming Equipment & Manufacturing Technology, 54: 54-56.

Yu CR, Hong C, Cao LG 2011. Glazing Thickness Deposition Rate Modelling and Prediction for Robotic Glazing Based on Artificial Neural Network, Modular Machine Tool & Automatic Manufacturing Technique, 5:26-30.

Zhu RJ, Liu YY, Liu JW, Li Z, Liu X 2019. Development Situation of Industrial Robot in Sanitary Ceramic in China, China Building Materials Science & Technology, 28: 98-100.

ORAL PRESENTATION

Energy efficiency-based assessment and an innovative sieve system design in the milling unit

Enver Yalçın[1,2 *] (https://orcid.org/0000-0001-6171-1955)
Burak Yılmaz[2] (https://orcid.org/0000-0002-3356-7084)
Levent Oruç[2] (https://orcid.org/0000-0003-0163-1755)
Ali Oral[1,2] (https://orcid.org/0000-0002-9144-3821)

[1]Balikesir University, Engineering Faculty, Mechanical Engineering Department, Balikesir, Turkey.
[2]YEMTAR Inc., R&D Department, Balikesir, Turkey.

*Corresponding author e-mail: eyalcin@balikesir.edu.tr, eyalcinbau@gmail.com

Abstract
The milling procedure can be defined as a continue production system incorporating four main core elements such as sieving, feeding, milling and transfer units. There is a capacity-dependent power requirement in each process step. The improvement activities carried out in these process stages will also increase the total efficiency of the process with a holistic approach. With this approach, each level emerges as processes that need to be evaluated separately within itself.
In this study, a state-of-art system has been introduced that will completely eliminate the need for sieving stage having the various separation units. In this context, after explaining the working principle of the new system, the advantages it provides on the basis of degradation and efficiency have been revealed.
Keywords: milling, grinding, sieving, terminal velocity, energy efficiency.

INTRODUCTION

The traditional milling procedure can be defined as a continue production system incorporating four main core elements such as sieving, feeding, milling and transfer units. From an engineering viewpoint, milling is actually a size reduction process. The mills used in the milling process are components that provide size minimization by applying techniques such as pressing (crushing), impact, shearing and friction individually or as a combination of these techniques. Although the term mill is generally used for all mills, it brings to mind flour or feed mills in the technical sense. While the technical definition of the mill in flour milling is breaking the cleaned and conditioned cereal grain, separating the fleshy endosperm from the bran and reducing it to flour, the deburring process is generally not applied in feed milling.

A milling process; it consists of wheat storages, cleaning and conditioning units and a granulation section. The milling system of the mills consists of mills, sieves and auxiliary components. The milling process is the integrated state of the pressure and tension obtained by the applied milling force. This energy applied to the grain to be ground breaks it up with the resultant effect of these forces. Some of the energy dissipates on the crushing surfaces and generates heat, which increases the temperature of the milled material. The higher energy transfer to the material to be milled is higher "milling efficiency", in the grain fineness.

The milling efficiency can be determined by the average granule fineness of the milling material. With the effect of comminution and friction processes, there is heat generation in the milling areas. The temperature in the milling passages must remain below a certain level. Unlike the process itself, grinding quality can be predicted from grain size. After sieving the material in the grinding passage, this qualitative advantage can be determined by the fineness and purity of the material under the sieve. The grinding efficiency depends on the material used, the grinding speed, the surface properties depending on the removal time of the grinded product from the mill and the technique used, as well as the grinding surface.

The second important component of the grinding system is the sieves used in the screening system. The sieves classify the crushed material according to its fineness and achieve a critical purification process, separating the crushing pass over the sieve into sub-passes of different raw materials and grain sizes. In other words, the sieves disperse them, contributing to the success of advanced processing levels. In sieving systems, the "sieving efficiency" can be estimated from the sieve quantity and the requested material grain size ratio. In feed milling, its ratio in the total final product on the basis of target grinding fineness reveals the success of the sieve system.

The third important component of the milling system, but the first step to be applied, is the cleaning of the raw material. Undesirable materials such as stone, metal, plastic, which can be found in raw material grain products, should not be allowed to enter the mill. Especially, it is not difficult to estimate the extent of the damage to be caused by hard materials such as metal and stone in the mill. An example of damage caused by unwanted substances in the mill sieve system is shown in Figure 1. As can be seen in Fig.1, permanent damage to the sieve system causes both production and time losses as well as irreversible losses. In connection with the damage rate, it is inevitable that an increase in the no-milled product leakage rate and a decrease in the account of desired grain size will occur.



Figure 1. Damaged sieve due to unwanted material

Sieve systems can be divided into various classes depending on the working physics and almost all of these different applications contain a magnet group. The sieve and magnet units used in traditional systems are the system elements installed for the purpose of separation.

The main cleaning methods used in both animal feed and flour production sectors are (1) separation by size, using screens, (2) separation by weight, using air flow and (3) separation by density, using a gravity specification table. There are various ways to clean raw material as well but these methods mentioned above are the most common methods. Examples of the separation processes mentioned above can be seen in the literature. The sieves used in the dimensional separation process are vibrating, vibrating, pan, drum etc. is called (Fig. 2) (Yemtar, 2021).



(a) Rota-shake sifter (b) Vibrating (c) Rotary (d) Drum

Figure 2. Dimensional separator sieves

Weight based and air separation processes are usually based on atmospheric and wild clump formation (Fig.3) (Nadew, 2015; Pansiewicz, 1999).

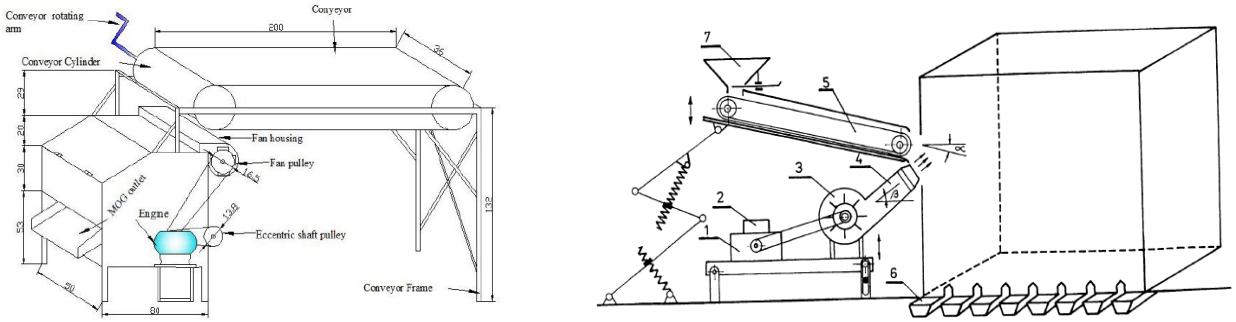


Figure 3. Gravity based air separators

The 3rd group sieve system, which is widely used, is the air separators that work on the basis of gravity and density (Fig.4) (Farmfolk, 2021; Kimseed, 2021).

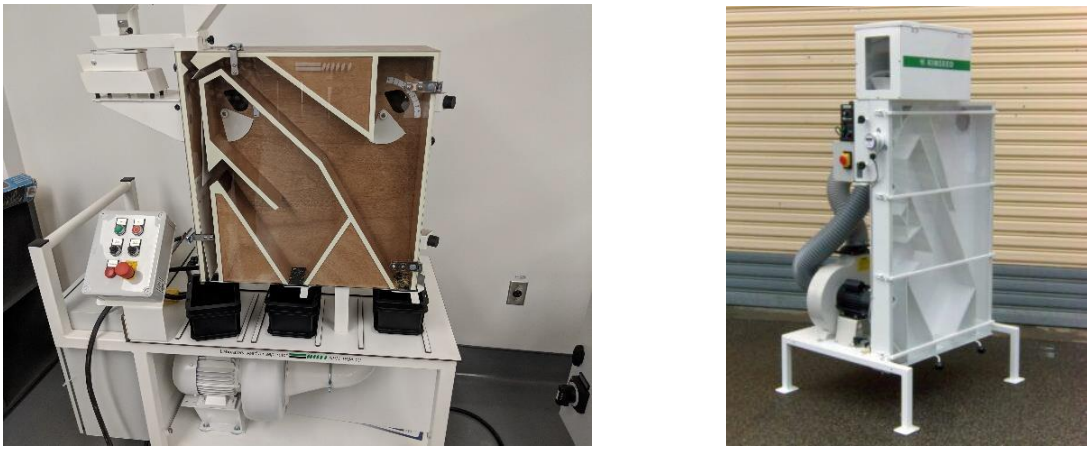
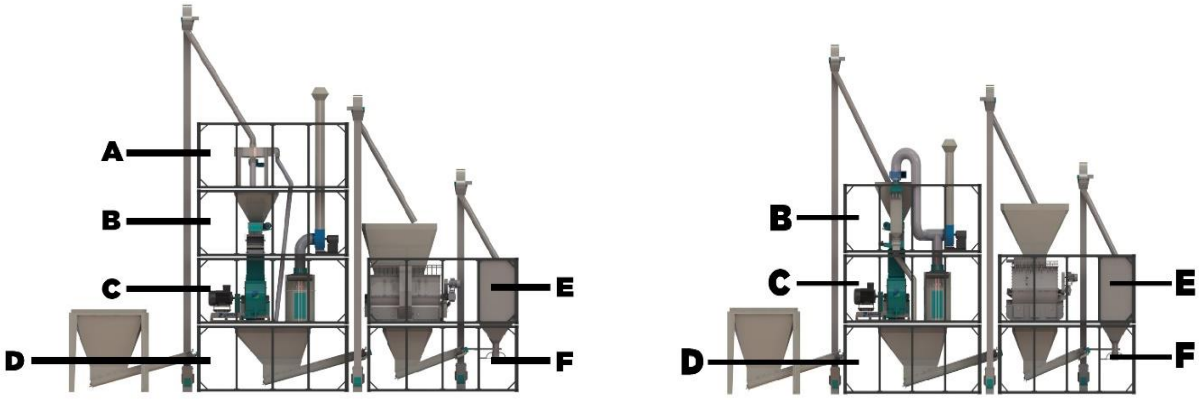


Figure 4. Air separators that work on the basis of gravity and density

The sieve system discussed in this study is not the sieve unit used in the grinding phase, but the gravity-density based separation sieve system used in the cleaning and separation phase before grinding. In this study, a state-of-art system has been introduced that will completely eliminate the need for these separation units. In this context, after explaining the working principle of the new system, the advantages it provides on the basis of degradation and efficiency have been revealed.

SYSTEM DESCRIPTION AND GOVERNING EQUATIONS

In traditional applications, pre-screening process is applied before feeding the raw material to the mill. In addition, the suction process is applied in order to increase the grinding efficiency by sending the ground product from the mill as soon as possible. It is foreseen that product flow control can be provided as well as the shipment of the milled product with controlled air inlet without the need for an additional fan power. In this context, a flow control geometry based on density and gravity has been designed. In the figure below, the traditional and innovative system is presented with all its stages (Fig. 5).



(a) (b)

Figure 5. Production processes (a) traditional (b) new system

The main stages of the production system are; (A) screening (B) feeder (C) mill (D) screw-elevator (E) paddle mixer (F) bagging. In the innovative system approach, the pre-screening unit, which is one of the main stages and contains a vibrating screen and a z magnet, has been completely removed. With the deactivation of this system, which has a considerable share in total energy consumption, the product energy density has also decreased in parallel with the decrease in consumption values.

With removing of the pre-separation stage, the need for redesigning in the feeding stage has arisen. In this context, the necessary arrangement and sizing process in the aspiration unit has been defined. In this context, terminal velocity values and drag coefficients were determined. In this context, governing equations are given below.

$$m\frac{dV_T}{dt} = mg - \frac{\rho A C_D}{2} V_T^2 \qquad (1)$$

$$V_T = \sqrt{\frac{2mg}{\rho A C_D}} \qquad (2)$$

where V_T is terminal velocity (m/s); m is mass (kg); g is gravity (m/s^2); A is cross-section area of material (m^2); C_D is drag coefficient; t is time (s) and ρ is density (kg/m^3) (Strauss, 1975).

RESULTS and DISCUSSION

Corn was chosen as the trial product, and terminal velocities were determined to vary between 16-18 m/s depending on the moisture content. In the context of the corn grain having different dimensions in three dimensions, the drag coefficient (C_D) was taken as 0.45 by taking the smallest cross-section projection as a reference. Various main elements such as screw and bucket elevators, rotary sieve, feeder, jet filter fan, mill, and paddled ribbon are used in the production process. Considering all stages of the production system, the total power is 170 kW for a production capacity of 10000 kg/h. As the need for pre-screening, magnet and high-power elevator equipment is eliminated in the new designed system, the rated power has decreased by approximately 8 kW. An improvement in the capacity values was also observed in the experimental studies carried out on the prototype system manufactured on the basis of the system, which is currently installed with a capacity of 1 ton/h. A 4% improvement in energy consumption was observed on the basis of operating cost, excluding initial installation cost. In addition, the predicted 1 ton/h capacity was realized in the range of 1.15-1.25 ton/h depending on the moisture content of the product.

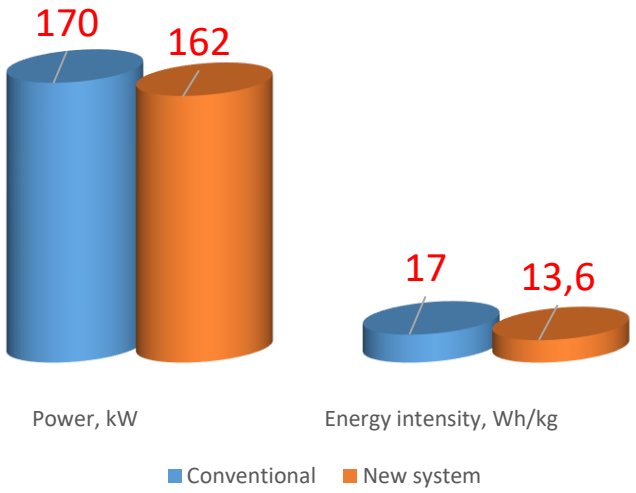


Figure 6. Power demand and energy intensity

As can be seen in Fig.6, when evaluated on the basis of the ground product obtained, while the product energy intensity for the conventional system is 17 Wh, this value can be realized as 13.6 Wh in the new system.

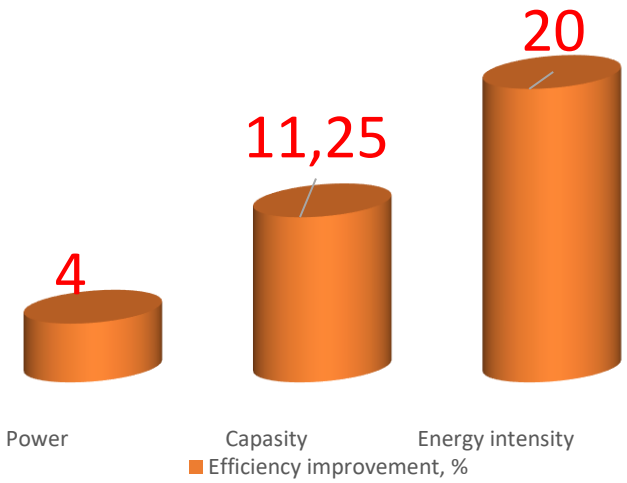


Figure 7. Efficiency improvements, %

When evaluated in terms of energy intensity, capacity and power demand; the improvements in these parameters mentioned above can be up to 20%, 11.25% and 4%, respectively.

CONCLUSION

A change in the feeder considered in this study resulted in a considerable increase in productivity. In this sense, the improvements that can be made at every level with high energy consumption will contribute to the efficiency of the system. Geometric designs that can be made on the sieves used in the mill can be given as examples of study subjects. Putting competitive and sustainable production technologies on the agenda in the global market is a necessity in every field. In this context, it is necessary to evaluate each stage in the process separately, as well as to evaluate the process holistically.

ACKNOWLEDGEMENT

This study has been supported by The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBİTAK). Project Number: 3210216

REFERENCES

Farmfolk 2021. Available at: https://farmfolkcityfolk.ca/bc-seed-security-program/category/zig-zag-seed-cleaner/ [10.08.21]

Kimseed 2021. Available at: https://kimseed.com.au/product-category/prepare#zigzag-aspirator [10.08.21]

Nadew AA 2015. Design and development of tef grain and chaff separating and cleaning machine, MSc. Thesis, Haramaya University.

Panasiewicz 1999. Analysis of the pneumatic separation process of agricultural materials, International Agrophysics · Avaliable at: https://www.researchgate.net/publication/26552191 [10.08.21]

Strauss W 1975. Industrial gas cleaning, Second edition, Pergamon Press.

Yemtar 2021. Available at: https://www.yemtar.com [01.07.21]

ORAL PRESENTATION

Geochemistry, Depositional Conditions and Provenance of the Late Devonian Carbonates, in the Gölboğazı-Hadim-Konya Area, Southern Turkey

Ali Müjdat Özkan[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6686-327X.*)

[*]Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Geological Engineering, Konya, Turkey.

*Corresponding author e-mail: amozkan@ktun.edu.tr

Abstract
Twenty-five carbonate samples selected from the four sections notation as A, B, C, and D of the Late Devonian Gölboğazı Formation in the Gölboğazı-Hadim-Konya area, Southern Turkey were analyzed for major, trace and rare earth element concentrations to evaluate depositional conditions and source of rare earth elements. The Gölboğazı carbonates show non-seawater-like slightly MREE enriched relatively LREE and partially HREE depleted, weakly fractionated, more or less flat shale-normalized REE+Y patterns. They have partially high $(Pr/Yb)_{SN}$ ratios from pure marine carbonates, almost entirely chondritic or sub-chondritic Y/Ho ratios, and generally strong positive correlation of ΣREE with Y, Al, Zr, Th, K, Ti, Fe, Na, Si, Hf, and Nb that are in response not only shale contaminant but also the incorporation of near-shore colloids including Fe-oxyhydroxides. However most of the limestone samples from the A, B, C, and D sections have seawater-like some REE+Y signals like slightly negative Ce, and also positive shale-normalized $(Y/Ho)_{SN}$ anomaly and LREE depletion referred to as $(Pr/Yb)_{SN}$. The $(Y/Ho)_{SN}$ ratios of the Gölboğazı carbonates do not show a clear correlation with $(Pr/Yb)_{SN}$ and $(La/La^*)_{SN}$ ratios and also Zr concentration that is probably resulted from freshwater input into the prototethyan seawater. The MgO contents of the Gölboğazı carbonates show a strong negative correlation with ΣREE, and no correlation with $(Pr/Yb)_{SN}$, Ce/Ce*, La/La* and Y/Ho values, suggesting that REE distribution in the Gölboğazı carbonates have not been influenced from the dolomitization process, which was most probably mediated by seawater-like fluids diluted by freshwater inputs. Although ΣREE, Al, Fe, K, Na, Si, and Ti concentrations of the sample groups have a strong positive correlation with Eu concentrations, no correlation with Eu anomaly that may be related to the presence of feldspar rather than hydrothermal events, diagenesis, and also metamorphism. Some critical ratios, La/Sc, La/Co, Th/Sc, Th/Cr, Th/Co, and Cr/Th, for the origin of the REEs indicate that the terrigenous materials in the Gölboğazı carbonates have probably been sourced from intermediate to felsic igneous rocks. Geochemical data reveal that the variable extents of four-component mixing of seawater are characterized by authigenic carbonate, which inherited seawater-like Y, Ce, La, and Gd anomalies and LREE depletion patterns, dolomitizing fluids with low REE, terrigenous materials including Fe-colloids and fluvial freshwater with HREE depleted, MREE enriched characters.
Keywords: REE+Y geochemistry, provenance, dolostone, limestone, Gölboğazı.

INTRODUCTION

The study area contains Gölboğazı Plateau (Hadim-Konya-Turkey) and environs (Figure 1). The Gölboğazı Formation in the Gölboğazı Highland area is extended about 50 km^2. The aim of this study was to determine the geochemistry, depositional conditions and provenance of the Late Devonian Gölboğazı Formation dolomites. The Gölboğazı Formation is made up limestone and dolomite (Figure 2).

The Taurus Mountains form the southern half of Turkey and represent the Alpine–Himalayan system in the Eastern Mediterranean (Figure 3), which formed a stable northern margin of Gondwanaland during the Paleozoic to late Mesozoic (Şengör and Yılmaz 1981). The Upper Devonian in the Middle Taurus region has been divided into two stratigraphic units which are represented by dolostone and limestone lithologies ranging in thickness from 100 to 150 m. The overlying units correspond to the Upper Devonian Asarlıkyaylası Formation, which is composed of sandstone, shale, and limestone, and the limestone, sandy limestone, and sandstone are of the Carboniferous Yarıcak Formation. The Gölboğazı Formation carbonates, with dominant ostracod-bearing mudstone and wackestone, formed tidal and subtidal environments, and some of these rocks were dolomitized from shallow to deep burial.

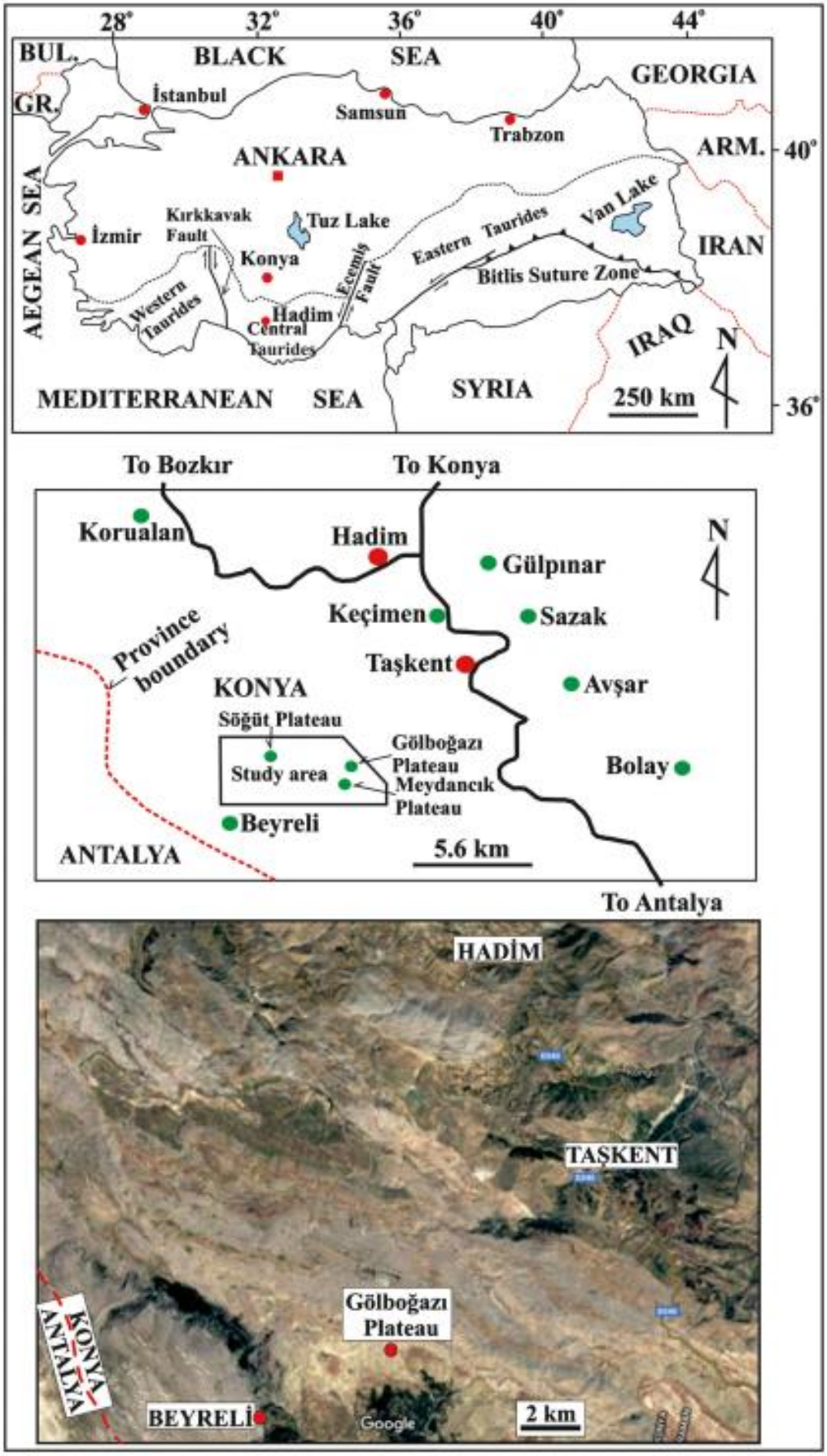


Figure 1. Location map of the study area (Google maps)

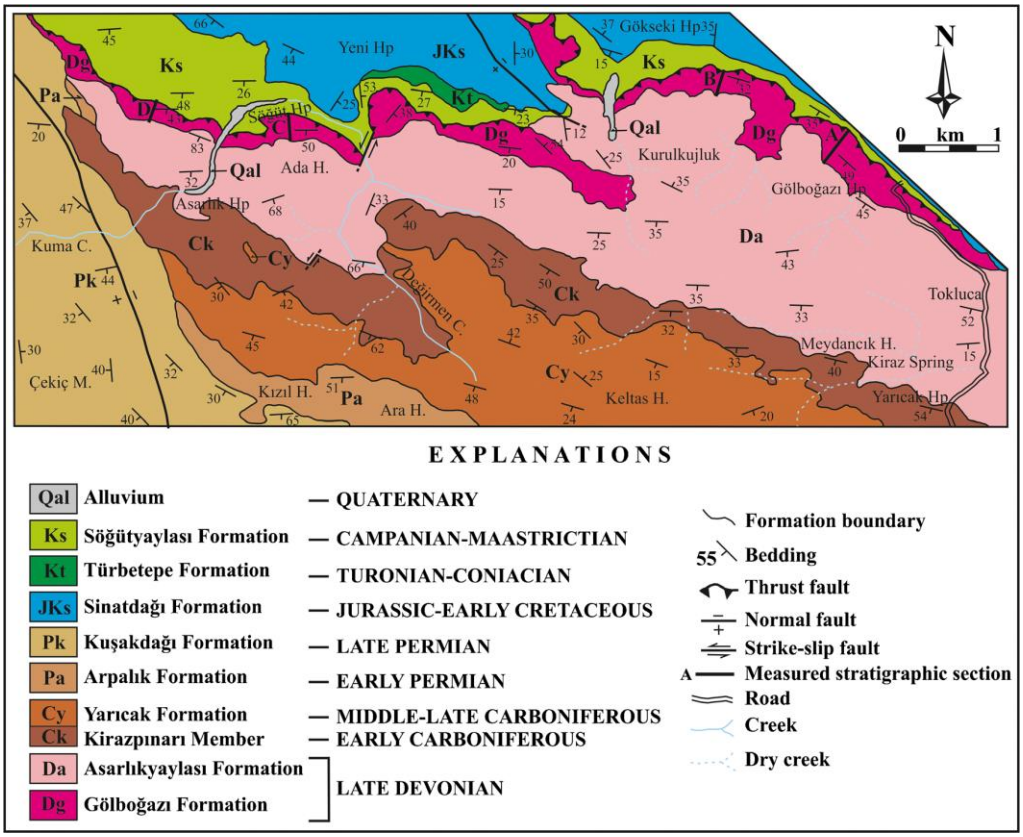


Figure 2. Geological map of study area (modified from Turan, 1990)

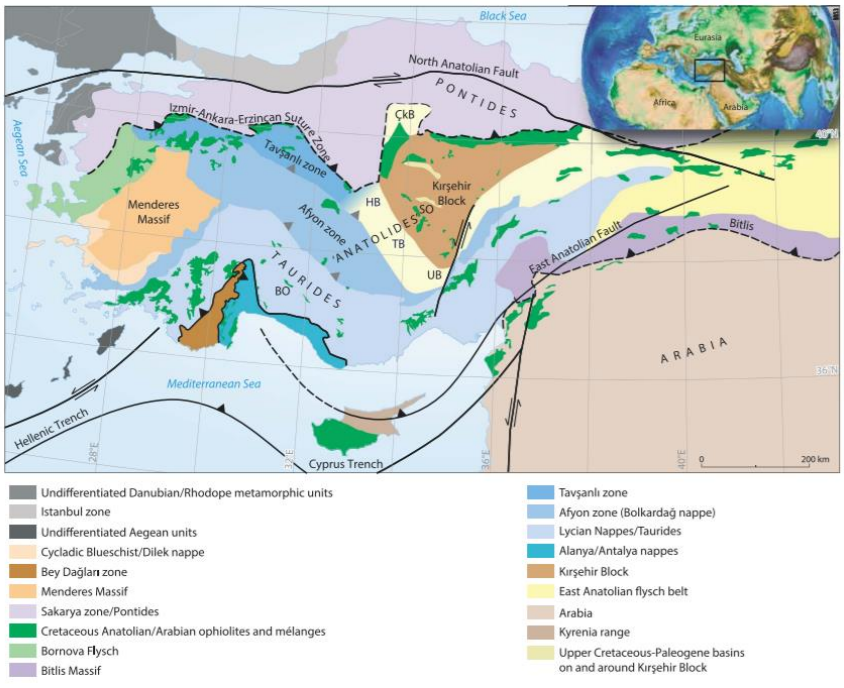


Figure 3. Tectonic map of Turkey. BO: Beyşehir Ophiolite, ÇkB: Çankırı Basin, HB: Haymana Basin, SO: Sarıkaraman Ophiolite, TB: Tuzgölü Basin, UB: Ulukışla Basin (after van Hinsbergen et al., 2016)

MATERIALS AND METHODS

Geological mapping has been carried out in an area where Upper Devonian carbonates are well exposed. Four measured stratigraphic sections were examined at Gölboğazı Tableland and (A), Gökseki Tableland and (B), Söğüt Tableland and (C), and Asarlık Tableland and (D) location.

Isotope analyses were carried out on 25 samples (23 dolostone samples of different petrographic types and 2 limestone samples), at California University's UCD Laboratory.

Twenty-five samples were sent to ACME's analytic laboratory for chemical analysis (major, trace, and rare earth element) and were read with ICP-ES-MS devices.

RESULTS and DISCUSSION

The Upper Devonian Gölboğazı dolostones have SiO_2 values ranging from 0.19 to 10.49%, Al_2O_3 values ranging from 0.03 to 2.76%, $CaCO_3$ mole values ranging from 59 to 46%, and $MgCO_3$ mole values ranging from 54 to 41%, respectively (Table 1). A linear negative correlation is observed between $MgCO_3$ and $CaCO_3$ contents on the $MgCO_3$ mole % versus $CaCO_3$ mole % diagram.

Table 1. Elemental correlation of samples of the Gölboğazı Formation

	Si	Al	Fe	Na	K	Ti	P	Mn	Sr	Rb	Ba	Mg	Ca
Si	1												
Al	0.9	1											
Fe	0.8	0.7	1										
Na	0.7	0.8	0.6	1									
K	0.9	1	0.6	0.8	1								
Ti	0.9	1	0.7	0.7	0.9	1							
P	0.9	0.9	0.7	0.8	0.9	0.9	1						
Mn	0.2	-0.0	0.7	0.2	-0.0	0.1	0.2	1					
Sr	-0.4	-0.3	-0.4	-0.5	-0.3	-0.3	-0.4	-0.3	1				
Rb	0.9	1	0.6	0.8	1	1	0.9	-0.0	-0.3	1			
Ba	0.4	0.5	0.3	0.6	0.5	0.4	0.4	0.0	-0.3	0.5	1		
Mg	-0.8	-0.8	-0.6	-0.5	-0.8	-0.8	-0.7	-0.1	-0.1	-0.8	-0.2	1	
Ca	-0.9	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.3	0.7	-0.8	-0.4	-1	1

The Sr concentrations of the Gölboğazı dolostones are 74 to 184 ppm. Generally, the Sr values of the Gölboğazı dolostones are considerably lower than the modern marine dolostones (500–800 ppm Sr in Land 1980; ~600–700 ppm Sr in Behrens and Land 1972), which are due to the neomorphic alteration during later burial diagenesis. The Na concentrations of the Gölboğazı dolostones are 148 to 593. Veizer (1983) pointed out that the Na concentrations of the matrix dolostones are much higher than those formed by seawater, which usually ranges from 110 to 160 ppm. The Na values of our samples are considerably higher than marine dolostones, which are due to fluid inclusions or precipitation of matrix dolostone by modified seawater. The SiO_2/Al_2O_3 ratio for the Gölboğazı dolomite samples varies between (3.4 to 20.7) which are higher than that of pure kaolinite and montmorillonite. Perhaps, this indicates that the clay mineralogy of the studied samples consists mainly kaolinite and/or a mixture of kaolinite and halloysite. Because Chayes (1977) pointed out that the SiO_2/Al_2O_3 ratio for pure montmorillonite ranges from 2.80 to 3.31 while for pure kaolinite it is about 1.18.

Observation of a linear negative correlation between $MgCO_3$ and $CaCO_3$ contents (Table 1) indicates the dilution of calcium and enrichment of Magnesium during dolomitization. The K_2O/Al_2O_3 ratios for clay minerals and feldspars are different (0.0 to 0.3, 0.3 to 0.9, respectively; Cox *et al.*, 1995). Furthermore, the K_2O/Al_2O_3 ratios are mostly <0.3 (except only 3 samples, in 23) in the studied samples which suggests that clay minerals is the dominant in these samples. According to Gill and Yemane (1996) the Na_2O/K_2O ratios indicate salinization by intense weathering or extreme leaching. The values less than 0.2 are below the

salinization, whereas soils with values greater than 2 have been affected by salinization (Retallack, 2001). The studied shale samples show mostly (except 3 samples, in 23) low Na_2O/K_2O ratios, which indicate no evidence of salinization.

The Mn concentrations of the Gölboğazı dolostones are below detection level bdl to 619. The Fe concentrations of the Gölboğazı dolostones are 1049 to 9233 ppm. The higher concentrations of Fe and Mn elements in dolostones may indicate the reducing conditions (Land 1986) that increase with an increasing burial depth. A linear positive correlation is observed between the Fe and Mn contents, between the Fe and Al contents, between the K_2O and Rb contents, and between Rb and K_2O which confirms that Rb substitutes for K in illite. The abundance of Fe and Al in dolomites has been interpreted as being mainly due to filtration, which is based on terrestrial contamination (Lu ve Meyers 1998). Furthermore, Rb showing a positive correlation with K_2O indicates the enrichment of clay mineral (illite) in these limestones.

It is observed a high positive correlation between Zr and Th in dolomites. Thorium is mainly hosted by fine minerals like clays in chemically weathered products, but Ca, Na, Ti and Zr are primarily concentrated in the coarse part of terrigenous detritus (Bouchez et al., 2011), so negative correlations should be found between Th and Ti-Zr whereas positive correlations should be found between Th-Zr, hence this concordant with their behaviors during chemical weathering rather than hydraulic sorting.

The Fe_2O_3 - Total REE diagram for the Gölboğazı Formation dolomites shows a positive relationship. In most samples, Fe is higher than 1000 ppm and the maximum is 9233 ppm. TREE concentrations are increased with Fe content; which suggests that REE is taken at a certain amount of Fe oxyhydroxides.

Comparisons of Al_2O_3 and SiO_2 % concentrations against the total REE concentrations for the dolomites of the Gölboğazı Formation show a positive correlation. The Al and Si in the Gölboğazı dolomites are in high ratios. Hence, the total REE contents in these dolomite samples increase with increasing Al and/or Si concentrations. This means that the siliciclastic contaminants are relatively unimportant but relatively higher than Fe.

The North American Shale Composite-normalized rare earth element values of the both limestone (Figure 4a) and dolostone (Figure 4b) sample groups show very similar rare earth element patterns characterized by slightly or considerably negative Ce anomalies and a clear depletion of all rare earth element species.

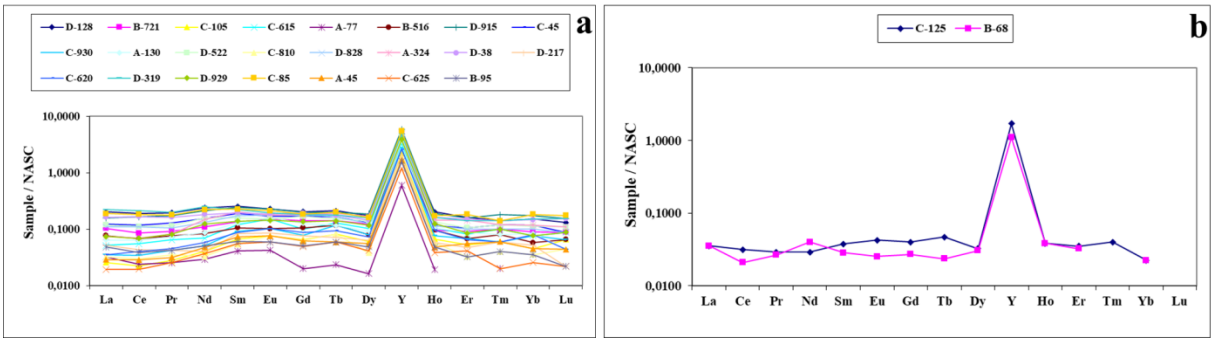


Figure 4. Diagram rare earth elements showing normalized (Haskin et al. 1968; Gromet et al. 1984) North American Shale Composite values of dolostone in the Gölboğazı Formation (a). Diagram rare earth element showing normalized (Haskin et al. 1968; Gromet et al. 1984) North American Shale Composite values of the limestones in the Gölboğazı Formation (b).

In addition, low Y/Ho ratios from superchondritic (60-90; Nozaki et al., 1997) in the Gölboğazı dolostone samples (23-44) may be a result of seawater/freshwater mixing (Lawrence and Kamber, 2006). Furtermore, Y/Ho ratios within the Gölboğazı dolomites show negative correlations with Al concentrations, presumably resulting from dilution of seawater with freshwater may be caused by slow melting of icebergs along with increased continental REE input.

The controlling role of diagenetic processes in the distribution of REEs in limestones can be established by an excellent positive correlation between Eu/Eu* and Ce/Ce* (Song et al., 2014). However, the existence of a very weak negative correlation between Eu/Eu* and Ce/Ce* in the Gölboğazı dolostone does not display that the diagenesis was a key controlling factor in the distribution of REEs. Using $Ce/Ce^* < 0.9$ as indicator for real negative Ce-anomalies, Our samples (0.53 to 0.70) infer suboxic to oxic conditions.Ce anomaly, especially

negative anomaly, is widely supposed as a characteristic of seawater by Wang et al. (2014). The Ce/Ce* values indicate a positive correlation with U (left) and a negative correlation with CaO (right), showing that the variations in Ce anomalies of the Gölboğazı Formation dolomite are related to the paleo-redox conditions of the depositional environment.

The Eu/Eu* – Na_2O/Al_2O_3 diagram of the Gölboğazı dolostones shows a very weak positive correlation. In contrast, the Eu/Eu* – K_2O/Al_2O_3 diagram of the Gölboğazı dolostones shows a very weak negative correlation. Therefore, it will be able to say that positive Eu anomaly are associated with pyrite-bearing carbonates and acidic, reducing hydrothermal fluids, while negative Eu anomalies form in Fe-oxide rich carbonates (Frimmel, 2009). The result of computations for Eu* anomalies in the Gölboğazı Formation dolomites indicates positive anomalies ranging from 0.07 to 0.35.

The Ce/Ce* values in the Gölboğazı show no correlation with Mn and Fe values, which suggests that the variation in Ce anomalies were not induced by the redox conditions. The Ce/Ce* values show positive correlation with Al_2O_3, Th and Zr. The positive correlation of Ce/Ce* ratios with Al_2O_3, Th and Zr suggest that the variation in Ce anomalies in these dolostones have been controlled by the detrital input.

The value of Er/Nd in normal seawater is ~0.27 (De Baar et al., 1988). Both detrital materials and diagenetic processes can cause preferential concentration of Nd relative to Er and also can reduce the Er/Nd values to <0.1 (Bellanca et al., 1997). The Er/Nd values in the Gölboğazı dolostones display a narrow range of 0.07–0.16, which in turn indicates the effective role of detrital materials and diagenetic processes in the distribution of Er and Nd in the carbonate at Hadim.

The samples from the Gölboğazı Formation dolostones have very low Mn/Sr ratios less than 3, indicating a high degree of preservation of primary geochemical signatures (Hua et al. 2013), but some of the dolostone samples (only 3 samples) have Mn/Sr ratios higher than 3 (3.96, and 3.97 and 8.35, respectively), indicating a weak degree of alteration. Samples in the Gölboğazı dolostones bear features typical of seawater, such as REE depletion, markedly positive La and Y anomalies, and negative Ce anomalies representative of the original water composition.

The $\delta^{18}O$ values of dolomites are between -1.95 and -9.44, and $\delta^{13}C$ values are between -1.58 and 2.52. This character of the dolomites of the Gölboğazı formation suggests formation shallow burial (tidal to subtidal) in mixing-water environment (meteoric-marine) at low temperature, and in intermediate to deep burial environment at high temperatures from basinal brines.

CONCLUSION

The dolostone samples from the Gölboğazı Formation have Sr rates of 74–184 ppm (average = 101 ppm) and <300 ppm, and the replacive dolostones demonstrate a normal seawater origin.

The shale and siliciclastics in the Asarlıkyaylası Formation, which conformably overlies and fringing the Gölboğazı Formation, could have supplied somewhat the necessary metal ions for the late dolomitization of the Gölboğazı Formation.

Mn/Sr values in the Gölboğazı Formation specified mostly unaltered features, but they show slightly altered features.

The NASC-normalized REE values of the Gölboğazı Formation limestone and dolostone samples show very similar REE patterns characterized by slightly or considerably negative Ce (mean = 1.75 and mean = 5.65 ppm, respectively) anomalies and a clear depletion in all REE species.

The negative Ce anomalies in the Gölboğazı Formation dolostone could also suggest an oxidizing condition during dolomitization or the removal of Ce from dolomitizing fluids in an oxidizing environment before dolomitization.

While the thin crystallized dolostones in the Gölboğazı Formation formed in the shallow to intermediate burial environment from seawater and/or slightly modified seawater at low

temperatures, the saddle (coarse to very coarse) dolostones are composed of basinal brine waters at high temperatures that increased in an intermediate to deep burial environment.

Dedolomitization observed in the Gölboğazı Formation is thought to occur by the oxidizing effect of the meteoric water in shallow burial environment during the telodiagenesis.

ACKNOWLEDGEMENTS

The research was funded by Selcuk University Scientific Research Fund (BAP) as part of Project 10201082. I thank the Research Fund of Selcuk University.

REFERENCES

van Hinsbergen DJJ, Maffione M, Plunder A, Kaymakcı N, Ganerød M, Hendriks BWH, Corfu F, Gürer D, de Gelder GINO, Peters K, McPhee PJ, Brouwer FM, Advokaat EL, Vissers RLM 2016. Tectonic evolution and paleogeography of the Kırşehir Block and the Central Anatolian Ophiolites, Turkey. AGU_PUBLICATIONS, 35(4): 983-1014.

Behrens E, Land LS 1972. Subtidal Holocene dolostone, Baffin Bay, Texas. Jour. Sedim. Petrol., 42: 155–161.

Bellanca A, Masetti D, Neri R 1997. Rare earth elements in limestone/marlstone couplets from the AlbianCenomanian Cismon section (Venetian region, northern Italy): assessing REE sensitivity to environmental changes, Chemical Geology, 141(3): 141-152.

Bouchez J, Gaillardet J, France-Lanord C, Maurice L, Dutra-Maia P 2011. Grain size control of river suspended sediment geochemistry: clues from Amazon River depth profiles, Geochemistry Geophysics Geosystems, 12(3): 1-24.

Chayes F 1977. The oceanic basalt-trachyte relation in general and in the Canary Islands, American Mineralogist, 62: 666-671.

Cox R, Lowe DR, Cullers RL 1995. The influence of sediment recycling and basement composition on evolution of mudrock chemistry in the southwestern United States, Geochim. Cosmochim. Acta, 59(14): 2919-2940.

De Baar HJW, German CR, Elderfield H 1988. Rare-earth element distributions in anoxic waters of the Cariaco Trench [J], Geochim. Cosmochim. Acta., 52: 1203-1219.

Frimmel HE 2009. Trace element distribution in Neoproterozoic carbonates as paleoenvironmental indicator, Chemical Geology, 258: 338-353.

Gill S, Yemane K 1996. Implications of a Lover Pennsylvanian Ultisol for equatorial Pangean climates and early, oligotrophic, forest ecosystems, Geology, 24(10): 905-908.

Haskin LA, Haskin MA, Frey A, Wildman TR 1968. Relative and absolute terrestrial abundances of the rare earths. In: Ahrens LN (ed) Origin and distribution of the elements. Pergamon, New York, pp 889–912.

Hua G, Yuansheng D, Lian Z, Jianghai Y, Hu H 2013. Trace and rare earth elemental geochemistry of carbonate succession in the Middle Gaoyuzhuang Formation. Pingquan Section: Implications for Early Mesoproterozoic ocean redox conditions, Journal of Paleography, 2: 209–221.

Land LS 1986. Environments of limestone and dolostone diagenesis: some geochemical considerations. In: RGC Bathurst and LS Land (eds), Carbonate depositional environments, modern and ancient, part 5: Diagenesis I. Quart. Colo. School Mines, 81: 26–41.

Lawrence MG, Greig A, Collerson KD, Kamber BS 2006. Rare earth element and yttrium variability in South East Queens-land waterways, Aquatic Geochemistry, 12(1): 39-72.

Lu FH, Meyers WJ 1998. Massive dolomitization of a late Miocene carbonate platform: a case of mixed evaporative brines with meteoric water, Nijar, Spain, Sedimentology, 45: 263-277.

McLennan SM 1989. Rare earth elements in sedimentary rocks: influence of provenance and sedimentary processes. Geochemistry and mineralogy of rare earth elements, BR Lipin, GA McKay (eds), Rev. Mineral, 21: 169–200.

Retallack GJ 2001. Soils of the past. An introduction to paleopedology, 2nd ed., 404 pp.

Song C, Herong G, Linhua S 2014. Geochemical characteristics of REE in the Late Neo-Proterozoic limestone from northern Anhui Province, China, Chin Jour. Geochem., 33: 187-193.

Şengör AMC, Yılmaz Y 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. Tectonophysics, 75: 181–241.

Turan A 1990. Toros'larda Hadim (Konya) ve güneybatısının jeolojisi, stratigrafisi ve tektonik gelişimi; Ph.D. thesis, Selcuk University, Konya, Turkey, 229 pp.

Veizer J 1983. Chemical diagenesis of carbonates: theory and application of trace element technique. In: MA Arthur, TF Anderson, IR Kaplan, J Veizer, LS Land (eds), Stable isotopes in sedimentary geology, Soc. Econ. Paleont. Miner. Short Course, 10: 3–100.

Wang ZW, Sieh K, Tun ST, Lai KY, Myint T 2014. Active tectonics and earthquake potential of the Myanmar region, Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 119(4): 3766-3822.

ORAL PRESENTATION

Kilis 7 Aralık Üniversitesinde kurulacak fotovoltaik GES santralinin teknik ve ekonomik analizi

M.Sinan ÇINAROĞLU[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5176-7103*),
Mustafa NALBANTOĞLU[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8115-9758*)

[*1]Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Kilis, Türkiye
[2] Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Kilis, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: sinanmcinaroglu@gmail.com

Özet
Alternatif enerji kaynakları; çevre dostu, temiz ve sürdürülebilir olması sebebiyle son zamanlarda fazlaca dikkat çekmektedir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler, enerji politikaları doğrultusunda yatırımlarını oluştururken yenilenebilir enerji kaynaklarına geniş bir yer ayırmaktadır. Yatırımlar yapılırken göz önünde bulundurulması gereken en önemli parametre ise ülkelerin kendi doğal kaynak potansiyelleridir. Ülkemizin coğrafyası açısından yüksek potansiyele sahip güneş enerjisinden mümkün olduğunca fazla yararlanılması; enerjide ki yerlileşmenin kolaylaşmasını bununla birlikte gelecek nesillere daha temiz bir doğa bırakabilmemizi mümkün kılacaktır. Kilis İli, meteorolojik verileri ve arazi yapısı göz önünde bulundurulduğunda Türkiye' de fotovoltaik GES sistemlerinin kurulabileceği uygun lokasyonlar arasında yer almaktadır. Bu çalışmada; Kilis 7 Aralık Üniversitesinin enerji ihtiyacının bir bölümü; güneş enerjisi sistemleriyle karşılanmasının istenmesi durumunda, tasarlanacak sistemden üretilebilecek enerji miktarı, simülasyon ortamında analiz edilmiştir. Santralin kurulmasının planlandığı alana ait coğrafi konum, PVsyst simülasyon programında işaretlenmiştir. Yerleşkenin bulunduğu bölgenin meteorolojik verileri, simülasyon aracının veri tabanından üretilmiştir. Tasarlanan fotovoltaik sistemin performans analizi yapılmıştır. Daha sonra sisteme ait kurulum maliyeti PVsyst simülasyon programı vasıtasıyla hesaplanmıştır. Böylece sisteme ait geri ödeme süresi belirlenmiştir. Çalışmanın; bu alanda yatırım yapmayı planlayan kişi veya kurumlara yol gösterici olması amaçlanmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Kilis, PVsyst, GES, Fotovoltaik.

Technical and economic analysis of photovoltaic SPP plant in Kilis 7 Aralik University

Abstract
Alternative energy sources, which are clean and sustainable, have been attracting attention recently. Developed and developing countries give importance to renewable energy resources investments in their energy policies. While making these investments, to be considered the most important parameter is the natural resources potential of the countries. We should use high potential solar energy in our country, be indigenous in energy and leave clean nature for future generations. Kilis City is one of the suitable locations where photovoltaic SPP systems can be established in Turkey because of its meteorological data and land structure. In this study; if part of energy of Kilis 7 Aralik University is supplied by photovoltaic systems, amount of energy produced by designed system was calculated in the simulation program. The geographical location of the area where the power plants is planned to be established was defined to PVsyst simulation program. Meteorological data of the campus were created from database of the simulation tool. Performance analysis was made at the designed photovoltaic system. Then, installation cost of the system was calculated using PVsyst simulation program. Payback period for the system has been determined. This study; it is aimed to be guide for people and institutions planning to invest in this field.
Keywords: Kilis, PVsyst, SPP, Photovoltaic.

GİRİŞ

Yaşadığımız yer kürede, enerji ihtiyacının büyük bir kısmı fosil kaynaklardan karşılanmaktadır. Bununla birlikte fosil kaynakların doğamıza vermiş olduğu zararlar hep göz ardı edilmektedir. Ayrıca sanayi devrimi sonrasında; artan enerji ihtiyacını karşılamak için fosil kaynaklar, hızlı bir şekilde tüketilmektedir. Dünya Enerji Forum' unun çalışmalarını neticesinde; geleneksel enerji kaynaklarından olan petrol, kömür ve doğalgaz

rezervlerinin gelecek yüzyıl içerisinde tükenmesi beklenmektedir (Kumar ve ark., 2010). Geleneksel enerji kaynaklarına olan ulaşımın zorluğu ayrıca doğaya karşı zararlı olmaları gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeleri, yeni enerji kaynaklarına yönlendirmektedir (Bayrakçı ve Gezer, 2019).

Ülkemizde ki fosil yakıt kullanımının azaltılmasında, yenilenebilir enerji kaynaklarının rolü büyüktür. Alternatif enerji kaynakları olarak ta bilinen yenilenebilir enerji kaynakları; güneş, rüzgâr, biokütle, hidrojen, hidrolik, jeotermal, dalga enerjisi olmak üzere doğada bol miktarda da bulunan ve en önemlisi sürdürülebilir olan kaynaklardır (İzgi ve Özcan, 2020).

Yapılan araştırmalar ile bilinen bütün kaynaklardan üretilebilecek enerji, güneşin sadece üç günde yaymış olduğu enerji miktarına eşittir (Demiryürek ve ark., 2020). Ayrıca güneş enerjisini diğer enerji kaynaklarından daha avantajlı kılan en önemli özelliklerinden biri ise çevreye karşı daha az zararlı olmalarıdır. Son zamanlarda güneş enerjisinden elektrik üretimi yaygınlaşmaktadır. Fotovoltaik sistemler; güneş ışınlarını elektrik enerjisine çeviren elemanlardır (Çelebi, 2013).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının tarafından erişime sunulan; Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) verilerine göre Türkiye' nin toplam yıllık güneşlenme süresi 2738 saattir. Bununla birlikte gelen güneş enerjisi 1524 kWh/m²/yıl değerlerindedir (GEPA, 2021).

Ülkemizde ki enerji gereksinimi yılda ortalama %5 oranında artmaktadır (Yılmaz, 2012). Artan enerji ihtiyacının büyük bir kısmını, fotovoltaik sistemler vasıtasıyla gidermek mümkündür. Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ)' nin verilerine göre 2020 yılı sonu itibariyle ülkemizde; güneş enerjisinden üretilen enerji miktarı 9249,8 GWh, kurulu güç ise 5995,2 MWh değerindedir (TEİAŞ, 2021). Türkiye' de fotovoltaik GES sistemlerinden üretilen enerjinin payı henüz istenilen seviyede değildir. Bu durumun başlıca sebepleri ise ilk kurulum maliyetlerinin yüksek olması ayrıca geri ödeme süresinin çok uzun olduğu düşüncesidir (Özyiğit ve Sarı, 2020). Fotovoltaik GES sistemlerine yapılacak yatırımların gerçekçi ve anlaşılabilir olması açısından öncesinde fizibilite çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Teknolojik gelişmelere bağlı olarak bu çalışmaları gerçekleştirmek üzere bazı bilgisayar programları kullanılmaktadır (Çınaroğlu ve Nalbantoğlu, 2021).

Bu çalışmada; Kilis 7 Aralık Üniversitesinin elektrik ihtiyacının fotovoltaik GES sistemleri ile karşılanması durumu ele alınmıştır. Sistem; mülkiyeti Kilis 7 Aralık Üniversitesine ait ve yerleşke dışında bir arazide kurulacak şekilde tasarlanmıştır. Üniversitenin enerji ihtiyacını karşılamak üzere 1000 kW kurulu güç değerine sahip bir fotovoltaik GES sisteminin analizi yapılmıştır. Santralin kurulmasının planlandığı alana ait coğrafi konum, PVsyst simülasyon programında işaretlenmiştir. Yerleşkenin bulunduğu bölgeye ait meteorolojik veriler, simülasyon aracının veri tabanından üretilmiştir. Tasarlanan fotovoltaik sistemin performans analizi yapılmıştır. Ayrıca; kurulması planlanan santrale ait ekonomik analiz, piyasa araştırılması yapıldıktan sonra PVsyst simülasyon programı aracılığıyla hesaplanmıştır. Böylece sistemin kurulum maliyeti belirlendikten sonra santralin geri ödeme süresi hesaplanmıştır.

MATERYAL VE METOD

PVsyst 7.1. Simülasyon Programı

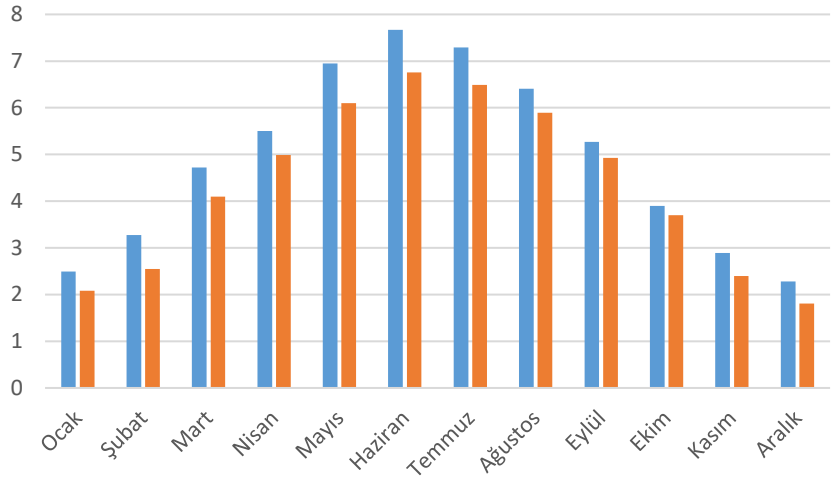
Bu çalışmada; analiz için PVsyst 7.1 paket programı seçilmiştir. PVsyst simülasyon programı; fotovoltaik sistem verilerinin analizi, modellenmesi, boyutlandırılması ve kurulum maliyetinin hesaplanması amacıyla kullanılan ücretli bir simülasyon programıdır. Bu program aracılığıyla şebekeden bağımsız veya şebekeye bağlantılı santraller için panel, inverter, kurulacak bölgenin ışınım ve meteorolojik verilerini kullanarak sisteme ait simülasyon sonucu alınabilmektedir. Bu sayede yatırımcıyı, sistemden elde edebilecek faydalar ve oluşabilecek kayıplar hakkında bilgilendirmektedir (Kırbaş ve Çiftçi, 2019).

PVsyst programı aracılığıyla güneş enerjili sulama sistemleri, on-grid ve off-grid fotovoltaik GES sistemlerinin tasarımları yapılabilmektedir. Ayrıca; program veri tabanında birçok üreticiye ait panel ve inverter seçenekleri mevcuttur. PVsyst 7.1 programı içinde veri tabanı bulunan Meteonorm 7.3. üzerinden fotovoltaik GES sisteminin kurulacağı lokasyona ait meteorolojik veriler üretilebilmektedir (Akcan ve ark. 2020).

Kilis İli Güneş Radyasyon Değerleri

Şehir; yıllık ortalama 2975 saat güneşlenme süresine sahiptir. Kilis, ülkemizde bu avantajı ile yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahip bölgeler arasında yer almaktadır (Kilis Valiliği, 2021).

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından erişime sunulan, Aylık Ortalama Güneş Radyasyonu Değerleri (MGM, 2021) ve Enerji İşleri Genel Müdürlüğünün Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA, 2021) verileri üzerinden Kilis İline ait küresel radyasyon değerlerini gösterir grafik Şekil 1.' de sunulmuştur.



Şekil 1.Kilis İline ait aylık ortalama güneş radyasyonu verileri

Kilis 7 Aralık Üniversitesi

Sistem; mülkiyeti Kilis 7 Aralık Üniversitesine ait olan ve yerleşke dışında ki bir arazide kurulacak şekilde tasarlanmıştır. Sistemin tasarlanacağı bölgeye ait harita Şekil 2.' te verilmiştir.



Şekil 2. Santralin kurulmasının planlandığı bölge

Bahse konu bölge; Kilis İli Merkez İlçesi Deveciler Mahallesi 560 Ada, 23 ve 24. parsellerde yer almaktadır. Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM)' nün erişime sunduğu parsel sorgulama uygulaması ile bölgenin; 36,7408 °N ve 37,1067 °E koordinatlarında yer aldığı tespit edilmiştir. Arazinin toplam büyüklüğü 24.000 m² dir. Ayrıca bölge üniversite yerleşkesine 1100 m uzaklıktadır (TKGM, 2021).

Tablo 1.' de Kilis 7 Aralık Üniversitesinin 2020 yılına ait enerji tüketim değerleri verilmiştir.

Tablo 1. Kilis 7 Aralık Üniversitesi aylık enerji tüketim değerleri (MWh)

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
Tüketim Verileri	347.63	359.00	313.00	235.46	172,44	160,27	184,79	223,74	199,18	239,13	189,26	390,06	3013.96

BULGULAR ve TARTIŞMA

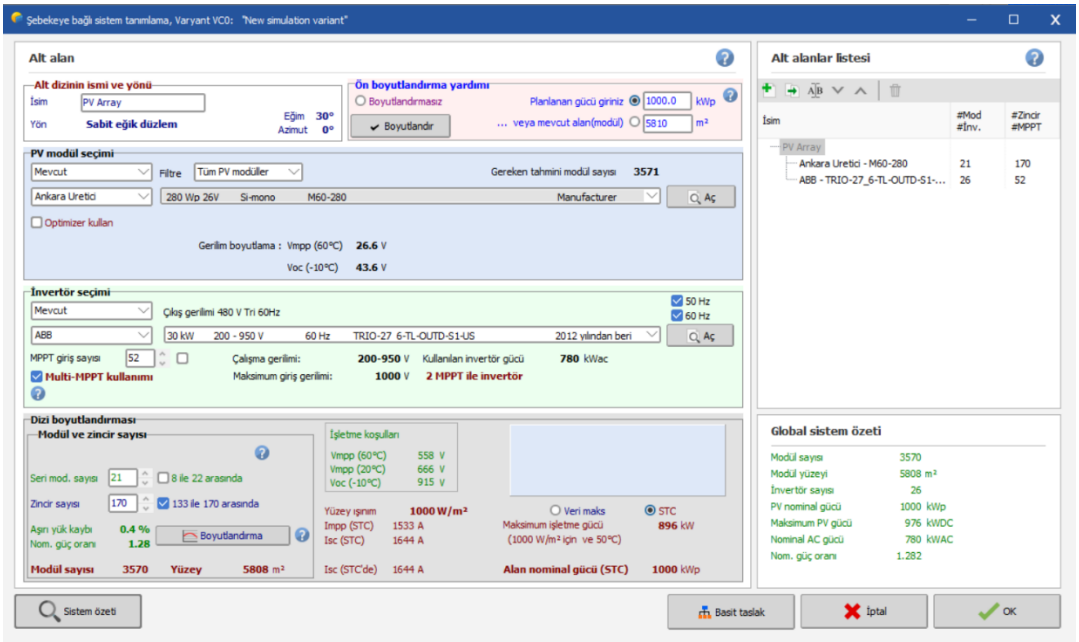
Teknik Analiz

Çalışmada ilk olarak PVsyst 7.1 simülasyon programına sistemin kurulmasının planlandığı bölgeye ait koordinat bilgileri tanımlanmıştır. Böylece bölgeye ait meteorolojik veriler PVsyst 7.1 simülasyon programın da yer alan Meteonorm 7.3 ile sentetik olarak üretilmiştir. Sentetik olarak üretilen veriler Tablo 2.' de sunulmuştur.

Tablo 2. Santral için üretilen sentetik veriler (kWh/m²/yıl)

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
PVsyst Verileri	2,4	2,98	4,58	5,91	6,79	8,14	8,06	7,22	6,07	4,35	3,05	2,38

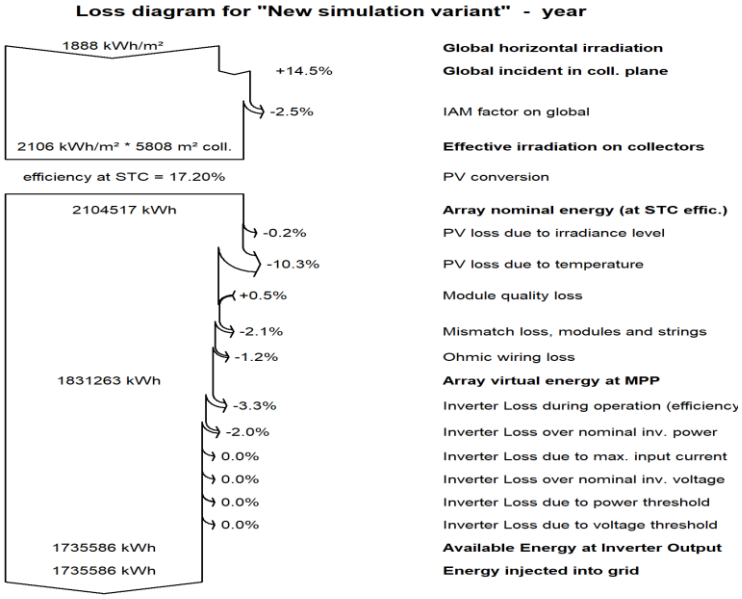
Simülasyon programında; üniversitenin enerji ihtiyacının karşılanması üzere kurulması planlanan santralde, 280 W gücünde mono-si fotovoltaik panelden 3570 adet ve Generic firmasına ait Trio-27-6-Outd-S1-US 30 kW' lık inverterden 26 adet seçilmiştir. Panel ve inverter bilgilerinin simülasyon programında seçildiği bölüm Şekil 3.' te verilmiştir.



Şekil 3. PVsyst programında panel ve inverter seçimi

PVsyst simülasyon programında, santralin kurulacağı bölgede paneller üzerinde gölgelemeye neden olabilecek bina, ağaç vb. elemanlar için gölgeleme analizi yapmak mümkündür. Ancak; analizi yapılacak santralin etrafında gölgeleme sağlayacak herhangi bir unsur bulunmamaktadır.

PVsyst 7.1. simülasyon programında yapılan tasarım sonucunda, aylık ve yıllık olarak sisteme ait enerji üretim verileri ve kayıp diyagramını gösterir detaylı rapor alınmıştır. Kayıp diyagramı Şekil 4.' te sunulmuştur.



Şekil 4. Sisteme ait kayıp diyagramı

Kayıp diyagramına göre santralin bulunduğu konuma gelen yıllık ışınım miktarı; 1888 kWh/m² dir. Fotovoltaik paneller düz bir zemine yerleştirilmiştir. Ayrıca etrafında gölgelemeye sebebiyet verebilecek herhangi bir unsur bulunmamaktadır. Dolayısıyla; panellere yansıyan ışınım değerlerinde bir kayıp söz konusu değildir. Panel eğim ve azimut açılarının doğru seçilmesiyle santrale gelen ışınım miktarından en verimli şekilde yararlanılmıştır. Panel yüzeyine gelen etkin ışınım 2106 kWh/m² değerindedir.

PVsyst simülasyon programının veri tabanında bulunan panellerin ayrıca boyut bilgileri de mevcuttur. Çalışmada 3570 adet panel tanımlanmıştır. Toplam panel alanı 5808 m² ve yüzeylerine gelen ışınım miktarı ile birlikte 12232 MWh enerji üretilebilmektedir. Sistemde kullanılan fotovoltaik panellerin verimi %17,2 dir. Dolayısıyla; panel dizisinin üretebileceği enerji miktarı 2145 MWh' dir.

Fotovoltaik panellerin özelliklerine bağlı bir takım kayıplar mevcuttur. Güneş enerjisi panellerinde, standart test koşulları altında ki çalışmalar referans alındığından düşük seviyedeki ışımalardan ve yüksek sıcaklıklardan kaynaklı kayıplar meydana gelmektedir. Tasarlanan sistemde ki düşük seviye ışıma kayıpları %0,2 sıcaklıktan doğan kayıplar ise %10,3 dür. Diziyi oluşturan her bir panelin dizi içindeki uyumsuzluklarından dolayı %2,1 kayıp oluştuğu diyagramda görülmektedir. Tüm bu kayıplar hesaba katılınca; MPP çıkışında ki dizi enerjisinin 1831 MWh olduğu görülmektedir.

İnverter kaynaklı kayıplar da dikkate alındığında simülasyonu yapılan sistemin yılda yaklaşık olarak 1735,6 MWh enerji üretebileceğini söylemek mümkündür.

Tablo 3.' te tasarlanan santrale ait aylık küresel ışınım, panel yüzeyinde ki etkin ışınım, fotovoltaik dizi ve üretilen enerji miktarları ile ortalama sıcaklık değerleri görülmektedir.

Tablo 3. incelendiğinde; panel yüzeyine düşen ışınım ve üretilen enerji miktarının en çok temmuz, en az ise şubat ayında olduğu görülmektedir. Bununla birlikte; ortalama sıcaklık değerinin en yüksek olduğu ay ağustos, en düşük ise ocak ayında olduğu görülmektedir

Tablo 3. PVsyst raporunda yer alan santrale ait parametreler

	Küresel Işınım (kWh/m²)	Etkin Işınım (kWh/m²)	E_{dizi} (MWh)	$E_{şebeke}$ (MWh)	Sıcaklık (°C)
Ocak	74,3	119,0	108,1	104,6	3,6
Şubat	83,5	110,0	99,4	96,1	5,45
Mart	142,1	173,1	150,1	145,2	9,86
Nisan	177,2	191,6	161,2	155,8	14,21
Mayıs	210,5	204,0	167,9	162,2	19,8
Haziran	244,1	225,6	178,7	172,5	25,98
Temmuz	249,8	235,9	182,2	175,9	30,76
Ağustos	223,9	232,5	179,8	173,6	31,34
Eylül	182,2	215,4	169,9	164,1	24,64
Ekim	134,7	184,3	154,9	149,9	17,93
Kasım	91,6	143,4	126,8	122,8	10,07
Aralık	73,7	126,4	116,5	112,9	5,32
Yıllık	1887,6	2161,2	1795,4	1735,6	16,56

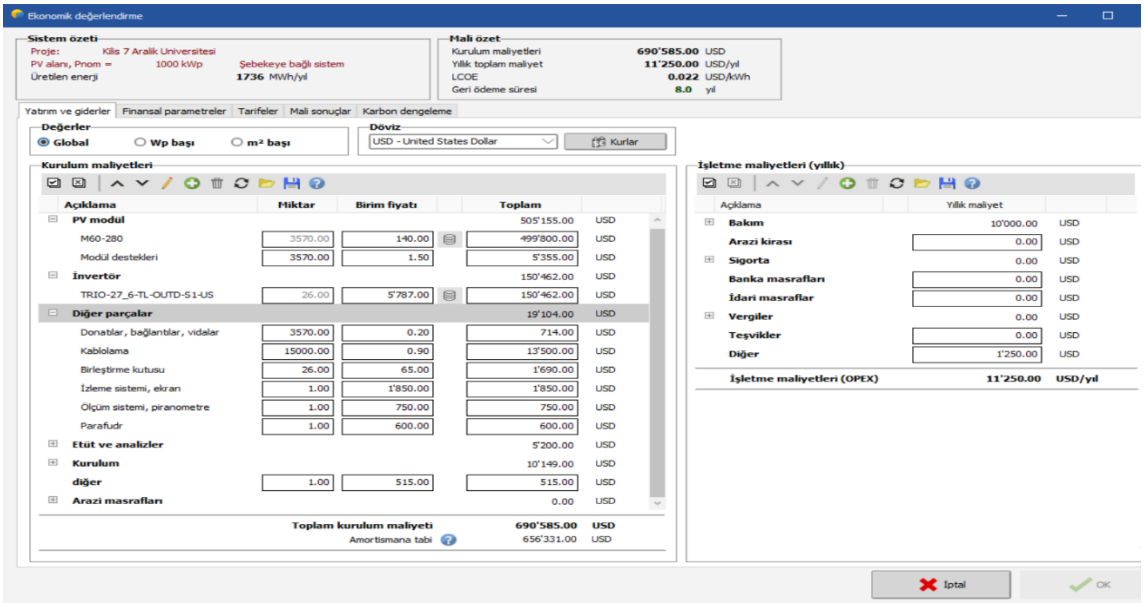
Ekonomik Analiz

Ekonomik analiz, gerekli piyasa araştırılması yapıldıktan sonra PVsyst 7.1 simülasyon programında gerçekleştirilmiştir.

Santral; üniversitenin mülkiyetinde olan bir bölge üzerinde kurulacak şekilde tasarlandığından arazi giderleri ekonomik analizde tanımlanmamıştır. Ayrıca kurulum için gerekli olan sermaye, kurumun öz sermayesinden karşılanacağı kabul edilmiştir. Dolayısıyla kredi, sigorta vb. giderler hesaplamaya dahil edilmemiştir.

Santralin enerji nakil hattı uzaklığı ihmal edilmiştir. Santralden üretilebilecek elektrik doğrudan üniversitenin enerji ihtiyacının bir kısmını karşılayacaktır. Böylece; sistemden elde edilebilecek kWh başına gelir durumu, üniversitenin kWh başına ödediği tutar olarak belirlenmiştir.

Santral kurulumu için gerekli olan donanımlara ait birim fiyat ve diğer harcamaların simülasyon programına tanımlanması Şekil 5.' te verilmiştir.



Şekil 5. PVsyst simülasyon programına maliyet değerlerinin tanımlanması

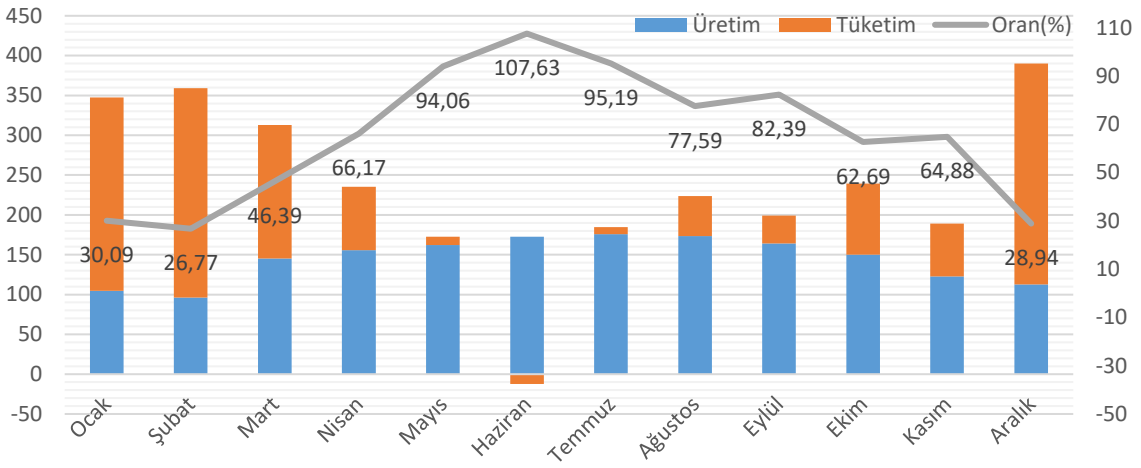
Arazi, ekstra hafriyat gerektirmeyecek şekildedir. Paneller konstrüksiyon üzerine kolay bir şekilde yerleştirilebilecektir. Dolayısıyla; bu durum için gerekli olan maliyet, analizde tanımlanmamıştır.

Yapılan tanımlamalarda; sistemin ekonomik ömrü, 25 yıl olarak belirlenmiştir. Santral giderleri olarak yıllık bakım ve onarım maliyetleri, piyasa araştırması sonucu varılan sonuç neticesinde, 10.000 $ olarak tanımlanmıştır.

Sistemde kullanılabilecek donanımlara ait birim fiyatlar ve diğer ödemeler tanımlandıktan sonra simülasyon programı tarafından sistemin geri ödeme süresinin, 8 yıl olduğu belirlenmiştir.

PVsyst 7.1 simülasyon programı detaylı sonuç raporuna göre; Kilis 7 Aralık Üniversitesi arazisine kurulacak 1 MW kurulu güç değerine sahip güneş enerjisi santralinin kurulum maliyeti toplam 690.585 $ olarak hesaplanmıştır.

PVsyst simülasyon programı tahmini üretim değerleri ile Kilis 7 Aralık Üniversitesinin 2020 yılına ait güç tüketim verileri Şekil 6.' da ki grafik üzerinde karşılaştırılmıştır.



Şekil 6. Aylık tüketim ve üretim verilerinin karşılaştırılması

Şekil 6. İncelendiğinde; Kilis 7 Aralık Üniversitesinin mülkiyetindeki araziye kurulacak 1 MW kurulu güç değerindeki santralin üreteceği enerji, üniversitenin yıllık enerji ihtiyacının %57,59' unu karşıladığı görülmektedir. Üniversitede eğitime ara verildiği yaz döneminde, tasarlanan sistemin tüketimi karşıladığı görülmektedir. Hatta; haziran ayında santral üretim değeri tüketimi geçmektedir. Eğitimin devam ettiği bahar ve güz dönemlerinde ise enerji tüketiminin artmasına bağlı olarak tasarlanan sistemin, üniversitenin enerji ihtiyacını karşılayamadığı görülmektedir. Özellikle hava sıcaklıklarının düştüğü ocak, şubat ve aralık aylarında tüketimin arttığı ve tasarlanan santralin enerji ihtiyacının yaklaşık %30' luk kısmını karşıladığı görülmektedir.

SONUÇ

Kilis 7 Aralık Üniversitesinde bir fotovoltaik GES sisteminin kurulmasının istenilmesi durumunda elde edilebilecek enerji miktarı PVsyst simülasyon programında hesaplanmış ve analiz edilmiştir. Tasarlanan sistemin yıllık üretebileceği enerji miktarı 1735,6 MWh değerindedir. Üniversitenin 2020 yılı toplam enerji tüketim değeri 3013,96 MWh' dir. Kurulabilecek santral ile üniversitenin ihtiyacı olan enerjiyi karşılama oranı %57,59' dur.

Tasarlanan sistemin ekonomik analizi PVsyst simülasyon programı ile gerçekleştirilmiştir. Santral için gerekli olan sermaye yaklaşık olarak 690.585 $ değerindedir. Santralden elde edilebilecek kWh başına gelir simülasyon programında, Kilis 7 Aralık Üniversitesinin enerji sağlayıcı firmaya kWh başına ödediği bedel olarak tanımlanmıştır.

Tasarlanan sistemin; Üniversitenin mülkiyetindeki bir arsaya kendi öz sermayesi ile kurulması ve santral kurulum maliyetinin geri ödeme süresinin 8 yıl olması durumları göz önünde bulundurulduğunda Kilis 7 Aralık Üniversitesinin enerjisinin bir kısmını bile fotovoltaik sistemlerle karşılamasının yerinde bir tercih olacağı değerlendirilmektedir.

Çalışmada; Kilis 7 Aralık Üniversitesi için tasarlanan sistemin kurulu gücü 1 MWh ile sınırlı tutulmuştur. Bu çalışmanın hayata geçirilmesi ve santral kurulu güç değerinin arttırılması ile üniversitenin enerji ihtiyacının tamamı temiz ve sürdürülebilir kaynaklar ile karşılanabilmesi mümkündür.

KAYNAKLAR

Akcan E, Kuncan M, Minaz M.R, 2020. PVsyst yazılı ile 30 kW şebekeye bağlı fotovoltaik sistemin modellenmesi ve simülasyonu. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 18:248-261.

Bayrakçı H, Gezer T, 2019. Bir güneş enerji santralinin maliyet analizi: Aydın İli örneği. Teknik Bilimler Dergisi, 9(2): 46-54.

Çelebi G, 2013. Bina düşey kabuğunda fotovoltaik panellerin kullanım ilkeleri. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Dergisi, 17(3).

Çınaroğlu M.S, Nalbantoğlu M, 2021. Şebekeye bağlı üç adet fotovoltaik enerji santralinin PVsyst programı ile analizi; Kilis örneği. El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi (ECJSE), 8(2): 675-687.

Demiryürek H.K, Arifoğlu U, Boat M, 2020. Lebit enerji güneş santralinin PVsyst programı ile analizi. BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 9(3): 1351-1363.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA) https://gepa.enerji.gov.tr/ MyCalculator/ [16.08.2021]

İzgi E, Özcan Ö, 2020. Şebekeye bağlı fotovoltaik çatı sisteminin karşılaştırmalı performans analizi. KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi, 23(3): 127-140.

Kumar A, Kumar K, Kaushik N. Sharma S, Mishra S, 2010. Renewable energy in India: Current status and future potentials. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14(8): 2434-2442.

Kırbaş İ, Çiftçi A, 2019. Feasibility study of a solar power plant installation: a case study of lake Burdur, Turkey. El Cezeri Journal of Science and Engineering, 6(3), 830-835.

Özyiğit F.y, Sarı, 2020. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi yerleşkesinde güneş enerjisi santralinin ekonomik analizi. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 22(65): 517-526.

Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü https://parselsorgu.tkgm.gov.tr [16.08.2021]

T.C. Kilis Valiliği https://www.kilis.gov.tr/cografi-yapi [16.08.2021]

Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ) https://www.teias.gov.tr/tr-TR/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri [16.08.2021]

Yılmaz M, 2012. Türkiye'nin enerji potansiyeli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi açısından önemi. Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, 4(2), 33-54.

ORAL PRESENTATION

Beton Elastisite Modülünün Destek Vektör Regresyon Yöntemi ile Tahmini

Hakan Dilmaç[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0346-8875*),
Fatih Ahmet Şenel[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1918-7277*)

[*1]Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye
[2]Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: hakandilmac@sdu.edu.tr

Özet
Yapı çeşitliliğinin artmasıyla, uzun ömürlü ve dayanıklı yapı talebine paralel olarak beton ve beton teknolojileri sürekli gelişme kat etmektedir. Betonun güvenli ve uzun ömürlü yapı imalatında etkisini anlamak için betonun yapısal davranışının anlaşılması gerekmektedir. Basınç kuvvetleri altındaki betonun birim kısalma miktarının iyi analiz edilmesi ile gerilme-şekildeğiştirme ilişkisi elde edilir. Gerilme-şekildeğiştirme ilişkisi ile eksenel yüke maruz betonun elastik, elastik ötesi davranışı ve dayanımı ortaya konulabilmektedir. Betonun heterojen yapısı nedeni ile bir dayanım değeri için kesin bir gerilme-şekildeğiştirme ilişkisi mevcut değildir. Aynı zamanda, betonun gerilme-şekildeğiştirme ilişkisinin ilk belirgin göstergesi başlangıç rijitliği olarak bilinen elastisite modülüdür. Dolayısıyla, betonun dayanımına bağlı olarak elastisite modülünün kesin bir değeri de bulunmamaktır. Elastisite modülünün belirlenmesi için, deneysel verilere bağlı olarak, farklı yönetmeliklerde ve bilimsel çalışmalarda betonun dayanımına göre birçok ampirik matematiksel bağıntı ve yapay sinir ağı modelleri oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında, eksenel yüke maruz yüksek dayanımlı betonun elastisite modülü değeri tahmini için deneysel veri setleri kullanılarak Destek Vektör Regresyon (DVR) yöntemi ile bir tahmin modeli geliştirilmiştir. Bu yöntemle elde edilen sonuçlar ve deneysel veriler karşılaştırıldığında DVR yöntemi ile yüksek dayanımlı betonun elastisite modülünün dayanıma bağlı olarak iyi tahmin edilebildiği söylenebilir. Aynı zamanda, DVR yöntemi ile tahmin edilen elastisite modülü sonuçları, farklı yönetmelikler ve çeşitli modellerin ampirik sonuçları ile mukayese edilmiştir. Bu analizler ve mukayeseler neticesinde, DVR yöntemi ile oluşturulan model, yüksek dayanımlı betonların elastisite modülünü tahmin etmek için pratik, hızlı ve iyi bir model olduğu söylenebilir.
Anahtar Kelimeler: Beton, Elastisite modülü, DVR, Gerilme-şekildeğiştirme

Estimation of Elastic Modulus of Concrete by Support Vector Regression Method

Abstract
With the increase in the diversity of structures, concrete and concrete technologies are constantly developing in parallel with the demand for long-lasting and durable structures. In order to understand the effect of concrete in the construction of safe and long-lasting structures, it is necessary to understand the structural behavior of concrete. The stress-strain relationship is obtained by analyzing the unit shrinkage amount of concrete under compressive forces. The elastic, inelastic behavior and strength of concrete subjected to axial load can be revealed with the stress-strain relationship. Due to the heterogeneous nature of concrete, there is no definite stress-strain relationship for a strength value. The first step in the stress-strain relationship of concrete is the elastic modulus. Therefore, there is no definite value of the elastic modulus of depending on the strength of the concrete. In order to determine the elastic modulus, many empirical mathematical relations and artificial neural network models have been formed according to the strength of concrete in codes and studies. In this study, a artificial neural network model was developed with the support vector regression (SVR) technique using experimental data sets for the estimation of the elastic modulus of high strength concrete subjected to axial load. When the results obtained with this method and experimental data are compared, it can be said that the elastic modulus of strength concrete can be well estimated with the SVR technique. The results of the elastic modulus estimated by the SVR technique were compared with the empirical results of different regulations and various models. As a result of these analyzes and comparisons, it can be said that the model created with the SVR technique is a practical, fast and good model for estimating the elastic modulus of high strength concrete.
Keywords: Concrete, Elastic modulus, SVR, Stress-strain

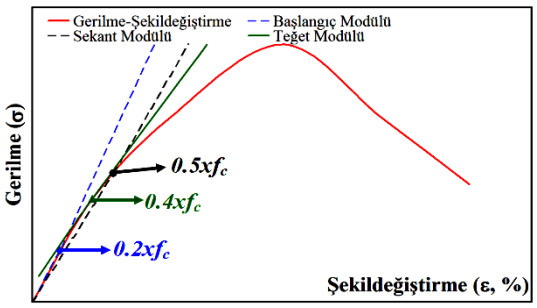
GİRİŞ

Eksenel basınç tesiri altında betonun gerilme-şekildeğiştirme ilişkisi elastik şekildeğiştirme sınırlarının ötesinde doğrusal olmayan davranış sergiler. Elastik şekildeğiştirme sınır değerinin mertebesinin tayini ancak elastisite modülü değeri ile ifade edilebilir. Yapılan birçok deneysel çalışmalar neticesinde (Özturan, 1984; Turan ve İren, 1997; Wee ve ark., 1994; Shannag, 2000; Gesoğlu ve ark., 2002; Duran ve ark., 2017) aynı beton basınç dayanımına karşı farklı elastisite modülü değerleri ortaya çıkabilmektedir. Ancak bu değerler birine yine de yakın olup, çok büyük farklılık söz konusu değildir. Bilimsel olarak kesin bir fikir birliği mevcut olmadığından; çeşitli şartnamelerde deneysel verilere dayandırılan, betonun basınç dayanımına bağlı olan elastisite modülünün belirlenmesi için ampirik bağıntılar verilmektedir (NS3473, 1992; CEB 90, 1993; TS500, 2000; Eurocode2, 2004; ACI318-08, 2008; TBDY, 2018). Deneysel olarak betonun gerilme-şekildeğiştirme ilişkisinin belirlenip elastisite modülünün hesaplanması veyahut bu verilere göre matematiksel bağıntıların elde edilmesi oldukça zaman alıcı ve yorucu olabilmektedir.

Yapı çeşitliliğinin artmasıyla, uzun ömürlü ve dayanıklı yapı talebine paralel olarak beton ve beton teknolojileri sürekli gelişme kat etmektedir. Betonun güvenli ve uzun ömürlü yapı imalatında etkisini anlamak için betonun yapısal davranışının anlaşılması gerekmektedir. Özellikle mühendislik alanlarında kullanımı yaygınlaşan birçok yapay zekâ uygulamaları ve yazılımsal tahmin modelleri mevcuttur (Uzundurukan ve Saplıoğlu, 2019). Bu çalışmada incelenecek olan yüksek dayanımlı betonun karakteristik yapısının analizi için araştırmacılar tarafından yapay sinir ağları modelleri geliştirilmiştir (Demir, 2008; Güler ve ark., 2012; Ferreiro-Cabello, 2018; Mirrashid ve Naderpour, 2021). Çalışma kapsamında, eksenel yüke maruz betonun deneysel verilerine bağlı olarak elde edilen elastisite modülü değerleri kullanılmıştır. Deneysel verilere göre destek vektör yaklaşımının regresyon modeli olan Destek Vektör Regresyonu (DVR) yöntemi ile bir model oluşturulmuştur. Modelin, girdi verileri olarak betonun karakteristik basınç dayanımları kullanılmış olup, elastisite modülü çıktı değerleri olarak dikkate alınmıştır. Burada amaç, uzun ve karmaşık hesaplamalara ihtiyaç duymadan, DVR yöntemi ile oluşturulan pratik bir model ile yüksek dayanımlı betonların elastisite modülü değerini tahmin etmektir. Analizlerde, literatürde yer alan (Wee ve ark., 2002) otuz sekiz adet deney verisi kullanılmıştır. DVR yöntemi ile elde edilen sonuçlarla, bazı şartnamelerde verilen matematiksel bağıntı ve bazı bilimsel çalışmalarda yapılan yapay sinir ağı yöntemi sonuçları karşılaştırılmıştır. Deney verileri ile elde edilen gerçek elastisite modülü değerleri ile DVR sonuçları istatistiksel yaklaşımlarla analiz edilmiştir. Diğer yaklaşım sonuçları ile çalışmada oluşturulan DVR modeli sonuçları da ayrıca karşılaştırılmıştır.

BETONUN ELASTİSİTE MODULÜ

Betonun en önemli karakteristik özelliklerinden biri elastisite modülüdür. En genel tanımı ile betonun elastisite modülü (E_c) , birim alanda eksenel basınç kuvvetleri tesirinde meydana gelen birim kısılmalarla meydana gelen gerilme miktarı olarak ifade edilebilir. Dolayısı ile elastisite modülünün, betonun karakteristik basınç dayanımı ile doğrusal ilişkisi mevcuttur. Beton bileşenlerinin hacimsel veya kütlesel olarak oranları tam ayarlanamadığı için homojen bir karışım elde edilmesi oldukça güçtür. Bundan dolayı, yapısal davranışının sabit bir formu olduğu söylenemez. Bilindiği üzere, betonun eksenel çekme kuvvetleri altında betonun çekme dayanımı oldukça düşük olmasına karşı, basınç kuvvetleri tesirinde oluşan karakteristik basınç dayanımı oldukça yüksektir. Bu yüzden, yapısal analizlerde betonun çekme dayanımı genellikle ihmal edilmektedir. Bununla beraber, eksenel basınç tesirleri altında betonda meydana gelen birim kısılmaların görülebilmesi için gerilme-şekildeğiştirme ilişkisinin iyi tanımlanması gerekmektedir. Ancak, heterojen yapısı nedeni ile betonun basınç dayanımına bağlı olarak kesin ve sabit bir gerilme-şekildeğiştirme ilişkisi mevcut değildir. Eksenel basınç kuvvetlerine maruz betonun gerilme-şekildeğiştirme ilişkisi elastik şekildeğiştirme sınırlarının ötesinde doğrusal olmayan davranış sergiler. Dolayısı ile betonun davranışını idealleştirmek ve elastisite modülünü belirleyebilmek için bazı kabuller yapılmaktadır. Beton dayanımının yaklaşık üçte birine erişmeyen düşük gerilmelerde ve kısa yüklemeler altında betonun davranışı doğrusal elastik kabul edilebilir. Gerilme-şekil değiştirme diyagramındaki bu doğrusal kısım için elastisite modülleri tanımlanmaktadır (Doğangün, 2008). Bunlar, başlangıç, sekant ve teğet modülleridir (Şekil 1).



Şekil 1. Beton gerilme-şekildeğiştirme ve elastisite modülü

Yapılan deneysel çalışmalar neticesinde betonun elastisite modülü değerinin hesaplanması için birçok bağıntı önerilmiştir. Betonun elastisite modülü, çoğu şartnamede karakteristik basınç dayanımın (f_c) 0.5 katına karşılık gelen

sekant modülü cinsinden verilmektedir. Buna bağlı olarak, ayrıca çalışma sonuçları ile karşılaştırılacak olan bazı yönetmeliklere ait beton elastisite modülü bağıntıları aşağıdaki denklemlerde verilmiştir.

$$E_c = 9500(f_c)^{0.3} \qquad (NS\ 3473,\ 1992) \qquad (1)$$

$$E_c = 10000(f_c + 8)^{1/3} \qquad (CEB\ 90,\ 1993) \qquad (2)$$

$$E_c = 3250\sqrt{f_c} + 140000 \qquad (TS500,\ 2000) \qquad (3)$$

$$E_c = 22000(f_c/10)^{0.3} \qquad (Eurocode\ 2,\ 2004) \qquad (4)$$

$$E_c = 4700\sqrt{f_c} \qquad (ACI\ 318-08\ ,\ 2008) \qquad (5)$$

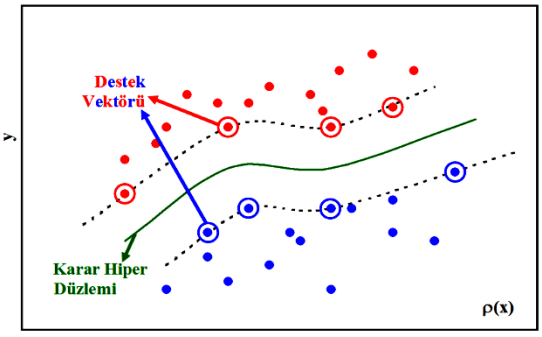
$$E_c = 5000\sqrt{f_c} \qquad (TBDY\ ,\ 2018) \qquad (6)$$

Elastisite modüllerine ait bazı şartnamelerin ampirik bağıntıları verildiği gibi olup, birimi MPa'dır. Bununla beraber, farklı çalışmada yer alan yapay sinir ağları modellerine ait sonuçlar ayrıca kullanılacaktır. Buradaki amaç, DVR tekniği ile elastisite modülün tahmininin gerçek sonuçlarla uyumluluğunu göstermek ve DVR tekniğinin daha hızlı ve pratik olduğunu ifade etmektir.

DESTEK VEKTÖR REGRESYONU

Destek Vektör Makineleri (DVM), Vapnik ve Cortes tarafından geliştirilen ve literatürde çokça kullanılan sınıflandırma/regresyon yöntemidir (Cortes ve Vapnik, 1995). İki ya da daha fazla sınıfı birbirinden ayırmak için karar sınırlarının veya hiper düzlemlerin tanımlandığı bir yöntemdir. DVM hem doğrusal hem de doğrusal olmayan problemlerin çözümünde kullanılabilmektedir. DVM yönteminde amaç, sınıf örneklerinin maksimum mesafede olduğu bir hiper düzlemin belirlenmesidir. Problemin boyutuna göre ihtiyaç olduğu kadar hiper düzlemler tanımlanabilir. DVM yöntemi, sınıflandırma işlemlerindeki başarısından sonra, regresyon problemlerinin çözümünde de kullanılabilmesi için geliştirilmiştir (Vapnik ve ark., 1997). Destek Vektör Regresyonu olarak adlandırılan bu yöntem, bu çalışmada ele alınan tahminleme modelinin oluşturulmasında kullanılmıştır. Şekil 2'de DVR yönteminin temel çalışma prensibi gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü üzere, iki farklı sınıfın ayrıştırılmasında bir hiper düzlem belirlenmiştir. Belirlenen hiper düzlem üzerindeki sınıf elemanları destek vektörü olarak isimlendirilir. Doğrusal olmayan sınıflandırma problemlerinde kernel adı verilen ve doğrusal olmayan sınır belirleyiciler kullanılır.

Bu çalışmada geliştirilen DVR tahminleme yönteminin başarısı Denklem 7 ve 8'de verilen sırasıyla Regresyon Katsayısı (R^2), Ortalama Karesel Hatanın Karekökü (OKHK) ve Ortalama Mutlak Hata (OMH) ölçütleri kullanılmıştır. Başarılı bir modelleme için R^2 değerinin 1 değerine yakın olması, OKHK ve OMH değerlerinin 0 değerine yakın olması beklenmektedir.



Şekil 2. DVR yönteminin doğrusal olmayan gösterimi

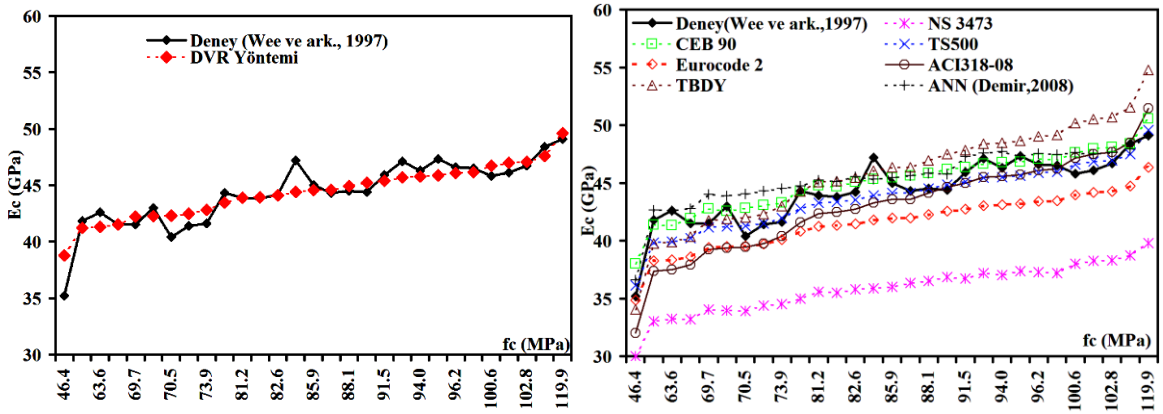
$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - y')^2}{\sum (y_i - y'')^2} \tag{7}$$

$$OKHK = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(y_i - y')^2} \qquad OMH = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}|y_i - y'| \tag{8}$$

Burada, y_i değerleri gerçek verileri, y' değeri model tahmin sonucunu, y'' ise gerçek değerlerin ortalamasını ifade etmektedir. Son olarak, N değeri ise toplam örnek sayısını ifade etmektedir.

ANALİTİK DEĞERLENDİRME

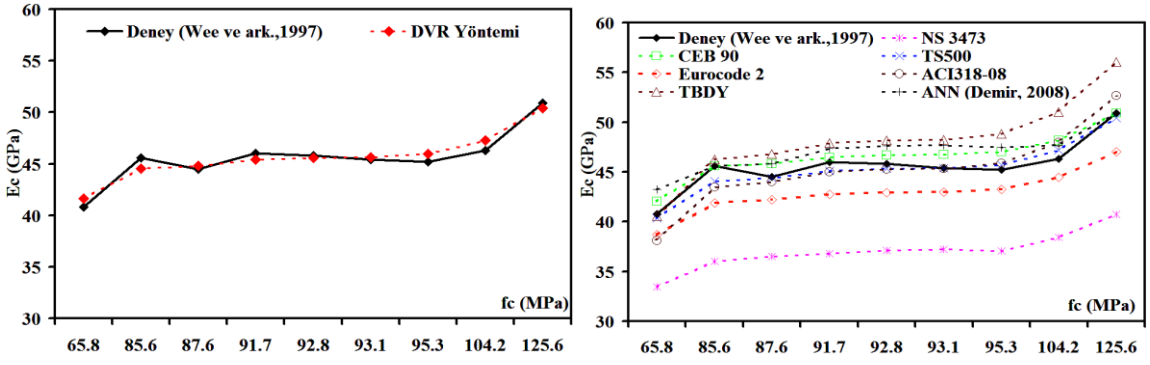
Çalışma kapsamında, Wee ve arkadaşları (1994) tarafından yapılan çalışmada yüksek dayanımlı betonlara ait deney verilerinin bir kısmı kullanılmıştır. Betonun elastisite modülünün tahmini için kullanılan verilen %75'i DVR modelinin oluşturulmasında eğitim verisi olarak rastgele seçilmiştir. Geri kalan %25'lik veri, modelin test edilmesi için kullanılmıştır. Deney verilerinden seçilen eğitim verilerine ait DVR modeli ve diğer ampirik bağıntılar ile yapay sinir ağı modelinin beton dayanımına göre elastisite modülü sonuçları Şekil 3'te verilmiştir.



(a) (b)

Şekil 3. Elastisite modülünün eğitim verileri (a) DVR model ve (b) diğer sonuçlar

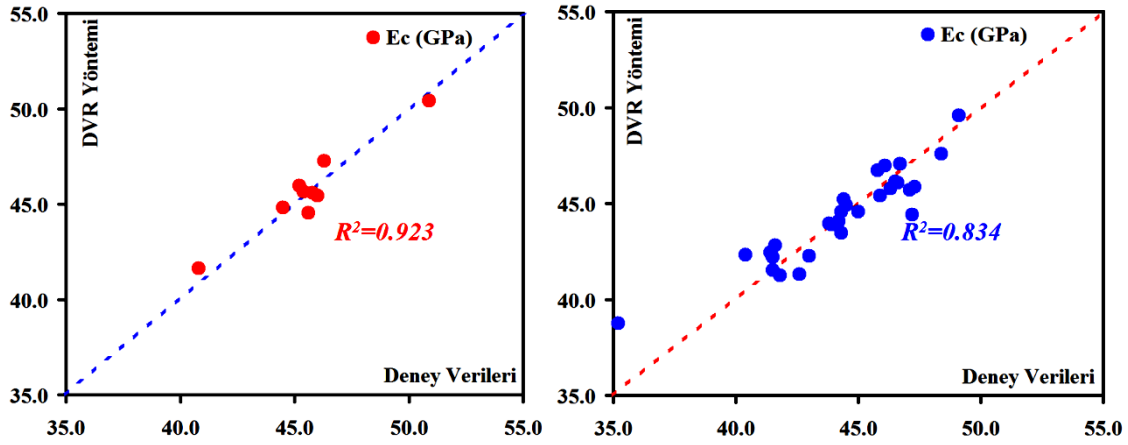
DVR yöntemi ile oluşturulan modelin test edilmesi için rastgele seçilen verilere ait test sonuçları Şekil 4'te görülmektedir.



(a) (b)

Şekil 4. Elastisite modülünün test verileri (a) DVR model ve (b) diğer sonuçlar

Deneysel olarak betonun karakteristik dayanımına bağlı olarak elde edilen elastisite modülleri (Wee ve ark.,1994) ile DVR yöntemi ile tahmin edilen test ve eğitim veri gruplarının karşılaştırması saçılım diyagramlarında sırası ile Şekil 5.a ve Şekil 5.b' de verilmiştir.



(a) (b)

Şekil 5. Beton elastisite modülüne ait (a) test ve (b) eğitim regresyon analizi

Betonun karakteristik basınç dayanımına göre elastisite modülünün tayini için kesin bir bağıntı ya da tahmin yöntemi söz konusu değildir. Bu yüzden deneysel verilere isnat edilen ampirik bağıntılar farklı modellerin ortaya çıkması söz konusudur. Yukarıda verilen şekiller incelendiğinde, farklı şartnamelerde verilen ampirik bağıntı ve yapay sinir ağı modeli sonuçları incelendiğinde hem birbirleri arasında farklılıkların hem deney sonuçları tam uyuşmazsızlıkların mevcut olduğu anlaşılmaktadır. DVR yöntemi ile oluşturulan model sonuçları ve regresyon verileri incelendiğinde ve deney sonuçları ile kıyaslandığında oldukça iyi bir tahmin modeli olduğunu söylemek mümkündür. Oluşturulan modele ait performans ölçütleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. DVR modelinin performans ölçütleri

	Veri Sayısı	R	R^2	OKHK	OMH
Test Verileri	9	0.961	0.923	0.674	0.604
Eğitim Verileri	29	0.913	0.834	1.160	0.864

SONUÇ

Çalışma kapsamında, yüksek karakteristik dayanımlı betonun elastisite modülüne ait deneysel veriler kullanılarak, elastisite modülünün daha pratik, doğru ve hızlı bir şekilde tahmin edilebilmesi için destek vektör regresyon yöntemi ile bir modeli oluşturulmuştur. Modelde, 39 adet deney numunesinin %75'i modelin oluşturulması için eğitim verisi, %25'i modelin denenmesi için test verisi olarak rastgele seçilmiştir. Modelin analiz sonuçları değerlendirildiğinde eğitim verilerinde %92.3'lük, modelin testi için kullanılan deney verilerinin DVR ile tahminde ise %83.4'lük bir uyum sağlanmıştır. Bu oranlara göre, DVR yöntemi ile oluşturulan modelin oldukça iyi bir performans sergilediğini söylemek mümkündür. Aynı zamanda, betonun elastisite modülünün hesaplanması için farklı şartnamelerde önerilen ampirik bağıntılar kendi içlerinde karşılaştırıldığında birbirleri ile uyumsuzluklarının mevcut olduğu söylenebilir. Yapay sinir ağı yöntemi ile DVR yöntemi karşılaştırıldığında yöntemin DVR yöntemi ile model oluşturmanın daha pratik ve hızlı olması yanında deney verilerine daha yakın sonuçlar verdiğini söylemek mümkündür.

KAYNAKLAR

ACI 318M-08 2008. Building code requirements for structural concrete and commentary, American Concrete Institute, USA.

CEB-FIB 1993.Model Code, Bull. D'information CEB, 213/214.

Cortes C, Vapnik V (1995). Support-vector networks, Mach. Learn., 20 (3), 273-297.

Demir F 2008. Prediction of elastic modulus of normal and high strength concrete by artificial neural networks. Construction and building Materials, 22(7): 1428-1435.

Dilmaç H, Demir F 2013. Stress–strain modeling of high-strength concrete by the adaptive network-based fuzzy inference system (ANFIS) approach. Neural Computing and Applications, 23(1), 385-390.

Doğangün A 2008. Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı. Deprem Yönetmeliği 2007'ye Uygun, Birsen Yayınevi, 844s, İstanbul.

Duran B, Tunaboyu O, Avşar Ö 2017. Düşük Dayanımlı Betonun Elastisite Modülünün Belirlenmesi Ve Ryteie İle Yapılan Risk Değerlendirmesine Etkisi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(1): 253-264.

Eurocode2 2004. Design of concrete structures-Part 1: General rules and rules for buildings, European Committee Standardization, Brussels.

Ferreiro-Cabello J, Fraile-Garcia E, de Pison Ascacibar EM, Martinez-de-Pison, FJ 2018. Metamodel-based design optimization of structural one-way slabs based on deep learning neural networks to reduce environmental impact. Engineering Structures, 155, 91-101.

Güler K, Demir F, Pakdamar F 2012. Stress–strain modelling of high strength concrete by fuzzy logic approach. Construction and Building Materials, 37: 680-684.

Mirrashid M, Naderpour H 2021. Recent trends in prediction of concrete elements behavior using soft computing (2010–2020). Archives of Computational Methods in Engineering, 28(4), 3307-3327.

NS 3473 1992. Norwegian Council for Building Standardization. Concrete Structures Design Rules E. Stockholm.

Saplıoğlu K, Uzundurukan S 2019. Bilimsel çalışmalarda kullanılan bazı yapay zeka uygulamalarının ve trendlerinin incelenmesi. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 10(1): 249-262.

TBDY 2018. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, AFAD, Ankara.

TS500 2000. Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Vapnik V, Golowich SE, Smola A (1997). Support vector method for function approximation, regression estimation, and signal processing. Annual Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS), 281–287.

Wee TH, Chin MS, Mansur MA (1994). Stress–strain relationship of highstrength concrete in compression. J Mater Civil Eng, 8(2):70–6.

ORAL PRESENTATION

Deep eutectic liquid-based microwave-assisted extraction for the optimization anthocyanin components in *Prunus Cerasus L.* waste product

Ebru Kurtulbaş[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2241-2562*),
Selin Şahin[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9989-9823*)

[*1]Istanbul University-Cerrahpasa, Engineering Faculty, Chemical Engineering Department, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: ebru.kurtulbas@istanbul.edu.tr

Abstract

The deep eutectic liquid (DEL) formulation generally consists of binary mixtures. One of the components is a hydrogen bond acceptor (HBA) and the other is a hydrogen bond donor (HBD). In deep eutectic liquid formation, hydrogen bonding occurs between compounds. Some of the advantages of deep eutectic liquids are that they are easier to synthesize, more stable, biodegradable and have low toxicity values. Due to these properties, it has started to be preferred frequently in extraction processes.
In this study, microwave-assisted extraction process has been applied for turn to account of polyphenolic content. Deep eutectic liquid has been selected as extraction solution because of it is environmentally friendly and safe for food products. A DEL consisting of lactic acid-glycerol has been designed with different molar ratios of 1:1, 1:2, 1:4 respectively. Independent process parameters were defined according to different preliminary experimentations. Central composite design (CDD) was carried out in order to evaluate the effects of independent variables. These variables were chosen as microwave power level (200-400W), water content (10-50%) and extraction time (60-120s) were selected. Total phenolic content, total anthocyanin content and antioxidant activity of *Prunus Cerasus L.* waste product have been evaluated. The phenolic profile of the extracts were determined by several in vitro studies. These results were analysed statistically by using one-way analysis of variance (ANOVA) test. Furthermore, relationships between phenolic contents, anthocyanin contents and antioxidant activities were determined.

Keywords: Deep eutectic liquids, microwave assited extraction, optimization, anthocyanins, Prunus cerasus.

INTRODUCTION

Anthocyanins are bioactive compounds known as most important plant pigment groups of phenolic components. They have attracted great attention due to their several therapeutic effects such as antidiabetic, anti-obesity (Smeriglio et al., 2016), anti-cancer (Thibado et al., 2018) antimicrobial, and anti-inflammatory (Yoon et al., 2013) effects. In addition to the functions of anthocyanins in plants, they have the opportunity to be used as a colorant, especially in the food sector. Anthocyanidins are very active against free radicals due to the lack of electrons in their structure. The antioxidant activity of anthocyanins varies depending on their structure.
Among the most widely consumed sources of anthocyanins among the fruits are strawberries, raspberries, blackberries, cherries, apples, black currants, blueberries and cranberries from the Rosaceae family (Krga and Milenkovic, 2019). One of the important source has been reported as sour cherry pomace and peels (Blando et al., 2004). Sour cherry production increases every year all around the world.
The largest area of sour cherry harvesting in the world is Europe (66%), accounting for 62% of the total world production. The crops are mostly used in the food industry for the production of fresh juice, nectar and jam, resulting in a large amount of waste. Therefore sour cherry peels are selected as resource material.
On the other hand microwave assisted extraction (MAE) has been remarkable separation method recently. In this study deep eutectic solvent based MAE has been used to extract anthocyanins from sour cherry peels. There are many studies on the use of microwave energy for the extraction of phenolic compounds from foods. The main reasons of this situation, MAE allows rapid heating of aqueous solutions, has advantages over conventional extraction techniques such as higher efficiency, shorter extraction time, lower solvent consumption, higher selectivity towards target molecules, and higher automation level. However, studies on the use of deep eutectic solvents on microwave assisted extraction have only recently begun to be applied.

The deep eutectic solvent formulation generally consists of binary mixtures. One of the components is a hydrogen bond acceptor (HBA) and the other is a hydrogen bond donor (HBD). In deep eutectic solvent formation, hydrogen bonding occurs between compounds, not covalent bonds. The ratio between the hydrogen bond acceptor and hydrogen bond donor forming the eutectic depends on the mutual hydrogen bonding abilities of the components. Although the physical properties of deep eutectic solvents are similar to ionic liquids, their chemical properties are different. Some of the advantages of deep eutectic solvents are that they are easier to synthesize, more stable, biodegradable and have low toxicity values. Due to these properties, it has been frequently preferred in extraction processes.

In this study, it was aimed to investigate the effect of microwave power, water content and extraction time in MAE on the extraction efficiency. The experimental design of MAE, the effects of the process parameters on the system, the modeling of the experimental data and the optimization of the conditions were carried out with response surface methodology (RSM).

MATERIALS AND METHODS

Materials

Sour cherry samples were supplied from …. Ethanol (99.9%) (EtOH), methanol (99.9%) (MeOH), hydrochloric acid (HCl), sodium carbonate (Na_2CO_3) and Folin-Ciocalteu reagent used in the study were obtained from Merck (Darmstadt, Germany). Gallic acid, cyanidin-3-glucoside, potassium chloride, sodium acetate, were obtained from Sigma-Aldrich (St., MO, USA).

Preparation of DES

In the present research, DES was prepared according to following the heating and mixing earlier study (Kurtulbaş et al., 2020). Lactic acid was chosen as HBA and glycerol was HBD. Mixture was stirred in a magnetic stirrer with hot plate at 500 rpm and 80℃ temperature. Three mixture was designed in order to evaluate different molar ratios (1/1, 1/2, 1/4).

Microwave-assisted extraction

The extraction was carried out by means of microwave assisted extraction system (NEOS-GR, Milestone Srl, Italy). 0.5 g of fresh sour cherry peels, were transferred to the boiling flask. Afterwards, 30 mL of DES were added. Process parameters of system were shown in the Table 1.

Table 1. Summary of the microwave assisted extraction parameters with their units, symbols and levels.

Parameter	Unit	Symbol	Level		
			−1	**0**	**1**
Microwave Power	Watt	x_1	200	300	400
Water Content	%, v/v	x_2	10	30	50
Time	s	x_3	60	90	120

Determination of bioactive properties

Total phenolic content (TPC) of the samples were identified by Folin-Ciocalteu method at 765 nm (Malik and Bradford, 2006). The results were explain as mg gallic acid (mg GAE/g-FP) equivalent per gram fresh sour cherry peel. . Total anthocyanin content (TA) was performed according to the pH differential method of Lee et al. with some modifications (Lee et al., 2005). The wavelength was set to 520 and 700 nm (Giusti and Wrolstad, 2005). Findings were given as mg cyanidin-3-glucoside equivalent per gram fresh sour cherry peel (mg cyn-3-glu/g FP) In order to determine antioxidant activity of sour cherry peel extracts 2,2- diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) test was performed at 517 nm (Şahin and Şamli, 2013). Inhibition of DPPH was calculated by given Equation (1):

$$\text{Antioxidant capacity (\%Inhibition)} = [(A_{control} - A_{sample})/A_{control}]x100 \quad (1)$$

Experimental design and statistical test

Central composite design (CCD) was applied to design experimental study. 20 runs were constituted by Design-Expert software (version 12.0.1.0, Stat-Ease Inc., USA) with six replicates at the center point to calculate the pure error sum of squares. Microwave power (A), water content (B) and extraction time (C) were independent variables and the responses were total phenolic content (mg GAE/g FP) and total anthocyanin (mg cyn-3-glu/g-FP).

RESULTS AND DISCUSSIONS

Extraction of bioactive ingredients

The experimental results of sour cherry peel extractions were given at the Table 2. As seen in Table 2, the total phenolic content changed between 16.48 to 5.38 mg gallic acid per gram fresh peel. Moreover, the total anthocyanin content of the sour cherry peel extracts obtained with MAE was between 0.16 to 0.72 mg cyanidin-3-glucoside per gram fresh peel.

Table 2. Antioxidant and anthocyanin properties of extracts prepared according to central composite design process parameters of MAE.

Run	X_1 (Watt)	X_2 (%, v/v)	X_3 (s)	TPC (mg-GAE/g-FP)	TA (mg-cyn-3-glu/ g-FP)
1	200	50	120	6.71±0.001	0.49±0.001
2	300	30	90	8.71±0.002	0.36±0.001
3	200	10	120	9.32±0.003	0.34±0.004
4	300	30	90	8.71±0.001	0.38±0.001
5	400	50	120	7.99±0.002	0.72±0.001
6	300	30	90	8.71±0.001	0.38±0.003
7	300	10	90	8.75±0.000	0.32±0.002
8	300	30	90	7.13±0.004	0.47±0.002
9	400	30	90	11.44±0.001	0.59±0.001
10	400	10	60	11.41±0.002	0.34±0.001
11	300	50	90	7.32±0.002	0.60±0.002
12	300	30	60	7.19±0.001	0.47±0.001
13	200	50	60	6.96±0.001	0.52±0.002
14	300	30	90	8.50±0.003	0.52±0.001
15	400	50	60	7.81±0.004	0.55±0.005
16	300	30	90	6.76±0.001	0.41±0.004
17	200	10	60	5.38±0.001	0.16±0.003
18	200	30	90	6.27±0.002	0.33±0.002
19	300	30	120	10.06±0.005	0.42±0.001
20	400	10	120	16.48±0.001	0.29±0.001

* Data are given as the mean (n=3) ± standard deviation

Regression analyses were constitued at 95% of confidence interval. According to Table 3, the models created for TPC and TA were both found significant ($p < 0.0001$). Microwave power (X_1) was found as the most efficient parameter ($p < 0.0001$) on the extraction process for TPC from sour cherry peels. On the other hand, Water content (X_2) of DES system was found significant ($p < 0.0001$) for TA. All independent variable interactions are observed to be effective ($p < 0.05$) when ANOVA results are examined in terms of TPC.

Table 3. Analysis of variance test results for the TPC and TA extraction depending on FCCD.

TPC	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	*p*-value	
Model	106.68	9	11.85	18.66	< 0.0001	significant
X_1	41.99	1	41.99	66.10	< 0.0001	
X_2	21.20	1	21.20	33.37	0.0002	
X_3	13.92	1	13.92	21.92	0.0009	
X_1X_2	15.32	1	15.32	24.12	0.0006	
X_1X_3	0.3032	1	0.3032	0.4773	0.5054	
X_2X_3	10.32	1	10.32	16.25	0.0024	
X_1^2	1.15	1	1.15	1.81	0.2086	
X_2^2	0.0797	1	0.0797	0.1255	0.7305	
X_3^2	0.4786	1	0.4786	0.7535	0.4057	
Residual	6.35	10	0.6352			
Lack of Fit	2.36	5	0.4727	0.5926	0.7101	non-significant
Pure Error	3.99	5	0.7977			
Core Total	113.04	19				
TA						
Model	0.2287	9	0.0254	15.54	< 0.0001	significant
X_1	0.0265	1	0.0265	16.21	0.0024	
X_2	0.1876	1	0.1876	114.70	< 0.0001	
X_3	0.0001	1	0.0001	0.0479	0.8312	
X_1X_2	0.0036	1	0.0036	2.18	0.1705	
X_1X_3	0.0045	1	0.0045	2.77	0.1272	
X_2X_3	0.0026	1	0.0026	1.59	0.2364	
X_1^2	0.0030	1	0.0030	1.85	0.2031	
X_2^2	0.0007	1	0.0007	0.3986	0.5420	
X_3^2	6.493E-06	1	6.493E-06	0.0040	0.9510	
Residual	0.0164	10	0.0016			
Lack of Fit	0.0082	5	0.0016	0.9972	0.5012	non-significant
Pure Error	0.0082	5	0.0016			
Core Total	0.2451	19				

The optimization study was performed in order to determine optimum extraction conditions for TPC and TA contents. The experimental yields of TPC and TA were 12.15 mg GAE/g-FP and 0.45 mg-cyn-3-glu/ g-FP under the optimum conditions (400W microwave power, %31.7 water content and 120 s extraction time). Low error (4.44) was seen between experimental and calculated data (Table 4).

Table 4. Verification results of the optimum conditions for the MAE of sour cherry peels.

Optimum Extraction Conditions			Parameter	Predicted	Experimental	Error
X_1 (Watt)	X_2 (%, v/v)	X_3 (s)				
400	31.7	120	**TPC**	12.28	12.15±0.002	1.06
			TA	0.45	0.43±0.001	4.44

* Data are given as the mean (n=3) ± standard deviation

Antioxidant activity of the extract

Antioxidant activity measured according to DPPH assay (Simsek et al., 2012). Inhibiton of DPPH radical values were between from 25.63 to 52.66%. All in all, high antioxidant capacities were seen at the samples extracted under high extraction power and water content (Figure 1).

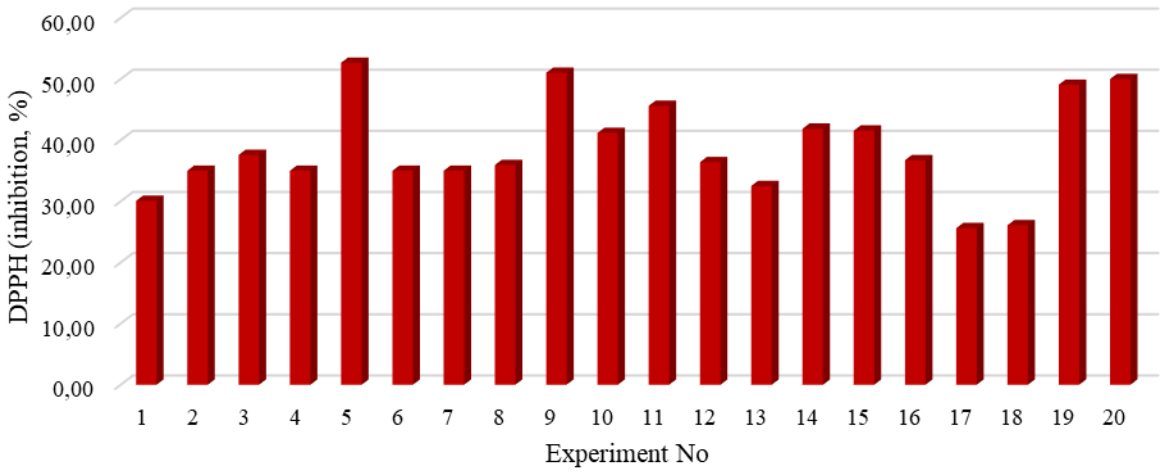


Figure 1. Antioxidant activitiy values of extracts measured by DPPH assay.

CONCLUSION

The results of the present study suggest that 400 W of microwave power, 31.7% water content and 120 s of time should be performed as optimum process conditions in order to obtain the greatest TPC (12.15 mg GAE/g-FP) and (0.45 mg-cyn-3-glu/ g-FP) from sour cherry peels by means of MAE. Morever, it is seen that deep eutectic solvents are effective solvents in obtaining phenolic substances. Above all, addition of water into the solvent system increased the extraction efficiency. On the other hand, the predicted models of CCD has been decided to be convincing based on the statistical indicators such as $p < 0.0001$ and $R^2 > 0.93$.

REFERENCES

Blando, F., Gerardi, C., Nicoletti, I., 2004. Sour cherry (Prunus cerasus L) anthocyanins as ingredients for functional foods. J. Biomed. Biotechnol. 2004, 253–258. https://doi.org/10.1155/S1110724304404136

Krga, I., Milenkovic, D., 2019. Anthocyanins: From Sources and Bioavailability to Cardiovascular-Health Benefits and Molecular Mechanisms of Action. J. Agric. Food Chem. 67, 1771–1783. https://doi.org/10.1021/ACS.JAFC.8B06737

Kurtulbaş, E., Pekel, A.G., Bilgin, M., Makris, D.P., Şahin, S., 2020. Citric acid-based deep eutectic solvent for the anthocyanin recovery from Hibiscus sabdariffa through microwave-assisted extraction. Biomass Convers. Biorefinery 1–10. https://doi.org/10.1007/s13399-020-00606-3

Lee, J., Durst, R.W., Wrolstad, R.E., 2005. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. J. AOAC Int. 88, 1269–1278. https://doi.org/10.1093/jaoac/88.5.1269

Malik, N.S.A., Bradford, J.M., 2006. Changes in oleuropein levels during differentiation and development of floral buds in "Arbequina" olives. Sci. Hortic. (Amsterdam). 110, 274–278. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.07.016

Şahin, S., Şamli, R., 2013. Optimization of olive leaf extract obtained by ultrasound-assisted extraction with response surface methodology. Ultrason. Sonochem. 20, 595–602. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2012.07.029

Simsek, M., Sumnu, G., Sahin, S., 2012. Microwave Assisted Extraction of Phenolic Compounds from Sour Cherry Pomace. Sep. Sci. Technol. 47, 1248–1254. https://doi.org/10.1080/01496395.2011.644616

Smeriglio, A., Barreca, D., Bellocco, E., Trombetta, D., 2016. Chemistry, Pharmacology and Health Benefits of Anthocyanins. Phyther. Res. 30, 1265–1286. https://doi.org/10.1002/PTR.5642

Thibado, S.P., Thornthwaite, J.T., Ballard, T.K., Goodman, B.T., 2018. Anticancer effects of Bilberry anthocyanins compared with NutraNanoSphere encapsulated Bilberry anthocyanins. Mol. Clin. Oncol. 8, 330–335. https://doi.org/10.3892/MCO.2017.1520

Yoon, B. Il, Bae, W.J., Choi, Y.S., Kim, S.J., Ha, U.S., Hong, S.-H., Sohn, D.W., Kim, S.W., 2013. Anti-inflammatory and Antimicrobial Effects of Anthocyanin Extracted from Black Soybean on Chronic Bacterial Prostatitis Rat Model. Chinese J. Integr. Med. 2013 248 24, 621–626. https://doi.org/10.1007/S11655-013-1547-Y

ORAL PRESENTATION

Homogenizer-Aided Extraction of High Added-Value Products From Grapefruit Peel: Application of a Specially Designed Citric Acid Based Deep Eutectic Solvent

İrem Toprakçı[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9870-8514*), Selin Şahin[2] (*ORCID:https://orcid.org/0000-0002-9989-9823*

[*1]Istanbul University Cerrahpasa, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Istanbul, Turkey
[*2]Istanbul University Cerrahpasa, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Istanbul, Turkey

*Corresponding author e-mail: irem.toprakciyuksel@iuc.edu.tr

Abstract
Recently, the development of sustainable separation processes for the recovery of natural antioxidants from food waste biomass has been of great interest. During the production of fruit juice, biological wastes like shell, leaf, and pulp are formed. The most important feature of the mentioned biological wastes is that they contain high amounts of various phenolic substances in their structure**.** Worldwide agricultural citrus production has grown strongly in recent years, reaching over 100 million metric tons per year. After the edible part of the grapefruit is consumed; the bark, pulp and leaf parts, which are considered as biological waste and contain half of the total fruit weight, remain. While grapefruit peels are generally regarded as the waste of the juice industry, this practice does not only waste resources but also causes environmental pollution.
In this study, deep eutectic solvents (DES) were used as green alternatives to conventional organic solvents for extracting high added value bioactive products from grapefruit peel waste. A DES system containing a hydrogen bond donor-HBD (glycerol) and a hydrogen bond acceptor-HBA (citric acid) was used as solvent. The molar ratio of HBA/HBD was selected 1/4 depending on our previous study. Homogenizer-aided extraction (HAEX) method was performed to extract bioactive substances with citric acid-based deep eutectic solvents.
Total phenolic content (TPC) and naringin content (NC) of the obtained bioactive substances were measured spectrophotometrically and chromatographically, respectively. Additionally, antioxidant activity was determined by 2 in vitro tests (DPPH and ABTS methods). Operation conditions (time, speed of the homogenizer, water content in the deep eutectic solvent) of the HAEX for grapefruit peel have been optimized through Central Composite design (CCD) of Response Surface Approach (RSM).

Keywords: Deep eutectic solvent, central composite design,homogenizer-aided extraction, biological waste, green solvents, grapefruit peel

INTRODUCTION

Since the juice yield of citrus fruits is less than half of the total fruit weight, large quantities of by-product wastes such as peels are produced every year. Lately, there has been a number of studies suggesting that some fruit or vegetable by-products may be natural sources of antioxidants (Li et al., 2006). Citrus paradisi (grapefruit), one of the most cultivated citrus fruits in the world, contains many biologically active compounds such as phytochemicals and nutrients that contribute to a healthy diet (Gan et al., 2020). The related substances have various health beneficial effects such as antitumor, antiallergenic (Castro-Vazquez et al., 2016), antioxidative, anti-inflammatory and anticarcinogenic (Wu et al., 2007) properties.

Naringin, one of the most abundant flavonoids among the polyphenols which can be found in grapefruit peels, has many pharmacological and therapeutic effects (El Kantar et al., 2019). Naringin also has many biological activities such as antioxidant, antimutagenic (Ioannou et al., 2018), antiviral, anticancer, free radical scavenging and anti-inflammatory effects (Jung et al., 2003). This individual compound is one of the major ingredients of grapefruit peel (Sudto et al., 2009). Therefore, we have selected quantitative finding of this compound as response in this study.

Extraction is one of the most effective separation methods which used for recovery biologically active, fine compounds from the cheapest and most abundant biowastes with the utmost efficiency and the minimum time consumption (Şahin, 2015). Extraction of biologically active components using homogenizer-aided extraction (HAEX) presents more potential than traditional extraction methods, due to a much decrease in extraction time, low energy consumption as the system is not heated. Green extraction's purpose can be expressed as the using of alternative solvents, renewable natural products and low-energy techniques to obtain high-quality and safe to use extracts and end products. The advantage of the HAEX method is that the high shear rate within a few seconds promotes the breakdown of plant material and as a result release of bioactive compounds into the environment (Pereira et al., 2017). On the other hand, bio-based deep eutectic solvent (DES) has been applied as solvent in the present study. Mixing and heating of quarternary salt and HBD at room temperature form DESs which is recently developed green solvent. Melting point of the DESs will be lower than both of the components (Tang et al., 2015). Based on our previous work, a DES mixture consisting of citric acid and glycerol (1/4, molar ratio) was prepared for the extraction of high value-added bioactive substances from grapefruit peels via HAEX. Response surface method (RSM) is a combination of mathematical and statistical techniques based on fitting a polynomial equation to the experimental data, which needs to describe the relationship between dependent and independent variables in order to make statistical predictions (Kurtulbaş et al., 2020).

In this study, it was aimed to investigate the effects of time, speed of homogenizer and water content in the deep eutectic solvent on the total phenolic content (TPC) and naringin content (NC) in grapefruit peel by using HAEX using a citric acid-based deep eutectic solvent. Statistical optimization of the process parameters affecting the HAEX method was made using the RSM. Experimental studies with 3 parameters and 3 levels were carried out using Central Composite Design (CCD). Additionally, validation studies were also carried out under the determined optimum operating conditions. Furthermore, antioxidant properties of the extracts were also evaluated by 2 different in vitro tests (DPPH and ABTS assays). The comparative findings were also presented.

MATERIALS AND METHODS

Materials

The fresh grapefruit (*Citrus paradisi*) were purchased from the local market. Samples of the grapefruit peels were dried at ambient temperature. The dried peels were ground into particles. The particle size of the dried peels was between 2 and 2.50 mm. The extracts were stored at -4˚C until analysis for the biochemical measurement.

Naringin, Folin–Ciocalteu reagent, sodium carbonate, gallic acid, (+)-catechin, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH•), 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid (trolox), potassium persulfate, 2,2'-azino-bis- (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS), formic acid and acetonitrile were obtained from Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA). Ethanol (>99.5%), methanol (>99.8%) and potassium persulfate were supplied from Merck (Darmstadt, Germany). Ultrapure water (≥18 M Ω cm) and deionized water were provided from a Millipore Milli-Q water purification system.

Preparation of deep eutectic solvent

In this study, citric acid-based DES has been prepared by using the mixing and heating method. Citric acid was used as a hydrogen bond acceptor (HBA), while glycerol was used as a hydrogen bond donor (HBD). The mixture of citric acid and glycerol with a molar ratio of 1/4 was stirred by using a magnetic stirrer at 80°C until a homogeneous, colourless and stable liquid was formed. Additionally, aqueous solutions of DES containing 10%, 30% and 50% water (v/v) were prepared by diluting citric acid-based DES with deionized water.

Homogenizer- aided extraction

0.5 g of grapefruit peel samples were weighed and extracted by using a homogeniser (IKAT25, ULTRA-TURRAX) with 40 mL aqueous solutions of DES under different experimental conditions. Time (A), speed of homogenizer (B) and water content in DES (C) were selected as independent parameters, while TPC and NC were dependent parameters. The design points and levels of the three process parameters used in the HAEX method are given in Table 1.

Table 1. Values of the process parameters and their coded levels with their symbols for optimization of grapefruit peels via HAEX

Process Parameter	Units	Symbol	Coded levels		
			−1	**0**	**1**
Time	Second	A	30	60	90
Speed	rpm	B	5000	7500	10000
Water content	(%, v/v)	C	10	30	50

Determination of total phenolic content

TPC of the grapefruit peel extracts was determined spectrophotometrically according to Folin-Ciocalteau method (Malik and Bradford, 2006). In this method, 20µL of extracted samples was taken and 380µL of distilled water was added to it. Then, 2000µL of Folin-Ciocalteau reagent (10%, v/v) was added in plastic cuvette. After 1600µL of sodium carbonate (7.5%, w/v) solution were added, this mixture was mixed in an ultrasonic water bath. After incubation of the mixture at the room temperature for 30 minutes, their absorbance values were recorded at 765 nm using a UV spectrophotometer (PG Instruments, T60 / Leicestershire and England). Folin Ciocalteu reagent, originally yellow in colour, turns into a blue coloured form due to oxidation of phenolic compounds in basic environment. TPC of the extracts were calculated using the calibration curve obtained using pure gallic acid standard solutions. Results were expressed as milligram gallic acid equivalent per gram of dried matter (mg-GAE/g-DM).

Antioxidant activity by in vitro tests

2 different in vitro tests (DPPH and ABTS assays) were performed to evaluate the antioxidant activity of grapefruit peels. Since the maximum absorbance for the DPPH radical was observed at 517 nm in the DPPH assay, the absorbance values of the samples were measured at this wavelength. For the ABTS assay, the absorbance values of the samples were also measured at 734 nm. (Şahin et al., 2017). Results were expressed as milligram trolox equivalent antioxidant capacity per gram of dried matter (mg-TEAC/g-DM).

Determination of naringin by HPLC

Naringin, which is one of the main phenolic substance of grapefruit peel, was identified and quantified by reverse-phase high-performance liquid chromatography (RP-HPLC). An Agilent Eclipse Plus C18 RRHD 18 column (3.0 mm × 50.0 mm id, 1.8 µm particle size) was utilized for analysis of naringin. Set point of the UV detector wavelenght was 276 nm for this analysis (Ciğeroğlu et al., 2021).

Statistical experimental design

Experimental design of this study was evaluated by using CCD, which is one the methods of RSM. 20 experimental runs with 5 center points which includes following variables; time, speed of the homogenizer, water content in the deep eutectic solvent and following levels; -1, 0 and 1 generated by Design Expert software (version 12.0.1.0, Stat-Ease Inc., USA) for this study.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Experimental plan, variance analysis and model fitting

Table 2 shows the experimental working plan including 5 central points (60 second extraction time, 7500 rpm homogenizer speed, 50% water content in DES) and different experimental conditions. TPC and NC of the extracts taken as response variables.

TPC of the grapefruit peel extracts obtained with HAEX have changed from 3.89 to 14.90 mg-GAE/g-dried matter. Additionaly, NC of grapefruit peel extracts varied from 10.90 to 37.27 mg/g-dried matter. TPC and NC have a firm relationship depending on the positive correlation (r>0.83). As a result, naringin is the major

phenolic compound of the grapefruit peel, which has a significant effect on the polyphenol level of this biowaste (Sudto et al., 2009).

Analysis of test of variance findings for related to TPC and NC depending on CCD are given in Tables 3 and 4, respectively. When the analysis of variance (ANOVA) results were examined in terms of TPC, the p value of the model was calculated as less than 0.0001. It was determined that at least one of the independent variables had a statistically significant effect on TPC ($p<0.05$). The F value of the quadratic model is 30.56, which shows that the model is significant. When observing the effect of the parameters on the response variable, all selected process parameters found to have important effect on TPC ($p <0.05$). The process parameters that were effective on the model were determined as speed of homogenizer, water content in DES and time, respectively ($p <0.05$). (Table 3). F value is 34.52 for the quadratic model related to NC, which indicates that the model is significant. Following process parameters have important effect on the model which are water content in DES, speed of homogenizer and time, respectively ($p <0.05$) (Table 4).

For both quadratic models, the difference between the predicted R^2 value and the adjusted R^2 value is less than 0.02, also they are in acceptable coherence with each other. Furherhmore, for both quadratic models had insignificant lack of fit value data ($p>0.05$). This situation shows that the model is fully compatible with the data.

Table 2. Process parameters and experimental results for the TPC and naringin content

Run	A: Time (sec)	B: Speed (rpm)	C: Water content (%, v/v)	TPC (mg-GAE/g-DM)	NC (mg/g-DM)
1	60	7500	30	10.90 ± 0.001	28.07 ± 0.001
2	30	10000	50	13.07 ± 0.001	31.07 ± 0.002
3	30	10000	10	8.87 ± 0.006	19.82 ± 0.002
4	90	10000	50	14.90 ± 0.004	37.27 ± 0.003
5	60	7500	10	5.77 ± 0.004	17.60 ± 0.005
6	90	5000	10	7.22 ± 0.001	19.21 ± 0.003
7	60	7500	50	10.96 ± 0.002	34.24 ± 0.002
8	60	7500	30	9.80 ± 0.001	25.80 ± 0.001
9	30	5000	50	6.38 ± 0.003	20.80 ± 0.001
10	30	7500	30	7.70 ± 0.000	21.20 ± 0.002
11	60	7500	30	11.15 ± 0.001	27.80 ± 0.004
12	90	7500	30	12.00 ± 0.002	27.40 ± 0.003
13	60	5000	30	10.23 ± 0.004	21.57 ± 0.004
14	60	10000	30	14.10 ± 0.001	32.66 ± 0.005
15	60	7500	30	10.50 ± 0.001	25.80 ± 0.002
16	60	7500	30	11.10 ± 0.001	27.10 ± 0.002
17	60	7500	30	10.20 ± 0.001	26.30 ± 0.001
18	90	10000	10	10.08 ± 0.001	24.40 ± 0.001
19	90	5000	50	9.30 ± 0.004	28.20 ± 0.003
20	30	5000	10	3.89 ± 0.002	10.90 ± 0.002

* Data are given as the mean (n=3) ± standard deviation

Table 3. Variance analysis findings related to TPC depending on CCD

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	136.86	9	15.21	30.56	< 0.0001	significant
A-Time	18.47	1	18.47	37.12	0.0001	
B- Speed	57.60	1	57.60	115.76	< 0.0001	
C-Water content	35.27	1	35.27	70.88	< 0.0001	
AB	1.29	1	1.29	2.59	0.1387	
AC	0.0055	1	0.0055	0.0111	0.9183	
BC	2.48	1	2.48	4.97	0.0498	
A^2	1.51	1	1.51	3.03	0.1125	
B^2	6.82	1	6.82	13.71	0.0041	
C^2	13.61	1	13.61	27.36	0.0004	
Residual	4.98	10	0.4976			
Lack of Fit	3.52	5	0.7047	2.43	0.1764	not significant
Pure Error	1.45	5	0.2904			
Cor Total	141.84	19				
C.V.: 7.12%	*R^2=0.9649*		*Adjusted R^2=0.9333*		*Predicted R^2=0.7794*	

Table 4. Variance analysis findings related to NC depending on CCD

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	704.94	9	78.33	34.52	< 0.0001	significant
A-Time	106.86	1	106.86	47.10	< 0.0001	
B- Speed	198.38	1	198.38	87.43	< 0.0001	
C-Water content	355.81	1	355.81	156.81	< 0.0001	
AB	3.04	1	3.04	1.34	0.2741	
AC	0.0630	1	0.0630	0.0278	0.8710	
BC	3.42	1	3.42	1.51	0.2477	
A^2	16.13	1	16.13	7.11	0.0236	
B^2	0.4251	1	0.4251	0.1874	0.6743	
C^2	1.77	1	1.77	0.7792	0.3981	
Residual	22.69	10	2.27			
Lack of Fit	17.74	5	3.55	3.58	0.0938	not significant
Pure Error	4.95	5	0.9904			
Cor Total	727.63	19				
C.V.: 5.94%	*R^2=0.9688*		*Adjusted R^2=0.9407*		*Predicted R^2=0.7850*	

Table 5 presents the quadratic equations for TPC and NC responses in terms of coded factors which used to determine the relative effects of factors.

Table 5. Second order quadratic model equations derived by CCD for TPC and NC findings in terms of coded factors

Response	Model Equation
TPC=	$10.60 + 1.36A + 2.40B + 1.88C - 0.4012AB + 0.0263AC + 0.5563BC - 0.74A^2 + 1.57B^2 - 2.22C^2$
NC=	$26.78 + 3.27A + 4.45B + 5.97C - 0.6163AB + 0.0887AC + 0.6538BC - 2.42A^2 + 0.3932B^2 - 0.8018C^2$

Optimization and validation of HAEX

As a result of the optimization studies, optimum conditions were determined as 81.596 sec, 9924.760 rpm and 47.480% (v/v) water content in DES in order to attain the highest TPC (15.155 mg-GAE/g-dried matter) and NC (37.344 mg/g-dried matter) yields HAEX of bioactive substances from grapefruit peels. According to verification findings, the difference between the predicted and experimental data was below 2% which indicates that the reliability of the quadratic model equations derived by CCD.

Antioxidant capacity of extracts

Free radical scavenging activity (ABTS and DPPH) findings which were used for determination of antioxidant capacity of grapefruit peel extracts obtained by HAEX were given in Table 6 in terms of mg-TEAC/g-DM. There was a positive correlation between the 2 in vitro tests (ABTS and DPPH), but correlation coefficient was poor (r>0.5). This situation may be attributed to the complex structure of the antioxidant activity mechanism and the different preparation and application conditions of free radical scavenging activity tests (Şahin et al., 2021).

Table 6. Antioxidant activity of the grapefruit peels extracted with HAEX measured by 2 different in vitro tests (DPPH and ABTS assays)

Run	DPPH (mg-TEAC/g-dried matter)	ABTS (mg-TEAC/g-dried matter)
1	3.52 ± 0.003	2.45 ± 0.002
2	3.65 ± 0.002	1.18 ± 0.001
3	4.33 ± 0.003	0.58 ± 0.001
4	4.78 ±0.002	2.79 ± 0.001
5	2.66 ± 0.000	Not detected
6	3.75 ± 0.003	0.42 ± 0.000
7	4.40 ± 0.003	2.53 ± 0.003
8	3.75 ± 0.002	2.42 ± 0.001
9	3.27 ±0.001	0.67 ± 0.004
10	2.80 ±0.002	1.10 ± 0.004
11	4.23 ± 0.001	2.47 ± 0.002
12	4.64 ± 0.002	4.41 ± 0.003
13	3.55 ± 0.001	1.89 ± 0.001
14	5.27 ± 0.001	5.37 ± 0.001
15	3.52 ±0.004	2.45 ± 0.002
16	3.24 ± 0.003	2.42 ± 0.002
17	4.23 ± 0.001	2.47 ± 0.002
18	4.50 ± 0.001	1.75 ± 0.002
19	3.63 ± 0.000	2.12 ± 0.000
20	2.45 ± 0.001	Not detected

CONCLUSIONS

In the present study, the recovery of bioactive compounds from grapefruit peels was achieved through homogenizer-aided extraction, a simple, fast and inexpensive method. Additionally, using citric acid based deep eutectic solvent as a promising green solvent was performed to develop sustainable process. The independent parameters showed significant effects on the total phenolic content and naringin content yields. Central Composite Design was employed to maximize the total phenolic content and naringin content yields resulting in following optimal conditions: time 81.596 sec, speed of homogenizer 9924.760 rpm, water content in deep eutectic solvent 47.480%. There was a strong relationship between total phenolic content and naringin content in grapefruit peel extracts which was obtained with homogenizer aided extraction depending on a positive correlation (r>0.83). This situation has proved that naringin, the main component of grapefruit peel, contributes significantly to the phenolic content of the plant. Comparative findings for free radical scavenging activity have been presented in terms of 2 different in vitro tests (DPPH and ABTS assays). On the other hand, both of total phenolic content and naringin content yields could be accurately predicted by the quadratic models

which had developed from Central Composite Design depending on both statistical indicators and validation study. This study demonstrated that deep eutectic solvents were suitable extraction solvents due to their excellent properties as green solvent for efficiently and selectively extraction of biowaste.

REFERENCES

Castro-Vazquez, L., Alañón, M.E., Rodríguez-Robledo, V., Pérez-Coello, M.S., Hermosín-Gutierrez, I., Díaz-Maroto, M.C., Jordán, J., Galindo, M.F., Arroyo-Jiménez, M.D.M., 2016. Bioactive flavonoids, antioxidant behaviour, and cytoprotective effects of dried grapefruit peels (citrus paradisi macf.). Oxid. Med. Cell. Longev. 2016. https://doi.org/10.1155/2016/8915729

Ciğeroğlu, Z., Bayramoğlu, M., Kırbaşlar, Ş.İ., Şahin, S., 2021. Comparison of microwave-assisted techniques for the extraction of antioxidants from Citrus paradisi Macf. biowastes. J. Food Sci. Technol. 58, 1190–1198. https://doi.org/10.1007/s13197-020-04632-x

El Kantar, S., Rajha, H.N., Boussetta, N., Vorobiev, E., Maroun, R.G., Louka, N., 2019. Green extraction of polyphenols from grapefruit peels using high voltage electrical discharges, deep eutectic solvents and aqueous glycerol. Food Chem. 295, 165–171. https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2019.05.111

Gan, J., Huang, Z., Yu, Q., Peng, G., Chen, Y., Xie, J., Nie, S., Xie, M., 2020. Microwave assisted extraction with three modifications on structural and functional properties of soluble dietary fibers from grapefruit peel. Food Hydrocoll. 101, 105549. https://doi.org/10.1016/J.FOODHYD.2019.105549

Ioannou, I., M'hiri, N., Chaaban, H., Boudhrioua, N.M., Ghoul, M., 2018. Effect of the process, temperature, light and oxygen on naringin extraction and the evolution of its antioxidant activity. Int. J. Food Sci. Technol. 53, 2754–2760. https://doi.org/10.1111/IJFS.13887

Jung, U.J., Kim, H.J., Lee, J.S., Lee, M.K., Kim, H.O., Park, E.J., Kim, H.K., Jeong, T.S., Choi, M.S., 2003. Naringin supplementation lowers plasma lipids and enhances erythrocyte antioxidant enzyme activities in hypercholesterolemic subjects. Clin. Nutr. 22, 561–568. https://doi.org/10.1016/S0261-5614(03)00059-1

Kurtulbaş, E., Pekel, A.G., Bilgin, M., Makris, D.P., Şahin, S., 2020. Citric acid-based deep eutectic solvent for the anthocyanin recovery from Hibiscus sabdariffa through microwave-assisted extraction. Biomass Convers. Biorefinery. https://doi.org/10.1007/s13399-020-00606-3

Li, B.B., Smith, B., Hossain, M.M., 2006. Extraction of phenolics from citrus peels: I. Solvent extraction method. Sep. Purif. Technol. 48, 182–188. https://doi.org/10.1016/J.SEPPUR.2005.07.005

Malik, N.S.A., Bradford, J.M., 2006. Changes in oleuropein levels during differentiation and development of floral buds in "Arbequina" olives. Sci. Hortic. (Amsterdam). 110, 274–278.

Pereira, G.A., Molina, G., Arruda, H.S., Pastore, G.M., 2017. Optimizing the Homogenizer-Assisted Extraction (HAE) of Total Phenolic Compounds from Banana Peel. J. Food Process Eng. 40, e12438. https://doi.org/10.1111/JFPE.12438

Şahin, S., 2015. A novel technology for extraction of phenolic antioxidants from mandarin (Citrus deliciosa Tenore) leaves: Solvent-free microwave extraction. Korean J. Chem. Eng. 32, 950–957. https://doi.org/10.1007/s11814-014-0293-y

Şahin, S., Kurtulbaş, E., Toprakçı, İ., Pekel, A.G., 2021. A clean and green technology for oleuropein rich extract from Olea europaea by-product. Sustain. Chem. Pharm. 22, 100493. https://doi.org/10.1016/J.SCP.2021.100493

Şahin, S., Samli, R., Tan, A.S.B., Barba, F.J., Chemat, F., Cravotto, G., Lorenzo, J.M., 2017. Solvent-Free Microwave-Assisted Extraction of Polyphenols from Olive Tree Leaves: Antioxidant and Antimicrobial Properties. Mol. 2017, Vol. 22, Page 1056 22, 1056. https://doi.org/10.3390/MOLECULES22071056

Sudto, K., Pornpakakul, S., Wanichwecharungruang, S., 2009. An efficient method for the large scale isolation of naringin from pomelo (Citrus grandis) peel. Int. J. Food Sci. Technol. 44, 1737–1742. https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.2009.01989.X

Tang, B., Zhang, H., Row, K.H., 2015. Application of deep eutectic solvents in the extraction and separation of target compounds from various samples. J. Sep. Sci. 38, 1053–1064. https://doi.org/10.1002/JSSC.201401347

Wu, T., Guan, Y., Ye, J., 2007. Determination of flavonoids and ascorbic acid in grapefruit peel and juice by capillary electrophoresis with electrochemical detection. Food Chem. 100, 1573–1579. https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2005.12.042

ORAL PRESENTATION

Bitki Kaynaklı Fenolik Antioksidanlar ve Beslenme ve Sağlık Üzerine Etkileri

Amine Selva Altun, Muhammet Doğan* (*https://orcid.org/0000-0003-3138-5903*)

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Karaman, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: mtdogan1@gmail.com

Özet

Meyve ve sebzeler sağlıklı bir diyetin temel bileşenleridir. Kardiyovasküler hastalık, kanser ve diyetle ilgili diğer hastalıkların yanı sıra mikro besin eksikliklerinin önlenmesi için günlük meyve ve sebze tüketimi önerilmektedir. Bitkilerin bu hastalık önleme özellikleri içerdikleri fenolik antioksidanlar ile ilişkilidir. Bu derleme çalışmada bitki kaynaklı fenolik antioksidanlar ve beslenme ve sağlık üzerine etkileri sunulmuştur. Ayrıca bazı fenol içeriği yüksek bitkisel besinlerde anlatılmıştır. Fenolikler en aktif doğal antioksidanlardandır. Fenolik bileşiklerin büyük bir bölümünü flavonoidler oluşturur ve bu grupta flavanoller, antosiyaninler, kumarinler, tanninler gibi maddeler bulunur. Fenolik bileşikler, büyük ölçüde, reaktif oksijen türleri dahil olmak üzere zararlı aktif oksijen türlerini temizleyebilen faydalı antioksidanlardır. Fenolik bileşiklerin insan sağlığı üzerindeki koruyucu biyolojik özelliklerinin yanı sıra anti-enflamatuar, antiproliferatif, antimikrobiyal, antimutajenik, antioanjiyojenik etkilerde göstermektedir. Bazı fenolik bileşikler ilaçların hedeflediği genleri ve yolları düzenlediklerinden, tıbbi tedavilerle birlikte meyve ve sebzeler bakımından zengin diyetler tedaviye yeni yaklaşımlar olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, Beslenme, Diyet, Fitokimyasallar, Sağlık

Plant-derived Phenolic Antioxidants and Their Effects on Nutrition and Health

Abstract

Fruits and vegetables are essential components of a healthy diet. Daily consumption of fruits and vegetables is recommended for the prevention of cardiovascular disease, cancer and other diet-related diseases, as well as micronutrient deficiencies. These disease prevention properties of plants are related to the phenolic antioxidants they contain. In this review, plant-derived phenolic antioxidants and their effects on nutrition and health were presented. It has also been described in some plant foods with high phenol content. Phenolics are among the most active natural antioxidants. Most of the phenolic compounds are flavonoids and this group includes substances such as flavanols, anthocyanins, coumarins, and tannins. Phenolic compounds are beneficial antioxidants that can largely scavenge harmful active oxygen species, including reactive oxygen species. In addition to the protective biological properties of phenolic compounds on human health, it also shows anti-inflammatory, antiproliferative, antimicrobial, antimutagenic and antiangiogenic effects. Because some phenolic compounds regulate the genes and pathways targeted by drugs, diets rich in fruits and vegetables along with medical treatments are being considered as new approaches to treatment.

Keywords: Antioxidant, Nutrition, Diet, Phytochemicals, Health

1. GİRİŞ

Sağlık üzerinde olumlu etkileri olan fitokimyasallar; sebzeler, meyveler, tam tahıllı ürünler gibi gıdalar bakımından zengin doğal biyoaktif bileşenlerdir (Coşkun, 2005). En çok bilinen fitokimyasallar arasında; fenolik bileşikler, karotenoidler, saponinler, tanenler, terpenler, tokoferoller, izotiyosiyanatlar, sülfitler, terpenoidler, flavonoidler, alkaloidler, fitosteroller, fitoestrojenler ve indoller bulunur (Xiao ve Bai, 2019).

Meyve ve sebzeler sağlıklı bir diyetin temel bileşenleridir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), kardiyovasküler hastalık, kanser, zayıf bilişsel performans ve diyetle ilgili diğer hastalıkların yanı sıra mikro besin eksikliklerinin önlenmesi riskini azaltmak için günlük beş ila sekiz porsiyon (400-600 g) meyve ve sebze alımını önermektedir (Rodriguez-Casado, 2016). Hastalık önleme potansiyellerinin çoğunun, antioksidanların önleyici faaliyetlerinin en iyi belgelediği fitokimyasallar tarafından sağlandığı düşünülmektedir (Egbuna, 2018). Bazı fitokimyasallar ilaçların hedeflediği genleri ve yolları düzenlediklerinden, tıbbi tedavilerle birlikte meyve ve sebzeler bakımından zengin diyetler tedaviye yeni yaklaşımlar olarak değerlendirilmektedir (Akçay ve Yılmaz, 2019). Bu nedenle, meyve ve sebzedeki fitokimyasallar, kanser, KVH, yüksek kan basıncı, enflamatuar, diyabet, viral ve parazitik hastalıklar gibi çok çeşitli hastalıkların önlenmesi ve / veya iyileştiricisi için umut verici bir araç olabilir (Liu, 2003).

2007'de Halliwell, bir antioksidanın "hedef moleküldeki oksidatif hasarı geciktiren, önleyen veya uzaklaştıran herhangi bir madde" olduğunu belirterek daha spesifik bir tanım verdi. Oksidasyon reaksiyonları, sonunda hücreye zarar veren veya ölümüne neden olan birden fazla zincir reaksiyonunu başlatabilen serbest radikaller üretir. Antioksidanlar bu serbest radikal ara maddeleri kendileri oksitlenerek temizler ve diğer oksidasyon reaksiyonlarını inhibe ederek zararlı zincir reaksiyonlarını durdurur (Shebis ve ark., 2013).

Bitkiler, doğal antioksidanların ana kaynağını oluştururlar. Bu sebeple bitkiler süper antioksidanlar olarak adlandırılır ve aynı zamanda fenolik bileşikler doğal antioksidanların önemli gruplarındandır (Deveci ve ark., 2016). Bu derleme çalışmada bitki kaynaklı fenolik antioksidanlar ve beslenme ve sağlık üzerine etkileri sunulmuştur.

2. FENOLİK ANTİOKSİDANLAR

Bitkilerde bulunan birçok sekonder metabolit, otçullara, zararlılara ve patojenlere karşı savunmada bir role sahiptir ve fenolik bileşikler sekonder metabolitlerdir (Bennett ve Wallsgrove, 1994; Yılmaz, 2010). Fenolik bileşikler temel olarak ikiye ayrılır bunlar; fenolik asitler ve flavonoidlerdir. Fenolik bileşiklerin büyük bir bölümünü flavonoidler oluşturur ve bu grupta flavanoller, antosiyaninler, kumarinler, tanninler gibi maddeler bulunur. Fenolik bileşikler, meyveler, sebzeler, tahıllar, biberiye fenolikleri, soya fasulyesi, çikolata, otlar, kuru baklagiller gibi bitki bazlı gıdalarda, meyve suları, çay, kahve ve kırmızı şarap gibi içeceklerde yaygın olarak bulunan biyoaktif bileşiklerdir (Karakaya ve Taş, 2001). Bitki fizyolojisinde ve bitkileri patojenlere, parazitlere, avcılara ve salgınlara karşı korumada büyük öneme sahip, fenolik bir yapı ile karakterize edilen çok çeşitli bileşikleri temsil ederler. Yapıları çeşitlidir ve yapılarında bulunan fenol halkalarının sayısının yanı sıra fenolik halkalar arasındaki bağlayıcı elementlerin bir fonksiyonu olarak farklı gruplara ayrılabilir. Böylelikle fenolik asitler, flavonoidler, lignanlar ve stilbenler arasında ayrım yapılır. (Yılmaz, 2010; Khoddami ve ark., 2013)

Son yıllarda sağlığı geliştirici etkilerinin artan kanıtları nedeniyle gıdalardaki fenolik bileşiklere olan ilgide katlanarak artış oldu (Coşkun, T., 2005). İnsanlarda, hayvanlarda ve in vitro ortamda yapılan çeşitli çalışmalar, fenolik bileşiklerin bir dizi biyolojik etkisini ve bunların KVH, spesifik kanser formları ve nörodejeneratif hastalıklar dahil olmak üzere birçok hastalıkta önleme ve risk azaltmaya olan katkılarını güçlü bir şekilde desteklemiştir. Obezite, tip 2 diabetes mellitus, dislipidemi, ateroskleroz, hipertansiyon, koroner kalp hastalığı, inme, prostat kanseri, kronik iltihaplı bağırsak hastalığı, astım, osteoporoz, göz hastalıkları ve Alzheimer, fenolik bileşikler ile önlenebilecek hastalıklardan bazılarıdır (Yahia, 2017). Fenolik bileşiklerin biyolojik etkileri tüketilen miktar, emilim ve metabolizma gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Aynı zamanda fenolik bileşiklerin emilimi kimyasal yapı, gıda matrisi ve bağırsak lümenine geri atılmasından etkilenir (Dimitrios, 2006). Fenolik bileşiklerin insan sağlığı üzerindeki koruyucu biyolojik özelliklerinin yanı sıra antioksidan, anti-enflamatuar, antiproliferatif, antimikrobiyal, antimutajenik, antioanjiyojenik etkilerine dayanmaktadır. İnsan vücudunda, yararlı sağlık etkilerinin çoğu antioksidan, serbest radikal atma eylemlerinin yanı sıra metal şelatlama yeteneklerine dayanır (Kolaç ve ark., 2017; Tungmunnithum ve ark., 2018). Flavonoidlerin düşük yoğunluklu lipoprotein oksidasyonunu engelleme kapasitesinin kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde önemli bir rol oynadığının düşünülmesinin nedeni budur. Çeşitli çalışmalar flavonoidlerin antiproliferatif ve antikarsinojen ajanlar olarak etki edebileceğini göstermiştir. Kanserin başlangıç ve ilerleme durumundaki

moleküler olayları etkileyerek hem in vitro hem de in vivo deneylerde karsinogenezleri inhibe ederler (Yıldız ve Baysal, 2003). Ayrıca, bazı flavonoidlerin anti-enflamatuar aktiviteye sahip oldukları bildirilmektedir, bu da esas olarak prostaglandinler, lökotrienler ve nitrik oksit gibi enflamatuar mediatörlerin üretimini engelleme yetenekleri ile ilgilidir. (Yahia, 2017; Güleşci ve Aygül, 2016)

3. FENOLİK İÇERİĞİ YÜKSEK BAZI BİTKİSEL KAYNAKLAR VE SAĞLIKSAL FAYDALARI

3.2. Soğan ve Sarımsak (*Allium sativum* L. ve *Allium cepa* L.)

Allium türüne dahil olan soğan ve sarımsak en çok kullanılan baharatlar arasındadır. Sadece yemeklerde kullanımda sınırlı kalmayıp alternatif tıpta koruyucu ve iyileştirici olarak da yer almaktadır (Akçay ve Yılmaz, 2019). Soğanlarda insan sağlığına iyileştirici yönde etki eden flavonoidler ve alkenil sistein sülfoksitler içeriği yüksektir. Alkenil sistein sülfoksitler yıkıma uğradıklarında soğanın kokusunu ve tadını oluştururlar (Jones ve ark., 2004). Sarımsağın yapısı başka bitkisel gıdalardan daha çok sayıda serbest amino asitler, lif ve protein barındırır (Aji ve ark., 2011).

Yenilebilir alliumlar, özellikle soğan ve sarımsak, yüzlerce yıldır çeşitli kültürlerin günlük diyetlerinin önemli bir parçası olmuştur. Birçok kültürde allium türüne ait bitkilerin tıbbi özelliklere sahip olduğu düşünülüyordu (Yahia, 2017). Soğan, sarımsak, taze soğan ve pırasa gibi allium sebzeleri, diallyl sulfide ve allyl methyl trisulfide gibi yüksek konsantrasyonlarda bileşikler içerir (Jones ve ark., 2004). Bu bileşiklerin antibiyotik özelliği (Yılmaz, 2018) bağışıklık sistemini güçlendirdiği, kanserojen aktivasyonu değiştirdiği, detoksifikasyon enzimlerini uyardığı ve kanserojen – DNA bağlanmasını azalttığı, dislipidemi, hipertansiyon, hiperglisemi, kardiyovasküler bozukluklar gibi çeşitli tehditlere karşı fonksiyonel rolü olduğu görülmüştür. Ayrıca ORAC testi kullanıldığında sarımsağın soğandan dört kat daha fazla antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir. (Suleria ve ark., 2015; Hasler, 1998).

3.3. Domates (*Solanum lycopersicum* L.)

Domates ve domates ürünleri, yağ ve kalorisi düşük olduğu, A, C ve E vitamini, β-karoten, likopen, fosfor ve potasyum kaynağı olduğu için sağlıklı besinler olarak kabul edilir (Bjarnadottir, 2015). Domates ve domates ürünlerinin beslenme ve sağlık yararlarına olan ilgi büyük ölçüde artmıştır (Yılmaz S., 2018). Düzenli olarak tüketilen diğer sebzelerle karşılaştırıldığında sadece havuç, domates bazlı gıdalardan daha iyi bir A vitamini besin kaynağıdır. 100 g domates, ABD'nin tavsiye ettiği günlük A ve C vitamini alımının sırasıyla yaklaşık %20'sini ve %40'ını sağlayabilir. Mikro besin yararlarına ek olarak domatesler ayrıca karotenoidler ve polifenoller de dahil olmak üzere değerli fitokimyasallar içerir. Bu domates fitokimyasallarının kardiyovasküler hastalık ve prostat kanseri gibi hastalıkları azalmasını sağladığı düşünülmektedir (Yahia, 2017; Blum ve ark., 2005). 47.000'den fazla erkek üzerinde yapılan prospektif kohort çalışmasında, domates ürünlerini haftada 10 veya daha fazla kez tüketenlerin ileri prostat kanserine yakalanma riski yarıdan az olduğu bildirilmiştir (Özcan ve ark., 2003). Domatesler, C ve E vitaminleri ve birçok karotenoid gibi antioksidan görevi görenler de dahil olmak üzere birçok biyoaktif bileşen içerir (Burton ve ark., 2011). Domateslerde ana karotenoid olarak, likopenin genellikle artan domates alımı ile görülen olumlu sağlık etkilerinden sorumlu olduğu varsayılır. Likopen, reaktif oksijen türlerinin atılmasında en verimli karotenoiddir. Likopenin antioksidan etkisi hem KVH hem de prostat kanseri için hastalık önlemede potansiyel olarak faydalıdır. KVH ile ilgili olarak, likopen iltihabı azaltarak, kolesterol sentezini inhibe ederek ve bağışıklık fonksiyonunu iyileştirerek hastalık gelişimini azaltabilir. (Hasler, 1998; Canene ve ark., 2005)

3.4.Kuruyemişler (*Juglans* ve *Prunus dulcis* L.)

Kuruyemişler (badem, kaju fıstığı, fındık, ceviz, çam fıstığı) kardiyoprotektif olduğu gösterilen doymamış yağ asitleri, L-arginin, mineraller, fenolik bileşikler ve fitosterollerin zengin kaynaklarıdır. Günlük 15 gr ceviz, 7.5 gr badem ve 7.5 gr fındık KHV' de %28 azalmaya ek olarak, diyabet ve felç insidansında yaklaşık %50 azalma ile ilişkilendirilmiştir. Toplam antioksidan içeriği yüksek olan diyet bitkileri arasında birkaç kuruyemiş bulunmaktadır. Fındık, ceviz ve kestane en yüksek antioksidan içeriğine sahiptir. Cevizler, çoğunlukla ceviz zarlarında olmak üzere 100 g'da 20 mmol'den fazla antioksidan içerir (Yahia 2017; Blomhoff, 2006). Ceviz yüksek a-linolenik asit içeriği nedeniyle kan lipit seviyeleri üzerinde olumlu etkiler göstermiştir. Cevizdeki L-arjinin ise hipertansiyon tedavisinde büyük önem taşımaktadır (Burton, 2011). Cevizin KVH' de koruyucu etki göstermesinin; içinde bulunan yağ asidi (omega-3 ve omega-9) ve polifenol miktarındaki fazlalığın sebep olduğu bilinmektedir (Ergun ve Sütyemez, 2008). Biyolojik kalitesinin yüksek olması ve kolay hazmedilen protein bulundurması nedeniyle vejetaryen beslenmede önem görmektedir (Yiğit ve ark., 2005). Badem, zengin protein, diyet yağları, lifler ve çeşitli mineral kaynaklarıdır. Yapılan çalışmalarda bademlerde dokuz

fenolik bileşik tanımlanmıştır ve bunlardan sekizi güçlü antioksidan aktivite sergilemiştir. Badem kabuklarının, antioksidanlar olarak güçlü etkilere sahip olduğu düşünülen dört farklı flavanol glikozitin yüksek seviyelerini içerdiği bulunmuştur. Bademdeki polifenolik bileşiklerin vücutta iyi emildiği ve LDL kolesterolün oksidasyonunu önlemede aktif olduğu ve bademdeki E vitamini, oksidasyonu azaltmak için fenolik bileşiklerle sinerji içinde hareket ettiği bildirilmiştir. (Chen, 2008)

3.5. Kiraz Grubu Meyveler (*Prunus avium* L.)

Kiraz grupları insan diyetinde yer alan önemli besinleri ve biyoaktif gıda bileşenlerini içeren meyvelerdir (Bayram ve Öztürkcan, 2020). Kiraz, özellikle basit şekerler (örneğin, glikoz, fruktoz, sakkaroz ve sorbitol) olmak üzere orta miktarda karbonhidrat içerir. Bu bileşenler tatlılıktan sorumludur, ekşilik ise öncelikle organik asitlerin (örneğin, malic, sitrik, süksinik, laktik ve oksalik asitler) varlığından kaynaklanmaktadır. Kiraz meyveleri, potasyum, fosfor, kalsiyum ve magnezyum gibi C vitamini ve mineraller başta olmak üzere vitamin kaynağıdır. Ayrıca, tatlı kirazlar fenolik asitler (hidroksinnamik asitler) ve flavonoidler (antosiyaninler, flavan-3-ols ve flavonoller) dahil olmak üzere diyet fenolik bileşiklerle zenginleştirilir. Her ikisi de sağlık yararları getirir ve oksidatif stresle ilgili birkaç kronik hastalığın önlenmesinde önemli bir rol oynar (Faienza ve ark., 2020; McCune ve ark., 2010). Kirazların lif içeriği sağlığı teşvik eden özelliklere katkıda bulunur. Yüksek antosiyanin ve hidroksisinamik asit sebebiyle vişne, kiraza daha fazla fenolik bileşik içerir (Blando ve Oomah, 2019). Meyvelerin antioksidan kapasitesi, içlerinde bulunan biyoaktif bileşenler ve reaktif oksijen türlerini (ROS) temizleme kapasiteleri seviyeleriyle pozitif ilişkisi vardır. Antosiyanin içeriği yüksek olan kırmızı meyvelerin tüketimi KVH, kanser ve inflamatuar süreçler de içinde olmak üzere ROS'un sebep olduğu bozuklukları azalabileceği öngörülmektedir (Faienza ve ark., 2020; Kelley ve ark., 2018). Jacob ve ark., yaptıkları bir çalışmada sağlıklı 10 kadına iki servis halinde akşam yemeğinden sonra 280 g kiraz takviyesinin plazma ürat seviyesini 5 saat sonra azalttığını gözlemlemişlerdir. Plazma C-reaktif protein (CRP), nitrit oksit (NO) seviyelerinde ise 3 saat sonra azalma göstermiş ama albümin ve tümör nekroz faktör (TNF-α) seviyeleri değişme gözlemlenmemiştir (Bayram ve Öztürkcan, 2020).

3.6. Kayısı (*Prunus armeniaca* L.)

Kayısı ılıman ülkelerde üretilen en önemli meyvelerden biridir. Hem taze hem de kurutulmuş olarak tüketilen, diyetin önemli bir bileşenini temsil eder (Özay, 2008; Fratianni, 2018). Antioksidan bulunduran meyveler içinde olan kayısı şekli, rengi ve mineraller (Mg, K, P, Na) ve antioksidanlar (β-karoten, likopen) yönüyle diyette önemli yer tutar (Yılmaz, 2010). Tüketicilerin, yalnızca temel beslenme ihtiyacını karşılamakla kalmayıp aynı zamanda hastalığı önleme ve iyileştirme rolünü de üstlenen gıdalara talebi giderek artmaktadır. Bu amacı karşılayan gıda bileşenleri çoğunlukla vücuttaki potansiyel rolleri için araştırılan ve üzerinde çalışılan fitokimyasallardır (Dündar, 2001). Bu bileşikler, canlı hücrelere oksidatif hasara neden olan kanser ve kardiyovasküler hastalıklar gibi yaygın dejeneratif bozukluklara neden olan serbest radikal riskini azaltır. Bunların arasında fenolik bileşiklerin antioksidanlar olarak çok önemli olduğu düşünülmektedir. Antioksidan özellikleri arasında; anti-karsinojenik, anti-tümoral, anti-mikrobiyal, anti-agregan, anti-iskemik, anti-alerjik, anti- mutajenik ve anti-inflamatuar olmanın yanı sıra kardiyovasküler hastalıkları hafifletmede etkilidir. Ayrıca bazı fonksiyonel gıdalar gelişmiş zihinsel kapasite, bağışıklık ve yaşlanmayı geciktirici faydalar ile ilişkilendirilmiştir. Bu bağlamda kayısı meyvesi kayda değer miktarda biyolojik olarak aktif fitokimyasallara sahip bir gıda olarak düşünülebilir (Fatima ve ark., 2018). Kuru kayısının ise en önemli özelliklerinden birisi diyet lifi olmasıdır. Kuru kayısı bol miktarda diyet lifi içerir. Diyet lifi sindirim sistemi enzimleri tarafından hidrolizlenemeyen bileşiklerden oluşmaktadır. Diyet lifi kabızlık, irritabl kolon sendromu, şeker hastalığı, KVH ve kolon kanseri gibi hastalıkların oluşumunu en aza indirmekte, bağırsakların ise düzenli çalışmasına fayda sağlamaktadır (Ali, Sartaj ve ark., 2015). Reaktif oksijen türlerinin ve serbest radikallerin üretiminden kaynaklanan oksidatif stresler, makro moleküllerde (protein, yağ ve nükleik asitler) hasara ve doku yaralanmalarına neden olur. Bu koşullar kanser, iltihaplar, ülserler, diyabet ve kardiyovasküler hastalıklar dahil kronik rahatsızlıklara yol açar (Skinner ve Hunter, 2013).

3.7.Turunçgiller (*Citrus*)

Turunçgiller, Rutaceae ailesine dahil olup narenciye olarak bilinir. En çok tarımı yapılan turunçgiller; *Citrus lemon* (limon), *Citrus sinensis* (portakal), *Citrus reticulata* (mandalina), *Citrus maxima* (pomelo), *Citrus paradisi* (greyfurt) ve *Citrus bergamia* (bergamot)'dır. Fonksiyonel besin olan turunçgiller, içinde bulunan folik asit, askorbik asit, pektin, magnezyum, potasyum, lif, flavonoidler ve karotenoidler ile olumlu sağlık etkileri göstermektedir. Turunçgillerin sağlığa olumlu etkileriyle ön plana çıkaran bileşenleri naringin ve hesperidin flavonoidleridir. (Cin ve Gezer, 2017; Akçay ve Yılmaz, 2019). Turunçgiller ve suları zengin C

vitamini kaynaklarıdır (García-Closas ve ark., 2004). Farklı turunçgillerin sularının C vitamini içeriğinde önemli farklılıklar vardır (Nagy, 1980). Greyfurt, mandalina ve limon suyun genellikle 100 mL meyve suyu başına 20 ila 50 mg içerir. Ancak portakal, mandalina ve greyfurttaki C vitamini içeriğinin olgunlaştıkça azaldığını hesaba katmak önemlidir. Tersine, tiamin, niasin, B6 ve folik asit vitaminleri olgunlaşma ile artar; folik asit oksidasyona duyarlıdır ancak taze meyvede C vitamini ile korunur. Portakal suyu, mandalina ve greyfurttan daha fazla niasin, tiamin, riboflavin ve B6 içerir; bu vitaminlerden en yüksek olanı 200-60 µg ile niasin, bunu 30-80 µg ile tiamin, 18-66 µg ile B6 ve 20-40 µg ile riboflavin takip etmektedir. Portakal, mandalina ve greyfurt suyundan birer bardakta folik asit içeriği 34 µg, 21 µg ve 8 µg'dır (Yahia, 2017). Mineral içeriği ile ilgili olarak, turunçgiller potasyum açısından yüksek ve sodyum açısından düşüktür. Turunçgillerde acı tattan sorumlu iki ana bileşik sınıfından biri olan turunçgil limonoidleri, kemopreventif maddeler olarak kullanılabilen belirli biyolojik aktivitelere sahiptir (Coşkun, 2005). Portakal ve greyfurttaki ana flavonoidler sırasıyla hesperidin ve naringin'dir. Hesperidin ayrıca mandalina ve limonda da bulunur (Ghafar ve ark., 2010; Nogata ve ark., 2006). Polimetoksiflavonlar ve glikozile flavonlar sadece turunçgillerde bulunur ve her türe özgüdür. Anti-inflamatuar, anti-kanser ve anti-aterojenik özellikler gibi geniş bir biyolojik aktivite yelpazesine sahip oldukları gösterilmiştir. Turunçgil flavonoidlerinin, anti-viral ve anti-inflamatuar aktivitelere ek olarak hem in vitro hem de in vivo anti-kanser aktiviteye ve insan trombosit agregasyonunu inhibe etme ve serumda kolesterol seviyelerini düşürme ve HDL'yi artırma kabiliyetine sahip olduğu bildirilmiştir. Turunçgiller hem yenilebilir kısımda hem de kabuk ve çekirdek gibi yenilmeyen kalıntılardan oluşan özellikle zengin pektin kaynaklarıdır. Turunçgil pektinlerinin diyetle dahil edilmesinin, glikoz emilimi ve kolesterol seviyeleri üzerindeki etki gibi birkaç metabolik ve sindirim sürecini etkilediği görülmektedir.(Codoñer-Franch ve Valls-Bellés, 2010; Economos ve Clay, 1999).

3.8. Zeytinyağı (*Olea europaea* L.)

Akdeniz diyeti içinde zeytinyağı tüketiminin uzun zamandır birçok sağlık yararı olduğu bilinmektedir (Buckland ve Gonzalez, 2015). Zeytinyağının duyusal özellik ve kalitesine içinde bulunan fenolik ve uçucu bileşikler etki etmektedir (Hepsağ ve Kaya, 2018). Oleik asit dışında, bazıları anti-enflamatuar olduğu bilinen hidrokarbonlar, tokoferoller, yağ alkolleri, triterpenik bileşikler ve polifenoller gibi zeytinyağında bulunan belirli küçük bileşenler onu mükemmel fonksiyonel gıda haline getirir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) istatistikleri, Akdeniz ülkelerinde yaşam süresinin daha gelişmiş Batı ülkelerindekine kıyasla arttığını, Akdeniz diyetine bağlı kalmayla ilgili bir etki olduğunu ve zeytinyağının en azından kısmen sorumlu olmasının yüksek olduğunu göstermektedir (Quiles ve ark., 2006; Boskou, 2015) Zeytinyağı bileşenleri antioksidan, anti-enflamatuvar, anti-karsenojenik etkiler göstermektedir (Martín-Peláez, 2013).Çalışmalar (insan, hayvan, *in vivo* ve *in vitro),* zeytinyağı fenoliklerinin plazma lipoproteinleri, oksidatif hasar, enflamatuar belirteçler, trombosit ve hücresel fonksiyon ve antimikrobiyal aktivite gibi bazı fizyolojik parametreler üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermiştir (Cicerale ve ark., 2008). Zeytinyağı KVH ve kansere karşı da önemli derecede koruyuculuk gösterir (Stark ve Madar, 2002; Buckland ve Gonzalez, 2015).

3.9. Keten Tohumu (*Linum usitatissimum* L.)

Lineaceae familyasına ait keten (*Linum usitassimum*), altın sarısından kırmızımsı kahverengi renge kadar değişen küçük düz tohumlar üreten mavi çiçekli yıllık bir bitkidir. Tohum yaklaşık %40 lipit, %30 diyet lifi ve %20 protein içerir (Rubilar ve ark., 2010). Keten proteini arginin, aspartik asit ve glutamik asit bakımından nispeten zengindir ve sınırlayıcı aminoasitler lizin, metiyonin ve sisteindir. Kimyasal bileşim çeşitler arasında önemli ölçüde değişir ve ayrıca bitkinin yetiştirildiği çevre koşullarına da bağlıdır. Keten tohumu, alfa-linolenik asit, lignans ve diyet lifi olmak üzere üç ana biyoaktif bileşenin varlığı nedeniyle fonksiyonel gıda olarak kabul edilir (Katare ve ark., 2012). Fonksiyonel gıda alanında uzun zincirli omega-3 yağ asitlerine dönüştürülen iyi bir fitokimyasal ve alfa-linolenik asit kaynağıdır (Oomah, 2001). Lipit keten tohumu bileşimi, onu omega-3 yağ asitlerinin, özellikle de toplam yağ asitlerinin %55'ini oluşturabilecek a-linolenik asitin (ALA) önemli bir kaynağı haline getirir. Ayrıca, keten tohumu lignanlar, kolloid sakız ve yüksek kaliteli protein olarak bilinen önemli bir fenolik bileşik kaynağıdır (İşleroğlu ve ark., 2005). Bu bileşikler tohumun farklı bölgelerinde bulunmasına rağmen, yağ çıkarma ve işleme sırasında etkileşime girerler. Bu nedenle, işlenmesi ciddi zorluklar ortaya koymaktadır (Şahin, 2020). Lif içeriğine gelecek olursak; gıda maddelerinin çoğuna hacim ve şekil veren bileşen olan lif, sindirim siteminde hidrolize olmaz. Sindirim işlemi sırasında lif suyu korur ve kolesterol emilimini engeller. Çözünür ve çözünmez olmak üzere iki tür lif vardır: çözünmeyen lif, selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi maddelerden oluşur. Tam tahıllı gıdalar bu tür liflerin en büyük miktarını sunar. Çözünür lif, su varlığında bir jel oluşturur ve bu kompleks, zamkları, pektinleri ve müsilaj oluşturan şekerleri içerir (Dülger ve Gahan, 2011). Keten tohumunun antimikrobiyal, anti-kanser, antioksidant etkileri bileşiminde yer alan fenolik asitlerden kaynaklanmaktadır (Doğmuş ve Durucasu, 2013.). Keten, anti-

hiperkolesterolemik, anti-kanserojenik ve glikoz metabolizmasını kontrol eden etkileri nedeniyle diyabet, lupus nefrit, arteriyoskleroz ve hormona bağlı kanser türleri gibi çeşitli önemli hastalıkların riskini önleyebilen veya azaltabilen polisakkaritler içerir. Yapılan bir çalışmada, keten müsilajı ve oc-linolenik asidin diyete dahil edilmesinden sonra plazma ve arterosklerotik lezyonlarda kolesterolde bir azalma bulmuşlardır. (Kajla ve ark., 2015; Amin ve Thakur, 2014)

3.10. Chia Tohumu (*Salvia hispanica* L.)

Chia tohumları chia bitkisinin *(Salvia hispanica)* küçük siyah tohumlarıdır. Chia tohumları büyük miktarlarda lif, mineraller (K, P, Cu, Se, Mg, Ca), vitaminler ve omega-3 yağ asitleri, flavonoiidler, tokoferol, bol miktarda yüksek kaliteli protein ve antioksidan içerir (Muñoz ve ark., 2013). Bunun yanı sıra, tohumlar kafeik asit, rosmarinik asit, miricetin, quercetin ve diğerleri gibi mükemmel bir polifenol kaynağıdır (Knez Hrnčič ve ark., 2020). Tohumda yüksek miktarda elzem yağ asitleri, α-linolenik asidi (ALA, n-3) vardır. Aynı zamanda, niasin, A vitamini ve diyet posasınca zengindir (Yurt ve Gezer, 2018). Chia tohumları anti-mikrobiyal (Taga ve ark., 1984), anti-kanserojenik, anti-hipertansif ve nöron koruyucu etkileri olduğu kanıtlanmıştır. Ayrıca, chia tohumları iltihaptan koruyan, bilişsel performansı artıran ve kolesterol seviyesini düşüren çoklu doymamış omega-3 yağ asitleri gibi zengin bir besin kaynağıdır. Chia tohumları, kronik hastalık (kanser ve kalp krizi) riskini azaltan ve diyabet, Alzheimer ve Parkinson hastalığı gibi bazı rahatsızlıklara karşı koruma sağlayan antioksidan bileşikler içerir. Ayrıca, yüksek miktarda lif koroner kalp hastalığı riskini, diyabet tip 2 riskini ve çeşitli kanser türlerini azaltır (Suri ve Goyat, 2016 ; Marcinek ve Krejpcio, 2017).

Chia tohumları, dengeli bir bitki bakımından zengin diyetin bir parçası olarak yendiğinde, çeşitli kronik hastalıkların gelişmesini önleyebilecek çeşitli bileşenler içerir. (Erdoğdu ve Geçgel, 2019). Fitokimyasallar tek başına veya başkalarıyla kombinasyon halinde çeşitli rahatsızlıkları iyileştirmek için terapötik potansiyele sahiptir. Yapılan çalışmalar, fitokimyasalların diyetle alınmasının bazı sağlık yararları olabileceğini ve insanları nörodejeneratif hastalıklar, kanser, KVH ve diyabet gibi kronik insan dejeneratif bozukluklara karşı koruyabileceğini göstermektedir. Araştırmacılar tarafından özellikle ilgi çekici olan chia tohumlarının yüksek alfa-linolenik (ALA) yağ asitleri içeriğidir (Parker ve ark., 2018). Chia tohumlarındaki yağın yüzde altmışı bu omega-3 yağ asitlerindendir (Melo ve ark., 2019). Hayvan ve insan çalışmalarında omega-3 yağ asitleri kardiyovasküler sağlık üzerinde yararlı bir etki göstermiştir (kolesterolü düşürmek, kalp ritimlerini ve kan basıncını düzenlemek, kan pıhtılarını önlemek, iltihabı azaltmak) (De Falco ve ark., 2017). Chia tohumlarındaki lif esas olarak çözünür lif ve müsilajdır, nemlendirilmiş chia tohumlarının yapışkan dokusundan sorumlu maddedir. 63.000'den fazla kişiden oluşan bir çalışmada, deniz ürünleri ve bitki kaynaklarından en yüksek omega-3 yağ asidi alımına sahip olanların, en düşük alımlara sahip olanlara kıyasla kardiyovasküler ölüm riskinin %17 azaldığını bulunmuştur (Suri ve Goyat, 2016; Knez Hrnčič ve ark., 2020).

3.11. Çilek (*Fragaria*)

Meyvelerin diyet alımı ile ilgili potansiyel sağlık yararları giderek artan bir ilgi çekmiştir. Meyveler arasında çilek, çeşitli sağlığı teşvik eden ve hastalığı önleyici etkilere karışan çeşitli besleyici ve besleyici olmayan biyoaktif bileşiklerin zengin bir kaynağıdır. Ortaya çıkan araştırmalar, çilekleri çeşitli önleyici ve sağlık yararları olan işlevsel bir gıda olarak sınıflandırmak için önemli kanıtlar sunmaktadır (Bayram ve ark., 2013). Zengin bir fitokimyasal (ellajik asit, antosiyaninler, quercetin ve kasetin) ve vitaminler (askorbik asit ve folik asit) kaynağı olan çilek, diyet polifenol kaynakları ve antioksidan kapasite arasında üst sıralarda yer alır (Basu ve ark., 2014). Beslenme epidemiyolojisi, çilek tüketimi ile hipertansiyon veya serum C-reaktif protein insidansı arasında ters ilişki olduğunu göstermektedir; kontrollü beslenme çalışmaları, çileklerin kardiyovasküler risk faktörleri olan deneklerde yüksek yağlı diyet kaynaklı postprandial oksidatif stres ve inflamasyonu veya postprandial hiperglisemi veya hiperlipidemiyi zayıflatma yeteneğini tanımlamaktadır (Afrin ve ark., 2016). Yapılan çalışmalarda çilek takviyesinin, kan lipidlerinde azalmayı sürdürürken ve diyet lezzetini arttırırken LDL'ye oksidatif hasarı azalttığı bulunmuştur. Bu nedenle çilek diğer meyveler ve tatlılarla düzenli olarak alınabilir. (Giampieri ve ark., 2017)

SONUÇ

İnsanların sağlık sorunlarına daha fazla önem vermeye başlamaları ve bunu daha çok doğal yöntemlerle yapmak istemeleri fonksiyonel besinlerin önemini arttırmıştır. Fonksiyonel Besinler; hayvansal kaynaklı fonksiyonel besinler ve bitkisel kaynaklı fonksiyonel besinler olmak üzere 2'ye ayrılır. Fonksiyonel besinleri önemli kılan içerdikleri biyoaktif bileşenleridir. En önemli bileşenlerinden biri ise hücreleri oksidatif strese karşı koruyan antioksidanlardır. Antioksidan içeriği yüksek besin üretiminin arttırılması ve bu konuda tüketicilerin bilinçlendirilmesi yaşam kalitesini arttırmak ve daha sağlıklı bir yaşam için gereklidir.

KAYNAKLAR

Afrin, S., Gasparrini, M., Forbes-Hernandez, T. Y., Reboredo-Rodriguez, P., Mezzetti, B., Varela-López, A., ... & Battino, M. (2016). Promising health benefits of the strawberry: a focus on clinical studies. *Journal of agricultural and food chemistry*, *64*(22), 4435-4449.

Aji, S. B., Ignatius, K., Ado, A. Y., Nuhu, J. B., Abdulkarim, A., Aliyu, U., ... & Numan, P. T. (2011). Effects of feeding onion (Allium cepa) and garlic (Allium sativum) on some performance characteristics of broiler chickens. *Res. J. Poult. Sci*, *4*, 22-27.

Akçay, B., & Yılmaz, H. Ö. (2019). Bazı fonksiyonel besinlerin sağlık üzerindeki koruyucu etkileri. Journal of Ankara Health Sciences. 8, 9-19.

Ali, S., Masud, T., Abbasi, K. S., Mahmood, T., & Hussain, A. (2015). Apricot: nutritional potentials and health benefits-a review. *vol*, *16*, 175-189.

Amin, T., & Thakur, M. (2014). Linum usitatissimum L. (Flaxseed)–A multifarious functional food. *Online International Interdisciplinary Research Journal*, *4*(1), 220-238.

Basu, A., Nguyen, A., Betts, N. M., & Lyons, T. J. (2014). Strawberry as a functional food: an evidence-based review. *Critical reviews in food science and nutrition*, *54*(6), 790-806.

Bayram, H, Öztürkcan, A. (2020). Antosiyanince Zengin Kiraz Grubu Meyvelerin İnsan Sağlığı Üzerine Etkilerini İnceleyen Klinik Çalışmalara Bir Bakış. İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, (11), 230-254.

Bayram, S. E., Özeker, E., Elmacı, Ö.L. (2013). Fonksiyonel Gıdalar ve Çilek. *Akademik Gıda*, *11*, 131-137.

Bennett, R. N., & Wallsgrove, R. M. (1994). Secondary metabolites in plant defence mechanisms. *New phytologist*, *127*(4), 617-633.

Bjarnadottir, A. (2015). Tomatoes 101: Nutrition Facts and Health Benefits. *Healthline.[online]Availableat:https://www.healthline.com/nutrition/foods/tomatoes [Accessed 7th April 2019]*.

Blando, F., & Oomah, B. D. (2019). Sweet and sour cherries: Origin, distribution, nutritional composition and health benefits. *Trends in food science & technology*, *86*, 517-529.

Blomhoff, R., Carlsen, M. H., Andersen, L. F., & Jacobs, D. R. (2006). Health benefits of nuts: potential role of antioxidants. *British Journal of Nutrition*, *96*(S2), S52-S60.

Blum, A., Monir, M., Wirsansky, I., & Ben-Arzi, S. (2005). The beneficial effects of tomatoes. *European Journal of Internal Medicine*, *16*(6), 402-404.

Boskou, D. (Ed.). (2015). *Olive and olive oil bioactive constituents*. Elsevier.

Buckland, G., & Gonzalez, C. A. (2015). The role of olive oil in disease prevention: a focus on the recent epidemiological evidence from cohort studies and dietary intervention trials. *British Journal of Nutrition*, *113*(S2), S94-S101.

Buckland, G., & Gonzalez, C. A. (2015). The role of olive oil in disease prevention: a focus on the recent epidemiological evidence from cohort studies and dietary intervention trials. *British Journal of Nutrition*, *113*(S2), S94-S101.

Canene-Adams, K., Campbell, J. K., Zaripheh, S., Jeffery, E. H., & Erdman Jr, J. W. (2005). The tomato as a functional food. *The Journal of nutrition*, *135*(5), 1226-1230.

Chen, C. Y. O., & Blumberg, J. B. (2008). Phytochemical composition of nuts. *Asia Pacific journal of clinical nutrition*, *17*.

Cicerale, S., Conlan, X. A., Sinclair, A. J., & Keast, R. S. (2008). Chemistry and health of olive oil phenolics. *Critical reviews in food science and nutrition*, *49*(3), 218-236.

Cin, P., & Gezer, C. (2017). Cıtrus Fruıts As A Functıonal Food And The Relatıon Wıth Metabolıc Syndrome. *Food and Health*, *3*(2), 49-58.

Codoñer-Franch, P., & Valls-Bellés, V. (2010). Citrus as functional foods. *Current Topics in Nutraceutical Research*, *8*(4).

Coşkun, T. (2005). Fonksiyonel besinlerin sağlığımız üzerine etkileri. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, *48*(1), 61-84.

De Falco, B., Amato, M., & Lanzotti, V. (2017). Chia seeds products: an overview. *Phytochemistry Reviews*, *16*(4), 745-760.

Deveci, H. A., Gökhan, N. U. R., Ali Kırpık, M., Harmankaya, A., & Yıldız, Y. (2016). Fenolik bileşik içeren bitkisel antioksidanlar. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *9*(1), 26-32.

Dimitrios, B. (2006). Sources of natural phenolic antioxidants. *Trends in Food Science & Technology*, *17*(9), 505-512.

Doğmuş, D., & Durucasu, İ. (2013). Keten Tohumu Çeşitlerinin N-Bütanol Fraksiyonlarının Fenolik Bileşenlerinin Antioksidan Aktivitesi- *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, *9*(1), 47-56.
Dülger, D., & Gahan, Y. (2011). Diyet lifin özellikleri ve sağlık üzerindeki etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *25*(2), 147-158.
Dündar, Y. (2001). Fitokimyasallar ve sağlıklı yaşam. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 2(2).
Economos, C., & Clay, W. D. (1999). Nutritional and health benefits of citrus fruits. *Energy*, *62*(78), 37.
Egbuna, C. H. U. K. W. U. E. B. U. K. A. (2018). Antioxidants and Phytochemicals. *Phytochemistry*, *2*, 131-146.
Erdoğdu, M., & Geçgel, Ü. (2019). Chia Tohumu (*Salvia hispanica* L.) ve Yağının Fizikokimyasal Özellikleri ve Gıda Sektöründe Değerlendirilmesi. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (21), 9-17.
Ergun M, Sütyemez M. 2008. Sağlıklı Bir Yaşam Tarzı İçin Ceviz. KSU Fen ve Mühendislik Dergisi; 11(1):139-140.
Faienza, M. F., Corbo, F., Carocci, A., Catalano, A., Clodoveo, M. L., Grano, M., ... & Portincasa, P. (2020). Novel insights in health-promoting properties of sweet cherries. *Journal of Functional Foods*, *69*, 103945.
Fatima, T., Bashir, O., Gani, G., Bhat, T. A., & Jan, N. (2018). Nutritional and health benefits of apricots. *International Journal of Unani and Integrative Medicine*, *2*(2), 5-9.
Fratianni, F., Ombra, M. N., d'Acierno, A., Cipriano, L., & Nazzaro, F. (2018). Apricots: biochemistry and functional properties. *Current opinion in food science*, *19*, 23-29.
García-Closas, R., Berenguer, A., Tormo, M. J., Sánchez, M. J., Quiros, J. R., Navarro, C., & Gonzalez, C. A. (2004). Dietary sources of vitamin C, vitamin E and specific carotenoids in Spain. *British Journal of Nutrition*, *91*(6), 1005-1011.
Ghafar, M. F., Prasad, K. N., Weng, K. K., & Ismail, A. (2010). Flavonoid, hesperidine, total phenolic contents and antioxidant activities from Citrus species. *African Journal of Biotechnology*, *9*(3).
Giampieri, F., Forbes-Hernandez, T. Y., Gasparrini, M., Afrin, S., Cianciosi, D., Reboredo-Rodriguez, P.. & Battino, M. (2017). The healthy effects of strawberry bioactive compounds on molecular pathways related to chronic diseases. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1398*(1), 62-71.
Güleşci, N., and Aygül, İ. (2016). Beslenmede yer alan antioksidan ve fenolik madde içerikli çerezler. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, *5*(1), 109-129.
Hasler, C. M. (1998). Functional foods: their role in disease prevention and health promotion. Food Technology-Champaıgn Then Chıcago-, *52*, 63-147.
Hepsağ, F., & Ruken, K. A. Y. A. Natürel Zeytinyağı Üretim Aşamalarının Aroma Bileşenleri Üzerine Etkileri. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, *8*(1/2), 47-58.
İşleroğlu H, Yıldırım Z, Yıldırım M. 2005. Fonksiyonel Bir Gıda Olarak Keten Tohumu, GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi; 22(2): 23-30.
Jones, M. G., Hughes, J., Tregova, A., Milne, J., Tomsett, A. B., & Collin, H. A. (2004). Biosynthesis of the flavour precursors of onion and garlic. *Journal of Experimental Botany*, *55*(404), 1903-1918.
Kajla, P., Sharma, A., & Sood, D. R. (2015). Flaxseed—a potential functional food source. *Journal of food science and technology*, *52*(4), 1857-1871.
Karakaya, SN El, AA Taş, S. (2001). Antioxidant activity of some foods containing phenolic compounds. *International journal of food sciences and nutrition*, *52*(6), 501-508.
Katare, C., Saxena, S., Agrawal, S., Prasad, G. B. K. S., & Bisen, P. S. (2012). Flax seed: a potential medicinal food. *J Nutr Food Sci*, *2*(1), 120-7.
Kelley, D. S., Adkins, Y., & Laugero, K. D. (2018). A review of the health benefits of cherries. *Nutrients*, *10*(3), 368.
Khoddami, A., Wilkes, M. A., & Roberts, T. H. (2013). Techniques for analysis of plant phenolic compounds. *Molecules*, *18*(2), 2328-2375.
Knez Hrnčič, M., Ivanovski, M., Cör, D., & Knez, Ž. (2020). Chia Seeds (Salvia hispanica L.): an overview—phytochemical profile, isolation methods, and application. *Molecules*, *25*(1), 11.
Kolaç, T., Gürbüz, P., & Yetiş, G. (2017). Doğal ürünlerin fenolik içeriği ve antioksidan özellikleri. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, *5*(1), 26-42.
Liu, R. H. (2003). Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *The American journal of clinical nutrition*, *78*(3), 517S-520S.
Marcinek, K., & Krejpcio, Z. (2017). Chia seeds (Salvia hispanica): health promoting properties and therapeutic applications-a review. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, *68*(2).

Martín-Peláez, S., Covas, M. I., Fitó, M., Kušar, A., & Pravst, I. (2013). Health effects of olive oil polyphenols: recent advances and possibilities for the use of health claims. *Molecular nutrition & food research*, *57*(5), 760-771.

McCune, L. M., Kubota, C., Stendell-Hollis, N. R., & Thomson, C. A. (2010). Cherries and health: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, *51*(1), 1-12.

Melo, D., Machado, T. B., & Oliveira, M. B. P. (2019). Chia seeds: an ancient grain trending in modern human diets. *Food & function*, *10*(6), 3068-3089.

Muñoz, L. A., Cobos, A., Diaz, O., & Aguilera, J. M. (2013). Chia seed (Salvia hispanica): an ancient grain and a new functional food. *Food reviews international*, *29*(4), 394-408.

Nagy, S. (1980). Vitamin C contents of citrus fruit and their products: a review. *Journal of agricultural and food chemistry*, *28*(1), 8-18.

Nogata, Y., Sakamoto, K., Shiratsuchi, H., Ishii, T., Yano, M., & Ohta, H. (2006). Flavonoid composition of fruit tissues of citrus species. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, *70*(1), 178-192.

Oomah, B. D. (2001). Flaxseed as a functional food source. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *81*(9), 889-894.

Özay, G. (2008). *Kayısı ve incir meyvelerinin antioksidan kapasitelerinin araştırılması* (Master's thesis, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Özcan, M, Arslan, D, Ünver, A. (2003). Fonksiyonel Gıdalar Ve Fitokimyasallar. Akademik Gıda, 1, 40-45.

Parker, J., Schellenberger, A. N., Roe, A. L., Oketch-Rabah, H., & Calderón, A. I. (2018). Therapeutic perspectives on chia seed and its oil: a review. *Planta medica*, *84*(09/10), 606-612.

Quiles, J. L., Ramírez-Tortosa, M. C., & Yaqoob, P. (Eds.). (2006). *Olive oil and health*. Cabi.

Rodriguez-Casado, A. (2016). The health potential of fruits and vegetables phytochemicals: notable examples. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *56*(7), 1097-1107.

Rubilar, M., Gutiérrez, C., Verdugo, M., Shene, C., & Sineiro, J. (2010). Flaxseed as a source of functional ingredients. *Journal of soil science and plant nutrition*, *10*(3), 373-377.

Shebis, Y., Iluz, D., Kinel-Tahan, Y., Dubinsky, Z., & Yehoshua, Y. (2013). Natural antioxidants: function and sources. 4(6), Article ID:32918.

Skinner, M., & Hunter, D. (Eds.). (2013). *Bioactives in fruit: health benefits and functional foods*. John Wiley & Sons.

Stark, A. H., & Madar, Z. (2002). Olive oil as a functional food: epidemiology and nutritional approaches. *Nutrition reviews*, *60*(6), 170-176.

Suleria, H. A. R., Butt, M. S., Khalid, N., Sultan, S., Raza, A., Aleem, M., & Abbas, M. (2015). Garlic (Allium sativum): diet based therapy of 21st century–a review. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, *5*(4), 271-278.

Suri, S., Passi, S. J., & Goyat, J. (2016, March). Chia seed (Salvia hispanica L.) -A new age functional food. In *4th International Conference on Recent Innovations in Science Engineering and Management*.

Şahin, G. Çok boyutlu bir tarım ürünü: keten (*Linum usitatissimum* L.). *Uluslararası Sosyal Bilimler Akademik Araştırmalar Dergisi*, *4*(1), 119-147.

Şahin, İ. (2005). Sağlıklı Beslenmede Ceviz. Bahçe, 34 (1), 157-162

Taga, M. S., Miller, E. E., & Pratt, D. E. (1984). Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, *61*(5), 928-931.

Tungmunnithum, D., Thongboonyou, A., Pholboon, A., & Yangsabai, A. (2018). Flavonoids and other phenolic compounds from medicinal plants for pharmaceutical and medical aspects: An overview. *Medicines*, *5*(3), 93.

Xiao, J., & Bai, W. (2019). Bioactive phytochemicals. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *59*(6), 827-829.

Yahia, E. M. (Ed.). (2017). *Fruit and vegetable phytochemicals: Chemistry and Human Health, 2 Volumes*. John Wiley & Sons.

Yıldız, H., & Baysal, T. (2003). Bitkisel fenoliklerin kullanım olanakları ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Gıda mühendisliği dergisi*, *7*(14), 29-35.

Yılmaz S. 2018. Türk Mutfağında Kullanılan Bazı Fonksiyonel Gıdalar ve Özellikleri. Uluslararası Global Turizm Araştırmaları Dergisi; 2(1): 1-9.

Yılmaz, İ. (2010). Antioksidan içeren bazı gıdalar ve oksidatif stres. *Journal of Inonu University Medical Faculty*, *17*(2), 143-153.

Yiğit, A, Ertürk, Ü, Korukluoğlu, M. (2005). Fonksiyonel Bir Gıda: Ceviz. Bahçe, 34 (1), 163-170.

Yurt, M., & Gezer, C. (2018). Chia Tohumunun (*Salvia hıspanıca*) Fonksiyonel Özellikleri Ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Gıda*, *43*(3), 446-460.

ORAL PRESENTATION

Yeşil Çayın (*Camellia sinensis* L.) Beslenme ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Gizem Yurdakul, Muhammet Doğan* (*https://orcid.org/0000-0003-3138-5903*)

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Karaman, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: mtdogan1@gmail.com

Özet

Yeşil çay *Camellia sinesis* L. yapraklarından elde edilmektedir. Yeşil çay en çok Japonya, Çin ve Tayvan'da yetiştirilmektedir. İçerdikleri biyoaktif bileşikler sayesinde antikanser ve antienflamatuar özelliğe sahip olduğu bildirilmiştir. Yeşil çay önemli bir antioksidan kaynağıdır. Bu özellik yapısında yer alan kateşinlerden kaynaklanmaktadır. Kateşinler, reaktif oksijen ve nitrojen türlerinin zararlarını etkilerinin ortadan kaldırılmasında faydalı olduğu bilinmektedir. Yeşil çay kateşin türevleri epikateşin, epigallokateşin, epikateşin gallat ve epigallokateşin gallattandan oluşmaktadır. Epikateşin gallat yeşil çayın en önemli aktif bileşeni olarak görülmektedir. Yeşil çay önemli amino asitleri, mineralleri ve vitaminleri de içermekte ve ayrıca steroller ve lipidler bakımından zengindir. Yeşil çay ile ilgili bilimsel araştırmalar, çaydan elde edilen belirli potansiyel sağlık faydalarının insan sağlığı üzerinde önemli etkileri olduğuna işaret etmektedir. Çay kateşinlerinin kanser, obezite, diyabet ve kardiyovasküler hastalıkları önleyici etkisi olabileceği ifade edilmiştir. İçeriğindeki kafein ile uyanıklık uyarılır, yorgunluk hissini azaltır ve idrar söktürücü etkiye sahiptir. Diyetle tüketilen yeşil çayın vücut ağırlığı, vücut kitle indeksi, vücut yağ oranı ve bel ve kalça çevresinde azalmaya neden olduğu bildirilmiştir. Kateşinden zengin yeşil çayın karaciğer fibrozunu önlediğini bulunmuş ev hepatoprotektif etkileri olduğu bildirilmiştir. Bu derleme çalışmada yeşil çayın beslenme ve insan sağlığı üzerine etkileri araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Beslenme ve diyet, çay, bitkisel bileşikler, bitkisel tedavi, doğal beslenme

Importance of Green Tea (*Camellia sinensis* L.) on Nutrition and Human Health

Abstract

Green tea is obtained from the leaves of *Camellia sinesis* L. Green tea is most commonly grown in Japan, China, and Taiwan. It has been reported to have anticancer and anti-inflammatory properties thanks to the bioactive compounds they contain. Green tea is an important source of antioxidants. This feature is due to the catechins in green tea. Catechins are known to be beneficial in eliminating the effects of reactive oxygen and nitrogen species. Green tea catechin derivatives consist of epicatechin, epigallocatechin, epicatechin gallate and epigallocatechin gallate. Epicatechin gallate appears to be the most important active ingredient in green tea. Green tea also contains important amino acids, minerals and vitamins and is also rich in sterols and lipids. Scientific research on green tea indicates that certain potential health benefits from tea have significant implications for human health. It has been stated that tea catechins may have a preventive effect on cancer, obesity, diabetes and cardiovascular diseases. The caffeine in its content stimulates alertness, reduces the feeling of fatigue and has a diuretic effect. It has been reported that green tea consumed with diet causes a decrease in body weight, body mass index, body fat ratio and waist and hip circumference. It has been found that catechin-rich green tea prevents liver fibrosis and has been reported to have hepatoprotective effects. In this review study, the effects of green tea on nutrition and human health were investigated.

Keywords: Nutrition and diet, tea, herbal compounds, herbal treatment, natural nutrition

1. Giriş

Yeşil çay *(Camellia sinensis* L.) Çin'de MÖ 3000'li yıllarda veya daha önce keşfedilmiştir (Suzuki ve ark., 2012). Yeşil çay, esas olarak yeşil çay yaprağı işleme geleneği, üretildiği ülke ve yetiştiği toprak türüne göre sınıflandırılır. Yeşil çay en çok Japonya, Çin ve Tayvan'da yetiştirilmektedir (Musial ve ark., 2020).

Çay, dünyada sudan sonra en çok tüketilen içeceklerden biridir. Yeşil çayın kimyasal bileşimi iklime, mevsime, bitki üzerindeki uygulamalara ve toprağa göre değişebilmektedir (Sinija ve Mishra, 2008). Yeşil çayın ana bileşenleri polifenollerdir. Başlıca polifenoller flavonoidlerdir. Yeşil çaydaki dört ana flavonoid; epikateşin, epigallokateşin, epikateşin gallat ve epigallokateşin gallattır. Epikateşin gallat yeşil çayın en önemli aktif bileşeni olarak görülmektedir. Yaprak tomurcuğu ve ilk yapraklar EGCG açısından en zengin olanlardır. Kurutulmuş yeşil çay yapraklarındaki genel toplam polifenol konsantrasyonu %8-12'dir (Sinija ve Mishra, 2008).

Yeşil çay üzerine yapılmaya devam eden bilimsel araştırmalar, çaydan elde edilen belirli potansiyel sağlık faydalarının insan sağlığı üzerinde önemli etkileri olduğuna işaret etmektedir (Sharangi, 2009). Bu derleme çalışmada yeşil çayın beslenme ve insan sağlığı üzerine etkileri vurgulanmıştır.

2. Yeşil Çayın Kimyasal Bileşimi

Kimyasal açıdan bakıldığında, yeşil çay teanin, tirozin, triptofan, treonin, 5-N-etil glutamin, glutamik asit, serin, glisin, valin gibi amino asitleri içeren yaklaşık %15-20 protein içeriğine sahiptir. Magnezyum, krom, manganez, kalsiyum, bakır, çinko, demir, selenyum, sodyum kobalt veya nikel gibi eser elementler ve glikoz, selüloz ve sakkaroz gibi karbonhidratları içerir. Ayrıca yeşil çay steroller ve lipidler (linoleik ve α-linolenik asit ve B2, B3, C vitaminleri) bakımından zengindir (Musial ve ark., 2020).

3. Yeşil Çayın İçeriğindeki Kateşinler

Yeşil çayın çeşitli *in vitro* ve *in vivo* antimetastaz ve osteolitik özellikleri vardır. Bu durum, ana kateşin bileşeni olan epigallokateşin gallat ile bir dizi kateşin varlığına bağlanabilir. Kateşinler, şikimat biyosentetik yolu ile flavanoidden türetilen polifenolik flavanol molekülleridir (Afzal ve ark., 2015).

Yeşil çay esas olarak epigallokateşin gallat, epigallokateşin flavanolleri veya epikateşin gallat ve epikateşinleri içerir. Bu kateşinler yeşil çaydaki antioksidan aktiviteyi sağlar (Chan ve ark., 2011). Çay kateşinlerinin özellikle epigallokateşin gallatın; kanser, obezite, diyabet ve kardiyovasküler hastalıkları önleyici etkisi bulunmaktadır. İçeriğindeki kafein uyanıklığı uyarır, yorgunluk hissini azaltır ve idrar söktürücü etkiye sahiptir (Suzuki ve ark., 2012).

Çay özütü kan pıhtılaşması üzerinde engelleyici bir etki gösterir, belirli tipte kardiyovasküler hastalıkları önler, fibrinojeni çözer, trombosit agregasyonunu inhibe eder, endotelin seviyesini düşürür, LDL oksidasyonunu korur ve diyabette glukoz toleransını iyileştirir (Afzal ve ark., 2015).

Çay polifenolleri ayrıca antibakteriyel özellikleriyle bilinir. Genel olarak, çay fermantasyonunun derecesi arttırıldığında antibakteriyel aktivite azalır, bu da yeşil çayda siyah çaydan daha güçlü antibakteriyel aktivite olduğu anlamına gelir (Chan ve ark., 2011).

Yeşil çay ve siyah çay arasındaki temel fark, üretimlerinin teknolojik sürecidir. Bu süreç, yeşil çayın antioksidan potansiyeli üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Siyah çayla karşılaştırıldığında yeşil çayın kateşin içeriği çok daha yüksektir. Bu fermantasyon işlemi kateşinlerin flavinlere oksidasyonunun bir sonucudur. Ayrıca çaydaki kateşin içeriği ne kadar yüksek olursa, antioksidan aktivite o kadar yüksek olmaktadır (Musial ve ark., 2020).

Lee ve ark. yaptığı çalışmada Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'nde yaygın olarak bulunan ticari çay ürünlerinin toplam fenol içeriğini ve antioksidan kapasitesini ölçülmüştür. Her bir yeşil ve siyah çay poşeti, 2 dakika boyunca 100°C'de 200 mL distile su ile demlendikten sonra toplam fenol içeriği ve toplam antioksidan kapasitesi ölçülmüştür. Yeşil çayın siyah çaydan daha fazla fenol içerdiği tespit edilmiştir. Ayrıca yeşil çayın (436 mg C vitamini eşdeğeri) porsiyon başına antioksidan kapasitesinin siyah çaydan (239 mg) çok daha yüksek olduğunu bulunmuştur. Bu nedenle, yeşil çay siyah çaydan daha fazla sağlık yararına sahip olduğu sonucuna varılmıştır (Lee ve ark., 2002).

4.Yeşil Çayın Antioksidan Özellikleri

Antioksidan maddeler, aktif oksijenin konformasyonuna veya aktif oksijenin oluşmasını önleyerek hücresel bazda oksidasyonun neden olduğu hasarı ve dejeneratif hastalıkların oluşumunu durdurmada etkisini göstermektedir. İnsan sağlığına faydalarıyla ve antioksidan işlevleriyle önerilen maddeler E ve C vitaminleri, karotenoidler ve fenolik maddelerdir. Bu maddeler meyveler, sebzeler, baharatlar, tahıllar ve içilebilir besinlerde bulunur.

Çay fenolik maddelerce zengin içeceklerden biridir. Çayın antioksidan aktivitesi üzerine yapılan çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar, özellikle yeşil çayın fenolik maddelerce zengin bazı çaylardan daha ileri düzeyde antioksidan kapasiteye sahip olduğunu göstermektedir. Yeşil çayın siyah çaya göre daha yüksek antioksidan özelliğe sahip olmasından dolayı yeşil çayın aktif oksijen yok etme özelliği siyah çaydan daha yüksektir (Tosun ve Karadeniz, 2005).

Weisburger (1999), yeşil çay tüketmenin bazı koruyucu sağlık etkileri olduğunu, düşük yoğunluklu lipoprotein oksidasyonunu azalttığını, böylece koroner arter hastalığı riskini azalttığını ve oksitlenmiş metabolitleri azalttığını ve bunun da kanser insidansını azaltabileceğini bildirmiştir.

5. Yeşil Çayın Kilo Kontrolü Üzerine Etkileri

Bir randomize plasebo kontrollü çift kör çalışmada, araştırmacılar aşırı kilolu veya obez olan 76 erkek ve kadında yeşil çayın etkilerini izlemiştir. Yeşil çay/kafein karışımının (her biri 45 mg EGCG ve 25 mg kafein içeren, yemeklerden önce alınan iki kapsül) yüksek miktarlarda kafein tüketen (günde 300 mg'dan fazla) kişiler üzerindeki etkileri, az miktarda kafein tüketenler üzerindeki etkileri karşılaştırıldı. Yüksek kafeinin tüketiciler üzerinde hiçbir etkisi görülmedi, ancak düşük tüketiciler plasebo alan katılımcılardan önemli ölçüde daha az kilo aldı (Westerterp-Plantenga ve ark., 2005).

12 haftalık çift kör kontrollü bir çalışmada, obez olan 240 Japon yetişkinde kateşin içeriği yüksek yeşil çay özü içeceği ile daha düşük kateşin plasebo içeceğinin etkilerini karşılaştırdı. Sonuçlar, aktif tedavi grubunun vücut ağırlığı, vücut kitle indeksi, vücut yağ oranı, vücut yağ kütlesi ve bel ve kalça çevresinde daha fazla azalma olduğunu gösterdi (Nagao ve ark., 2007).

6. Yeşil Çay ve Diyabet

Diabetes mellitus (DM), dünya çapında en yaygın ve artan kronik metabolik hastalıktır. Yeşil çayın diğer hastalıklar üzerine olumlu etkileri gözlemlenmiş ve diyabet hastalarındaki etkileri de araştırılmıştır.

Yapılan bir çalışmada 4 hafta boyunca günde 3 kez yeşil çay içilmesinin tip 2 diyabetli hastalarda insülin direnci ve bazı lipoproteinler üzerinde farklı etkileri olduğunu göstermiştir. Bu klinik çalışmada, yeşil çay kullanıcılarının açlık kan insülininde önemli azalma olduğu gözlemlenmiştir (Mozaffari-Khosravi ve ark., 2014). Bununla birlikte, Japonya ve Tayvan'daki bazı retrospektif kohort çalışmaları, yeşil çayın tip 2 diyabete karşı etkili olduğunu öne sürmektedir (Iso ve ark., 2006; Wu ve ark., 2003).

Yeşil çayın içeriğindeki epigallokateşin gallatın (EGCG) diyabet ve obezite üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Diyabetli hastalar birkaç ay boyunca günlük yeşil çay tüketmişler ve kan şekeri düzeyleri, HbA1C düzeyleri, insülin direnci ve inflamasyon belirteçleri gibi parametreler incelenmiştir. Ancak anlamlı bir sonuca varılamamıştır. Diyabeti iyileştirmede yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır (Park ve ark., 2014).

7. Yeşil Çayın Karaciğer Koruyucu Etkileri

Yapılan bir çalışmada, sıçanlarda intraperitoneal galaktosamin (500 mg/kg) enjeksiyonu, nekrozlu karaciğer hasarına neden olmuştur ve kateşinlerden zengin yeşil çayın oral yoldan verilmesi galaktozaminin etkisini inhibe etmiştir. Kateşinden zengin yeşil çayın, kolajenlerin gen ekspresyonunun aşağı regülasyonu yoluyla galaktozamin tarafından indüklenen karaciğer hasarından sonra karaciğer fibrozunu önlediğini bulunmuştur (Abe ve ark., 2007). Bu nedenle yeşil çayın hepatoprotektif etkileri olduğu görülmektedir. Klinik bir bakış açısından, kateşinlerin hepatit C tedavisine uygulanması umut verici görünmektedir. Bununla birlikte, hayvan deneyleri karakteristik hepatotoksisite kanıtı göstermemesine rağmen, yeşil çay içeren takviyelerle ilişkili hepatotoksisitenin rapor edildiğine dikkat edilmelidir (Suzuki ve ark., 2012).

8. Yeşil Çay ve Kanser

Prostat kanseri üzerine yapılan bir çalışmada kapsül şeklindeki yeşil çay kateşinleri, yüksek dereceli prostat intraepitelyal neoplazisi (PIN) olan erkeklere verilmiştir. Kateşinler, yüksek dereceli PIN lezyonlarının kansere dönüşmesini engelleyerek önleyici aktivite gösterebilmiştir. Yeşil çay kateşin kapsülleri verilen erkeklerde prostat kanseri insidansı %3 iken, plasebo ile tedavi edilen erkeklerde bir yıl sonra %30 insidans gözlemlenmiştir (Bettuzzi ve ark., 2006).

Güneydoğu Çin'de yürütülen bir vaka kontrol çalışmasında 2005 yılında 20-87 yaşları arasında histolojik olarak doğrulanmış meme kanseri olan 1009 kadın hasta üzerinde yapılan bir çalışmada, yeşil çay tüketiminin meme kanseri gelişme riskinin azalmasıyla ilişkili olduğu bulunmuştur (Zhang ve ark., 2007).

Japonya'da 10 yılı aşan ileriye dönük bir kohort çalışması, günlük yeşil çay tüketiminin hem sigara içenlerde hem de içmeyenlerde kanser başlangıcını geciktirdiğini göstermiştir (Nakachi ve ark., 2000).

8000'den fazla kişiyle yapılan prospektif bir kohort çalışmasında günlük yeşil çay tüketimi, kanser başlangıcının gecikmesini sağladığı bulunmuştur. Meme kanseri hastaları üzerinde yapılan bir takip çalışmasında evre I ve II meme kanseri hastalarının daha düşük nüks oranı ve daha uzun hastalıksız dönem yaşadıkları gözlemlenmiştir (Fujiki, 1999).

Sonuç

Çeşitli *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarla yeşil çay kateşinlerinin antioksidan ve biyolojik aktiviteleri araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre yeşil çayın insan sağlığı üzerine umut verici etkileri vardır. İnsan sağlığındaki önemini tam olarak anlamak için, etki mekanizmalarını, biyoyararlılığını araştırmak ve bu maddeleri besinlerde, kültür hücrelerinde, idrarda ve kanda doğru bir şekilde karakterize eden analitik yöntemler geliştirmek gerekmektedir.

Kaynaklar

Abe, K., Ijiri, M., Suzuki, T., Taguchi, K., Koyama, Y., & Isemura, M. (2005). Green tea with a high catechin content suppresses inflammatory cytokine expression in the galactosamine-injured rat liver. *Biomedical research*, *26*(5), 187-192.

Abe, K., Suzuki, T., Ijiri, M., Koyama, Y., Isemura, M., & Kinae, N. (2007). The anti-fibrotic effect of green tea with a high catechin content in the galactosamine-injured rat liver. *Biomedical Research*, *28*(1), 43-48.

Afzal, M., Safer, A. M., & Menon, M. (2015). Green tea polyphenols and their potential role in health and disease. *Inflammopharmacology*, *23*(4), 151-161.

Bettuzzi, S., Brausi, M., Rizzi, F., Castagnetti, G., Peracchia, G., & Corti, A. (2006). Chemoprevention of human prostate cancer by oral administration of green tea catechins in volunteers with high-grade prostate intraepithelial neoplasia: a preliminary report from a one-year proof-of-principle study. *Cancer research*, *66*(2), 1234-1240.

Chan, E. W., Soh, E. Y., Tie, P. P., & Law, Y. P. (2011). Antioxidant and antibacterial properties of green, black, and herbal teas of Camellia sinensis. *Pharmacognosy research*, *3*(4), 266.

Fujiki, H. (1999). Two stages of cancer prevention with green tea.

Iso, H., Date, C., Wakai, K., Fukui, M., & Tamakoshi, A. (2006). The relationship between green tea and total caffeine intake and risk for self-reported type 2 diabetes among Japanese adults. *Annals of internal medicine*, *144*(8), 554-562.

Lee, K. W., Lee, H. J., & Lee, C. Y. (2002). Antioxidant activity of black tea vs. green tea. *The Journal of nutrition*, *132*(4), 785-785.

Mozaffari-Khosravi, H., Ahadi, Z., & Tafti, M. F. (2014). The effect of green tea versus sour tea on insulin resistance, lipids profiles and oxidative stress in patients with type 2 diabetes mellitus: a randomized clinical trial. *Iranian journal of medical sciences*, *39*(5), 424.

Musial, C., Kuban-Jankowska, A., & Gorska-Ponikowska, M. (2020). Beneficial properties of green tea catechins. *International journal of molecular sciences*, *21*(5), 1744.

Nagao, T., Hase, T., & Tokimitsu, I. (2007). A green tea extract high in catechins reduces body fat and cardiovascular risks in humans. *Obesity*, *15*(6), 1473-1483.

Nakachi, K., Matsuyama, S., Miyake, S., Suganuma, M., & Imai, K. (2000). Preventive effects of drinking green tea on cancer and cardiovascular disease: epidemiological evidence for multiple targeting prevention. *Biofactors*, *13*(1-4), 49-54.

Park, J. H., Bae, J. H., Im, S. S., & Song, D. K. (2014). Green tea and type 2 diabetes. *Integrative medicine research*, *3*(1), 4-10.

Sharangi, A. B. (2009). Medicinal and therapeutic potentialities of tea (Camellia sinensis L.)–A review. *Food research international*, *42*(5-6), 529-535.

Sinija, V. R., & Mishra, H. N. (2008). Green tea: Health benefits. *Journal of Nutritional & Environmental Medicine*, *17*(4), 232-242.

Suzuki, Y., Miyoshi, N., & Isemura, M. (2012). Health-promoting effects of green tea. *Proceedings of the Japan Academy, Series B*, *88*(3), 88-101.

Tosun, İ., & Karadeniz, B. (2005). Çay ve çay fenoliklerinin antioksidan aktivitesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, *20*(1), 78-83.

Weisburger, J. H. (1999). Tea and health: the underlying mechanisms. Proceedings of the Society for experimental Biology and Medicine, 220(4), 271-275.

Westerterp-Plantenga, M. S., Lejeune, M. P., & Kovacs, E. M. (2005). Body weight loss and weight maintenance in relation to habitual caffeine intake and green tea supplementation. *Obesity research*, *13*(7), 1195-1204.

Wu, C. H., Lu, F. H., Chang, C. S., Chang, T. C., Wang, R. H., & Chang, C. J. (2003). Relationship among habitual tea consumption, percent body fat, and body fat distribution. *Obesity research*, *11*(9), 1088-1095.

Zhang, M., Holman, C. D. A. J., Huang, J. P., & Xie, X. (2007). Green tea and the prevention of breast cancer: a case–control study in Southeast China. *Carcinogenesis*, *28*(5), 1074-1078.

ORAL PRESENTATION

Beslenme ve Diyette Kullanılan Bazı Baharatların Antioksidan Özellikleri ve Onların İnsan Sağlığı Açısından Önemi

Betül Yanar, Muhammet Doğan* (*https://orcid.org/0000-0003-3138-5903*)

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Karaman, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: mtdogan1@gmail.com

Özet

Baharatlar yemeklere lezzet katarken sağlık açısından birçok faydayı beraberinde getirir. Baharatların birçok hastalığa karşı koruyucu etki gösterdikleri veya hastalık semptomlarının azalttıkları yapılan birçok çalışma ile ortaya konulmuştur. Baharatların sağlık üzerine faydaları yüksek miktarda antioksidan içermesi ile ilişkilidir. Antioksidanlar serbest radikalleri temizleyebilen ve hücre hasarını engelleyebilen maddelerdir. Bu derleme çalışmada beslenme ve diyette kullanılan bazı baharatların antioksidan özellikleri ve onların insan sağlığı açısından önemi sunulmuştur. Baharatların, antioksidant kapasiteleri sahip olduğu fitokimyasallardan ileri gelir. Başlıca içerdikleri fitokimyasallar; fenolik bileşikler, flavonidler ve terpenlerdir. Ayrıca baharatlar önemli farmakolojik ajanlardır. Yine bu farmakolojik özelliği içerdiği antioksidan bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Bu makalede biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.), kekik (*Thymus vulgaris* L.), karanfil (*Syzygium aromaticum* L.), adaçayı (*Salvia officinalis* L.), karabiber (*Piper nigrum* L.), zerdeçal (*Curcuma longa* L.), safran (*Crocus sativus* L.), sumak (*Rhus coriaria* L.), zencefil (*Zingiber officinale* Roscoe) ve kırmızı biber *(Capsicum annuum* L.) üzerinde durulmuştur. Beslenme ve sağlık açısından önemli yere sahip baharatların kişinin genel sağlık durumuna göre diyette uygun oranda tüketmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, Natural Nutrition, Diyet, Sağlık, Yemek

Antioxidant Properties of Some Spices Used in Nutrition and Diet and Their Importance for Human Health

Abstract

While spices add flavor to meals, they bring many health benefits. It has been demonstrated by many studies that spices have a protective effect against many diseases or reduce the symptoms of the disease. The health benefits of spices are associated with their high antioxidant content. Antioxidants are substances that can scavenge free radicals and prevent cell damage. In this review, the antioxidant properties of some spices used in nutrition and diet and their importance for human health are presented. The antioxidant capacity of spices comes from the phytochemicals they have. The main phytochemicals they contain; phenolic compounds, flavonides and terpenes. In addition, spices are important pharmacological agents. Again, this pharmacological feature is due to the antioxidant components it contains. This article focused on rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.), thyme (*Thymus vulgaris* L.), clove (*Syzygium aromaticum* L.), sage (*Salvia officinalis* L.), black pepper (*Piper nigrum* L.), turmeric (*Curcuma longa* L.), saffron (*Crocus sativus* L.), sumac (*Rhus coriaria* L.), ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) and red pepper (*Capsicum annuum* L.) It is recommended that spices, which have an important place in terms of nutrition and health, should be consumed in the diet according to the general health status of the person.

Keywords: Antioxidant, Natural Nutrition, Diet, Health, Food

1. GİRİŞ

Tarihi çok eskilere dayanmakla beraber baharatlar; tatlandırıcılar, lezzet arttırıcılar, koruyucular, renklendiriciler ve aynı zamanda potansiyel terapötik maddeler olarak etkili olan belirli aromatik bitkilerin kurutulmuş kısımlarıdır (Shahidi ve Hossain, 2018). Genel olarak, bu bitkiler geleneksel tıbbın temelini oluşturmuştur ve türetilmiş maddelerinden bazıları farklı insan hastalıklarını tedavi etmek için kullanılmıştır (Diniz ve ark., 2020).

Baharatlar yüksek miktarda antioksidan içerir. Antioksidanlar serbest radikalleri temizleyebilen ve hücre hasarını engelleyebilen maddelerdir (Karabulut ve Gülay, 2016). Baharatlarda bulunan doğal antioksidanlar oksidatif stresi azaltmaya yardımcıdır. Hücre ve dokulardaki serbest radikallerin yüksek konsantrasyonunun neden olduğu oksidatif stres, gama, UV ve röntgen radyasyonu, psiko-duygusal stres, kirli gıdalar, olumsuz çevresel koşullar, yoğun fiziksel efor, sigara, alkolizm ve uyuşturucu bağımlılığı gibi çeşitli olumsuz faktörlerden kaynaklanabilir (Yashin ve ark., 2017). Baharatların, bu antioksidant kapasiteleri sahip olduğu fitokimyasallardan ileri gelir. Başlıca içerdikleri fitokimyasallar; fenolik bileşikler, flavonidler ve terpenlerdir (Shahidi ve Hossain, 2018). İçerdikleri fitokimyasallar sayesinde bakteriler başta olmak üzere gıdalarda üreyen MO öldürerek ya da zehir üretmeden önce büyümelerini engelleyerek insanların karşılaşabileceği bazı sağlık sorunlarının riskini azaltır. Antioksidanca zengin olan baharatlar tıpta antibakteriyal, antiinflamatuar, antikarsonojen, anti-sklerotik, antitropotik, antiaritmik, romatizmal, gastroprotektif ve antifungal ajan olarakta kullanılır (Ökmen ve ark., 2017; Serafini ve Peluso, 2016; Yashin ve ark., 2017). Bunların yanı sıra diyabet ve kataraktın önlenmesinde de öncüdür (Srinivasan, 2014). Bu derleme araştırmada antioksidanca zengin bazı baharatlar ve onların beslenme ve sağlık üzerine önemi anlatılmıştır.

2. ANTİOKDAN BAKIMINDAN ZENGİN BAZI BAHARATLAR

2.1 Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.)

Biberiye, esas olarak ikincil metabolitler sınıfına ait olan aktif bileşikleri sayesinde en çok tüketilen Akdeniz bitkilerinden biridir. Biberiye, yiyeceklerde antioksidan veya doğal koruyucu olarak kullanılır. Esansiyel yağı veya biberiye ekstraktı; et ürünlerinde, yağlı yiyeceklerde ve yağlarda oksidasyonu ve acılaşmayı önlemek için kullanılabilir (Çoban ve Patır, 2010). Başta karnozik asit ve karnosol olmak üzere çeşitli biberiye bileşenleri; anti-enflamatuar, anti-kanser gibi farklı biyolojik aktivitelerin yanı sıra nörolojik ve metabolik bozukluklara karşı faydalı etkiler göstermiştir. (Pilar ve Herrero, 2017). Halk tıbbında renal kolik, dismenore ve kas spazmlarını hafifletmek için oral hazırlık olarak kullanılmıştır. Tıpta ise daha geniş alanlara yayılmıştır. Anti-enfeksiyöz, antienflamatuar ve analjezik aktiviteler ve merkezi sinir sistemi üzerindeki etkileri, endokrin sistem, miyokard enfarktüsü sonrası kardiyak remodeling gibi bozukluklar, vücut ağırlığı değişiklikleri, dislipidemi, serebral iskemi, hepato-nefrotoksiklik, stres ve anksiyete gibi geniş kullanım alanları mevcuttur. (Macedo ve ark. 2020). Yapılan bir çalışmada antioksidan etkisinin ayçiçeği yağında incelenen 31 çeşit baharattan en güçlü antioksidan etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Antioksidan etkisini içerdiği karnosol, karnosik asit flavonoid, fenolik asitler ve rosmarinik asitten kaynaklanmaktadır (Çoban ve Patır, 2010; Shahidi ve Hossain, 2018). Yapılan bir araştırmada Rosmarinik asitin cilt tedavisinde kullanıldığı ve kaşıntıya iyi geldiği görülmüştür. İçerdiği yüksek antioksidan kapasitesinden dolayı fonksiyonel β hücrelerini ek hasardan koruyan veya hücrelerinin yenilenmesini uyararak diyabet ve kardiyovasküler hastalıklarının komplikasyonlarını önlemede tedavi edicidir (Pilar ve Herrero, 2017). Macedo ve ark. Yaptığı bir çalışmaya göre biberiyenin güneşten gelen uv radyasyonunun oluşturabileceği cilt hasarını azalttığı gösterilmiştir (Macedo ve ark. 2020). Aynı zamanda yapılan başka bir çalışmada biberiyenin meme kanseri hücrelerinde anti-proliferatif aktivite uyguladığını ve hücre ölümünü apoptoz ile tetikledikleri gösterilmiştir (Brindisi ve ark., 2020).

2.2 Kekik (*Thymus vulgaris* L.)

İnsanlar; kekiği yüzyıllardır bir tatlandırıcı, mutfak otu ve bitkisel ilaç olarak kullanmışlardır (Salehi ve ark., 2018). Etlerin marinasyonunda ve çeşitli ekmeklerin yapımında kullanılan kekik uçucu yağ içerir. Olerisin başlıca uçucu yağdır. Uçucu yağların yaklaşık %80'i kekiğe özgü koku ve antioksidan özellik kazandıran fenolik bileşiklerdir (Çoban ve Patır, 2010). Bu fenolik bileşiklerin başında timol gelir. Günümüzde timol ve kekik, eczacılık, gıda ve kozmetik endüstrisinde çok çeşitli fonksiyonel olanaklar sunmaktadır. Timol bazlı farmasötikler, nutrasötikler ve kozmesötiklerin formülasyonuna olan ilgi, bu bileşiğin solunum, sinir, gastroenterik ve kardiyovasküler sistemleri etkileyen bozuklukların tedavisi için potansiyel terapötik kullanımlarını değerlendiren birkaç çalışmadan kaynaklanmaktadır. Ayrıca, bu bileşik antimikrobiyal, antioksidan, antikarsinojenez, anti-enflamatuar ve antispazmodik aktivitelerin yanı sıra bir büyüme arttırıcı ve

immünomodülatör olarak bir potansiyel sergiler (Salehi ve ark., 2018; Ramos ve ark., 2009). Kekik antibakteriyel ajan olarak halk arasında daha çok ağız hijyeni ve ağız yaraları tedavisinde kullanılan farmakolojik bir baharattır (Nikolić ve ark., 2014).

2.3 Karanfil (*Syzygium aromaticum* L.)

Karanfil geleneksel olarak kullanılan tıbbi ve gıdasal bir baharattır. Çin tıbbında hazımsızlık bulantı, kusma ve enfeksiyonları tedavi etmek için kullanılmıştır (Singleatry, 2014). Diş ağrısına iyi gelir ve yemeklere koku verir. Genelde tatlılara, yemeklere, reçellere komposto ve içeceklere lezzet artırıcı olarak ilave edilir (Ayyıldız ve Sarper, 2019). Aynı zamanda gıda koruyucu özelliği de bulunmaktadır. (Cortés ve ark.,2014) Karanfil antioksidan kapasite olarak baharatların şampiyonudur. (Milind ve Deepa, 2011**)**. Çok güçlü bir antioksidan olan karanfilin antioksidant aktivitesi karanfile koku ve lezzetini veren "eugenol" bileşiğinden ileri gelmektedir (Gülçin ve ark., 2012; Çoban ve Patır, 2010). Antioksidan kapasitesinin yanı sıra, antifungal, antiviral, antimikrobiyal, antidiyabetik, antiinflamatuar, antitrombotik, anestezik, ağrı kesici ve böcek kovucu özelliklere de sahiptir (Milind ve Deepa, 2011**)**. Karanfil antibiyotiklerle birlikte kullanıldığında ağız bakterileri üzerinde sinerjik bir etki gözlenmiştir (Yashin ve ark.,2017).

2.4 Adaçayı (*Salvia officinalis* L.)

Kurutulmuş hali çay yapımında kullanılırken et yemeklerinde ise koku ve lezzet artırıcı olarak kullanılan ada çayının antioksidan kapasitesi içerdiği fenolik bileşiklerden ve rosmarinik asitten gelmektedir (Pedro ve ark., 2016; Bettaieb ve ark., 2010). İran halk tıbbında sindirim, karminatif, antispazmodik, yatıştırıcı, analjezik, tonik ve idrar söktürücü ve fonksiyonel gastrointestinal bozukluklar için kullanılır (Miraj ve Kiani, 2016). Günümüzde fonksiyonel gıda üretiminde, kozmetikte ve ilaç endüstirisinde kullanılır Bettaieb ve ark., 2010**)**. Antidiyabetik antimikrobiyal, antikanser ve anti-tümör, anti-stres ve anti-anksiyoksilitik ve antidepresan, anti-Alzheimer, anti-kardiyovasküler hastalıklar, hafıza iyileştirme ve konsantrasyon, antiinflamatuar özelliklere sahip bir bitkidir (Miraj ve Kiani, ,2016; Harnandez ve ark., 2016). Yapılan bir araştırmada 4 hafta süreyle düzenli olarak adaçayı verilen bir grup hastanın lipid peroksidasyonunun olumlu yönde iyileştiği görülmüştür (Harnandez ve ark., 2016**)**. Yine yapılan bir araştırmada düzenli olarak adaçayı tüketen kişilerin kolon kanserine yakalanma ihtimallerinin düştüğü görülmüştür (Li ve ark., 2010).

2.5 Karabiber (*Piper nigrum* L.)

Biber bitkisinin olgunlaşmamış meyvesinin kurutulup işlenmesiyle elde edilir. Tadı acı ve keskindir. Tadını içinde bulundurduğu uçucu yağlardan alır (Shahidi ve Hossain, 2018). Karabiber (*Piper nigrum*) asma ve özleri, çeşitli kültürlerde halk ilacı olarak kullanılmıştır ve dünya çapında en çok kullanılan baharatın kaynağıdır (Singletary, 2010**)**. Geleneksel olarak Hindistan'da sıtma ve Çin'de epilepsi tedavisinde kullanılmıştır (Zarai ve ark., 2013). Kapoor ve ark. Yaptığı araştırmada karabiberin içerdiği olerisinle ve uçucu yağların karabiberin antioksidan kapasitesini oluşturduğu gösterilmiştir. (Kapoor ve ark., 2009) Soğuk algınlığına iyi geldiği söylenilir. Aynı zamanda yapılan araştırmalarda karabiberin sindirim sistemi ve sinir sistemi üzerinde büyük yararlar olduğu görülmüştür (Ayyıldız ve Sarper, 2019; Shahidi ve Hossain, 2018). Antioksidan ve antimikrobiyal ve antiinflamatuar, anti-depresan özelliğe sahiptir (Çoban ve Patır, 2010; Shahidi ve Hossain, 2018; Ahmad ve ark., 2010). Aynı zamanda selenyum, B vitamini ve β karoten emilimini ve diğer besin maddelerini önemli ölçüde artırdığı bilinmektedir (Ahmad ve ark., 2010).

2.6 Zerdeçal (*Curcuma longa* L.)

Yüzyıllar boyunca, *Curcuma longa*(zerdeçal) Asya mutfağında baharat olarak ve iltihaplanma, ağrı, yara iyileşmesi ve sindirim rahatsızlıklarının tedavisinde şifalı bir bitki olarak kullanılmıştır **(**Singletary, 2020a**)**. Hindistan'da tıp alanında zerdeçala büyük önem verilir ve birçok hastalığın tedavisinde kullanılır (Ayyıldız ve Sarper, 2019). Kokusuz ve ısıya dayanıklı olan zerdeçal gıdalarda renk verici olarak kullanılır. Zerdeçal, gıdalardaki peroksit oluşumunu engeller ve saklama süresini uzatır. Aynı zamanda kozmetik sektöründe de kullanılmaktadır (Çoban ve Patır, 2010). Zerdeçaldaki birçok biyoaktif bileşen arasında en yaygın olan kurkumin; curcuminoid, curcumin, demethoxycurcumin, tetrahidrokurkuminden ve bisdemethoxycurcumi formlarında bulunur. Antioksidan kapasitesi içerdiği tetrahidrokurkuminden ileri gelir (Çoban ve Patır, 2010; Singletary, 2020**)**. Yapılan araştırmalarda zerdeçalın oral yolla alınmasında biyoyararlık düşüktür (Bengmark ve ark., 2009a). Curcumin'i kendi başına sindirmek, zayıf biyoyararlanımı nedeniyle ilişkili sağlık yararlarına yol açmaz. Bu, öncelikle zayıf emilim, hızlı metabolizma ve hızlı eliminasyondan kaynaklanıyor gibi görünmektedir. Biyoyararlanımı artırabilecek birkaç bileşen vardır. Örneğin piperin, karabiberin ana aktif bileşenidir ve kurkumin ile bir kompleks içinde birleştirildiğinde biyoyararlanımı %2000 oranında artırdığı

gösterilmiştir. Zenginleştirici maddelerle birleştirilen kurkumin, birçok sağlık yararı sağlar (Abu-Reidah ve ark., 2015). Zerdeçalın etken maddesi olan kurkumin, geniş yelpazesi nedeniyle genel olarak bilim camiası tarafından araştırılmaktadır. Antioksidan aktivite, anti-inflamatuar özellikler ve anti-kanser aktivitesi, anti-metabolik sendrom aktiviteleri, nöroprotektif aktivite, antimikrobiyal etkiler, anti-artrit etkiler, anti-viral etkiler, anti-astım ve anti-diyabetik etkiler, anti-obezite, kardiyo ve karaciğer toksisite koruma aktivitesi, anti-depresyon etkileri yapılan araştırmalarda görülmüştür (Kocaadam ve Şanlıer, 2017; Sahoo ve ark., 2021). Wickenberg ve arkadaşlarının 2010'da yaptığı bir çalışmada curcumin verilen diyabetik sıçanların böbrek fonksiyonlarında düzelme ve oksidatif streste azalma olduğu görülmüştür

2.7 Safran (*Crocus sativus* L.)

Safran, en pahalı mutfak bitkilerinden biridir ve koruyucu, renklendirici, gıda maddesi, farmasötik ve geleneksel tıp olarak çok sayıda kullanıma sahiptir. Safran içinde 100'den fazla biyolojik olarak aktif bileşik tanımlanmıştır; krosin, krosetin, pikrokrosin ve safranal başlıca biyoaktif maddelerdir (Singletary, 2020b). Antioksidan kapasitesi içerdiği terpenoidler, fenolik asitler flavonoidler ve zeaksantinden ileri gelir (Shahidi ve Hossain, 2018); (Singletary, 2020b; Abu-Izneid ve ark., 2020). Antioksdian etkisinin yanı sıra antimikrobiyal, anti-viral, diüretik, hipoglisemik ve hipokolesterolemik aktiviteye de sahiptir. Farmakolojik özelliklere sahip biyoaktif bileşenleri içeren safran, mide bağırsak hastalıklarında sakinleştirici ve ağrı kesici ilaç şeklinde kullanılmasının yanı sıra kalp çarpıntısı, nefes darlığı, göz hastalıkları, depresyonla başa çıkma, hafıza bozukluğu gut, iktidarsızlık, kansızlık gibi rahatsızlıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Ökmen ve ark., 2017; Shahidi ve Hossain, 2018; Singletary, 2020b). Modaghegh ve arkadaşlarının 2008'de yaptıkları çalışmada safranın bozulan kan basınçlarını düzelttiği görülmüştür. Özellikle sinir sistemini hedef alan hastalıklarının tedavisinde kullanılan tıbbi bir baharat olarak literatürde yer almıştır. Öğrenme ve hafıza artırıcı etkisi de yapılan çalışmalarda desteklenmiştir (Abu-Izneid ve ark., 2020)

2.8 Sumak (*Rhus coriaria* L.)

Sumak tohum şeklinde olup öğütülerek kullanılır, ekşi bir tat verdiği için dolmalarda ve salatalarda kullanılır (Stanwey, 2013). Antioksidan etkiye sahip flavon, terpenoidler ve fenolik bileşikler içerir. Sumak iç hastalıklardan cilt hastalıklarına kadar birçok kullanım alanı vardır. Aynı zaman da hipertansiyon ve şeker hastalığında da kullanılır. Diyetlerinde düzenli olarak sumak tüketiminin oksidatif strese, karaciğer enzimleri ve ateroskleroz üzerinde koruyucu etki yarattığı ve belirli enzimlerin inhibitörleri olarak hareket edebileceğini veya bazı hücresel yollara müdahale edebileceğini yapılan çalışmalarca vurgulanmıştır. Sumağın antiviral, antidiyabetik, hipolipidemik, antiiskemik, antibakteriyal, antifugal antiproliferatif,, DNA koruyucu etki ve antikarsonejik etkileri yapılan çalışmalarda açığa çıkmıştır **(**Saltan ve Ünder, 2019; Abu-Reidah, 2015; Sahoo ve ark., 2021; Tohma ve ark., 2019). Aynı zamanda antiviral, sitotoksik, hipoglisemik ve lökopenik etkileri de bulunmuştur (Rayne ve Mazza , 2007).

2.9 Zencefil (*Zingiber officinale* Roscoe)

Tıp tarihinde güçlü bir geçmişe sahip olan zencefil çeşitli rahatsızlıkların önlenmesinde kullanılan yaygın bir baharattır. Gıdalarda genellikle karekteristik keskinliği korumak amacıyla kullanılan zencefil gazlı içeceklerin vazgeçilmezidir (Abbasi ve ark.,2019). Zencefilin sağlığı geliştirici perspektifi, zengin fitokimyasına atfedilir (Mashhadi, 2013). Günlük yiyeceklerimizde fonksiyonel bir bileşen olarak önerilmeyi de hak eder. (Srinivasan, 2017). Zencefil iltihaplanma, mide-bağırsak sorunları, ağrı ve cinsellik için inanılmaz bir ilaç olarak kabul edilir. Yapılan çalışmalarda zencefilin bileşenleri, antiemetik, hepatoprotektif, antiemetik, hiperlipidemik ve antibakteriyel antidiyabetik, antipiretik, antrombosit, antitümorjenik, pıhtılaşma faktörü, kardiyotonik, sitotoksik. Artrit, kramplar, burkulmalar, boğaz ağrısı, romatizma, kas ağrıları, ağrılar, kusma, kabızlık, hazımsızlık, hipertansiyon, demans, ateş ve bulaşıcı hastalıklar için yaygın olarak kullanılmaktadır (Shahrajabian ve ark., 2019). Zencefilin antioksidan kapasitesi içerdiği fenolik ve flavonid bileşiklerden ileri gelmesinin yanı sıra gingerol, shogaols gibi zencefilin biyoaktif molekülleri çeşitli modüllerde antioksidan aktivite göstermiştir (Shahidi ve Hossain, 2018; Mashhadi, 2013). Zencefilin tüm nutrasötik yönleri arasında en önemli olanı sindirim sistemi uyarıcı etkisi, antikanser etkisi dahil olmak üzere gastrointestinal sistem üzerinde pozitif kontrolü bulunur (Abbasi ve ark., 2019**)**. Zencefilin çeşitlerinden siyah zencefilin alerji, astım, iktidarsızlık, gut, ishal, distanteri, peptik ülser ve diyabeti önlemektedir (Mohamad ve ark., 2019).

2.10 Kırmızı Biber *(Capsicum annuum* L.)

Baharat olarak kullanılmasının yanı sıra geniş çapta fizyolojik ve tedavi edici etkilere sahiptir (Çiçek ve ark., 2005). Analjezik, antijenotoksik, antioksidan, antimutajenik ve antikarsinojenik gibi farmakolojik etkileri vardır. Kolesterolün vücuttan atılımı için safra asit sekresyonunu arttırır. Iştah açıcı, idrar artırıcı ve sindirimi kolaylaştırıcıdır. (Shahidi ve Hossain, 2018; Neves ve ark., 2019). Diyabetik nefropati üzerindeki yararı vardır (Song ve ark., 2014). Kırmızı biber rengini güçlü bir antioksidan olan β karotenoidlerden alır. İçerdiği en önemli karotenoid kapsantindir. Kırmızı biberin içeriğinde antioksidan olan fenolik bileşiklerde bol miktarda bulunur (Shahidi ve Hossain, 2018; Naves ve ark., 2019). Kapsaisin, yağ tüketimini keser ve hipolipidemik etkiye sahiptir (Sim ve Sil, 2008). Taze biberde bol miktarda A, B, C ve E vitaminin bulunmasının yanı sıra minarellerce de zengindir (Saleh ve ark., 2018; Çiçek ve ark., 2005).

3. SONUÇ

Baharatlar yüzyıllardır insanlık için önemli olmuştur. Baharatların çok geniş kullanım alanları vardır. Bunun başında kozmetik, ilaç ve gıda sanayisi gelir. Baharatlar en önemli farmakolojik ajanlardır. Farmakolojik özelliği içerdiği antioksidan bileşenlerden ileri gelmektedir. Biberiye, kekik, adaçayı, safran, sumak gibi antioksidan kapasitesi yüksek baharatların sağlığa birçok yararı olduğu görülmüştür. Baharatların diyette uygun oranda yer edinmesi önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

Abbasi, H., Khatoon, R., & Kabir, H. (2019). Zingiber officinale: A Simple Spice with Health Benefits & Some Modern Researches. *CELLMED*, *9*(2), 3-1.

Abu-Izneid, T., Rauf, A., Khalil, A. A., Olatunde, A., Khalid, A., Al Humaidhi, F. A., ... & Rengasamy, K. R. (2020). Nutritional and health beneficial properties of saffron (Crocus sativus L): a comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-24.

Abu-Reidah, I. M., Ali-Shtayeh, M. S., Jamous, R. M., Arráez-Román, D., & Segura-Carretero, A. (2015). HPLC–DAD–ESI-MS/MS screening of bioactive components from Rhus coriaria L.(Sumac) fruits. *Food chemistry*, *166*, 179-191.

Ahmad, N., Fazal, H., Abbasi, B. H., Rashid, M., Mahmood, T., & Fatima, N. (2010). Efficient regeneration and antioxidant potential in regenerated tissues of Piper nigrum L. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, *102*(1), 129-134.

Bengmark, S., Mesa, M. D., & Gil, A. (2009). Plant-derived health-the effects of turmeric and curcuminoids. *Nutricion hospitalaria*, *24*(3), 273-281.

Bettaieb, I., Hamrouni-Sellami, I., Bourgou, S., Limam, F., & Marzouk, B. (2011). Drought effects on polyphenol composition and antioxidant activities in aerial parts of Salvia officinalis L. *Acta Physiologiae Plantarum*, *33*(4), 1103-1111.

Brindisi, M., Bouzidi, C., Frattaruolo, L., Loizzo, M. R., Tundis, R., Dugay, A., ... & Cappello, M. S. (2020). chemical profile, antioxidant, anti-inflammatory, and anti-cancer effects of Italian Salvia rosmarinus Spenn. methanol leaves Extracts. *Antioxidants*, *9*(9), 826.

Cortés-Rojas, D. F., de Souza, C. R. F., & Oliveira, W. P. (2014). Clove (Syzygium aromaticum): a precious spice. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, *4*(2), 90-96.

Çiçek, H., Yılmaz, N., Çelik, A., Ceylan, N. Ö., & Meram, İ. (2005). Kapsaisinin (kırmızı biber) insan sağlığı üzerine etkileri. *Anadolu Tıp Dergisi*, *31*.

Çoban, Ö. E., & Patır, B. (2010). Antioksidan etkili bazı bitki ve baharatların gıdalarda kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, *5*(2), 7-19.

de Macedo, L. M., Santos, É. M. D., Militão, L., Tundisi, L. L., Ataide, J. A., Souto, E. B., & Mazzola, P. G. (2020). Rosemary (Rosmarinus officinalis L., syn Salvia rosmarinus Spenn.) and its topical applications: a review. *Plants*, *9*(5), 651.

del Pilar Sánchez-Camargo, A., & Herrero, M. (2017). Rosemary (Rosmarinus officinalis) as a functional ingredient: recent scientific evidence. *Current Opinion in Food Science*, *14*, 13-19.

Diniz do Nascimento, L., Moraes, A. A. B. D., Costa, K. S. D., Pereira Galúcio, J. M., Taube, P. S., Costa, C. M. L., ... & Faria, L. J. G. D. (2020). Bioactive natural compounds and antioxidant activity of essential oils from spice plants: New findings and potential applications. *Biomolecules*, *10*(7), 988.

Gülçin, İ., Elmastaş, M., & Aboul-Enein, H. Y. (2012). Antioxidant activity of clove oil–A powerful antioxidant source. *Arabian Journal of chemistry*, *5*(4), 489-499.

Kapoor, I. P. S., Singh, B., Singh, G., De Heluani, C. S., De Lampasona, M. P., & Catalan, C. A. (2009). Chemistry and in vitro antioxidant activity of volatile oil and oleoresins of black pepper (Piper nigrum). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *57*(12), 5358-5364.

Karabulut, H., & Gülay, M. Ş. (2016). Antioksidanlar. *Veterinary Journal of Mehmet Akif Ersoy University*, *1*(1), 65-76.

Kocaadam, B., & Şanlier, N. (2017). Curcumin, an active component of turmeric (Curcuma longa), and its effects on health. *Critical reviews in food science and nutrition*, *57*(13), 2889-2895.

Mashhadi, N. S., Ghiasvand, R., Askari, G., Hariri, M., Darvishi, L., & Mofid, M. R. (2013). Anti-oxidative and anti-inflammatory effects of ginger in health and physical activity: review of current evidence. *International journal of preventive medicine*, *4*(Suppl 1), S36.

Milind, P., & Deepa, K. (2011). Clove: a champion spice. *Int J Res Ayurveda Pharm*, *2*(1), 47-54.

Miraj, S., & Kiani, S. (2016). A review study of therapeutic effects of Salvia officinalis L. *Der Pharmacia Lettre*, *8*(6).

Modaghegh, M. H., Shahabian, M., Esmaeili, H. A., Rajbai, O., & Hosseinzadeh, H. (2008). Safety evaluation of saffron (Crocus sativus) tablets in healthy volunteers. *Phytomedicine*, *15*(12), 1032-1037.

Shahrajabian, M. H., Sun, W., & Cheng, Q. (2019). Clinical aspects and health benefits of ginger (Zingiber officinale) in both traditional Chinese medicine and modern industry. *Acta agriculturae scandinavica, section b—Soil & Plant Science*, *69*(6), 546-556.

Naves, E. R., de Ávila Silva, L., Sulpice, R., Araújo, W. L., Nunes-Nesi, A., Peres, L. E., & Zsögön, A. (2019). Capsaicinoids: pungency beyond Capsicum. *Trends in plant science*, *24*(2), 109-120.

Nikolić, M., Glamočlija, J., Ferreira, I. C., Calhelha, R. C., Fernandes, Â., Marković, T., ... & Soković, M. (2014). Chemical composition, antimicrobial, antioxidant and antitumor activity of Thymus serpyllum L., Thymus algeriensis Boiss. and Reut and Thymus vulgaris L. essential oils. *Industrial Crops and Products*, *52*, 183-190.

Ökmen, G., Arslan, A., Vurkun, M., Mammadkhanli, M., & Ceylan, O. (2017). FarklıBaharatların Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktiviteleri. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR*, *15*(1), 16-28.

Pedro, D. F., Ramos, A. A., Lima, C. F., Baltazar, F., & Pereira-Wilson, C. (2016). Colon cancer chemoprevention by sage tea drinking: decreased DNA damage and cell proliferation. *Phytotherapy research*, *30*(2), 298-305.

Ayyıldız, S., & Sarper, F. (2019). Antioksidan Baharatların Osmanlı Saray Mutfağındaki Yeri. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *9*(1), 363-380.

Rayne, S., & Mazza, G. (2007). Biological activities of extracts from sumac (Rhus spp.): a review. *Nature Precedings*, 1-1.

Sá, C. M., Ramos, A. A., Azevedo, M. F., Lima, C. F., Fernandes-Ferreira, M., & Pereira-Wilson, C. (2009). Sage tea drinking improves lipid profile and antioxidant defences in humans. *International Journal of Molecular Sciences*, *10*(9), 3937-3950.

Sahoo, J. P., Behera, L., Praveena, J., Sawant, S., Mishra, A., Sharma, S. S., ... & Samal, K. C. (2021). The Golden Spice Turmeric (Curcuma longa) and Its Feasible Benefits in Prospering Human Health—A Review. *American Journal of Plant Sciences*, *12*(03), 455.

Saleh, B. K., Omer, A., & Teweldemedhin, B. (2018). Medicinal uses and health benefits of chili pepper (Capsicum spp.): a review. *MOJ Food Process Technol*, *6*(4), 325-328.

Salehi, B., Mishra, A. P., Shukla, I., Sharifi-Rad, M., Contreras, M. D. M., Segura-Carretero, A., ... & Sharifi-Rad, J. (2018). Thymol, thyme, and other plant sources: Health and potential uses. *Phytotherapy Research*, *32*(9), 1688-1706.

Saltan, F. Z., & Ünder, D. 2019 Sumak ve Önemli Biyolojik Etkileri. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, *34*(1), 69-78.

Serafini, M., & Peluso, I. (2016). Functional foods for health: the interrelated antioxidant and anti-inflammatory role of fruits, vegetables, herbs, spices and cocoa in humans. *Current Pharmaceutical Design*, *22*(44), 6701-6715.

Shahidi, F., & Hossain, A. (2018). Bioactives in spices, and spice oleoresins: Phytochemicals and their beneficial effects in food preservation and health promotion. *Journal of Food Bioactives*, *3*, 8-75.

Sim, K. H., & Sil, H. Y. (2008). Antioxidant activities of red pepper (Capsicum annuum) pericarp and seed extracts. *International journal of food science & technology*, *43*(10), 1813-1823.

Singletary, K. (2014). Clove: overview of potential health benefits. Nutrition Today, 49(4), 207-224.

Singletary, K. (2020a). Turmeric: potential health benefits. *Nutrition Today*, *55*(1), 45-56.

Singletary, K. (2020b). Saffron: Potential health benefits. *Nutrition Today*, *55*(6), 294-303.

Srinivasan, K. (2014). Antioxidant potential of spices and their active constituents. *Critical reviews in food science and nutrition*, *54*(3), 352-372.

Srinivasan, K. (2017). Ginger rhizomes (Zingiber officinale): A spice with multiple health beneficial potentials. *PharmaNutrition*, *5*(1), 18-28.

Stanwey, P. (2014). Baharatlar, Mucize Gıdalar

Song, W. J., Sung, H. J., Kim, S. Y., Kim, K. P., Ryu, S., & Kang, D. H. (2014). Inactivation of Escherichia coli O157: H7 and Salmonella Typhimurium in black pepper and red pepper by gamma irradiation. *International journal of food microbiology*, *172*, 125-129.

Tohma, H., Altay, A., Köksal, E., Gören, A. C., & Gülçin, İ. (2019). Measurement of anticancer, antidiabetic and anticholinergic properties of sumac (Rhus coriaria): Analysis of its phenolic compounds by LC–MS/MS. *Journal of Food Measurement and Characterization*, *13*(2), 1607-1619.

Wickenberg, J., Ingemansson, S. L., & Hlebowicz, J. (2010). Effects of Curcuma longa (turmeric) on postprandial plasma glucose and insulin in healthy subjects. *Nutrition journal*, *9*(1), 1-5.

Yashin, A., Yashin, Y., Xia, X., & Nemzer, B. (2017). Antioxidant activity of spices and their impact on human health: A review. *Antioxidants*, *6*(3), 70.

Zarai, Z., Boujelbene, E., Salem, N. B., Gargouri, Y., & Sayari, A. (2013). Antioxidant and antimicrobial activities of various solvent extracts, piperine and piperic acid from Piper nigrum. *Lwt-Food science and technology*, *50*(2), 634-641.

ORAL PRESENTATION

Inhibitory effects of *Melissa officinalis* extracts against *Escherichia coli* ATCC 25922

Sabire YERLİKAYA[1*] *(ORCİD: 0000-0001-9842-5848)*, Hanife ŞİMŞEK[1]*(ORCİD: 0000-0001-6493-7773*), Hülya ŞEN ARSLAN[1] *(ORCİD: 0000-0002-1662-2942*)

[1]Karamanoğlu Mehmetbey University, Engineering Faculty, Food Engineering Department, Karaman, Turkey

*Corresponding author e-mail: sabirebattal@kmu.edu.tr

Abstract

In this study, the inhibitory effects of *Melissa officinalis* extract on the survival *Escherichia coli* ATCC 25922 was investigated at 4ºC, 25ºC and 37ºC. After *Escherichia coli* ATCC 25922 has been activated in nutrient broth medium, pathogen was added to pasteurized and UHT milks, separately. Samples were divided into two groups. First group was the control samples (has *Escherichia coli* ATCC 25922 without extract), the second group was inoculated with 5% *Melissa officinalis* extract. All treatments were incubated at 4ºC, 25ºC and 37ºC for 2 hours, separately. It was calculated 9.0 cfu/ml *Escherichia coli* ATCC 25922 in control samples. *Melissa officinalis* extract reduced the numbers of *Escherichia coli* ATCC 25922 in pasteurized milk at 4ºC (8.86 cfu/ml). The inhibitory effects of *Melissa officinalis* extract was not sufficient to reduce the number of pathogens in other treatments. The reason for this situation can be considered as using the water extract of *Melissa officinalis*. Lower results may be obtained with the use of ethanolic extract. The sample with the highest concentration of pathogen was UHT milk at 37ºC (10.18 cfu/ml). The results of this study indicate that *Melissa officinalis* water extract as a natural food preservative may be used to reduce *Escherichia coli* ATCC 25922 in pasteurized milks at 4ºC.

Keywords: Pasteurized, UHT, milk, water extract

INTRODUCTION

The natural products are found to be more effective with least side effects as compared to commercial antibiotics so that reason they are used an alternated remedy for treatment of various infections. (Tepe et al., 2004). Spices are defined as plant substances used to enhance flavor, they include leaves (mint and coriander), flower (clover), bulbs (garlic, turmeric), fruits (black pepper), stem (cinnamon), rhizomes (ginger and turmeric) (Shelef, 1983). Medicinal plants produce certain bioactive molecules which show both antibacterial and antifungal activities. Many medicinal plants produce antioxidant and antimicrobial properties which protect the host from cellular oxidation reactions and other pathogens highlighting the importance of search for natural antimicrobial drugs (Wojdylo et al., 2007). Most of the foods borne bacterial pathogens are sensitive to extracts from plants such as garlic, mustard, onion and oregano. Gram positive bacteria are more sensitive to antimicrobial compounds in spices than G-negative bacteria (Lawson, 1996).

Melissa is popularly known as lemon balm in our country. Melissa is an important medicinal plant that is collected in natural areas and also exported in addition to being marketed in the domestic market. There are three subspecies of balm genus (ssp. officinalis, ssp. altissima, ssp. inodora). Of these, only ssp. officinalis has a lemon scent and is reported to have medicinal value (Sarı, 2001).

Melissa is an important medicinal plant with many uses such as pharmacy and perfumery in addition to the food industry. Although the essential oil content of balm varies according to many factors, it varies between 0.01-0.3% (Akgül, 1993; Zeybek, 1987).

The temperature of the environment has a great effect on the growth of microorganisms. Microorganisms can generally grow and reproduce within temperature limits (minimal and maximal) specific to their species. These limits include the optimal temperature at which breeding occurs best. It is observed that reproduction slows down from this suitable temperature towards the minimum or maximum, and reproduction stops when these limits are exceeded (Arda, 2000).

In this study, *Escherichia coli* ATCC 25922 inhibition effect of melissa water extract at different incubation temperatures and different concentration was investigated.

MATERIALS AND METHODS

Materials

The melissa (*Melissa officinalis*) used in the study was obtained from an organic products company in Konya and brought to the laboratory of the Department of Food Engineering of Karamanoglu Mehmetbey University under aseptic conditions.

Methods

Melissa (*Melissa officinalis*) extracts

For 5% water plant extract, 5 g of plants were incubated in 100 ml pure water in a shaking water bath at 100°C for 2 hour by shaking. Sample was filtered and collected in a flask. The extracts obtained were stored at -18ºC until they were used in experiments (Şen Arslan, 2017).

E.coli ATCC 25922 inhibition

After *Escherichia coli* ATCC 25922 has been activated in nutrient broth medium, pathogen was added to pasteurized and UHT milks, separately. Samples were divided into two groups. First group was the control samples (has *Escherichia coli* ATCC 25922 without extract), the second group was inoculated with 5% *Melissa officinalis* extract. All treatments were incubated at 4ºC, 25ºC and 37ºC for 2 hours, separately. Appropriate diluations were inoculated on petri dishes with Eosin Methylen-blue Lactose Sucrose Agar (EMB) for enumeration *E.coli* ATCC 25922 using spread plate method. It was incubated at 37°C for 24 hours (AOAC, 2000).

Statistical analysis

The results were analyzed statistically using SPSS 22 (IBM Corp., Armonk, New York, USA) program. Sample means were compared using One Way ANOVA and were evaluated with Tukey test from Post Hoc Test.

RESULTS and DISCUSSION

The effects of yarrow ethanolic extract different concentration and at different incubation temperatures on *E. coli* inhibition were found to be statistically significant ($p<0.05$). Table 1 shows the results of the Duncan Test for *E.coli* inhibition values.

Table 1. Inhibition effects of melissa and different incubation temperature on *E.coli*

Factor	*Incubation temperature*	*Colony log cfu/ml*
P-E		8,87±0,45 ^{ab}
U-E		8,64±0,56 ^{a}
P-E-M	4ºC	8,73±0,13 ^{a}
P-E-M	25ºC	9,59±0,40 ^{bcd}
P-E-M	37ºC	9,62±0,33 ^{cd}
U-E-M	4ºC	8,98±0,32 ^{abc}
U-E-M	25ºC	9,59±0,44 ^{bcd}
U-E-M	37ºC	9,77±0,40 ^{d}

(Comparison of the means of 4-replicate data with Duncan multiple comparison tests shows that there is a significant difference between the letters on the means. ($p <0.05$)).

(P-E: Pastorize milk+*E.coli*; U-E: UHT milk+*E.coli*; P-E-M: Pastorize milk+*E.coli*+ Melissa; U-E-M: UHT milk+*E.coli* + Melissa)

As can be seen in Figure 1, pathogen concentration was detected as 8.87 log cfu/ml and 8.64 log cfu/ml inoculated into pasteurized and UHT milks, respectively. Melissa water extract decreased the *E.coli* concentration in pasteurized milk (8.73 log cfu/ml) at 4°C, but could'nt decrease in UHT (8.98 log cfu/ml). Pathogen was detected at the same concentration in both milk samples at 25°C (9.59 log cfu/ml). However, it is seen that melissa extract is more effective in pasteurized milk at 25°C than UHT (Table 1). It was seen that the pathogen concentration was much higher at 37°C. *E.coli* was calculated as 9.62 log cfu/ml in pastorized; 9.77 log cfu/ml in UHT milk.

The inhibitory effects of *Melissa officinalis* extract was not sufficient to reduce the number of pathogens in all samples. The reason for this situation could be considered as using the water extract of *Melissa officinalis*. Lower results may be obtained with the use of ethanolic extract. The sample with the highest concentration of pathogen was UHT milk at 37ºC (9.77 log cfu/ml). The highest *E.coli* concentrations are taken at 37 ºC. Because of this situation; 37ºC is the optimum growth temperature of the pathogen.The results of this study indicate that *Melissa officinalis* water extract as a natural food preservative may be used to reduce *Escherichia coli* ATCC 25922 in pasteurized milks at 4ºC.

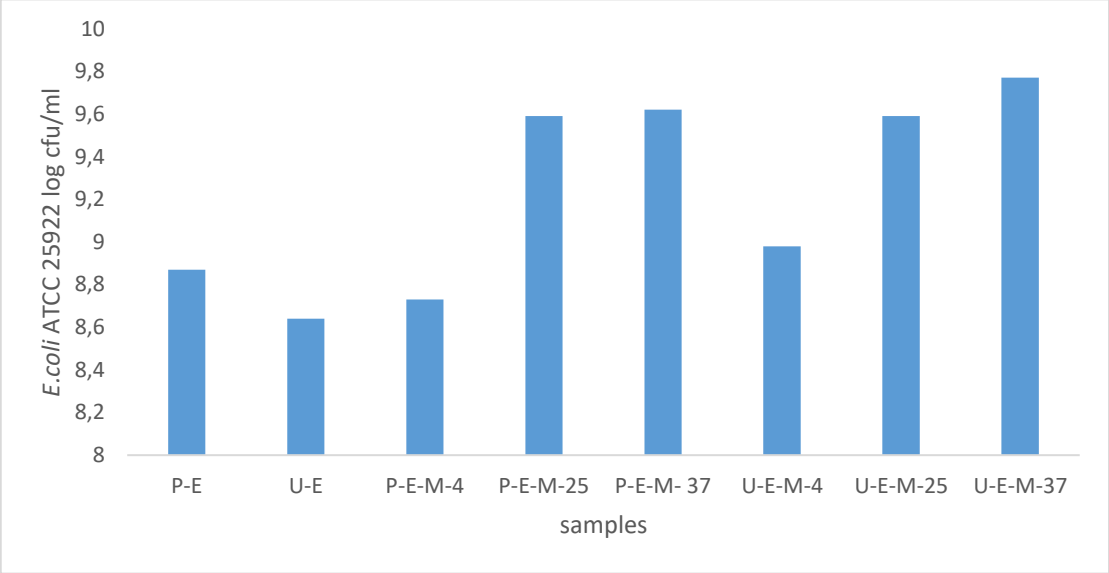


Figure 1. Effect of extracts on inhibition levels of *E.coli*

(P-E: Pastorize milk+*E.coli*; U-E: UHT milk+*E.coli*; P-E-M-4: Pastorize milk+*E.coli*+ Melissa (4°C); P-E-M-25: Pastorize milk+*E.coli*+ Melissa (25°C); P-E-M-37: Pastorize milk+*E.coli*+ Melissa (37°C); U-E-M-4: UHT milk+*E.coli*+ Melissa (4°C); U-E-M-25: UHT milk+*E.coli*+ Melissa (25°C); U-E-M-37: UHT milk+*E.coli*+ Melissa (37°C)).

Didinen (2011) found that melissa oil has an antibacterial effect on fish pathogens. Its antibacterial effect was determined against *F.psychrophilum, V.anguillarum, V.alginolyticus, Y. ruckeri* and *Aeromonas hydrophila*.

CONCLUSION

Traditional herbal medicines are a source of novel antibacterial drugs. Since they are considered as safe for human use, plant based medicines are widely recognized and used for primary health care in developed and developing countries (Bazzaz et al., 2005). According to the WHO, 60–80% of the world population applies the traditional treatment (WHO, 2002). Plants have also been used to get a natural extracts for developing new antimicrobial drugs because of their antimicrobial effect on opportunistic pathogenic and pathogenic microflora. This antimicrobial effect has been shown in food industry on extension of shelf-life of foods (Kačániová et al., 2016). Antimicrobial effect of the medicinal plants is attributable to the content and composition of the plant essential oils (EO), which consist of a large number of secondary metabolites - alkaloids, tannins, and flavonoids (Tegos et al. 2002; Fernandez et al. 2012).

Conscious food consumption increases proportionally as the conscious consumer increases. For this reason, the demand for safe food is constantly increasing. Pathogens are undesirable microorganisms in foods. One of the basic conditions in producing safe food is to destroy pathogenic microorganisms

in foods. It is preferred to use natural foodstuffs pathogen inhibitory substances. For this purpose, melissa, known as a powerful antimicrobial agent, was used in this study.

According to this study, it is seen that the inhibitory effect of melissa on *E.coli*. Different incubation temperatures were observed to be important in *E. coli* ATCC 25922 inhibition.

Melissa is widely grown in many countries. It attracts the attention of researchers because it is both natural and accessible. Its use as a pathogen inhibitor is thought to increase over time.

REFERENCES

Akgül A 1993. Baharat Bilim ve Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No.15, Ankara.

AOAC 2000. Official Methods of Analysis (18th ed.). Arlington, VA, Association of Official Analytical Chemists.

Arda M 2000. Temel Mikrobiyoloji, Medisan Publications No;46, Ankara.

B.Tepe, D.Daferera, M.Sokmen, M.Polissiou, A. Sokmen (2004). In vitro antimicrobial and antioxidant activities of the essential oils and various extracts of thymus. J. Agri and Food Chem. Vol: 52 1132-1137.

Bazzaz, F.B.S., Khajehkaramadin, M. & Shokooheizadeh, H.R. (2005). In vitro antibacterial activity of Rheum ribes extract obtained from various plant parts against clinical isolates of Gram-negative pathogens. Journal of Pharmaceutical Research, 2, 87– 91

Didinen B.İ. 2011. Balıklardan izole edilen bakteriyel patojenlere karşı bazı bitkisel uçucu yağlarının antibakteriyal aktivitesi. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 17.

Fernandez, S.P., Karim, N., Mewett, K.N., Chebib, M., Johnston, G.A.R. & Hanrahan, J.R. (2012). Flavan-3-ol esters: new agents for exploring modulatory sites on GABAA receptors. British Journal of Pharmacology, 165(4), 965–977.

Kačániová, M., Terentjeva, M., Puchalski, C., Petrová, J., Hutková, J., Kántor, A., Mellen, M., Čuboň, J., Haščík, P., Kluz, M., Kordiaka, R. & Kunová, S. (2016). Microbiological quality of chicken thighs meat after application of essential oils combination, EDTA and vacuum packing. Potravinarstvo, 10(1), 107-113.

Lawson, L.D. (1996). Garlic: A review of its medicinal effects and indicated active compounds. In: L.D Lawson and R. Bauer, Editors, Phytomedicines of Europe: Their chemistry and biological activity, ASC Press , Washington DC, 176-200.

Sarı A.O. 2001. Farklı kökenli Melissa officinalis L. (oğulotu)'lerin Menemen ve Bozdağ ekolojik koşullarında bazı agronomik ve kalite özellikleri üzerine etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İzmir.

Şen Arslan H. 2017. Bazı tıbbi aromatik bitki ekstraktlarının fenolik madde içerikleriyle amilaz, glukozidaz ve lipaz enzimleri üzerine etkileri. Erciyes University, Institute of Science, Master's thesis, Kayseri.

Shelef, L.A.(1983). Antimicrobial effects of spices. J. food saf.Vol. 6 29–44.

Tegos, G., Stermitz, F.R., Lomovskaya, O., & Lewis, K. (2002). Multidrug pump inhibitors uncover remarkable activity of plant antimicrobials. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 46(10), 3133–3141.

WHO Traditional Medicine Strategy, WHO, Geneva, Switzerland, 2002

Wojdylo, A., Oszmianski, J. and Czemerys R.(2007). Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. Food chemistry, Vol :105 940-949.

Zeybek N. 1987. İzmir'den ihraç edilen droglar. V. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı Bildiri Kitabı, 59-64, Ankara.

ORAL PRESENTATION

Application of lactic acid-based deep eutectic solvent for the microwave-assisted extraction of polyphenols from olive tree (Olea europaea) leaves

Merve Yücel[1], Selin Şahin[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9989-9823*)

[*1]1Istanbul University-Cerrahpasa, Engineering Faculty, Chemical Engineering Department, Istanbul, Turkey

* Corresponding author e-mail: selins@istanbul.edu.tr

Abstract
Processing of industrial crops and products results in the production of by-products that are rich sources of speciality products with various bioative ingredients. The starting point of the current study is the presence of polyphenols in the residuals of agricultural and food industries. So, one of the biowaste of olive oil industry has been studied as a research material (olive leaf) in the current study. In this study, deep eutectic solvent (DES) has been used in order to propose an environmentally and green method for conversion of a waste into a speciality product. A DES system consisting of lactic acid-glycerol mixture (1/1, molar ratio) has been used as solvent depending on our previous report. Microwave-assisted extraction (MAE) studies were performed with DES. The results obtained were evaluated in terms of total phenolic substance (TPS) and oleuropein content. DPPH, CUPRAC and ABTS methods were used for antioxidant activity measurement, whereas total flavonoid substance (TFS) of the extracts was evaluated. On the other hand, statistical experimental design was carried out using the Design-Expert software. 25 experimental runs with 3 variables and 3 levels were carried out using Centeral Composite design of Response Surface Methodology.

Keywords: Green chemistry; green solvents; deep eutectic solvent; biowaste; oleuropein; central composite design.

INTRODUCTION

Olive tree (*Olea europaea*) leaves have been used as food additives, pharmaceuticals, nutraceuticals and cosmetics due to their high antioxidant and antimicrobial properties, while they were being utilized as animal feed in the past (Şahin and Bilgin, 2017). Scientific reports have demonstrated that the high antioxidant property of olive leaf is mostly due to its phenolic substances (Şahin et al., 2017b). The related beneficial properties of the olive leaf has raised interest towards the recovery of the concerned phenolic ingrdients. Extraction is a very important step in obtaining of these natural antioxidants. There is no single type of extraction suitable for this purpose, the range of extraction methods is quite wide (Bucić-Kojić et al., 2007).
Microwave-assisted extraction (MAE) has several advantages over the conventional ones. These advantages are short extraction time, reduced solvent consumption and higher extraction rate. Depending on these features, MAE offers the opportunity to obtain high quality products at low cost. In addition, microwave assisted extraction is described as “green” in terms of environmental standards (Albarri et al., 2021; Şahin et al., 2020).
Recently, bio-based derivatives have been used either as green solvents or as key ingredients in combination with potentially less toxic and more biocompatible innovative solvents. Solvents occupy a strategic place within the framework of Green Chemistry. To qualify in a green environment, these substances must also meet different criteria such as availability, non-toxicity, biodegradability, recyclability, and low price (Şahin, 2019). The number of available green solvents that have been introduced so far is quite limited. In this study, a very new and rapidly emerging ionic liquid called deep eutectic solvent (DES) was used as solvent. Depending on our previous study (Yücel and Şahin, 2021), a DES mixture composed of lactic acid and glycerol (1/1, molar ratio) was prepared for the extraction of high-added value substances from olive leaves by means of MAE.
On the other hand, determining of the optimum operating conditions for maximum efficiency and minimum cost is a must for a process. In this study, Response Surface Methodology (RSM) was applied as a statistical experimental design method in order to overcome the disadvantages of conventional approaches such as one-factor-at-a-time method. RSM is a combination of statistical and mathematical techniques used to develop, improve and optimize processes. Within the scope of this study, statistical experimental design was carried out using the Design-Expert software. 25 experimental runs with 3 variables and 3 levels were carried out using split-plot centeral composite design of RSM.

MATERIALS AND METHODS

Materials

Olive leaf samples (Gemlik cultivar) were collected from Avşa Island in Marmara District of Turkey. The leaf samples were dried at ambient conditions.

Oleuropein, 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid, Folin–Ciocalteu reagent, sodium carbonate, gallic acid, ammonium acetate, aluminum chloride, sodium nitrite, catechin, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, 2,9-dimethyl-1,10-phenanthroline, and 2,2′-azino-*bis*-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt were from Sigma-Aldrich, while ethanol and methanol were supplied from Merck.

Preparation of deep eutectic solvent

DES consists of a hydrogen bond acceptor (HBA) and hydrogen bond donor (HBD). In this study, we prepared the DES mixture by mixing and heating method at 80 ºC (Yücel and Şahin, 2021). Lactic acid was used as HBA, whereas glycerol was HBD. The mixture was prepared in a one-to-one in terms of molar ratio.

Microwave-assisted extraction

Extraction process was performed with a microwave extractor (NEOS-GR, Milestone Srl, Italy). Table 1 presents the process parameters, units and symbols of the variables used in the MAE method applied to dried and ground leaves.

Table 1. Process parameters and levels selected for the MAE of bioactive substances from olive leaves

Parameter	Unit	Symbol	Level		
			−1	**0**	**1**
Power	Watt	a	300	350	400
Time	Second	B	90	135	180
Water addition	(%, v/v)	C	10	30	50

Spectrophotometric determinations

Folin-Ciocalteu method was used to determine the total phenolic substances (TPS). Oxidation of phenolic components in the extract takes place with the Folin-Ciocalteu reagent. After a certain time, the mixture is formed (blue color). The absorbance of the mixture was measured at 765 nm (Malik and Bradford, 2006). The quantitative findings were expressed as mg gallic acid equivalent (GAE). Regarding total flavonoid substance, aluminum chloride colorimetric method was used at 510 nm (Sakanaka et al., 2005). The quantitative findings were expressed as mg catechin acid equivalent (CE).

Antioxidant activity of the extracts were determined by 2,2-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-sulfonic acid) (ABTS), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH) (Şahin, 2015), and cupric ion reducing antioxidant capacity (CUPRAC) assays (Apak et al., 2008), respectively. The quantitative antioxidant activity findings were expressed as trolox equivalent (TEAC).

Chromatographic determinations

High performance liquid chromatography (HPLC) was used to determine the major component of olive leaf extract (oleuropein). A wavelength of 276 nm was selected for the analysis of oleuropein based on the findings obtained from the previous studies (Şahin et al., 2017a, 2017b).

Statistical experimental design

Statistical experimental design was carried out using Response Surface Methodology. Design-Expert software (version 12.0.1.0, Stat-Ease Inc., USA) produced 25 experimental runs with 3 variables (microwave power, time and water addition to DES) and 3 levels (-1, 0 and 1) were carried out using split-plot subtype of central composite design.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Experimental design, optimization and modelling studies

25 experimental runs were carried out by the selected design of RSM. The results are given as the mean of 3 replicates (Table 2). As seen in Table 2, the oleuropein content changed from 2.29 to 10.38 mg per gram dried leaf. On the other hand, total phenolic substance varied from 22.04 to 46.32 mg-GAE/g-dried leaf. Generally, oleuropein and TPS yields changed in parallel. We can also conclude that depending on the correlation between these two responses (r>0.80).

Table 2. Effects of the process parameters on the MAE of bioactive substances (oleuropein and TPS) from olive leaves

No	a: Power (W)	B: Time (sec)	C: Water addition (%, v/v)	Oleuropein (mg/g-dried leaf)	TPS (mg-GAE/g-dried leaf)
1	350	135	30	3.35 ± 0.001	32.12 ± 0.002
2	350	135	30	3.34 ± 0.002	33.11 ± 0.002
3	350	135	30	3.10 ± 0.000	32.19 ± 0.004
4	350	135	10	2.77 ± 0.003	25.83± 0.001
5	350	135	50	7.05± 0.006	43.26 ± 0.000
6	350	180	30	5.25 ± 0.006	37.57 ± 0.002
7	350	90	30	2.80 ± 0.002	22.77 ± 0.002
8	300	135	30	2.77 ± 0.003	27.99 ± 0.000
9	300	135	30	2.69 ± 0.003	28.79 ± 0.001
10	400	180	10	6.56 ± 0.006	36.13 ± 0.003
11	400	180	50	10.38 ± 0.004	45.43 ± 0.004
12	400	90	50	5.64± 0.000	39.26 ± 0.002
13	400	90	10	2.29 ± 0.003	28.47 ± 0.000
14	300	90	10	2.47 ± 0.003	22.04 ± 0.001
15	300	180	50	9.06 ± 0.002	46.32 ± 0.001
16	300	90	50	3.68 ± 0.003	30.30 ± 0.001
17	300	180	10	4.99 ± 0.002	33.97 ± 0.002
18	350	135	30	3.21 ± 0.001	30.87 ± 0.001
19	350	135	30	3.39 ± 0.000	31.77 ± 0.002
20	350	135	30	3.50 ± 0.002	32.97 ± 0.001
21	400	135	30	4.22 ± 0.002	35.32 ± 0.001
22	400	135	30	4.27 ± 0.002	35.77 ± 0.000
23	350	135	30	3.51 ± 0.003	32.54 ± 0.000
24	350	135	30	3.49 ± 0.002	30.65 ± 0.002
25	350	135	30	3.57 ± 0.000	31.80 ± 0.001

On the other hand, Tables 3 and 4 show the statistical results of the current system for oleuropein and TPS based on the REML (restricted maximum likelihood) analysis test according to the design of RSM. According to Table 3, the model derived for oleuropein was found to be significant with an F value of 13.39 to show the relationship between response and independent variables. The REML result also showed that the experimental data had a coefficient of determination (R^2) of 0.9722. As for TPS, the F value for the quadratic model according to REML is significant for 12.70 (Table 4). According to the high coefficient of determination (R^2 = 0.9454), the approach applied in this study seems to be suitable for obtaining the olive leaf extract rich in oleuropein and TPS by MAE method.

Table 3. REML test results derived for oleuropein

Source	Term df	Error df	F-valu	p-value	
Whole-plot	2	15.00	13.39	0.0005	significant
a	1	15.00	26.56	0.0001	
a^2	1	15.00	0.2143	0.6501	
Subplot	7	15.00	64.31	< 0.0001	significant
B	1	15.00	201.83	< 0.0001	
C	1	15.00	150.01	< 0.0001	
aB	1	15.00	0.8215	0.3791	
aC	1	15.00	2.43	0.1397	
BC	1	15.00	7.47	0.0154	
B^2	1	15.00	6.68	0.0207	
C^2	1	15.00	38.01	< 0.0001	
R^2	*0.9722*				
Adjusted-R^2	*0.9487*				

Table 0. REML test results derived for TPS

Source	Term df	Error df	F-value	p-value	
Whole-plot	2	15.00	12.70	0.0006	significant
a	1	15.00	24.88	0.0002	
a^2	1	15.00	0.5164	0.4834	
Subplot	7	15.00	32.39	< 0.0001	significant
B	1	15.00	99.64	< 0.0001	
C	1	15.00	105.23	< 0.0001	
aB	1	15.00	7.76	0.0139	
aC	1	15.00	0.0108	0.9185	
BC	1	15.00	0.2640	0.6148	
B^2	1	15.00	0.6346	0.4381	
C^2	1	15.00	12.13	0.0033	
R^2	*0.9454*				
Adjusted-R^2	*0.8992*				

The quadratic polynomial equations derived by this approach are shown in Table 5.

Table 5. Model equations with coded factors for each response

Response	Model
$Y_{Oleuropein}=$	$3.39 + 0.6423a + 1.94B + 1.67C + 0.1383aB + 0.2380aC + 0.4173BC + 0.0976a^2 + 0.6353B^2 + 1.52C^2$
$Y_{TPS}=$	$31.69 + 2.58a + 5.66B + 5.81C - 1.76aB - 0.0660aC + 0.3256BC + 0.6291a^2 - 0.8133B^2 + 3.56C^2$

The optimization study was evaluated in terms of TPS and oleuropein contents. Optimum conditions were determined as 400 W, 180 sec and 50% (v/v) water addition into the DES system in order to obtain maximum oleuropein (10.68 mg/g-dried leaf) and TPS (47.61 mg-GAE/g-dried leaf) yields.

Bioactive content of the extract

After the extraction processes were performed under the conditions given in Table 2, other bioactivity tests such as TFS determination and antioxidant activity were also applied to the same extracts. Since antioxidant activity is a complex process that occurs through various mechanisms, three complementary tests were performed, such as DPPH, ABTS and CUPRAC. Table 6 shows the TFS content of the extracts and the results of three different antioxidant activity tests.

Correlations (*r*) between oleuropein, TPS, TFS and antioxidant activity tests in the extract were also evaluated. When the correlation between oleuropein and TPS is examined, it can be concluded that oleuropein makes a high contribution to the total amount of phenolic substances (r>0.80) as mentioned above. Additionally, there is a strong agreement between ABTS and CUPRAC (r>0.96), when the relationship between the antioxidant activity tests is considered. This is followed by the relationship between DPPH/ABTS (r>0.87).

Table 6. Bioactive content of olive leaf extract

No	TFM (mg-CE/g-dried leaf)	DPPH (mg-TEAC/g-dried leaf)	ABTS (mg-TEAC/g-dried leaf)	CUPRAC (mg-TEAC/g-dried leaf)
1	13.74 ± 0.000	24.63 ± 0.008	13.81 ± 0.003	67.95± 0.000
2	12.80 ± 0.000	24.46 ± 0.001	13.60 ± 0.004	68.25 ±0.006
3	11.78 ± 0.000	24.57 ± 0. 001	13.57 ± 0.001	65.62± 0.001
4	6.80 ± 0.000	22.27 ± 0.012	11.17 ± 0.006	58.50± 0.005
5	19.80 ± 0.000	38.00 ± 0.009	23.13 ± 0.004	126.00± 0.000
6	13.81 ± 0.000	35.63 ± 0.007	21.35 ± 0.006	118.09 ± 0.001
7	0.80 ± 0.000	22.74 ± 0.002	11.33 ±0.010	55.12 ± 0.012
8	5.74 ± 0.000	26.87 ± 0.003	12.85 ± 0.001	63.14 ± 0.000
9	4.79± 0.000	32.61 ± 0.004	13.85 ± 0.002	73.91 ± 0.002
10	20.73 ± 0.001	33.67 ± 0.002	20.22 ± 0.001	109.85 ± 0.006
11	18.70 ± 0.001	30.31 ± 0.013	26.35 ± 0.002	139.71 ± 0.007
12	12.75 ± 0.000	22.10 ± 0.001	17.85 ± 0.006	85.19 ± 0.000
13	1.79 ± 0.001	18.51 ± 0.002	10.74 ± 0.001	59.55 ± 0.020
14	0.80 ± 0.000	41.00 ± 0.005	9.26 ± 0.002	49.82 ± 0.020
15	19.71 ± 0.001	23.86 ± 0.001	24.80 ± 0.001	135.85 ± 0.030
16	8.73 ± 0.001	31.97 ± 0.004	13.31 ± 0.002	62.25 ± 0.001
17	14.74 ± 0.000	24.06 ± 0.001	17.75 ± 0.002	79.90 ± 0.004
18	8.77 ± 0.001	24.49 ± 0.002	14.14 ± 0.001	71.52 ± 0.004
19	10.78 ± 0.001	25.16 ± 0.004	13.80 ± 0.002	66.86 ± 0.003
20	11.80 ± 0.000	28.97 ± 0.004	14.54 ± 0.001	65.75 ± 0.000
21	12.72 ± 0.000	29.07 ± 0.001	15.26 ± 0.004	72.78 ± 0.004
22	10.78 ± 0.000	24.15 ± 0.002	15.78 ± 0.002	77.13 ± 0.003
23	6.77 ± 0.000	24.23 ±0.004	13.59 ± 0.003	71.44 ± 0.002
24	10.79 ± 0.000	24.37 ± 0.001	13.72 ± 0.005	70.42 ± 0.000
25	11.74 ± 0.001	30.81 ± 0.001	13.76 ± 0.006	67.65 ± 0.003

CONCLUSION

The developed deep eutectic solvent-based microwave-assisted extraction has proven itself as an extremely green method in terms of short extraction time (only 3 min), low energy consumption and application of bio-based solvent (lactic acid-based mixture). On the other hand, olive leaf has shown to be a rich antioxidant source, which has been verified by 3 different antioxidant activity assays. The correlations (r>0.87) between the tests has also indicated the accuracy of the antioxidative findings. On the other hand, the relationship between the oleuropein quantity and the total phenolics of the extracts also point out that oleuropein gives a remarkable contribution to the total phenolic contents. According to the the high coefficients of determination (R^2> 0.94) and statistically significant P values (<0.05), the experimental findings were represented successfully by the second-order models proposed by the split-plot central composite design of response surface approach.

REFERENCES

Albarri, R., Toprakçı, İ., Kurtulbaş, E., Şahin, S., 2021. Estimation of diffusion and mass transfer coefficients for the microwave-assisted extraction of bioactive substances from Moringa oleifera leaves. Biomass Convers. Biorefinery 1–8. https://doi.org/10.1007/s13399-021-01443-8

Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Çelik, S.E., 2008. Mechanism of antioxidant capacity assays and the CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) assay. Microchim. Acta 160, 413–419. https://doi.org/10.1007/s00604-007-0777-0

Bucić-Kojić, A., Planinić, M., Tomas, S., Bilić, M., Velić, D., 2007. Study of solid–liquid extraction kinetics of total polyphenols from grape seeds. J. Food Eng. 81, 236–242. https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2006.10.027

Malik, N.S.A., Bradford, J.M., 2006. Changes in oleuropein levels during differentiation and development of floral buds in "Arbequina" olives. Sci. Hortic. (Amsterdam). 110, 274–278.

Şahin, E.K., Bilgin, M., Şahin, S., 2020. Recovery of anthocyanins from sour cherry (Prunus cerasus L.) peels via microwave assisted extraction: monitoring the storage stability. https://doi.org/10.1080/10826068.2020.1852418. https://doi.org/10.1080/10826068.2020.1852418

Şahin, S., 2019. Tailor-designed deep eutectic liquids as a sustainable extraction media: An alternative to ionic liquids. J. Pharm. Biomed. Anal. https://doi.org/10.1016/j.jpba.2019.05.059

Şahin, S., 2015. A novel technology for extraction of phenolic antioxidants from mandarin (Citrus deliciosa Tenore) leaves: Solvent-free microwave extraction. Korean J. Chem. Eng. 32, 950–957. https://doi.org/10.1007/s11814-014-0293-y

Şahin, S., Bilgin, M., 2017. Olive tree (*Olea europaea* L.) leaf as a waste by-product of table olive and olive oil industry: a review. J. Sci. Food Agric. https://doi.org/10.1002/jsfa.8619

Şahin, S., Bilgin, M., Sayım, E., Güvenilir, B., 2017a. Effects of natural antioxidants in the improvement of corn oil quality: olive leaf vs. lemon balm. Int. J. Food Sci. Technol. 52, 374–380. https://doi.org/10.1111/ijfs.13291

Şahin, S., Samli, R., Tan, A.S.B., Barba, F.J., Chemat, F., Cravotto, G., Lorenzo, J.M., 2017b. Solvent-Free Microwave-Assisted Extraction of Polyphenols from Olive Tree Leaves: Antioxidant and Antimicrobial Properties. Molecules 22, 1056. https://doi.org/10.3390/molecules22071056

Sakanaka, S., Tachibana, Y., Okada, Y., 2005. Preparation and antioxidant properties of extracts of Japanese persimmon leaf tea (kakinoha-cha). Food Chem. 89, 569–575. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.03.013

Yücel, M., Şahin, S., 2021. An eco-friendly and sustainable system for monitoring the oleuropein-rich extract from olive tree (Olea europaea) leaves. Biomass Convers. Biorefinery 1–14. https://doi.org/10.1007/s13399-021-01556-0

ORAL PRESENTATION

Bazı çok yıllık taban merası yem bitkisi türlerinin yem değerleri yönünden karşılaştırılması

İbrahim Ertekin[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1393-8084*)

[*1]Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Hatay, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: ibrahim.ertkn@hotmail.com

Özet

Bu çalışma özellikle Akdeniz taban meralarında yaygın bir şekilde bulunan *Paspalum dilalatum*, *Bothriochloa ischaemum* ve *Cynodon dactylon* bitki türlerinin yem değerlerini karşılaştırmayı amaçlamıştır. Bu bitki türleri Hatay Mustafa Kemal Üniversitesinde ayrı parselasyonlarda yetiştirilmiş ve ikinci yıl yetiştirme sezonunda bitkiler kıştan uyanıştan sonra ilk biçim olarak hasat edilmiştir. Bitkiler üzerinde yem değerlerini belirlemek için ham protein (HP), nötr ortamda çözünmeyen lif (NDF), asitli ortamda çözünmeyen lif (ADF) ve asitli ortamda çözünmeyen lignin (ADL) analizleri yapılmıştır. Ayrıca NDF ve ADF sonuçlarından faydalanarak otların kuru madde sindirimi (KMS), kuru madde tüketimi (KMT), metabolik enerji (ME) ve nispi yem değeri (NYD) özellikleri hesaplanmıştır. Türler ADL içeriği dışında incelenen tüm özellikler açısından önemli bulunmuştur. Türler arasında HP, NDF, ADF ve ADL özellikleri sırasıyla %9.02 ve %10.20, %67.29 ve %71.20, %31.71 ve %38.73 ve %3.36 ve 6.57 arasında değişiklik göstermiştir. Teorik olarak hesaplanan KMS, KMT, ME ve NYD özellikleri sırasıyla %58.73 ve 64.20, %1.69 ve 1.78, 8.89 MJ/kg KM ve 9.94 MJ kg/KM ve 79.86 ve 83.85 arasında değişmiştir. İncelenen tüm özellikler bir bütün olarak değerlendirildiği zaman *Paspalum dilalatum* türünün yem değeri diğer türlerden daha iyi bulunmuştur. Bu bitki ile baskın olan Akdeniz taban meralarının özellikle büyükbaş hayvanlar için daha iyi yem sunacağı sonucu çıkarılabilir.

Anahtar Kelimeler: *Paspalum dilalatum*, *Bothriochloa ischaemum*, *Cynodon dactylon*, Mera, Yem değeri

Comparison of some perennial grassland forage plant species in terms of feed values

Abstract

This study aimed to compare the forage values of *Paspalum dilalatum*, *Bothriochloa ischaemum* and *Cynodon dactylon* plant species, which are especially common in Mediterranean grasslands. These plant species were grown in separate parcels in Hatay Mustafa Kemal University and in the second year growing season, the plants were harvested as the first cutting after the winter awakening. Crude protein (HP), insoluble fiber (NDF) in neutral medium, insoluble fiber (ADF) in acidic medium and insoluble lignin (ADL) in acidic medium were analyzed to determine feed values of the plants. In addition, by using the NDF and ADF results, the dry matter digestion (DMS), dry matter consumption (DMT), metabolic energy (ME) and relative feed value (NRV) properties of the grasses were calculated. Species were found to be important in terms of all examined traits except ADL content. Among the species, HP, NDF, ADF and ADL properties varied between 9.02% and 10.20%, 67.29% and 71.20%, 31.71% and 38.73%, and 3.36% and 6.57%, respectively. When all the examined characteristics were evaluated as a whole, the feed value of *Paspalum dilalatum* was found to be better than the other species. It can be concluded that the Mediterranean basin graslands, which are dominant with this plant, will offer better feed especially for cattle.

Keywords: *Paspalum dilalatum*, *Bothriochloa ischaemum*, *Cynodon dactylon*, Grassland, Nutritive value

GİRİŞ

Karlı bir hayvansal üretim için kaba yemle hayvan besleme çok önemlidir. Bu yüzden özellikle Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü bölgelerimizde taban meralardan olabildiğince yararlanmak gerektiği ortaya çıkmaktadır. Ülkemiz Akdeniz iklimi taban meralarında yaygın bulunan üç çok yıllık buğdaygil bitki türü (*Bothriochloa ischaemum*, *Cynodon dactylon* ve *Paspalum dilalatum*) özellikle büyükbaş hayvanların meraya dayalı beslenmesinde önemli bir potansiyele sahiptir.

Bothriochloa ischaemum, dünyanın birçok yerinde bulunan *Poaceae* familyasındaki çok yıllık bir tropikal ot türüdür. Genellikle İngilizce'de yellow bluestem olarak bilinir. Bu bitki türü özellikle Avrupa, Asya ve Afrika'nın birçok bölgesinde yayılış göstermiştir (Anonim, 2018). Bu bitki türü yıllık ortalama sıcaklığı 10-17 ºC arasında olan bölgelere daha iyim sağlar ve yayılış gösterir. *Bothriochloa ischaemum*, aşırı soğuk geçen kışları tolere edebilir. Genelde bitki doğal yayılış alanında 350-500 mm yağış alır, ancak 1000 mm yağış alan

bölgelerde dahi yayılış gösterebilir (Cook ve ark., 2005). Bu bitki türü kuraklığa oldukça dayanıklıdır fakat göllenme ve su taşkınına hassastır (Cook ve ark., 2005). Ağır otlatmaya ve yangınlara karşı oldukça dayanıklı bir türdür (Hilty, 2014).

Cynodon dactylon, Avrupa, Afrika, Avustralya ve Asya'nın birçok bölümünde yaygın olarak bulunan çok yıllık bir ot türüdür. Tüm dünyaya Amerika kıtasından yayıldığı tahmin edilmektedir (Shi ve ark., 2012).

Bu bitki türü Akdeniz iklim kuşağında yaygın bir şekilde bulunur ve çevresel streslere ve ağır otlatmaya karşı oldukça dayanıklıdır. Bu bitki türü Akdeniz iklim kuşağında yaygın bir şekilde bulunur ve çevresel streslere ve ağır otlatmaya karşı oldukça dayanıklıdır.

Paspalum dilalatum türü İngilizce'de Dalligrass olarak bilinmektedir ve Brezilya ve Arjantin'in doğal bitkisidir (Hitchcock-Albert, 1971). Ülkemizde Akdeniz iklimi taban meralarında yaygın olarak bulunmaktadır. Ayrıca Dünyanın birçok tropikal sub-tropikal bölgelerinde yaygındır. Bu bitki türünün Güney Amerika'da hayvan beslemede büyük önemi vardır (Hitchcock-Albert, 1971).

Bu çalışma kapsamında özellikle ülkemiz Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü bölgelerde taban meralarında yaygın bir şekilde bulunan ve çok yıllık buğdaygil türü olan *Bothriochloa ischaemum, Cynodon dactylon* ve *Paspalum dilalatum* türlerinin yem kalitesini ve besleme değerlerini karşılaştırmak amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOD

Bu çalışmanın materyallerini *Bothriochloa ischaemum* (Sarı-sakal otu), *Cynodon dactylon* (Köpekdişi) ve *Paspalum dilalatum* (Adi-yalancı darı) bitki türleri oluşturmuştur. Bu bitki türleri Hatay Mustafa Kemal Üniversitesinde ayrı parselasyonlarda yetiştirilmiş ve ikinci yıl yetiştirme sezonunda bitkiler kıştan uyanıştan sonra ilk biçim olarak 2017 yılı Haziran ayında hasat edilmiştir. Toplanan bitkiler üç tekrarlı halde örneklenmiş ve sıcak hava üflemeli etüvde 65 °C'de kurutulmuştur. Kuruyan örnekler çeşitli analizler için 1 mm çaplı eleğe sahip olan değirmende öğütülmüştür.

Bitki türlerinin yem kalitesi ve besleme değerini belirlemek için yapılan başlıca analizler ve hesaplamalar aşağıda açıklanmıştır.

1. Ham protein: Bitki türlerinin ham protein içerikleri Kjeldahl metoduna göre (AOAC, 1990) yapılan azot tayini sonucunda belirlenmiştir. Yüzde azot içeriği 6.25 kat sayısı ile çarpılarak otların ham protein içeriği hesaplanmıştır.

2. Nötr ortamda çözünmeyen lif (NDF) ve Asitli ortamda çözünmeyen lif (ADF): ANKOM Fiber Analyzer cihazından faydalanarak Van Soest ve ark. (1991)'ın bildirdiği metoda göre belirlenmiştir.

3. Asitli ortamda çözünmeyen lignin (ADL): Beher tekniğine dayanarak bitki türlerinin ANKOM F57 kodlu torbalarda %72'lik sülfürik asitte bekletilmesiyle belirlenmiştir.

4. Kuru madde sindirimi (KMS): Otların KMS oranları aşağıdaki formüle dayanarak hesaplanmıştır.

KMS (%)= 88.9-(0.779*%ADF)

5. Kuru madde tüketimi (KMT): Bitki türlerinin KMT oranları aşağıdaki formüle dayanarak hesaplanmıştır.

KMT (%)= 120/%NDF

6. Nispi yem değeri (NYD): Bitki türlerinin nispi yem değerleri KMS oranları ve KMT oranlarından faydalanarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

NYD= %KMS*%KMT*0.775

7**. Metabolik enerji (ME):** Bitki türlerinin metabolize olabilir enerji seviyeleri ADF içeriklerinden faydalanarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

ME (MJ/kg KM)= 0.15*%ADF

İstatistik Analizi: Tüm elde edilen sayısal veriler tesadüf blokları modeline göre varyans analizine tabi tutulmuş ve %5 olasılık düzeyinde önemli bulunan özellikler Tukey tekli karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar daha kolay anlaşılabilmesi için sütun grafiği ile sunulmuştur.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bitki Türlerinin İncelenen Tüm Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Bu çalışmada yem kalitesi ve besleyicilik yönünden karşılaştırılan bazı çok yıllık buğdaygil türlerinin incelenen tüm özellikler üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Bitki türlerinin incelen tüm özellikler üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları ve her bir özelliğe ait standart hata ortalamaları (SHO) ile varyasyon katsayıları (VK)

Özellikler	Bitki Türlerinin *p* Değerleri	SHO	VK
Ham protein	0.0029**	0.155	2.855
NDF	0.0019**	0.191	0.483
ADF	0.0007**	0.358	1.750
ADL	0.2452^{öd}	1.295	43.237
Kuru madde sindirimi	0.0008**	0.281	0.798
Kuru madde tüketimi	0.0037**	0.006	0.592
Nispi yem değeri	0.0316*	0.575	1.224
Metabolik enerrji	0.0008**	0.055	1.021

Tablo 1 incelendiği zaman, bitki türlerinin ADL içeriği hariç tüm özellikler üzerindeki etkisinin önemli olduğu gözlenmektedir. Bu önemli bulunan özelliklerden nispi yem değeri %5 önem seviyesinde önemli bulunurken diğer tüm özellikler ise %1 önem seviyesinde önemli bulunmuştur.

Bitki Türlerinin Bazı Yem Kalite Parametreleri

Bitki türlerinin ham protein, NDF ve ADF özelliklerine ait elde edilen sonuçlar Şekil 1'de verilmiştir.

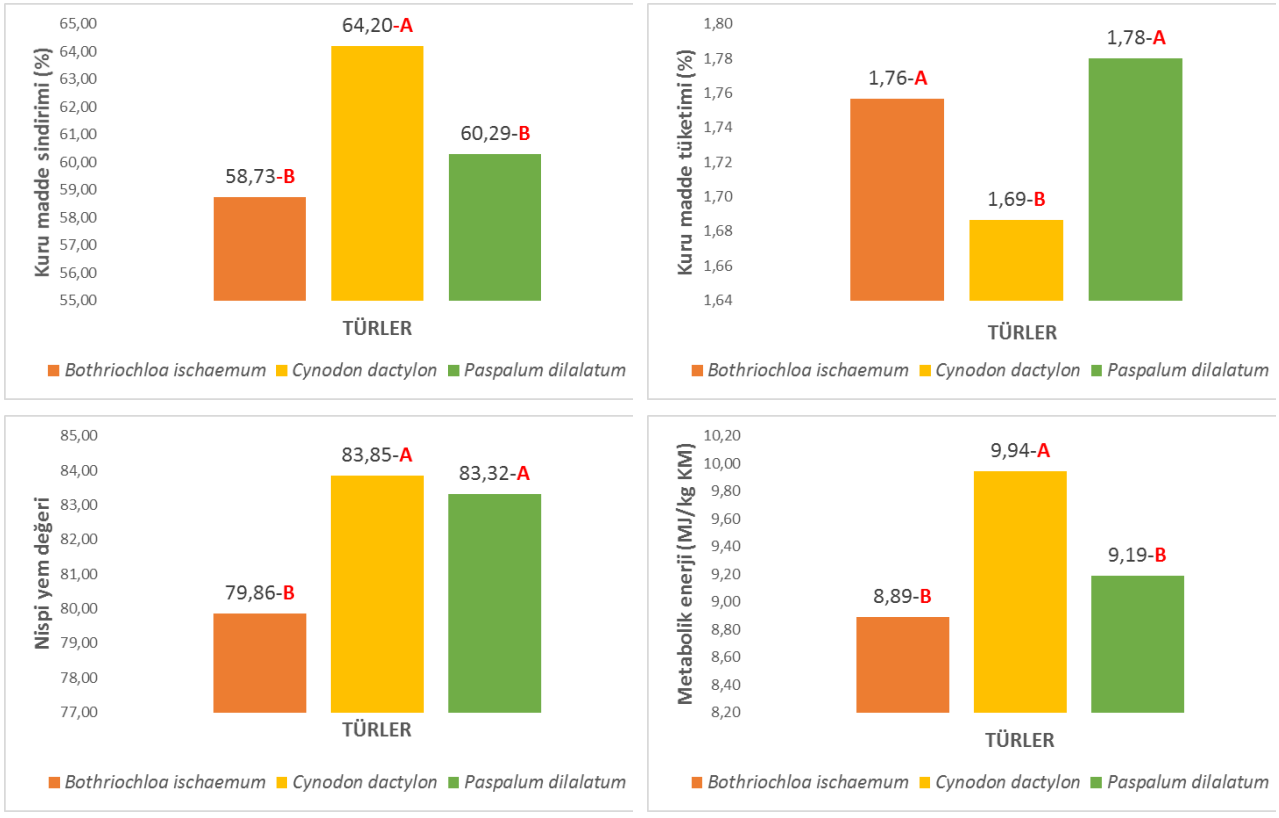


Şekil 1. Bitki türlerinin ham protein, NDF ve ADF özelliklerine ait sonuçlar

Bitki türlerinin ham protein sonuçlarını incelediğimiz zaman (Şekil 1), en yüksek (%10.20) ham protein içeriği *Paspalum dilalatum* bitki türünden elde edilirken en düşük (%9.02) ise *Cynodon dactylon* türünden elde edilmiştir. *Cynodon dactylon* türü ile *Bothriochloa ischaemum* türü istatistiki olarak benzer sonuçlar vermiştir. Bitki türünden bitki türüne otların ham protein içeriklerinde bu çalışmadan elde edilen sonuçlara benzer şekilde anlamlı değişikliklerin olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir (Mahmoud ve ark., 2017; Lee, 2018; Schaub ve ark., 2020). Bitki türlerinin NDF içeriklerini gözden geçirdiğimizde (Şekil 1), en yüksek (%71.20) NDF'nin Cynodon dactylon türünde ve en düşük (%67.29) ise *Bothriochloa ischaemum* türünde tespit edilmiştir. NDF içerikleri özellikle buğdaygil yem bitkilerinde istenen seviyelerin oldukça üzerinde bulunur. Bu yüzden genel olarak buğdaygil yem bitkilerinde düşük olan NDF tercih edilmektedir. Yapılan birçok çalışmada NDF içeriklerinin buğdaygil yem bitkilerinde %50'nin üzerinde bulunmuş ve türden türe farklılıkların olabileceği bildirilmiştir (Mahmoud ve ark., 2017; Lee, 2018; Schaub ve ark., 2020). Bitki türlerinin ADF içerikleri %31.71 ve %38.73 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek ADF *Bothriochloa ischaemum* türünde tespit edilirken en düşük ise *Cynodon dactylon* türünde belirlenmiştir. NDF özelliğinde açıklandığı üzere buğdaygillerde özellikle düşük ADF tercih edilmekte ve tüm türlerin istenen seviyelerden daha yüksek ADF içeriği barındırdığı tespit edilmiştir. Aynı şekilde birçok çalışmada buğdaygil yem bitkilerinin NDF içeriğinin %30'un üzerinde olduğu tespit edilmiş ve türden türe farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Mahmoud ve ark., 2017; Lee, 2018; Schaub ve ark., 2020).

Bitki Türlerinin Bazı Besleme Değeri Parametreleri

Bitki türlerinin kuru madde sindirimi, kuru madde tüketimi, nispi yem değeri ve metabolik enerji özelliklerine ait sonuçlar Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Bitki türlerinin kuru madde sindirimi, kuru madde tüketimi, nispi yem değeri ve metabolik enerji özelliklerine ait sonuçlar

Bitki türlerinin kuru madde sindirimi sonuçlarını incelediğimiz zaman (Şekil 1), en yüksek (%64.20) kuru madde sindiriminin *Cynodon dactylon* türünde ve en düşük (%58.73) ise *Bothriochloa ischaemum* türünde olduğunu gözlemlemekteyiz. Kuru madde tüketimi yönünden ise *Paspalum dilalatum* türü en yüksek (%1.78) sonucu verirken, en düşük (1.69) sonucu ise *Bothriochloa ischaemum* türü vermiştir. Bitki türlerinin nispi yem değerleri %79.86 ve %83.85 arasında değişiklik göstermiştir. Kuru madde sindirimi sonucuna benzer şekilde en yüksek nispi yem değeri *Cynodon dactylon* türünden elde edilmiştir. Aynı zamanda *Paspalum dilalatum* türünün de nispi yem değeri *Cynodon dactylon* türü ile istatistiki olarak benzer bulunmuştur. En düşük nispi

yem değeri sonucu ise *Bothriochloa ischaemum* türünde tespit edilmiştir. Bitki türlerinin metabolik enerjileri 8.89 ve 9.94 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek metabolik enerji *Cynodon dactylon* türünden elde edilirken en düşük ise *Bothriochloa ischaemum* türünde tespit edilmiştir. Besleme değeri parametreleri türden türe farklılıklar göstermiş olup birçok çalışmada çeşitli türlerin besleme değerlerinin birbirinden farklı olabileceği rapor edilmiştir (Grev ve ark., 2017; Mahmoud ve ark., 2017; Lee, 2018; Schaub ve ark., 2020). Nitekim bu çalışmadan da elde edilen veriler benzer sonuçları ortaya çıkarmıştır.

SONUÇ

Yem kalitesi ve besleme değeri açısından ele alınan üç türü elde edilen tüm verilere dayanarak değerlendirdiğimiz zaman, *Paspalum dilalatum* türünün daha kaliteli ve besleme değeri daha üstün bir tür olduğunu söyleyebiliriz. Bu çalışmanın sonuçlarına göre; bu bitki ile baskın olan Akdeniz taban meralarının özellikle büyükbaş hayvanlar için daha iyi yem sunacağı sonucu çıkarılabilir.

KAYNAKLAR

Anonim, 2018. "*Bothriochloa ischaemum* var. *ischaemum*". Germplasm Resources Information Network (GRIN). Agricultural Research Service (ARS), United States Department of Agriculture (USDA).

AOAC, 1990. Official method of analysis. 15th ed., pp. 66-68. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.

Cook B, Pengelly B, Brown S, Donnelly J, Eagles D, Franco A, Hanson J, Mullen, B, Partridge, I, Peters M, Schultze-Kraft R 2005. Tropical Forages: an interactive selection tool. Web Tool. CSIRO, DPI&F(Qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Australia.

Grev AM, Sheaffer CC, DeBoer ML, Catalano DN, Martinson KL 2017. Preference, yield, and forage nutritive value of annual grasses under horse grazing. Crop, Economics, Production & Management, 109(4): 1561-1572.

Hilty J 2014. Illinois wildflowers. Illinois, USA. http://www.illinoiswildflowers.info/index.htm

Hitchcock-Albert S 1971. Manual of the grasses of the United States, Volume 2. Dover Publications. p. 615.

Lee MA 2018. A global comparison of the nutritive values of forage plants grown in contrasting environments. Journal of Plant Research, 131:641-654.

Mahmoud AEM, Abbas MS, Cieslak A, Szumacher-Strabel M 2017. Evaluation of chemical composition and in vitro dry and organic matter digestibility of some forage plant species derived from Egyptian rangelands. The Journal of Animal & Plant Sciences, 27(5): 1573-1581.

Schaub S, Finger R, Leiber F, Probst S, Kreuzer M, Weigelt A, Buchmann N, Schere-Lorenzen M 2020. Plant diversity effects on forage quality, yield and revenues of semi-natural grasslands. Nature Communications, 11:768.

Shi H, Wang Y, Cheng Z, Ye T, Chan Z 2012. Analysis of natural variation in bermuda grass (*Cynodon dactylon*) reveals physiological responses underlying drought tolerance. PLoS ONE, 7(12):e53422.

Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74 (10: 3583-3597.

ORAL PRESENTATION

Boyalı sulardan kimyasal koagülasyon yöntemi ile renk gideriminde Box-Wilson deney tasarım yönteminin uygulanması

Ezgi Oktav Akdemir [1*] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0001-9513-3524)

[1] Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: ezgi.oktav@deu.edu.tr

Özet

Üretim süreçleri sırasında boya kullanan endüstriler, atıksularında yüksek konsantrasyonlarda boya içeriğine sahiptirler. Tekstil endüstrisi, üretimde kullanılan boyanın % 10-15'inin atıksuya karıştığı endüstrilerden biridir. Bu endüstriden kaynaklanan boyalı atıksular alıcı ortamlarda, yüksek kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), artan toksisite ve biyo-bozunurluğun azalması ve biyotanın büyümesi gibi çeşitli problemlere neden olur. Bu nedenle boyalı atıksular önemli çevre kirleticileri arasında yer almaktadır.

Bu tür atıksuların arıtımında en çok kullanılan yöntemler, fiziksel-kimyasal ve/veya biyolojik süreçlere dayanmaktadır. Pıhtılaşma, yumaklaştırma ve çökeltim süreçlerinden oluşan kimyasal arıtma yöntemlerinin , disperse boya gibi çözünmeyen boyaların renklerinin giderilmesinde etkili olduğu bilinmektedir. Tekstil atıksu arıtımında alum, polialüminyum klorür, demir-II-sülfat ($FeSO_4$), demir-III-klorür ($FeCl_3$) ve kireç gibi bilinen geleneksel koagülanlar yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışma kapsamında, boyalı sulardan koagülasyon yöntemiyle renk giderimi amaçlanmıştır. Koagülant olarak demir-III-klorür ($FeCl_3$), demir-II-sülfat ($FeSO_4$) ve çitosan kullanılmıştır. Deneysel çalışmalarda Box Wilson istatistiksel tasarım yönteminden yararlanılmış, boya ve koagülant konsantrasyonlarının renk giderme verimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Boya konsantrasyonu 50-300 mg/l, $FeCl_3$ ve $FeSO_4$ konsantrasyonları 50-400 mg/l, çitosan konsantrasyonu ise 50-200 mg/l aralığında seçilmiştir. En yüksek renk giderme verimi (%78.6) $FeCl_3$ ile koagülasyonda, 200 mg/l boya konsantrasyonu ve 250 mg/l $FeCl_3$ konsantrasyonunda elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Box-Wilson İstatistiksel Tasarım Yöntemi, Boya, Çitosan, $FeCl_3$, $FeSO_4$

Application of Box-Wilson experiment design method in color removal from dyeing wastewater by chemical coagulation method

Abstract

Industries that use dyes during their production processes have high concentrations of dye in their wastewater. The textile industry is one of the industries where 10-15% of the dye used in production is mixed with wastewater. The dyeing wastewater from this industry causes various problems in receiving environments, such as high chemical oxygen demand (COD), increased toxicity and decreased biodegradability and growth of biota. Therefore, dyeing wastewater is among the important environmental pollutants.

The most commonly used methods in the treatment of this type of wastewater are based on physical-chemical and/or biological processes. It is known that chemical treatment methods consisting of coagulation, flocculation and precipitation processes are effective in removing the colors of insoluble dyes such as disperse dyes. Conventional coagulants such as alum, polyaluminum chloride, ferrous-sulphate ($FeSO_4$), ferric-chloride ($FeCl_3$) and lime are widely used in textile wastewater treatment.

In this study, it was aimed to remove color from dyeing wastewater by coagulation method. Ferric-chloride ($FeCl_3$), ferrous -sulphate ($FeSO_4$) and chitosan were used as coagulants. In experimental studies, Box Wilson statistical design method was used and the effects of dye and coagulant concentrations on decolorization efficiency were investigated. The dye concentration was chosen between 50-300 mg/l, $FeCl_3$ and $FeSO_4$ concentrations between 50-400 mg/l, and chitosan concentration between 50-200 mg/l. The highest color removal efficiency (78.6%) was obtained in coagulation with $FeCl_3$, at 200 mg/l dye concentration and 250 mg/l $FeCl_3$ concentration.

Keywords: Box-Wilson experiment design method, Dye, Chitosan, $FeCl_3$, $FeSO_4$.

GİRİŞ

Üretim süreçleri sırasında boya kullanan endüstriler, atıksularında yüksek konsantrasyonlarda boya içeriğine sahiptirler. Tekstil endüstrisi, üretimde kullanılan boyanın % 10-15'inin atıksuya karıştığı endüstrilerden biridir. Bu endüstriden kaynaklanan boyalı atıksular alıcı ortamlarda, yüksek kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), artan toksisite ve biyo-bozunurluğun azalması ve biyotanın büyümesi gibi çeşitli problemlere neden olur. Bu nedenle tekstil endüstrisi atıksularından boya giderimi gerekmektedir (Mohammed ve ark., 2014; Karthik ve ark., 2014).

Genel olarak boyalı atıksuların arıtımı, ışığa ve oksitleyici maddelere karşı stabil olmaları ve düşük biyo-bozunabilirlikleri nedeniyle güç olmaktadır (Buscio ve ark., 2016). Bu tür atıksuların arıtımında en çok kullanılan yöntemler, fiziksel-kimyasal ve/veya biyolojik süreçlere dayanmaktadır. Pıhtılaşma, yumaklaştırma ve çökeltim süreçlerinden oluşan kimyasal arıtma yöntemlerinin, disperse boya gibi çözünmeyen boyaların renklerinin giderilmesinde etkili olduğu bilinmektedir. Tekstil atıksu arıtımında alum, polialüminyum klorür, demir-II-sülfat ($FeSO_4$), demir-III-klorür ($FeCl_3$) ve kireç gibi bilinen geleneksel koagülantlar yaygın olarak kullanılmaktadır (Robinson ve ark. 2001).

Boyalı suların doğrudan $FeCl_3$ kullanımı ile arıtımında sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Papic ve ark. (2000), reaktif boya içeren atıksuların koagülasyon-flokülasyon işlemi ile arıtımında koagülant olarak $FeCl_3.6H_2O$ kullanmışler ve bu işlemle % 99.5 renk giderme verimi elde etmişlerdir. Boyalı suların arıtımı için yapılan bir başka çalışmada, $FeCl_3$ ile kimyasal koagülasyon ve Fenton oksidasyonu kombinasyonu ile en yaygın kullanılan dispers ve reaktif boya maddelerinin bazılarının renk giderimi incelenmiştir. Fe^{+3} koagülasyonu ile birlikte Fenton oksidasyonunun COD ve boya gideriminde çok etkili olduğu bulunmuş, optimum koşullarda % 90 KOİ ve % 99 renk giderme verimi elde edilmiştir (Kim ve ark., 2004). Tian ve Wang (2013), $FeCl_3$'ü yeşil, sarı ve kırmızı gibi üç farklı güneş geçirmez boyanın giderimi için koagülant olarak kullanmışlardır. Optimum $FeCl_3$ konsantrasyonun 2 g/l olarak bulunduğu bu çalışmada yeşil, sarı ve kırmızı renk boyalar için bulanıklık giderme verimleri sırasıyla% 86.2,% 83.6,% 93.4 iken renk giderme verimleri ise % 82.7,% 61.4 ve % 79.0 olarak bulunmuştur.

Boyalı suların arıtımında kullanılan bir diğer kimyasal $FeSO_4$'dür. Rodrigues ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada pamuk, akrilik ve polyester içeren sentetik boyalı sulardan organik bileşiklerin ve rengin giderimi araştırılmıştır. Koagülant olarak $FeSO_4$ kullanılmış, her üç madde için farklı giderme verimleri elde edilmiştir. Polyester ve pamuk için optimum $FeSO_4$ dozu 200 mg/l iken akrilik için bu doz 3000 mg/l olarak bulunmuştur. Optimum kimyasal dozlarında elde edilen maksimum renk giderme verimleri pamuk, akrilik ve polyester için sırasıyla % 91, % 94 ve % 99 iken çözünmüş organik karbon giderme verimleri ise sırasıyla % 45, %28 ve % 33 olarak bulunmuştur.

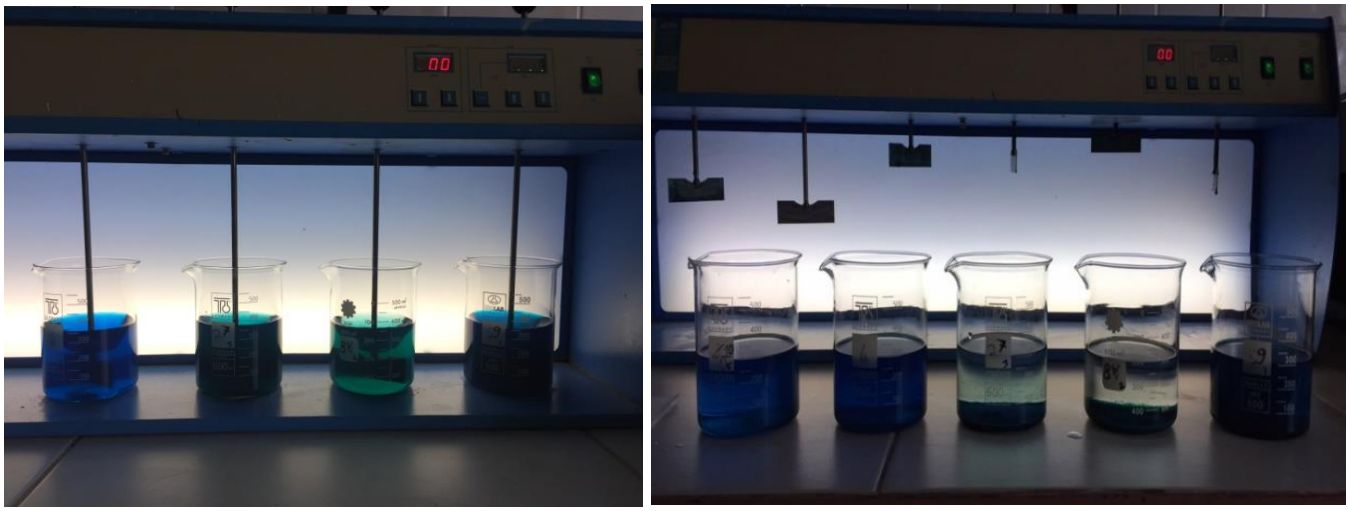
Son yıllarda yapılan çalışmalarda çevre dostu koagülantların atıksu arıtımında uygulanabilirliği araştırılmış, toksik olmayan, biyolojik olarak parçalanabilen bir doğal polimer olarak çitosan bu amaçla kullanılmıştır (Guibal, 2004; Akdemir, 2012). Kongo Kırmızı boyasının çitosanla arıtımının incelendiği bir çalışmada optimum doz 25 mg/l olarak bulunmuş, bu durumda elde edilen renk giderme verimli % 75 olmuştur (Patel ve Vashi, 2012). Bir anyonik boya olan Asit Mavi 92'nin (AB92) çitosan koagülasyonu ile gideriminin araştırıldığı bir çalışmada boya konsantrasyonu 25-100 mg/l, çitosan konsantrasyonu ise 20-150 mg/l aralığında alınmış, düşük boya ve çitosan konsantrasyonlarında %99'a varan renk giderme verimleri elde edilmiştir (Szygula ve ark., 2009)

Bu çalışma kapsamında, boya içeren atıksulardan $FeCl_3$, $FeSO_4$, çitosan gibi koagülantların kullanımıyla renk giderimi araştırılmıştır. Deneysel çalışmalarda farklı boya ve koagülant konsantrasyonlarında hızlı karıştırma (koagülasyon), yavaş karıştırma (flokülasyon) ve çökeltim süreçlerinden oluşan jar testi deneyleri yapılmıştır. Box Wilson istatistiksel deney tasarım yöntemi kullanılarak boya konsantrasyonu ve koagulant konsantrasyonun renk giderme verimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Renk giderme verimlerini en iyi hale getiren boya ve koagülant konsantrasyonları belirlenerek çalışma kapsamında sunulmuştur.

MATERYAL VE METOD

Jar Testi Deneyleri

Deneysel çalışmalarda kullanılan laboratuar ölçekli jar testi düzeneği, VelpScientifica firmasından F105A0109 koduyla JLT 6 modeli olarak temin edilmiştir. Jar testi düzeneği Şekil 1'de gösterilmektedir. Deneysel çalışmalarda koagülant olarak $FeCl_3$, $FeSO_4$ ve çitosan kullanılmıştır. Önceden belirlenen dozlarda boya ve koagülant dozları hassas terazide tartılarak 500 ml'lik beherlere alınmış ve üzerlerine saf su eklenmiştir. Önce 200 rpm karıştırma hızında 3 dakika hızlı karıştırma, sonra 40 rpm karıştırma hızında 45 dakika yavaş karıştırma işlemi uygulanmıştır. Karıştırma işlemi bitince numuneler 60 dakika çökelme işlemine tabi tutulmuştur. Çökelme işlemi sonunda beherlerin üst kısmından pipet yardımı ile örnekler alınarak renk ölçümleri yapılmıştır. Renk ölçümlerinde HACH Lange marka DR 5000 model spektrofotometre kullanılmış ve ölçümler 456 nanometre dalga boyunda yapılmıştır.



Şekil 1. Jar testi deney düzeneği

Kimyasallar ve Boya

Deneysel çalışmalarda kullanılan demir-III-klorür ($FeCl_3.6H_2O$) Sigma-Aldrich firmasından 10025-77-1 ürün koduyla, demir-II-sülfat ($FeSO_4.7H_2O$) ise Merck firmasından 1.03965.1000 ürün koduyla temin edilmiştir. Biyolojik katyonik bir polimer olan çitosan yüksek molekül ağırlığına sahiptir. Sigma-Aldrich firmasından 419419 ürün koduyla elde edilmiştir.

C.I. reaktif mavi 221 boyası ise tekstil endüstrisinde sıkça kullanılan bir boyadır ve Denizli ili Sarayköy ilçesinde bulunan bir tekstil firmasından temin edilmiştir.

Box- Wilson Deneysel Tasarım Metodu

Bu çalışma kapsamında yapılan deneyler Box-Wilson deneysel tasarım metoduna göre tasarlanmıştır. Bu metod, boyalı sulardan renk giderimi için istatistiksel olarak güvenilir sonuçlar üretmek ve ayrıca renk giderme verimliliklerini en iyi duruma getiren optimum koşulları saptamak için kullanılmıştır. Boya konsantrasyonu (X_1) ve kimyasal madde ($FeCl_3$, $FeSO_4$ ve çitosan) konsantrasyonlarının (X_2) koagülasyon-flokülasyon ile renk giderimi üzerindeki etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Boya konsantrasyonu 50-300 mg/l, $FeCl_3$ ve $FeSO_4$ konsantrasyonları 50-400 mg/l, çitosan konsantrasyonu ise 50-200 mg/l aralığında seçilmiştir. Her kimyasal için 4 adet aksiyal nokta, 4 adet faktoriyal nokta ve 2 adet merkez nokta ölçümü ile toplam 10 adet jar testi deneyi yapılmıştır. Renk giderme verimi için Box-Wilson deneysel tasarım metodu bağımsız değişken noktaları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Box-Wilson deneysel tasarımında bağımsız değişken noktaları.

	$FeCl_3$ koagülasyonu		$FeSO_4$ koagülasyonu		Çitosan koagülasyonu	
Deney numarası	**Boya (mg/l)**	**$FeCl_3$ (mg/l)**	**Boya (mg/l)**	**$FeSO_4$ (mg/l)**	**Boya (mg/l)**	**Çitosan (mg/l)**
Aksiyal noktalar						
A1	300	225	300	225	300	125
A2	50	225	50	225	50	125
A3	175	400	175	400	175	200
A4	175	50	175	50	175	50
Faktoriyal noktalar						
F1	85	350	85	350	85	178
F2	265	350	265	350	265	178
F3	85	100	85	100	85	72
F4	265	100	265	100	265	72
Merkez nokta						
C	175	225	175	225	175	125

Renk giderme verimi hesabı için Denklem 1'de verilen cevap fonksiyonu kullanılmıştır:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{12} X_1 X_2 + b_{11} x_{1^2} + b_{22} x_{2^2} \quad (1)$$

Burada;

Y: verim, b_0: sabit, b_1, b_2: doğrusal katsaylar, b_{12}: çapraz ürün katsayısı, b_{11}, b_{22}: ikinci dereceden katsayılardır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Box–Wilson Deneysel Tasarım Metodu Sonuçları

Box–Wilson deneysel tasarım metodunda kullanılan cevap fonksiyonu katsayıları her üç kimyasal için Statistica 5.0 bilgisayar programı kullanılarak ayrı ayrı hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Kimyasal koagülasyonla renk giderimi için cevap fonksiyonu katsayıları.

	$FeCl_3$ koagülasyonu	$FeSO_4$ koagülasyonu	Çitosan koagülasyonu
b_0	3.496642592	11.329145	54.59739105
b_1	0.459368637	0.381772887	-0.124619656
b_2	0.127770038	0.111931767	0.148587383
b_{12}	-0.000008889	-0.000115556	-0.00001048
b_{11}	-0.001025632	-0.001134775	0.000213464
b_{22}	-0.000115179	-0.00014252	-0.000475512
R^2	0.952	0.975	0.996

Cevap fonksiyonu katsayılarının değerleri ve işaretleri bağımsız değişkenin etkisinin yoğunluğunu ve yönünü belirtmektedir. Katsayının pozitif olması bağımsız değişkenin değeri arttıkça verimin arttığını, katsayının negatif olması ise o bağımsız değişkenin değeri artarken verimin azaldığını göstermektedir. Cevap fonksiyonu katsayıları incelendiği zaman, $FeCl_3$ ve $FeSO_4$ ile yapılan arıtılabilirlik çalışmalarında boya konsantrasyonu renk giderme verimi üzerinde kimyasal konsantrasyonuna göre daha etkilidir. Çitosan koagülasyonunda ise artan boya konsantrasyonu ile renk giderme verimi azalmakta, artan çitosan konsantrasyonu ile ise artmaktadır.

Kullanılan her üç kimyasal için de deneylerde ölçülen renk değerleri ile Statistica programı ile hesaplanan renk değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (R^2) hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir. Korelasyon katsayıları 0.952, 0.975 ve 0.996 gibi oldukça yüksek değerlerdedir. Bu da ölçülen ve hesaplanan renk giderme verimleri arasında iyi bir uyum olduğunu göstermektedir.

Belirlenen katsayılar kullanılarak cevap fonksiyonu ile renk giderme verimi değerleri hesaplanmıştır. Laboratuvar ortamında jar testi ile yapılan çalışmalar sonucunda ölçülmüş değerler ile bilgisayar programı kullanılarak hesaplanan renk giderme verimleri karşılaştırılmalı olarak Tablo 3'de verilmektedir.

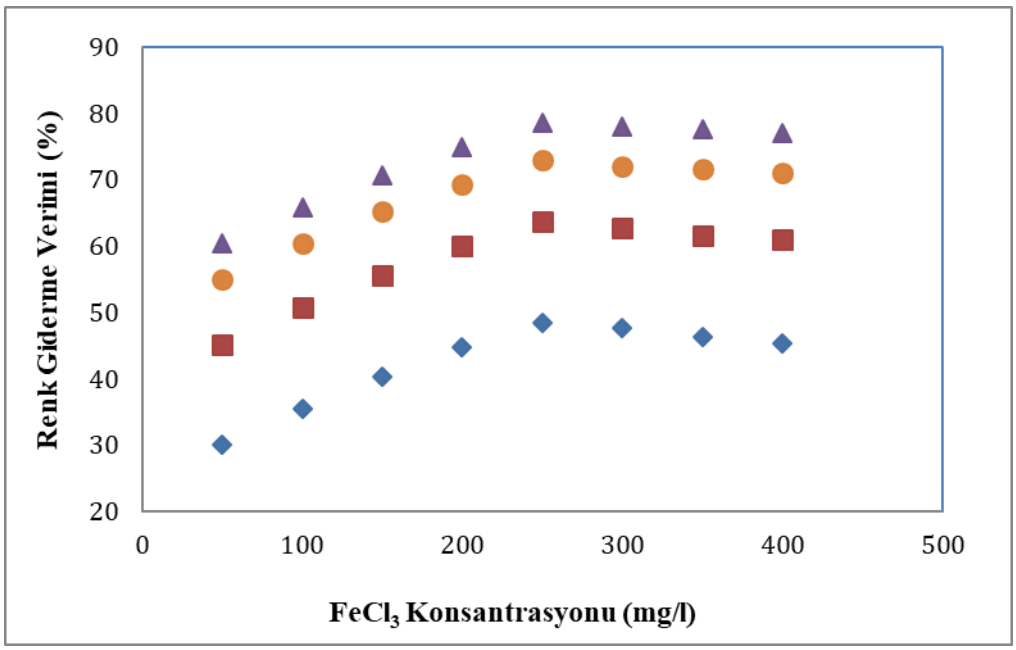
Tablo 3. Renk giderimi için deneysel olarak belirlenen ve bilgisayar programı kullanılarak hesaplanan değerler

Deney no	$FeCl_3$ koagülasyonu		$FeSO_4$ koagülasyonu		Çitosan koagülasyonu	
	Verim (%) (Deneysel)	Verim (%) (Hesaplanan)	Verim(%) (Deneysel)	Verim (%) (Hesaplanan)	Verim (%) (Deneysel)	Verim (%) (Hesaplanan)
A1	70.2	71.3	36.4	33.9	47.1	47.2
A2	47.6	46.7	43.8	44.3	59.5	59.3
A3	77.5	77,3	57.7	57.3	50.5	50.7
A4	56.1	58.5	49.2	47.6	45.1	45.5
F1	53.3	54.5	54.3	53.9	57.1	56.8
F2	73.2	73.0	42.2	43.8	47.5	47.5
F3	47.7	46.7	44.0	44.4	54.2	53.7
F4	62.0	61.6	37.1	39.5	44.8	44.6
C	74.9	75.0	56.2	56.8	55.2	55.1

$FeCl_3$ ile Kogülasyon

Deneysel çalışmaların ilk kısmında, $FeCl_3$ konsantrasyonu ve boya konsantrasyonundaki değişimin renk giderme verimi üzerindeki etkileri araştırılmış ve sonuçlar Şekil 2'de verilmiştir. İncelenen tüm boya konsantrasyonları için renk giderme verimi artan $FeCl_3$ konsantrasyonu ile artmış, 250 mg/l üzerindeki dozlarda ise $FeCl_3$ konsantrasyonundaki artış renk giderme verimini olumsuz yönde etkilemiştir. En yüksek verimlerin elde edildiği 200 mg/l boya konsantrasyonu için renk giderme verimlerine bakılırsa, $FeCl_3$ konsantrasyonu 50 mg/l iken verim % 60.4 iken $FeCl_3$ 250 mg/l'ye çıkarıldığında verim de % 78.6'ya çıkmıştır. Bu konsantrasyondan sonra artan dozlarla birlikte verimde bir miktar azalma gözlenmiştir. 400 mg/l $FeCl_3$ konsantrasyonunda ulaşılan renk giderme verimi % 77.1'dir. Yadav vd (2013) tarafından yapılan bir çalışmada sentetik boyalı atıksudan $FeCl_3$ ile renk giderimi de incelenmiştir. 1 g/l ile 6 g/l $FeCl_3$ dozlarında çalışılmış, optimum $FeCl_3$ konsantrasyonu 3 g/l olarak bulunmuştur. Bu durumda elde edilen maksimum renk giderme verimi % 75'dir. Bizim çalışmamızda ise çok daha düşük $FeCl_3$ dozları uygulanmış, 200 mg/l $FeCl_3$ konsantrasyonunda %78.6 renk giderme verimi elde edilmiştir.

Artan boya konsantrasyonu ile renk giderme veriminin değişimi incelendiği zaman ise, 200 mg/l boya konsantrasyonuna kadar olan artışlarda verim artmış, boya 300 konsantrasyonu mg/l'ye çıkarıldığında ise verimde azalma gözlenmiştir. 250 mg/l $FeCl_3$ konsantrasyonu için verimlere bakılacak olursa, boya konsantrasyonu 50 mg/l iken renk giderme verimi % 48.5, 200 mg/l iken ise %78.6'dir. Boyada bundan sonraki artışlar ise verimi azaltmaktadır. Nitekim 300 mg/l boya konsantrasyonu için ölçülen renk giderme verimi % 73.1'e düşmüştür.



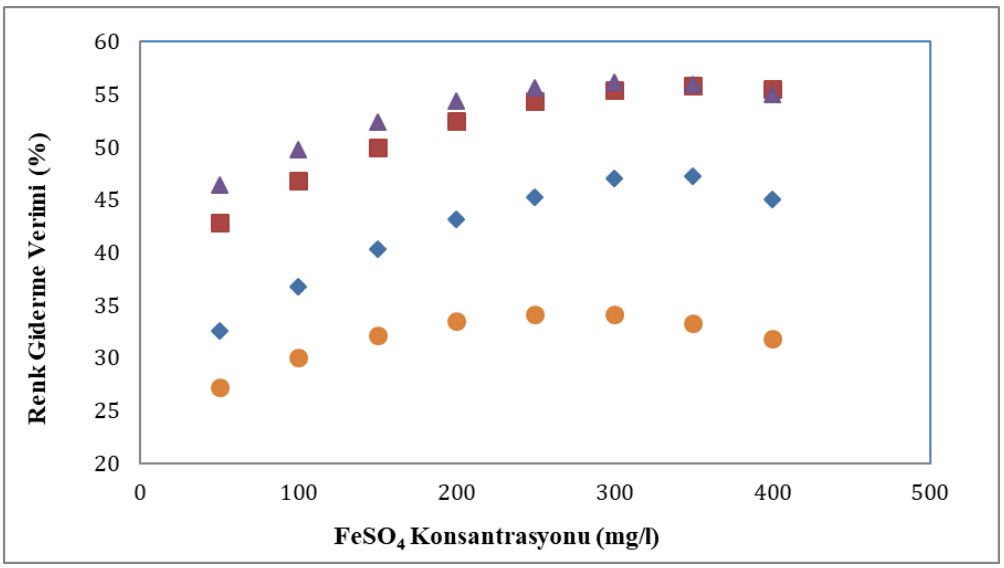
Şekil 2. Renk giderme veriminin $FeCl_3$ konsantrasyonu ile değişimi.
Boya konsantrasyonu: (♦) 50 mg/l, (■) 100 mg/l, (▲) 200 mg/l, (●) 300 mg/l

$FeSO_4$ ile Kogülasyon

Deneysel çalışmaların bu aşamasında farklı $FeSO_4$ ve boya konsantrasyonlarının renk giderme verimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Şekil 3'te de görüldüğü gibi $FeSO_4$ konsantrasyonundaki artış renk giderme verimini önce bir miktar arttırmaktadır. İncelenen bütün boya konsantrasyonları için yaklaşık 300 mg/l $FeSO_4$ konsantrasyonundan sonra ise kimyasal dozundaki artış verimi kısmen azaltmaktadır. En yüksek renk giderme verimlerinin elde edildiği 200 mg/l boya konsantrasyonu için, $FeSO_4$ 50 mg/l iken verim % 46.4 iken $FeSO_4$ 300 mg/l'ye çıkarıldığında verim de % 56.1'e çıkmıştır. $FeSO_4$ dozundaki 100 mg/l'lik artışla konsantrasyon 400 mg/l'ye çıkarıldığında ise verim %55.1'e düşmüştür.

Artan koagülant dozunda $FeSO_4$'ün renk giderme performansındaki düşüş, yükün tersine çevrilmesinden dolayı kolloidal partiküllerin yeniden stabilize olmasına bağlanabilir. Sudaki kolloidal parçacıklar tipik olarak negatif yüklüdür. $FeSO_4$ gibi koagülantlar kolloidlerin yüzeyinde adsorbe olabilen Fe^{+2} ve hidroliz yoluyla üretilen pozitif yüklü diğer demir türlerinin oluşumuna neden olur. Böylece çözeltideki yükü nötralize eder, kolloidler arasındaki itici etkileşimi azaltır ve çökelebilecek tanecik boyunu arttırır. Bununla birlikte, yüksek koagülant dozlarında, kolloidal parçacıkların yüzeyindeki pozitif yüklü iyonların gereğinden fazla adsorpsiyonu, itici etkileşimi destekleyen ve çökelmeyi engelleyen pozitif yükün gelişmesine neden olabilir. Bu da renk giderme verimini azaltır (Yadav, 2013).

Şekil 3 incelendiği zaman boya konsantrasyonundaki artışın $FeSO_4$ ile renk giderimine etkisi de görülebilir. 50 mg/l ile 200 mg/l arasındaki boya konsantrasyonlarında boyadaki artış ile renk giderme verimi de artmaktadır. Ancak boya konsantrasyonu 300 mg/l'ye çıktığı zaman verim büyük ölçüde azalmaktadır. 300 mg/l $FeSO_4$ konsantrasyonu için 50 mg/l, 100 mg/l, 200 mg/l ve 300 mg/l boya konsantrasyonlarında elde edilen renk giderme verimleri sırasıyla % 47.0, % 55.4, % 56.1 ve %34.1'dir.



Şekil 3. Renk giderme veriminin $FeSO_4$ konsantrasyonu ile değişimi.
Boya konsantrasyonu: (♦) 50 mg/l, (■) 100 mg/l, (▲) 200 mg/l, (●) 300 mg/l

Çitosan ile Kogülasyon

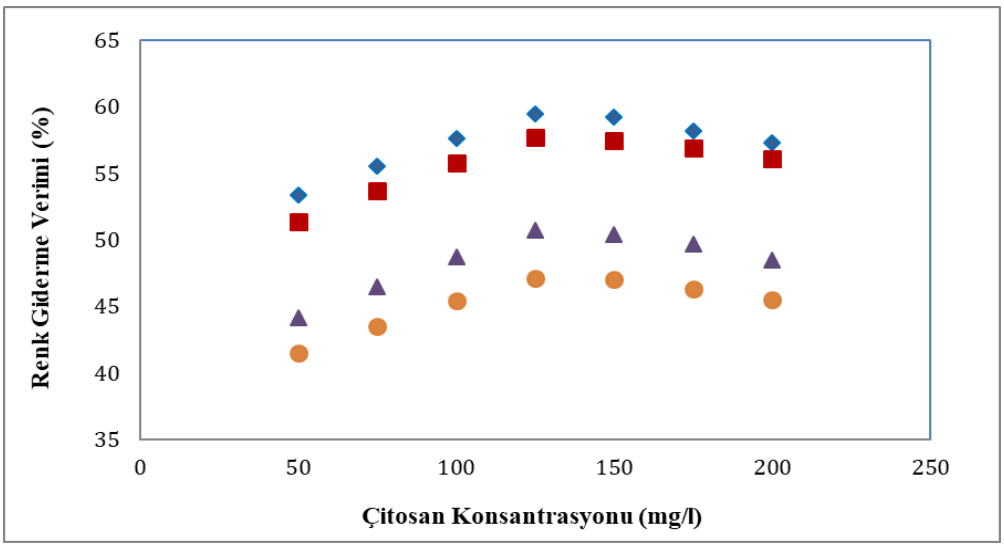
Deneysel çalışmaların son aşamasındaki koagülasyon-flokülasyon denemelerinde koagülant olarak biyolojik katyonik bir polimer olan çitosan kullanılmıştır. Renk giderme veriminin çitosan konsantrasyonu ile değişimi incelenmiş, sonuçlar Şekil 4'de verilmiştir. Bu grafik incelendiğinde, renk giderme veriminin belli bir çitosan konsantrasyonuna kadar arttığı daha sonra ise sistematik olarak azaldığı görülmektedir. Bu durum, koagülasyon-flokülasyon işleminin yük nötralizasyon mekanizması tarafından kontrol edildiğini göstermektedir. Sülfonik gruplar taşıyan boya, çitosanın protonlanmış amin grupları tarafından elektrostatik olarak çekilir. Böylece birlikte bağlanıp çökelebilen boyaların anyonik yükleri çitosan tarafından nötralize edilir. Protonlanmış amin grupları miktarı anyonik yükleri tamamen nötralize ettiğinde, boya giderme verimi maksimuma ulaşır. Bu da bu çalışma için, bütün boyar madde konsantrasyonlarında yaklaşık 125 mg/l çitosan konsantrasyonuna denk gelmektedir. Çözeltiye ilave edilen çitosan miktarı arttırıldığında, aşırı miktardaki protonlanmış amin grupları çözeltide yeniden stabilize hale gelir ve verimi düşürür (Guibal, 2004; Akdemir, 2012).

Artan boya konsantrasyonun renk giderme verimi üzerine etkisi incelendiği zaman ise, boya konsantrasyonun artmasıyla renk giderme veriminin azaldığı gözlenmiştir. 125 mg/l çitosan konsantrasyonu için, 50 mg/l boya konsantrasyonunda %59.5 renk giderme verimi elde edilirken boya konsantrasyonu 300 mg/l'ye çıktığında elde edilen verim % 47.1'e düşmektedir. Reaktif sarı 15 (RY15) boyası ve Asit kırmızı 95 (AR95) boyası ile daha önce yapılmış olan çalışmalarda artan boya konsantrasyonunun renk giderimini olumsuz etkilediği bulunmuştur (Akdemir, 2012; Akdemir, 2018). Bu çalışmada bulunan sonuçlar da bunu destekler niteliktedir.

SONUÇLAR

Bu çalışmada, C.I. reaktif mavi 221 boyasını içeren sudan koagülasyon-flokülasyon işlemi ile renk giderimi amacıyla $FeCl_3$, $FeSO_4$ ve çitosanın kullanılabilirliği araştırılmıştır. Box-Wilson deneysel tasarım metodu, renk giderme verimini en iyi duruma getiren optimum koşulları saptamak için kullanılmıştır. Bu metod ile elde edilen cevap fonksiyonlarına Statistica 5.0 programı uygulanarak hesaplamalar yapılmıştır. Renk giderimi için, deneylerde ölçülen renk değerleri ile programla hesaplanan renk değerleri arasındaki korelasyon katsayıları $FeCl_3$, $FeSO_4$ ve çitosan için sırasıyla 0.952, 0.975 ve 0.996 gibi oldukça yüksek değerlerdedir. Bu da hesaplanan değerler ile deneysel sonuçların birbirleri ile uyum içinde olduğunu ve kullanılan yöntemin güvenilirliğini göstermektedir.

Kimyasal koagülasyon çalışmalarında en yüksek renk giderme verimi (%78.6) 200 mg/l boya ve 250 mg/l $FeCl_3$ konsantrasyonunda elde edilmiştir. $FeSO_4$ ile elde edilen verim daha düşüktür. Aynı boya konsantrasyonu için 300 mg/l $FeSO_4$ konsantrasyonunda sadece %56.1 verim elde edilmiştir. Çitosan ile koagülasyan çalışmalarında ise boya konsantrasyonu minimumda iken (50 mg/l) elde edilen renk giderme verimi maksimumdur (%59.5). Bu durumda optimum çitosan konsantrasyonu 125 mg/l olarak bulunmuştur.



Şekil 4. Renk giderme veriminin çitosan konsantrasyonu ile değişimi.
Boya konsantrasyonu: (♦) 50 mg/l, (■) 100 mg/l, (▲) 200 mg/l, (●) 300 mg/l

KAYNAKLAR

Akdemir EO. "A Statistical Experiment Design Approach for Decolorization of Textile Dyestuff by Coagulatıon with Chitosan". Fresenius Environmental Bulletin, 21 (6), 1461-1467, 2012.

Akdemir EO 2018. Boyalı Suların Çitosan Koagülasyonu ile Aıtımında Box-Wilson İstatistiksel Tasarım Yönteminin Kullanılması. Dokuz Eylül Üniversitesi-Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 20 (59): 612-627.

Buscio V, Crespi M, Gutierrez-Bouzan C 2016. Application of PVDF ultrafiltration membranes to treat and reuse textile wastewater. Desalination and Water Treatment, 57: 8090–8096.

Guibal E 2004. Interactions of Metal Ions with Chitosan Based Sorbents: A Review. Separation and Purification Tecnology, 38: 43–74.

Karthik V, Saravanan K, Bharathi P, Dharanya V, Meiaraj C 2014. An overview of treatments for the removal of textile dyes. Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences, 7(4): 1215–1220.

Kim TH, Park C, Yang J, Kim S 2004. Comparison of disperse and reactive dye removals by chemical coagulation and Fenton oxidation. Journal of Hazardous Material, 112: 95-102.

Mohammed MA, Shitu A, Ibrahim A 2014. Removal of methylene blue using low cost adsorbent: A review. Research Journal of Chemical Sciences, 4 (1): 91– 102.

Papic S, Koprivanac N, Bozic AL 2000. Removal of reactive dyes from wastewater using Fe (III) coagulant. Coloration Technology, 116: 352-360.

Patel H, Vashi RT. "Removal of Congo Red Dye from its Aqueous Solution Using Natural Coagulants". Journal of Saudi Chemical Society, 16, 131–136, 2012.

Robinson T, McMullan G, Marchant R, Nigam P 2001. Remediation of dyes in textile effluent: A critical review on current treatment technologies with a proposed alternative. Bioresource Technology, 77: 247–255.

Rodrigues CSD, Madeira LM, Boaventura RAR 2013. Treatment of textile dye wastewaters using ferrous sulphate in a chemical coagulation/flocculation process". Environmental Technology, 34(6), 719-729, 2013.

Szygula A, Guibal E, Palacin M, Ruiz M, Sastre AM 2009. Removal of an Anionic Dye (Acid Blue 92) by Coagulation–Flocculation using Chitosan. Journal of Environmental Management, 90(10): 2979-2986.

Tian YP, Wang B 2013. Experimental study of optimal coagulation effect on three kinds of direct sun-proof dyes by $FeCl_3$. Advenced Material Research, 690: 1504-1510.

Yadav A, Mukherji S, Garg A 2013 Removal of Chemical Oxygen Demand and Color from Simulated Textile Wastewater Using a Combination of Chemical/Physicochemical Processes. Industrial& Engineering Chemical Research, 52: 10063−10071.

ORAL PRESENTATION

Aylık lens kullanımı boyunca kontakt lens çözeltilerindeki ozmolalite değerinin stabilite değerlendirmesi

Gamze Nur ATA BÜYÜKTAVŞAN[1*] (*https://orcid.org/0000-0002-9063-0748)*
Tansel UYAR[1] (*https://orcid.org/0000-0001-8083-2920)*

[*1] Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Başkent Üniversitesi, Ankara, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: gamzenurata@gmail.com

Özet
Kontakt lens çözeltileri (KLÇ), mercek protezi görevi gören kontakt lenslerin korunması, saklanması ve dezenfeksiyonu için önem taşımaktadır. Kontakt lens çözeltileri adeta in-vitro ortamda gözyaşının görevini yerine getirmektedir. Bu sebeple KLÇ'nin fizikokimyasal özellikleri gözyaşına benzer olmalıdır. Özellikle pH ve ozmolalite değerleri göz kuruluğu, göz yaralanmaları gibi hastalıklarda önem arz etmektedir. Tıbbi cihaz olarak değerlendirilen KLÇ'lerin klinik öncesi çalışmalarından onay aşamasına kadar birçok adım izlenmektedir. Bu adımlardan biri de ozmolalite stabilite testleridir. Bu çalışmada, 7 farklı markaya ait KLÇ'nin aylık lens kullanım süresince ozmolalite değerinin günler arası periyotlarda ozmolalite stabilite değerlendirilmesi yapılmıştır. Elde ettiğimiz bulgulara göre yapılan değerlendirmede 6 markada ozmolalite değerinin stabilitesini kaybettiğini ve anlamlı farkların varlığı tespit edilmiştir. Çalışmada kontakt lens çözeltisinin, kontakt lens üzerindeki etkisi in-vitro ortamda gerçekleştirilmiş olup gelecekteki çalışmalarda kontakt lens kullanan bireylerin kontakt lens değiştirme periyotlarından alınan veriler ile değerlendirme çalışmalarının yapılabileceği öngörülmektedir.
Anahtar Kelimeler: Kontakt lens çözeltileri, ozmolalite, stabilite değerlendirilmesi, tıbbi cihaz.

Stability assessment of osmolality value in contact lens solutions during monthly lens wear

Abstract
Contact lens solutions (CLS) are important for the basic storage and disinfection of contact lenses that act as lenses. Contact lens solutions virtually fulfill the task of tears in an in-vitro environment. For this reason, the physicochemical properties of CLS should be like tears. pH and osmolality information are important in diseases such as observation, eye diseases. Many steps are followed from pre-clinical studies to the approval stage of CLS's that are considered as medical devices. One of these steps is osmolality stability tests. In this, osmolality stability was applied for the intervals between days of the osmolality value during the monthly lens period of the CLS belonging to 7 different brands. In the evaluation made according to the findings we obtained, it was determined that the osmolality value lost its stability and significant differences in 6 brands. In the study, the effect of the contact lens solution on the contact lens was carried out in-vitro, and it is predicted that in future studies, evaluation studies can be made with the data obtained from the contact lens replacement periods of the individuals who wear contact lenses.
Keywords: Contact lens solutions, medical device, osmolality, stability evaluation.

1. GİRİŞ

Kontakt lens ve kontakt lens çözeltisi (KLÇ) teknolojisinde son yıllarda büyük bir ilerleme kaydedilmesine rağmen göz kuruluğu, göz yanması ve kontakt lens ile kontakt lens çözeltilerinden kaynaklı rahatsızlıklar devam etmektedir. Kontakt lens çözeltileri in-vitro ortamda gözyaşı görevi görmektedir. Bu sebeple; gözün fiziksel ve kimyasal özellikleri ile uyumlu olmalıdır. Gözyaşının fiziksel özelliklerinden biri de ozmolalite değeridir. Kuru göz hastalığı olmayan hastalarda ortalama olarak insan gözyaşlarının ozmolalitesi 305 mOsmol / kg'dir (Farris, 1994; Tomlinson ve Khanal, 2005; Benjamin ve Hill, 1983).

Tear Film & Ocular Surface Society (TFOS) tarafından gerçekleştirilen çalışma atölyesinde, yüksek ozmolaliteli veya düşük pH'lı kontakt lens bakım sistemlerinden kaçınmanın batmayı ve kontakt lens rahatsızlığını azaltabileceği bildirildi (Efron ve ark., 2013). Hipotonik kontakt lens çözeltilerinde saklanan yumuşak kontakt lensler, kontakt lens kullanımı sırasında gözyaşı filmi ozmolaritesinin düşürülmesinde

değerli olabilmekte ve gözyaşı filmi ozmolaritesindeki azalma, hastanın kuru göz şikayetlerini azaltabilmekte ve oküler yüzey sağlığını iyileştirebilmektedir (Karkkainen ve Chavda, 2002).

Kontakt lens çözeltileri değerlendirilirken tıbbi cihaz olduğu unutulmaması gereken bir durumdur. Günlük kullanılan kontakt lenslerin hasta güvenliği için 'orta derecede risk' oluşturduğu kabul edilir ve bu nedenle U.S. Food and Drug Administration (FDA) sınıflandırmalarına uygun olarak, kontakt lens bakım çözeltileri ile Sınıf II tıbbi cihazlar (FDA, 2020) olarak etiketlenir. Her tıbbi cihaz da olduğu gibi KLÇ için de klinik öncesi çalışmalarından onay aşamasına kadar birçok adım ve süreç izlenmektedir. Bu adımlardan biri de stabilite testleridir (Zaki ve ark., 2019). Bu adımlar izlenirken otorite kabul edilen kurumların rehberleri ve ISO gibi uluslararası kuruluşların standartları üreticilere yol göstermektedir. Bu kaynaklarda yer alan KLÇ'nin ozmolalite değerine dair ifadeler aşağıdaki gibi özetlenebilir.

"EN ISO 18369- 1:2017 Optik - Gözle ilgili - Kontakt lensler - Bölüm 1: Terimler, sınıflandırma sistemi ve etiketleme şartnameleri için tavsiyeler" standardı madde 3.1.1.21'de yer alan "Lens veya materyalin parametreleri sabit kalana kadar belirli bir sıcaklıkta bir test solüsyonunda bir lens veya lens malzemesinin koşullandırılması; Not 1: Lensler, uygun bir çözelti hacminde yeterli süre bekletilerek stabil hale getirilir ve bu sayede, ölçülecek parametreler, yöntemin parametreyi ölçme kapasitesi dahilinde tekrarlanan ölçümlerde sabit kalır. Not 2: Temel çözüm parametreleri, örn. pH ve ozmolalite, test raporuna dahil edilir." (TSE, 2017). İlgili madde gereğince; ozmolalite parametresinin stabilite çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

U.S. Food and Drug Administration (FDA) tarafından yayınlanan 04.03.2020 tarihli "Yumuşak (Hidrofilik) Günlük Kullanım Kontakt Lensler- Güvenlik ve Performans Esaslı Yol için Performans Kriterleri" adlı taslak kılavuzunda paketleme çözeltileri için performans kriterleri yer alan ozmolalite parametresinin spesifikasyon aralığı ise 280-320 mOsmol/kg şeklindedir (FDA, 2020). Bu çalışmanın hipotezi; "Yeni açılan kontakt lens çözelti şişelerinden alınan ölçümler ile lens kabının içine lens materyali (30 gün kullanım süreli) ve kontakt lens çözeltisi eklenip belirli periyotlarda lens kabından alınan ölçümler arasında ozmolalite değerleri bakımından anlamlı bir fark vardır." olarak kabul edilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Çalışmamızda Türkiye piyasasında bulunan daha önceden kullanılmamış, ambalaj bütünlüğü bozulmamış 7 farklı markaya ait KLÇ ve aynı seri numaralı 7 adet kontakt lens (Bausch & Lomb marka, Soflens 59 model) kullanılmıştır. Kullanılan kontakt lens çözeltileri M1 (Cooper Vision marka, All in One Light model), M2 (Alcon marka, Opti-Free Express model), M3 (Johnson & Johnson marka, Acuvue RevitaLens Model), M4 (Bausch & Lomb marka, Biotrue model), M5 (Bausch & Lomb marka , ReNu Multiplus model), M6 (Elegance marka, Aqua Fresh model) ve M7 (Freshcare marka, Aqua model) olarak adlandırılmıştır. Ayrıca Osmometre cihazının kalibrasyonu ve doğrulanması için Distile Su, 200 mOsmol/kg kalibrasyon standardı, 500 mOsmol/kg kalibrasyon standardı ve 290 mOsmol/kg doğrulama standardı kullanılmıştır.

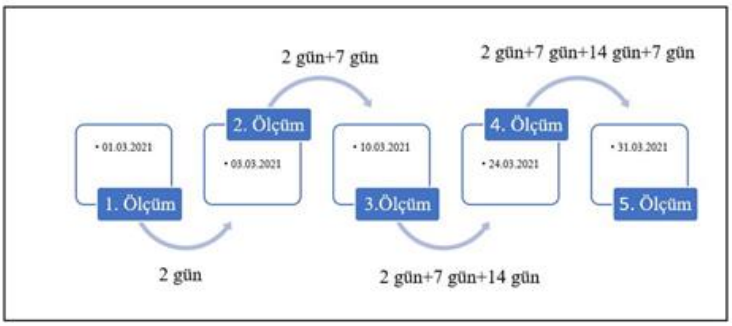
Bu çalışmada, güncel Avrupa Farmakopesi 2.2.35 monograf numaralı Ozmolalite tayini yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın deney aşamaları Mart 2021 ve Nisan 2021 tarihleri arasında ortam sıcaklığının günlük olarak Data logger cihazı (Hobo marka, UX100-011 model) ile takip edildiği, oda sıcaklığının sağlandığı (20°±5) laboratuvar ortamında yürütülmüştür.

Deneylerin sonucunda KLÇ'lerin ozmolalite değerinin aylık kontakt lens kullanımı boyunca stabilitesini koruyup koruyamadığı belirlenmiştir. Çalışma in-vitro ortamda gerçekleştirilmiş olup, aylık kontakt lensler kesinlikle insan gözü ile temas ettirilmemiştir.

Kullanılan ozmometre cihazı (Gonotec Osmomat 3000) donma noktası düşürülmesi tekniği ile çalışmaktadır. Ölçümlere başlanmadan önce cihaz; Distile Su, 200 mOsmol/kg kalibrasyon standardı, 500 mOsmol/kg kalibrasyon standartları ile kalibre edildi ve 290 mOsmol/kg doğrulama standardı ile gerçekleştirilen kalibrasyon doğrulandı. Doğrulama standardı'nın sonucunun ±2 mOsmol/kg tolerans değeri içerisinde olduğu görüldükten sonra deneylere başlanmıştır.

7 adet antibakteriyel lens kabı, 7 farklı markaya ait kontakt lens çözeltisi ile doldurulmuştur. Bu çözeltilerin içine aynı seri numaralı 7 adet kontakt lens yerleştirilmiştir. İlk ölçüm KLÇ'nin kapağı ilk açıldığında şişe içeriğinden alınan numuneler ile altışar (n=6) adet ölçüm alınmıştır. İkinci ölçüm 2 gün sonra içinde kontakt lens bulunan antibakteriyel lens kaplarında bulunan kontakt lens çözeltilerinden altışar adet (n=6) ölçüm alınmıştır ve bu işlem sonunda lens kapları boşaltılarak ve temizlenerek tekrar kontakt lens çözeltileri doldurulmuştur ve içlerine tekrar kontakt lensler yerleştirilmiştir. Üçüncü ölçüm, ikinci ölçümden 7 gün sonra (başlangıçtan 9 gün sonra) ikinci ölçümdeki adımlar tekrarlanarak gerçekleştirilmiştir. Dördüncü ölçüm,

üçüncü ölçümden 14 gün sonra (başlangıçtan 23 gün sonra) ikinci ölçümdeki adımlar tekrarlanarak gerçekleştirilmiştir. Beşinci ölçüm, dördüncü ölçümden 7 gün sonra (başlangıçtan 30 gün sonra) ikinci ölçümdeki adımlar tekrarlanarak gerçekleştirilmiştir. Beşinci ölçüm ile kontakt lensin 30 günlük kullanım ömrüne denk gelen periyot tamamlanarak deney aşamaları tamamlanmıştır. Şekil 2.1.'de ölçüm tasarımına ait periyodik süreç gösterilmiştir. Ölçümlerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi; günler arası verilerin ortalamaları arası anlamlı bir fark ($p<0.05$) olup olmadığına bakmak için ise "Anova Testi" 7 markaya da uygulanmıştır.



Şekil 2.1. Deney tasarımına ait periyodik süreç

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

M1, M2, M3, M4, M5, M6 ve M7 markalı KLÇ'lerin günler arası ölçüm sonuçları ve istatistiksel olarak değerlendirilmeleri; Tablo 3.1, Tablo 3.2, Tablo 3.3, Tablo 3.4, Tablo 3.5, Tablo 3.6 ve Tablo 3.7 'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. M1 markalı KLÇ'nin ölçüm sonuçları ve istatiksel olarak değerlendirilmesi

Ölçüm Sayısı	01.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	03.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	10.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	24.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	31.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)
1. Ölçüm (M1)	300	302	298	308	297
2. Ölçüm (M1)	303	302	302	302	302
3. Ölçüm (M1)	298	307	302	296	303
4. Ölçüm (M1)	301	310	297	298	300
5. Ölçüm (M1)	302	300	297	298	298
6. Ölçüm (M1)	301	307	298	297	299
Ortalama	300,8333333	304,6666667	299	299,8333333	299,8333333
Standart Sapma	1,722401424	3,881580434	2,366431913	4,490731195	2,316606714
Varyans	2,966666667	15,06666667	5,6	20,16666667	5,366666667
P-Değeri	0,035096576				

Tablo 3.2. M2 markalı KLÇ'nin ölçüm sonuçları ve istatiksel olarak değerlendirilmesi

Ölçüm Sayısı	01.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	03.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	10.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	24.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	31.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)
1. Ölçüm (M2)	229	223	298	224	217
2. Ölçüm (M2)	219	223	302	223	215
3. Ölçüm (M2)	220	224	302	224	218
4. Ölçüm (M2)	221	226	297	220	222
5. Ölçüm (M2)	226	229	297	219	220
6. Ölçüm (M2)	224	226	298	224	217
Ortalama	223,166667	225,166667	299	222,33333	218,166667
Standart Sapma	3,86867764	2,31660671	2,36643191	2,2509257	2,4832774
Varyans	14,9666667	5,36666667	5,6	5,0666667	6,16666667
P-Değeri	6,00073E-27				

Tablo 3.3. M3 markalı KLÇ'nin ölçüm sonuçları ve istatiksel olarak değerlendirilmesi

Ölçüm Sayısı	01.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	03.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	10.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	24.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	31.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)
1. Ölçüm (M3)	264	247	250	254	248
2. Ölçüm (M3)	250	246	246	260	248
3. Ölçüm (M3)	246	249	249	251	241
4. Ölçüm (M3)	262	254	248	252	241
5. Ölçüm (M3)	252	249	251	259	248
6. Ölçüm (M3)	246	246	244	255	247
Ortalama	253,3333333	249,33333	248	255,166667	245,5
Standart Sapma	7,865536642	4,9261209	2,60768096	3,65604522	3,5071356
Varyans	61,86666667	24,266667	6,8	13,3666667	12,3
P-Değeri	0,005999055				

Tablo 3.4. M4 markalı KLÇ'nin ölçüm sonuçları ve istatiksel olarak değerlendirilmesi

Ölçüm Sayısı	01.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	03.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	10.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	24.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	31.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)
1. Ölçüm (M4)	295	291	285	294	288
2. Ölçüm (M4)	284	290	284	287	284
3. Ölçüm (M4)	288	296	284	286	281
4. Ölçüm (M4)	283	290	287	287	295
5. Ölçüm (M4)	283	286	284	290	286
6. Ölçüm (M4)	286	286	284	291	287
Ortalama	286,5	289,83333	284,666667	289,16667	286,833333
Standart Sapma	4,5934736	3,7103459	1,21106014	3,060501	4,70814896
Varyans	21,1	13,766667	1,46666667	9,3666667	22,1666667
P-Değeri	0,13333685				

Tablo 3.5. M5 markalı KLÇ'nin ölçüm sonuçları ve istatiksel olarak değerlendirilmesi

Ölçüm Sayısı	01.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	03.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	10.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	24.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	31.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)
1. Ölçüm (M5)	293	301	293	290	283
2. Ölçüm (M5)	312	300	286	289	282
3. Ölçüm (M5)	288	298	292	287	282
4. Ölçüm (M5)	289	298	296	295	290
5. Ölçüm (M5)	291	301	289	289	291
6. Ölçüm (M5)	292	297	293	287	283
Ortalama	294,166667	299,16667	291,5	289,5	285,16667
Standart Sapma	8,93121866	1,7224014	3,50713558	2,94957624	4,1673333
Varyans	79,7666667	2,9666667	12,3	8,7	17,366667
P-Değeri	0,000782766				

Tablo 3.6. M6 markalı KLÇ'nin ölçüm sonuçları ve istatiksel olarak değerlendirilmesi

Ölçüm Sayısı	01.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	03.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	10.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	24.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	31.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)
1. Ölçüm (M6)	309	320	332	372	355
2. Ölçüm (M6)	310	318	337	369	349
3. Ölçüm (M6)	304	326	338	381	345
4. Ölçüm (M6)	309	322	333	376	343
5. Ölçüm (M6)	306	322	333	372	349
6. Ölçüm (M6)	316	322	332	367	350
Ortalama	309	321,666667	334,166667	372,83333	348,5
Standart Sapma	4,0987803	2,65832027	2,63944439	5,0365332	4,18330013
Varyans	16,8	7,06666667	6,96666667	25,366667	17,5
P-Değeri	9,76769E-20				

Tablo 3.7. M7 markalı KLÇ'nin ölçüm sonuçları ve istatiksel olarak değerlendirilmesi

Ölçüm Sayısı	01.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	03.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	10.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	24.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)	31.03.2021 Tarihli Ölçüm (mOsmol/kg)
1. Ölçüm (M7)	319	325	328	402	357
2. Ölçüm (M7)	314	322	327	387	363
3. Ölçüm (M7)	319	325	336	395	352
4. Ölçüm (M7)	320	325	350	398	354
5. Ölçüm (M7)	316	320	331	392	353
6. Ölçüm (M7)	320	328	354	398	350
Ortalama	318	324,16667	337,666667	395,333333	354,833333
Standart Sapma	2,4494897	2,786874	11,6045968	5,27888877	4,62240918
Varyans	6	7,7666667	134,666667	27,8666667	21,3666667
P-Değeri	6,13891E-17				

5. SONUÇ

Bu çalışmada; "Yeni açılan kontakt lens çözelti şişelerinden alınan ölçümler ile lens kabının içine lens materyali (30 gün kullanım süreli) ve kontakt lens çözeltisi eklenip belirli periyotlarda lens kabından alınan ölçümler arasında ozmolalite değerleri bakımından anlamlı bir fark vardır." hipotezi doğrulanmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar; Tablo 3.1, Tablo 3.2, Tablo 3.3, Tablo 3.4, Tablo 3.5, Tablo 3.6 ve Tablo 3.7 aktarılmış ve ortalamalar yönünden anlamlı farkın ($p<0.05$) varlığı incelenmiştir. Sonuç olarak; M1, M2, M3, M5, M6 ve M7 markalarında ozmolalite değerinin stabilitesini kaybettiğini ve anlamlı farkların varlığı tespit edilmiştir. Klinik olarak, ozmolalite değerinin stabil kalamamış olması hasta konforunu etkileme potansiyeline sahip olabileceği düşünülmektedir. Literatürde yer alan geçmiş çalışmalarda KLÇ'lerin fizikokimyasal özellikleri sadece tek bir ölçüme dayalı olacak şekilde markalar arası karşılaştırma şeklinde yapılmıştır (Lum ve ark., 2004; Dalton ve ark., 2008; Pena-Verdeal ve ark., 2020) Çalışmamızda hem markalar hem de günler arası karşılaştırmalar yapılarak ozmolalite parametresinin stabilitesi değerlendirilmiştir.

Çalışmada kontakt lens çözeltisinin, kontakt lens üzerindeki etkisi in-vitro ortamda gerçekleştirilmiş olup, gelecekteki çalışmalarda kontakt lens kullanan bireylerde değiştirme periyotlarında alınan veriler ile ozmolalite değerlendirmesi yapılması planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

Benjamin, W. J., & Hill, R. M. 1983. Human tears: osmotic characteristics. Investigative ophthalmology & visual science, 24(12): 1624–1626.

Dalton, K., Subbaraman, L. N., Rogers, R., & Jones, L. 2008. Physical properties of soft contact lens solutions. Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry, 85(2): 122–128. https://doi.org/10.1097/OPX.0b013e318162261e

Efron, N., Jones, L., Bron, A. J., Knop, E., Arita, R., Barabino, S., McDermott, A. M., Villani, E., Willcox, M. D., Markoulli, M., & members of the TFOS International Workshop on Contact Lens Discomfort 2013. The TFOS International Workshop on Contact Lens Discomfort: report of the contact lens interactions with the ocular surface and adnexa subcommittee. Investigative ophthalmology & visual science, 54(11): TFOS98–TFOS122. https://doi.org/10.1167/iovs.13-13187

Farris R. L. 1994. Tear osmolarity-a new gold standard?. Advances in experimental medicine and biology, 350: 495–503. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2417-5_83

FDA, Food and Drug Administration 2020. Soft (Hydrophilic) Daily Wear Contact 2 Lenses – Performance Criteria for 3 Safety and Performance Based 4 Pathway. Erişim: https://www.regulations.gov/document/FDA-2019-D-4843-0002 [04.04.2021]

Karkkainen, T., & Chavda, H. 2002. The Delıvery of Hypotonic Solutions Through Disposable Soft Contact Lenses. Optometry and Vision Science, 79(Supplement), 137. doi:10.1097/00006324-200212001-00261

Lum, E., Perera, I., & Ho, A. 2004. Osmolality and buffering agents in soft contact lens packaging solutions. *Contact lens & anterior eye: the journal of the British Contact Lens Association*, *27*(1), 21–26. https://doi.org/10.1016/j.clae.2003.11.002

Pena-Verdeal, Hugo et al. 2020. "Osmolality and pH of commercially available contact lens care solutions and eye drps." Contact lens & anterior eye : the journal of the British Contact Lens Association

Tomlinson, A., & Khanal, S. 2005. Assessment of tear film dynamics: quantification approach. The ocular surface, 3(2): 81–95. https://doi.org/10.1016/s1542-0124(12)70157-x

TSE, Türk Standardları Enstitüsü 2017. Optik - Gözle ilgili - Kontak lensler - Bölüm 1: Terimler, sınıflandırma sistemi ve etiketleme şartnameleri için tavsiyeler, TS EN ISO 18369- 1 (2017).

Zaki, M., Pardo, J., & Carracedo, G. 2019. A review of international medical device regulations: Contact lenses and lens care solutions. Contact lens & anterior eye : the journal of the British Contact Lens Association; 42(2): 136–146. https://doi.org/10.1016/j.clae.2018.11.001

Sera koşullarında mikoriza aşılamasının kanola sonrası yetiştirilen II. ürün mısır bitkisinin büyüme ve besin elementleri konsantrasyonuna etkisi

Çağdaş AKPINAR[1*](*Orcid: https://orcid.org/0000-0003-2783-397X*) Ahmet DEMİRBAŞ[2] (*Orcid:http://orcid.org/0000-0003-2523-7322*), İbrahim ORTAŞ[3](*Orcid: https://orcid.org/0000-0003-4496-3960*)

[1]Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Osmaniye, Türkiye
[2] Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Sivas, Türkiye
[3]Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Adana, Türkiye

Sorumlu yazar e-mail: cagdasakpinar@osmaniye.edu.tr

Özet
Araştırmanın amacı, sera koşullarında mikoriza aşılamasının, kanola ekimi sonrasında yetiştirilen mısır bitkisinin, büyüme ve besin elementleri konsantrasyonuna olan etkilerinin belirlenmesidir. Deneme Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Araştırma seralarında yürütülmüştür. Deneme bitkisi olarak kanola, mısır ve bakla bitkileri, mikoriza türü olarak da kokteyl mikoriza (*G. intradices, G. mossea, G. etinicatum, G. caledonium, G. intaradices, G. fasciculatum* ve Dr. Kindom karışımı) kullanılmıştır. Deneme sonunda bitkilerde yeşil aksam kuru madde üretimi, P ve K konsantrasyonları belirlenmiştir. Araştırma bulgularına göre, mikoriza aşılamasının, kanola bitkisinin büyümesi ve besin elementleri konsantrasyonuna etkisinin olmadığı, bununla birlikte kanola sonrası yetiştirilen II. ürün mısır bitkisinin verim ve besin elementleri konsantrasyonunu arttırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, kanola-bakla karışık ekim yapılmış uygulamalardaki kanola bitkisinin büyüme ve besin elementleri konsantrasyonunu, tek başına kanola ekili uygulamalara göre daha etkili olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, mikoriza aşılaması kanola sonrası ekilen II. ürün mısır bitkisi ile bakla bitkisinin büyümesini ve besin elementleri konsantrasyonunu mikoriza aşılaması yapılmayanlara oranla daha fazla arttırmıştır.
Anahtar Kelimeler: Kanola, Mısır, Bakla, İkinci Ürün, Mikoriza aşılaması

The effects of mycorrhizae inoculation on growth and nutrient concentration of canola following by maize under greenhouse conditions

Abstract
The aim of study was to determine the effect of canola residual by following second crop maize which is mycorrhiza-dependent upon growth, nutrient concentration and soil properties. The experiment was conducted in Department of Soil Science and Plant Nutrition Research Greenhouse, Cukurova University. Canola, maize and horsebean were used as test plants and cocktail mycorrhiza (*G. intradices, G. mossea, G. etinicatum, G. caledonium, G. intaradices, G. fasciculatum* and Dr. Kindom species) was used as an inoculum. Under greenhouse conditions sterile and non-sterile soil was used. Shoot dry weight, P and K concentration were determined. The results are shown that under pot experiment mycorrhiza inoculation have no significant effects on canola growth and nutrient concentrations. Mycorrhiza inoculation significantly increased maize after canola plant growth and nutrient uptake compared to non-mycorrhizal treatments. Maize after canola rotation has a significant effect on growth, especially was more pronounced for mycorrhizal inoculation. Canola and horsebean mix cultivation has a better growth and nutrient concentration than single canola cultivation. The results shown that mycorrhiza inoculation increased mycorrhiza inoculated maize after canola growth increased growth and nutrient concentration more than non-inoculated treatments.
Key Words: Canola, Maize, Horse bean, II. Crop, Mycorrhizal inoculation

GİRİŞ

Mısır (*Zea mays* L), ticari olarak çok önemli olan ve hemen hemen dünyanın her yerinde yetiştirilen bir bitkidir. Dünyada mısır üretimi 1 milyar tonu aşarken, sadece Amerika'da 361 milyon tona ulaşmıştır (USDA, 2015). Ülkemizin petrolden sonra en büyük dış alım kalemi olan ham yağ açığının (Semerci ve ark., 2007) kapatılması için alternatif bitki olarak kanola ekiminin önemli bir tarım stratejisi olabileceği düşünülmektedir. Kanola bitkisi, tahıllara oranla tarlada 2-3 kat daha fazla hasat artığı bıraktığından, toprağı organik maddece zenginleştirmekte ve kendinden sonra gelen bitkiye iyi bir gölge tavı ve fiziksel ve kimyasal gelişimi iyi bir yetiştirme ortamı bırakmaktadır. Kanola kökleri derinlere indiğinden toprağı da gevşetmektedir (Özgüven, 2000). Son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalar, bitki besin elementlerinin bitki köklerinin yanı sıra çoğunlukla mikoriza diye adlandırılan ve teşhisi mikroskop altında yapılan, çok miktarda hif üreten mantar türleri tarafından alındığını ortaya koymuştur (Ryan ve ark., 2008). Bitkilerin mikorizal simbiyosize bağımlılığı değişkenlik göstermektedir. Mikorizal bağımlılık, çevre koşulları özellikle toprakların fosfor içeriği (Plenchette ve ark., 1983) ve bitki genlerine bağlıdır (Hetrick ve ark., 1995). Kök salgıları, besin elementlerinin rizosferden alınmasında kilit rol oynamaktadırlar (Carvalhais ve ark., 2011). Kök salgıları karbon içeren kompleksler şeklinde karbonhidratlar, aminoasitler, organik asitler, fenolik bileşikler, fatik asitler, enzimler, vitaminler ve inorganik moleküller olarak da HCO_3, OH^-, ve H^+ şeklindedir (Dakora ve Phillips, 2002). Kanola bitkisi, kökleri aracılığı ile ürettiği antifungal özelliğe sahip izotiyosiyanat bileşiği sayesinde toprak kökenli fungal hastalık etmenlerine karşı da ekolojik tarımda kullanılmaktadır. Robertson ve ark. (2009), kanolanın ürettiği izotiyosiyanat bileşiğinin topraktaki yararlı mikroorganizmalardan mikorizanın gelişimini de olumsuz yönde etkilediğini rapor etmişlerdir. Monreal ve ark. (2011), Kanada koşullarında yaptıkları çalışmada, mikorizalı bir bitki olan buğdaydan ve mikorizasız kanola bitkisinden sonra keten ekmişler, büyüme ve gelişmesini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmada buğday sonrası ekilen keten bitkisinin kök bioması, kök uzunluğu ve AM kök kolonizasyonu, kanola sonrasında ekilen keten bitkisine göre daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir. Bu bilgilerden yola çıkılarak araştırmada; mikoriza aşılamasının sera koşullarında yetiştirilen kanola bitkisinden sonra ikinci ürün olarak ekilen ve mikorizaya bağımlı bir bitki olan mısır ile insan beslenmesinde önemli bir yeri olan bakla bitkilerinin büyüme ve besin elementleri alımına olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Araştırma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Araştırma Seralarında, üç dönem olarak (2007-2009 yılları arası) yürütülmüştür. Araştırmada, 0-30 cm'den alınan Menzilat toprak serisi (Typic Xerofluvents) kullanılmış, toprağın pH'sı 7.4, organik madde içeriği %1.6 P içeriği 4.65 kg/da P_2O_5'dır. Araştırmada 10 kg toprak kapasiteli plastik saksılar kullanılmış, toprakların yarısı otoklavda 121 ^{0}C'de 2 saat süreyle steril edilmiş ve çalışma split-plot deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Bu çalışmada, Kanola (*Brassica napus spp. Oleifera* L.) bitkisinin Çukurova koşullarında en fazla ekimi yapılan yazlık çeşidi Heros-AG 8310, ile Progen 1303 Mısır (*Zea mays* L.) çeşidi ve karışık ekimlerde ise Negrata Bakla (*Vicia faba* L.) çeşidi kullanılmıştır. Mikoriza türü olarak; Kokteyl (*G. intradices, G. mossea, G. etinicatum, G. caledonium, G. intaradices, G. fasciculatum* ve Dr. Kindom) mikoriza 1000 spor/saksı gelecek şekilde kullanılmıştır. Uygulamaların yıllara göre dağılımı ise Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Araştırmada uygulanan deneme deseni

	1. Dönem (2007)	2. Dönem (2008)	3. Dönem (2009)
1	Kanola	Kanola	Kanola
2	Kanola	Kanola	Mısır
3	Mısır	Kanola	Mısır
4	Kanola	Mısır	Kanola
5	Kanola+Bakla	Kanola+Bakla	Kanola+Bakla

* Araştırma, kendi içinde + Steril – Steril ve mikorizalı mikorizasız olarak iki aşamalı yapılmıştır.

Bitkilerin gövde ve kök kısımları 65-75 ^{0}C'da 48 saat süreyle kurutulduktan sonra tartılarak, kuru madde ağırlıkları belirlenip, analiz için bir kısmı agat değirmende öğütülmüştür (Walsh ve Beaton, 1973). Murphy ve Riley (1962) yöntemine göre boyanan örnekler 882 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunarak fosfor içeriği belirlenmiştir. Kuru yakma metoduna göre elde edilen ekstraksiyon çözeltisinde atomik absorbsiyon yardımıyla K konsantrasyonu belirlenmiştir (Kaçar, 1972). Araştırmada elde edilen veriler split-plot deneme desenine göre steril edilmiş ve edilmemiş olarak uygulamaların ortalamaları arasındaki farklılıklar SPSS 17.0 for Windows paket programı ile Tukey testine tabi tutulmuştur kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma bulgularına göre kanola bitkisinde en yüksek kuru madde (KM) I. dönem 4 nolu uygulamada (kanola-mısır-kanola) 40.7 g/saksı, en düşük kuru madde ise III. dönem 5 nolu uygulamada (kanola+bakla-kanola+bakla-kanola+bakla) 4.5 g/saksı olarak belirlenmiştir (Tablo 2). Mısır sonrası yetiştirilen kanola bitkilerinin kuru madde üretiminde, aynı dönemde yetiştirilen diğer uygulamalara göre artışlar olduğu belirlenmiştir. II. dönem 3 nolu uygulama olan (mısır-kanola-mısır) mısır sonrası mikoriza aşılanmış kanola bitkisinde 34.1 g/saksı kuru madde üretimi gerçekleşmiştir. Benzer olarak III. dönem 4 nolu uygulama olan (kanola-mısır-kanola), mısır sonrası mikoriza aşılanmış kanola bitkisinde 29.1 g/saksı kuru madde üretimi gerçekleşmiştir. Marschner ve Timonen (2005) yaptıkları bir çalışmada *Glomus intraradices* mikoriza mantarı aşılanmış kanola bitkisinin gövde kuru ağırlığının mikoriza aşılanmamışa göre daha fazla olduğu rapor edilmiştir. Steril edilmiş topraklarda I. dönem mikoriza aşılanmamış mısır bitkisinde 5.4 g/saksı KM, aynı dönemde mikoriza aşılanan bitkide ise 23.0 g/saksı KM olarak gerçekleşmiştir. Bakla bitkisinin kuru madde içeriği incelendiğinde, II. dönemde steril edilmiş topraklarda yetiştirilen ve mikoriza aşılanmış bakla bitkisinin kuru madde üretimi 18.8 g/saksı, mikoriza aşılanmamış kontrol bitkisinin ise 14.2 g/saksı olarak ölçülmüştür.

Tablo 2. Steril edilmiş topraklara mikoriza aşılamasının kanola, mısır ve bakla bitkilerinin yeşil aksam kuru madde üretimine etkisi (g/saksı)

		Kanola(g/saksı)		Mısır (g/saksı)		Bakla (g/saksı)	
Uygulamalar		**(-M)**	**(+M)**	**(-M)**	**(+M)**	**(-M)**	**(+M)**
I. Dönem (Yıl)	**1**	37.1 ±2.8 ^{ab}	38.1 ±0.9 ^{abX}				
	2	36.0 ±2.3 ^{ab}	38.8 ±1.3 ^{ab}				
	3			5.4 ±1.7 ^{c}	23.0 ±1.5 ^{a}		
	4	39.4 ±2.5 ^{ab}	40.7 ±3.8^{a}				
	5	27.0 ±2.5 ^{d}	26.0 ±5.4 ^{d}			13.6 ±1.1 ^{ab}	18.7 ±1.8^{a}
Ort.		34.9 ^{A}	35.9 ^{AXX}	5.4 ^{B}	23.0 ^{A}	13.6 ^{B}	18.7 ^{A}
Ort.			35.4 ^{AXXX}		14.2 ^{AB}		16.2 ^{A}
II. Dönem (Yıl)	**1**	8.7 ±1.2 ^{ef}	13.7 ±1.7 ^{e}				
	2	9.1 ±1.1 ^{ef}	12.6 ±1.3^{e}				
	3	34.0 ±2.9 ^{bc}	34.1 ±3.8 ^{bc}				
	4			13.0 ±1.1 ^{b}	21.3 ±0.6^{a}		
	5	5.2 ±0.9 ^{f}	8.8 ±2.9 ^{ef}			14.2 ±1.0 ^{ab}	18.8 ±5.6 ^{a}
Ort.		14.3 ^{B}	17.3 ^{A}	13.0^{B}	21.3 ^{A}	14.2 ^{B}	18.8 ^{A}
Ort.			15.8 ^{B}		17.1 ^{A}		16.5 ^{A}
III. Dönem (Yıl)	**1**	5.1 ±1.3 ^{f}	4.5 ±0.4 ^{f}				
	2			6.8 ±0.6 ^{c}	15.5 ±3.1 ^{b}		
	3			7.4 ±0.4 ^{c}	7.8 ±1.1 ^{c}		
	4	28.3 ±2.5 ^{cd}	29.1 ±0.7 ^{cd}				
	5	4.5 ±1.7^{e}	4.6 ±3.1 ^{e}			7.0 ±0.9 ^{c}	9.2 ±1.4 ^{bc}
Ort.		12.6^{A}	12.7 ^{A}	7.1 ^{B}	11.6 ^{A}	7.0 ^{B}	9.2 ^{A}
Ort.			12.7^{B}		9.4^{B}		8.1 ^{B}

^{X}Tukey testine göre ortalamalar arasındaki farklılık (P<0.05), ± Standart Hata
^{XX}(-M) (+M) genel ortalamalar (Tukey testine göre farklılık)
^{XXX}Dönemler arası genel ortalamalar (Tukey testine göre farklılık)
^{X}Tukey testine göre ortalamalar arasındaki farklılık (P<0.05)
^{XX}(-M) (+M) genel ortalamalar (Tukey testine göre farklılık)
^{XXX}Dönemler arası genel ortalamalar (Tukey testine göre farklılık)

Dönem arası genel ortalamalar incelendiğinde sıra ile 12.2, 13.2 ve 7.5 g/saksı olarak tespit edilmiştir. Mısır bitkisinin en yüksek kuru madde içeriği 24.3 g/saksı ile I. dönem 3 nolu uygulamadaki mikoriza aşılanmış bitkilerde belirlenmiş, aynı uygulamada mikoriza aşılanmamış bitkilerde ise 16.6 g/saksı olarak belirlenmiştir (Tablo 3). Steril edilmemiş topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinde, ortamda bulunan doğal mikorizanın ve/veya diğer yararlı mikroorganizmaların varlığından dolayı steril edilmiş topraklarda yetiştirilen bitkilere göre yüksek oranda yeşil aksam kuru madde üretimi gerçekleştirdiği belirlenmiştir. Suharno ve ark. (2017), yaptıkları çalışmada mısır bitkisine mikoriza aşılmasının bitkinin büyümesini, bitki boyunu, yaprak alanını ve nisbi büyümesini önemli oranda artırdığını rapor etmişlerdir. Araştırma bulguları bakla bitkisi yönünden

incelendiğinde, en yüksek kuru madde üretimi II. dönem mikoriza aşılanmış uygulamada 22.6 g/saksı olarak ölçülmüş, en düşük kuru madde üretimi 8.1 g/saksı ile III. dönemde kontrol uygulamasında gerçekleşmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Steril edilmemiş topraklara mikoriza aşılamasının kanola, mısır ve bakla bitkilerinin üst aksam kuru madde üretimine etkisi (g/saksı)

		Kanola(g/saksı)				Mısır (g/saksı)				Bakla (g/saksı)			
Uygulamalar		**(-M)**		**(+M)**		**(-M)**		**(+M)**		**(-M)**		**(+M)**	
I. Dönem (Yıl)	**1**	11.1	±1.3 ^{eh}	12.2	±1.0 ^{cf}								
	2	12.3	±4.3 ^{cf}	11.6	±3.2 ^{dg}								
	3					16.6	±1.3 ^{c}	24.3	±1.6^{a}				
	4	13.2	±0.7 ^{cf}	16.0	±1.8 ^{cd}								
	5	10.8	±1.4 ^{ch}	10.5	±0.9 ^{eh}					19.5	±3.1^{a}	21.9	±1.6^{a}
Ort.			11.8^{A}		12.6 ^{A}		16.6 ^{B}		24.3 ^{A}		19.5 ^{B}		21.9 ^{A}
Ort.					12.2 ^{A}				20.4 ^{A}				20.7 ^{A}
II. Dönem (Yıl)	**1**	6.8	±1.7 ^{hj}	12.1	±0.6 ^{cf}								
	2	9.0	±2.9 ^{fi}	13.6	±1.4 ^{ce}								
	3	22.2	±0.8 ^{b}	27.6	±1.4 ^{a}								
	4					19.0	±0.4 ^{bc}	22.2	±0.4 ^{ab}				
	5	7.4	±1.2^{gj}	7.2	±0.5 ^{hj}					19.1	±3.2 ^{a}	22.6	±1.7 ^{a}
Ort.			11.3 ^{B}		15.1 ^{A}		19.0 ^{B}		22.2 ^{A}		19.1 ^{B}		22.6 ^{A}
Ort.					13.2^{A}				20.6 ^{A}				20.8 ^{A}
III. Dönem (Yıl)	**1**	4.3	±1.0 ^{jk}	5.3	±0.9 ^{ik}								
	2					13.2	±1.8 ^{d}	18.2	±2.1 ^{c}				
	3					13.3	±1.0 ^{d}	17.2	±1.0 ^{c}				
	4	13.8	±1.1 ^{ce}	16.2	±0.5^{c}								
	5	3.1	±0.9 ^{jk}	2.3	±0.7 ^{j}					8.1	±0.5^{b}	12.7	±0.8 ^{b}
Ort.			7.1 ^{A}		7.9 ^{A}		13.3 ^{B}		17.7 ^{A}		8.1 ^{B}		12.7 ^{A}
Ort.					7.5^{B}				15.5 ^{B}				10.3 ^{B}

Araştırma bulguları incelendiğinde, steril edilmiş topraklarda yetiştirilen kanola bitkisinin fosfor (% P) konsantrasyonlarının % 0.18 ile % 0.29 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo 4). Mısır bitkisi P konsantrasyonları yönünden incelendiğinde, steril edilmiş kontrol topraklarındaki bitkilerde düşük P konsantrasyonunun belirlenmesi, doğal mikoriza ve diğer yararlı mikroorganizmaların ortamdan uzaklaştırılması nedeniyle olabileceği düşünülmektedir. Ortas ve Akpinar (2011), yaptıkları çalışmalarda mikoriza aşılanmış mısır genotiplerinin kök ve gövdesinin P konsantrasyonunun mikoriza aşılanmamış genotiplere göre daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Tablo 4'de görüldüğü gibi, III. dönemde 2 ve 3 nolu uygulamalarda, mikoriza aşılanmayan ve kanola sonrası yetiştirilen mısır bitkilerinin P konsantrasyonunun (%0.15 P), I. döneme göre (% 0.10 P) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bakla bitkisi incelendiğinde, mikoriza ile aşılanmamış bitkilerin genel P konsantrasyonları, sırası ile I., II. ve III. dönemler için % 0.20, % 0.22 ve % 0.19 P olarak gerçekleşirken, mikoriza aşılaması yapılmış bitkilerde ise I., II. ve III. dönemler için P konsantrasyonu % 0.26, % 0.25 ve % 0.23 P olarak ölçülmüştür.

Tablo 4. Steril edilmiş topraklara mikoriza uygulamasının kanola, mısır ve bakla bitkilerinin P konsantrasyonuna etkisi (%)

		Kanola (%P)		Mısır (%P)		Bakla (%P)	
Uygulamalar		**(-M)**	**(+M)**	**(-M)**	**(+M)**	**(-M)**	**(+M)**
I. Dönem (Yıl)	**1**	0.28 ±0.0 ^{a}	0.29 ±0.0 ^{a}				
	2	0.25 ±0.0 ^{ad}	0.27 ±0.0 ^{ab}				
	3			0.10 ±0.0 ^{d}	0.28 ±0.0 ^{a}		
	4	0.25 ±0.0 ^{ad}	0.25 ±0.0 ^{ad}				
	5	0.24 ±0.0 ^{ad}	0.26 ±0.1 ^{ad}			0.20 ±0.0 ^{b}	0.26 ±0.0 ^{a}
Ort.		0.26 ^{A}	0.27 ^{A}	0.10 ^{B}	0.28^{A}	0.20^{B}	0.26^{A}
Ort.			0.26 ^{A}		0.19 ^{A}		0.23 ^{A}
II. Dönem (Yıl)	**1**	0.22 ±0.0 ^{bf}	0.24 ±0.0 ^{ae}				
	2	0.21 ±0.0 ^{cf}	0.22 ±0.0 ^{bf}				
	3	0.26 ±0.0 ^{ac}	0.27 ±0.0 ^{ab}				
	4			0.10 ±0.0 ^{d}	0.23 ±0.0 ^{b}		
	5	0.18 ±0.0 ^{f}	0.21 ±0.0 ^{cf}			0.22 ±0.0 ^{ab}	0.25 ±0.0 ^{a}
Ort.		0.22 ^{B}	0.24 ^{A}	0.10 ^{B}	0.23 ^{A}	0.22 ^{B}	0.25 ^{A}
Ort.			0.23^{B}		0.16 ^{A}		0.23 ^{A}
III. Dönem (Yıl)	**1**	0.19 ±0.0 ^{ef}	0.19 ±0.0 ^{ef}				
	2			0.15 ±0.0 ^{c}	0.23 ±0.0 ^{b}		
	3			0.15 ±0.0^{c}	0.23 ±0.0^{b}		
	4	0.21 ±0.0 ^{cf}	0.21 ±0.0 ^{df}				
	5	0.18 ±0.0 ^{f}	0.21 ±0.0 ^{df}			0.19 ±0.0 ^{b}	0.23 ±0.0 ^{ab}
Ort.		0.19 ^{A}	0.20 ^{A}	0.15 ^{B}	0.23 ^{A}	0.19 ^{B}	0.23 ^{A}
Ort.			0.20 ^{C}		0.18 ^{A}		0.21^{A}

Tablo 5'de de görüleceği üzere, genelde steril edilmemiş ve mikoriza aşılaması yapılan topraklarda yetiştirilen kanola bitkisinin P konsantrasyonlarının, steril edilmiş topraklarda yetiştirilen kanola bitkisinin P konsantrasyonlarına göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. II. dönemde 3 nolu (mısır-kanola-mısır) uygulama olan mısır sonrası ekilen kanola bitkisinin dokularındaki P konsantrasyonunun % 0.26 P olduğu tespit edilmiştir. Steril edilmemiş topraklarda, birinci dönemde mikoriza aşılanmış mısır bitkisinin dokularındaki P konsantrasyonu % 0.28 P iken bunu takip eden II. dönem kanola sonrası yetiştirilen mısır bitkisinde ise % 0.24 P olarak ölçülmüştür. Mikoriza mantarı, genelde topraktaki P konsantrasyonunun yarayışlılığını arttırdığı gibi hifler yolu ile P absorpsiyon oranını (Sharif ve Claassen, 2011) ve immobil halde bulunan P alımını da arttırmaktadır (Smith ve Read, 2008). Steril edilmemiş topraklarda mikoriza ile aşılanmamış bakla bitkilerinin P konsantrasyonları sırası ile I., II. ve III. dönemler için % 0.20, % 0.23 ve % 0.19 P olarak gerçekleşirken, mikoriza aşılaması yapılmış bitkilerde ise I., II. ve III. dönemler için % 0.25, % 0.25 ve % 0.20 P düzeyinde ölçülmüştür. Dönemler arası genel ortalamalar değerlendirildiğinde, III. dönemde fosfor konsantrasyonu % 0.19 P olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 5. Steril edilmemiş topraklara mikoriza aşılamasının kanola, mısır ve bakla bitkilerinin P konsantrasyonuna etkisi (%)

		Kanola (%P)		Mısır (%P)		Bakla (%P)	
Uygulamalar		**(-M)**	**(+M)**	**(-M)**	**(+M)**	**(-M)**	**(+M)**
I. Dönem (Yıl)	**1**	0.20 ±0.0 ^{be}	0.21 ±0.0 ^{bd}				
	2	0.18 ±0.0 ^{cf}	0.19 ±0.0 ^{bf}				
	3			0.20 ±0.0 ^{b}	0.28 ±0.0^{a}		
	4	0.18 ±0.0 ^{cf}	0.21 ±0.0 ^{bc}				
	5	0.19 ±0.0 ^{bf}	0.22 ±0.0 ^{ab}			0.20 ±0.0^{b}	0.25 ±0.0 ^{a}
Ort.		0.19 ^{B}	0.21 ^{A}	0.20 ^{B}	0.28 ^{A}	0.20 ^{B}	0.25^{A}
Ort.			0.20 ^{A}		0.24 ^{A}		0.23 ^{A}
II. Dönem (Yıl)	**1**	0.16 ±0.0 ^{f}	0.16 ±0.0 ^{f}				
	2	0.17 ±0.0 ^{ef}	0.17 ±0.0 ^{ef}				
	3	0.26 ±0.0 ^{a}	0.26 ±0.0 ^{a}				
	4			0.19 ±0.0 ^{b}	0.24 ±0.0 ^{a}		
	5	0.18 ±0.0 ^{cf}	0.21 ±0.0^{bd}			0.23 ±0.0 ^{ab}	0.25 ±0.0 ^{a}
Ort.		0.19 ^{A}	0.20 ^{A}	0.19 ^{B}	0.24 ^{A}	0.23 ^{B}	0.25 ^{A}
Ort.			0.20 ^{A}		0.22 ^{A}		0.24 ^{A}
III. Dönem (Yıl)	**1**	0.16 ±0.0 ^{f}	0.16 ±0.0 ^{f}				
	2			0.18 ±0.0 ^{b}	0.24 ±0.0 ^{a}		
	3			0.19 ±0.0 ^{b}	0.26 ±0.0 ^{a}		
	4	0.17 ±0.0 ^{df}	0.22 ±0.0 ^{b}				
	5	0.16 ±0.0 ^{f}	0.19 ±0.0 ^{bf}			0.19 ±0.0 ^{b}	0.20 ±0.0 ^{b}
Ort.		0.16^{B}	0.19 ^{A}	0.19 ^{B}	0.25 ^{A}	0.19 ^{A}	0.20 ^{A}
Ort.			0.17 ^{AB}		0.22 ^{A}		0.20 ^{B}

Araştırma bulguları Potasyum (K) değerleri yönünden incelendiğinde, en yüksek K konsantrasyonu, I. dönemde mikoriza aşılanmamış kanola bitkisinde % 3.3 K olarak tespit edilmiştir. En düşük K konsantrasyonu da % 2.2 ile mikoriza aşılanmış kanola bitkisinde gerçekleşmiştir (Tablo 6). Araştırma bulguları mısır bitkisinin K konsantrasyonları yönünden incelendiğinde, I. dönemde steril edilmiş ve mikoriza aşılanmış mısır bitkisinin dokularında bulunan K konsantrasyonunu % 3.6 K, aynı dönemde mikoriza aşılanmayan bitkilerde ise % 2.9 K olarak ölçülmüştür. Ortaş ve Sarı (2003) Çukurova koşullarında tatlı mısır bitkisinin K konsantrasyonunun mikoriza aşılaması ile arttığını rapor etmişlerdir. Tablo 6'da görülebileceği gibi, en yüksek K konsantrasyonu III. dönem 3 nolu kanola sonrası mikoriza aşılanmış mısır bitkisinde % 4.7 K olarak ölçülmüştür. Araştırma bulgularına göre, en yüksek K konsantrasyonu % 4.7 K olarak I. dönem mikoriza aşılanmış bakla bitkisinde belirlenmiştir. Genelde bakla bitkisinin K konsantrasyonunun, kanola ve mısır bitkisinden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, baklagillerin genel bitki besin elementleri konsantrasyonlarının yüksekliği ile doğrudan orantılıdır.

Tablo 6. Steril edilmiş topraklara mikoriza uygulamasının kanola, mısır ve bakla bitkilerinin K konsantrasyonuna etkisi (%)

		Kanola (%K)		Mısır (%K)		Bakla (%K)	
Uygulamalar		**(-M)**	**(+M)**	**(-M)**	**(+M)**	**(-M)**	**(+M)**
I. Dönem (Yıl)	**1**	3.3 ±0.1 [a]	2.2 ±0.2 [a]				
	2	3.1 ±0.2 [a]	3.1 ±0.2 [a]				
	3			2.9 ±0.2 [b]	3.6 ±0.3 [ab]		
	4	3.1 ±0.1 [a]	3.1 ±0.3[a]				
	5	3.3 ±0.4 [a]	3.1 ±0.3 [a]			4.5 ±0.1 [a]	4.7 ±0.2 [a]
Ort.		3.2 [A]	2.9 [B]	2.9 [B]	3.6 [A]	4.5 [A]	4.7 [A]
Ort.			3.0 [A]		3.2 [A]		4.6 [A]
II. Dönem (Yıl)	**1**	2.8 ±0.4 [a]	2.7 ±0.3 [a]				
	2	2.5 ±0.3 [a]	2.7 ±0.3 [a]				
	3	2.7 ±0.5 [a]	2.4 ±0.6[a]				
	4			3.1 ±0.3 [b]	3.4 ±0.2 [ab]		
	5	3.0 ±0.3[a]	3.1 ±1.0 a			3.2 ±0.3 [b]	2.9 ±0.4 [b]
Ort.		2.8 [A]	2.7 [A]	3.1 [B]	3.4 [A]	3.2 [A]	2.9 [B]
Ort.			2.7 [B]		3.2 [A]		3.0 [B]
III. Dönem (Yıl)	**1**	2.5 ±0.2 [a]	2.4 ±0.2 [a]				
	2			3.3 ±0.7 [ab]	3.5 ±0.7 [ab]		
	3			3.3 ±0.6 [ab]	4.7 ±1.3 [a]		
	4	2.7 ±0.6 [a]	2.7 ±0.4 [a]				
	5	2.3 ±0.8 [a]	2.2 ±0.8[a]			2.4 ±0.6 [b]	2.9 ±1.0 [b]
Ort.		2.5 [A]	2.4 [A]	3.3 [B]	4.1 [A]	2.4 [B]	2.9 [A]
Ort.			2.5 [B]		3.7 [A]		2.7 [A]

Bakla ile karışık ekilmiş kanola bitkisinde (5 nolu uygulamada) % 2.8 K ile en yüksek K konsantrasyonu tespit edilmiştir (Tablo 7). Mısır bitkisinin dokularında en yüksek K konsantrasyonu, I. dönemde % 4.0 K olarak mikoriza aşılanmış bitkilerde belirlenmiştir. En düşük K konsantrasyonu ise II. ve III. dönemlerde kanola sonrası yetiştirilen ve mikoriza aşılanmayan mısır bitkilerinde % 2.3 K olarak belirlenmiştir. III. dönemde 2 ve 3 nolu uygulamalarda, kanolayı takip eden mikoriza aşılanmış ve mikoriza aşılanmamış mısır bitkisinin dokularındaki K konsantrasyonunda, önemsiz de olsa küçük bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Steril edilmemiş ve mikoriza aşılanmamış bakla bitkisinin dokularında bulunan K konsantrasyonunun, ortamda bulunan doğal mikorizanın ve diğer yararlı mikroorganizmaların varlığından dolayı, mikoriza ile aşılanmış bitkilere göre yaklaşık aynı oranda olduğu tespit edilmiştir. Steril edilmemiş topraklarda mikoriza ile aşılanmamış bakla bitkilerinin K konsantrasyonları sırası ile I., II. ve III. dönemler için % 4.8, % 3.9 ve % 1.9 K olarak gerçekleşirken, mikoriza aşılaması yapılmış bitkilerde ise aynı sıralama ile % 4.7, % 3.4 ve % 2.0 K düzeyinde ölçülmüştür (Tablo 7).

Tablo 7. Steril edilmemiş topraklara mikoriza uygulamasının kanola, mısır ve bakla bitkilerinin K konsantrasyonuna etkisi (%)

		Kanola (%K)		Mısır (%K)		Bakla (%K)	
Uygulamalar		**(-M)**	**(+M)**	**(-M)**	**(+M)**	**(-M)**	**(+M)**
I. Dönem (Yıl)	**1**	2.4 ±0.1 ^{ad}	2.4 ±0.1 ^{ad}				
	2	2.4 ±0.2 ^{ad}	2.5 ±0.2 ^{ad}				
	3			3.3 ±0.4^{ac}	4.0 ±0.6 ^{a}		
	4	2.4 ±0.1 ^{ad}	2.7 ±0.1 ^{ab}				
	5	2.5 ±0.4 ^{ad}	2.8 ±0.2 ^{a}			4.8 ±0.5^{a}	4.7 ±0.4 ^{a}
Ort.		2.4 ^{B}	2.6 ^{A}	3.3 ^{B}	4.0 ^{A}	4.8 ^{A}	4.7 ^{A}
Ort.			2.5 ^{A}		3.6 ^{A}		4.8 ^{A}
II. Dönem (Yıl)	**1**	2.1 ±0.3 ^{ad}	2.2 ±0.6 ^{ad}				
	2	1.9 ±0.6 ^{bd}	2.0 ±0.3 ^{ad}				
	3	2.2 ±0.4 ^{ad}	2.5 ±0.7 ^{ac}				
	4			3.3 ±0.2 ^{ac}	3.7 ±0.8 ^{ab}		
	5	2.2 ±0.5 ^{ad}	2.8 ±0.3 ^{ab}			3.9 ±0.2 ^{ab}	3.4 ±0.5 ^{b}
Ort.		2.1 ^{B}	2.4 ^{A}	3.3 ^{B}	3.7 ^{A}	3.9 ^{A}	3.4 ^{B}
Ort.			2.2 ^{B}		3.5 ^{A}		3.6 ^{B}
III. Dönem (Yıl)	**1**	1.6 ±0.0 ^{d}	1.6 ±0.1 ^{ad}				
	2			2.3 ±0.7 ^{c}	2.6 ±0.^{5bc}		
	3			2.3 ±0.2 ^{c}	2.4 ±0.3 ^{c}		
	4	2.0 ±0.3 ^{ad}	2.1 ±0.1 ^{ad}				
	5	1.6 ±0.5 ^{cd}	1.9 ±0.4 ^{bd}			1.9 ±0.5 ^{c}	2.0 ±0.5 ^{c}
Ort.		1.7 ^{A}	1.9 ^{A}	2.3 ^{B}	2.5 ^{A}	1.9 ^{A}	2.0 ^{A}
Ort.			1.8 ^{C}		2.4 ^{B}		2.0 ^{C}

SONUÇ

Sera koşularında üç yıl (dönem) ardışık olarak yürütülen saksı denemelerinde, mikoriza aşılamasının kanola bitkisinin büyümesine, besin elementleri konsantrasyonuna beklenildiği gibi çok fazla etki etmediği belirlenmiştir. Kontrollü koşullarda, mısır bitkisi sonrası yetiştirilen kanola bitkilerinin büyümesi ve besin elementleri konsantrasyonunda artış olduğu belirlenmiştir. Kanola+bakla karışık ekilmiş saksılarda, kanola bitkisinin büyüme (kuru madde üretimi) ve besin elementleri konsantrasyonunda da yalnız kanola ekili uygulamalara göre daha fazla artış olmuştur. Her üç dönemde de, kanola bitkisinin büyümesinde, besin elementleri konsantrasyonu yıllara göre düzenli bir azalmanın meydana geldiği gözlenmiştir. Bununla birlikte, mikoriza aşılamasının, mısır bitkisinin büyümesini ve besin elementleri konsantrasyonunu önemli oranda arttırdığı tespit edilmiştir. Kanola sonrası yetiştirilen mısır bitkisinin gelişiminin mikoriza aşılaması ile arttığı belirlenmiştir. Mikoriza aşılamasının, kanola+bakla karışık ekilmiş parsellerde bakla bitkisinin büyüme ve besin elementleri konsantrasyonunu önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, bölgemizde II. ürün olarak yaygın ekimi yapılan mısır sonrası kanola ekimi, kanola bitkisinin büyüme ve gelişimini de olumlu yönde etkilemiştir. Bölgemizde yaygın olarak üretimi yapılan ve mikoriza ile simbiyosis yaşadığı bilinen bakla bitkisinin kanola ile karışık ekiminin hem kanola hem de bakla bitkisi için olumlu olduğu belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Çalışma, ZF2008D1 proje numarasıyla Çukurova Üniversitesi BAP komisyonu tarafından desteklenen ve 1. yazar tarafından hazırlanan Doktora Tezinin bir kısmıdır.

KAYNAKLAR

Carvalhais LC, Dennis PG, Fedoseyenko D, Hajirezaei MR, Borriss R, Wirén NV 2011. Root exudation of sugars, amino acids, and organic acids by maize as affected by nitrogen, phosphorus, potassium, and iron deficiency. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 17(1), 3-11.

Dakora FD, Phillips DA 2002. Root exudates as mediators of mineral acquisition in low-nutrient environments. Plant and Soil, 245:35-47.

Hetrick BAD, Wilson GWT, Gill BS, Cox TS 1995. Chromosome location of mycorrhizal responsive genes in wheat. Canadian Journal of Botany, 73 (6):891-897.

Kaçar B 1972. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri II, BitkiAnalizleri, Ankara
Marschner P, Timonen S 2005. Interactions between plant species and mycorrhizal colonization on the bacterial community composition in the rhizosphere. Applied Soil Ecology, 28:23-36.
Monreal MA, Grant CA, Irvıne RB, Mohr RM, Mclaren DL, Khakbazan M 2011. Crop management effect on arbuscular mycorrhizae and root growth of flax. Canadian Journal of Plant Science, 91(2):315-324.
Murphy Y, Riley JP 1962. A modified single solution method for determination of ohosphate in natural waters. Analytica Chimica Acta, 27:31-36.
Ortas I, Akpinar C 2011. Response of maize genotypes to several mycorrhizal ınoculums in terms of plant growth, nutrient uptake and spore production. Journal of Plant Nutrition, 34 (7):970-987.
Ortas I, Sari N 2003. Enhanced yield and nutrient content of sweet corn with mycorrhizal inoculation under field conditions. Agricoltura Mediterranea, 133 (3-4):188-195.
Özgüven M 2000. Kolza (brassica napus l., brassica campestris l.) ve yetiştiriciliği, Tübitak-Tarp Yayınları, Adana
Plenchette C, Fortin JA, and Furlan V 1983. Growth-responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertilty.1. Mycorrhizal dependency under field conditions. Plant and Soil, 70;199-209.
Robertson MJ, Holland JF, Bambach R 2009. Canola residues do not reduce establishment, growth and yield of following summer crops. Crop and Pasture Science, 60(7):640-645.
Ryan MH, Mcinerney JK, Record IR, Angus JF 2008. Zinc bio-availability in wheat grain in relation to phosphorus fertilizer, crop sequence and mycorrhizal fungi. Journal of the Science of Food and Agriculture, 88:1208-1216.
Semerci A, Gaytancıoğlu O, Kaya Y, Süzer S, ve Akın K 2007. Trakya'da ayçiçeği üreten tarım işletmelerinde girdi kullanımı ve destekleme politikalarının etkinliğinin araştırılması (2005-2007). Tagem/TA/05/02/01/002.
Sharif M, Claassen N 2011. Action mechanisms of arbuscular mycorrhizal fungi in phosphorus uptake by capsicum annuum l. Pedosphere, 21;502-511.
Smith S, Read DJ. 2008. Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, San Diego, CA.
Suharno S, Soetarto SE, Sancayaningsih RP, Kasiamdari RS 2017. Association of arbuscular mycorrhizal fungi (amf) with brachiaria precumbens (poaceae) in tailing and its potential to increase the growth of maize (zeamays). Biodiversitas,18:433-441.
U.S.D.A 2015. Foreign agricultural service (gaın reports, grain: world markets and trade reports, wasde reports, production, supply and distrubition data base), http://www.fas.usda.gov.
Walsh LM, Beaton JD 1973. Soil testing and plant analysis. Soil Science Society of America Journal, Inc. Madison, Wisconsin, USA.

ORAL PRESENTATION

Farklı mikoriza türleri ve spor sayılarının farklı zamanlarında hasat edilen kültür bitkilerinin P ve Zn alımına etkisi

Çağdaş AKPINAR[1*](*Orcid: https://orcid.org/0000-0003-2783-397X*) Ahmet DEMİRBAŞ[2] (*Orcid: http://orcid.org/0000-0003-2523-7322*) İbrahim ORTAŞ[3] (*Orcid: https://orcid.org/0000-0003-4496-3960*)

[1]Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Osmaniye, Türkiye
[2] Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Sivas, Türkiye
[3]Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Adana

Sorumlu yazar e-mail: cagdasakpinar@osmaniye.edu.tr

Özet

Bu çalışmanın amacı, farklı mikoriza türleri ve farklı spor sayılarının değişik familyalara ait konukçu bitkilerin farklı hasat zamanlarındaki P ve Zn alımına olan etkilerinin araştırılmasıdır. Bu çalışma Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme seralarında yapılmıştır. Denemede farklı bitki grupları graminae (mısır, sorgum), alliaceae (pırasa, soğan), leguminosea (yonca ve üçgül) konukçu bitki olarak kullanılmıştır. Mikoriza türleri olarak *Glomus mosseae* ve *G.etinicatum* ve bunların farklı dozları kullanılmıştır (Kontrol (0), 500, 1000 ve 2000 spor saksı$^{-1}$). Çalışmada bitkiler ekim yapıldıktan 3., 4., 5. ve 8. haftalarda hasat edilmiştir ve bu bitkilerde P ve Zn alımı tespit edilmiştir.

Çalışma sonuçlarına göre, mikorizal aşılama, konukçu bitkilerin büyümesini ve besin alımını olumlu yönde etkilemiştir. Mikoriza aşılaması ile bitkilerin P ve Zn konsantrasyonları önemli oranda artmıştır. Mısır bitkisinin P ve Zn konsantrasyonu diğer bitkilere göre daha yüksek bulunmuştur. Her iki mikoriza türü de bitkilerin P ve Zn beslenmesine etki etmişlerdir. Uygun mikoriza doz uygulaması için 500 ve 1000 spor/bitki aşılaması bitkilerin beslenmesi için yeterli olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Konukçu bitki, Mikoriza çeşitleri, Çinko ve Fosfor alımı

The effect of different mycorrhiza species and spore numbers on P and Zn uptake of different culture plants at different harvest times

Abstract

The aim of this study is to investigate the effects of different mycorrhiza species and different spore numbers on P and Zn uptake by host plants from different families at different harvest times. This study was carried out in Çukurova University, Faculty of Agriculture, Soil Science and Plant Nutrition greenhouses. Different plant groups Gramineae (corn, sorghum), Alliaceae (leek, onion), Leguminosae (clover and clover) were used as host plants in the experiment. Glomus *mosseae* and G.*etinicatum* and their different doses were used as mycorrhizal species (Control (0), 500-1000 and 2000 spore pot^{-1}). In the study, the plants were harvested at the 3rd, 4th, 5th and 8th weeks after sowing and P and Zn uptake were determined in these plants.

Mycorrhizal inoculation positively affected the host plant's nutrient uptake. Mycorrhiza inoculation increased the plant's P and Zn concentrations of plants. P and Zn concentrations of maize plants were higher than other plants. It was sufficient to feed 500 and 1000 spore/plant inoculations for appropriate mycorrhizal dosing.

Keywords: Host plants, Mycorrhizae species, Zinc and Phosphorus uptake

GİRİŞ

Artan nüfus baskısı ve buna bağlı daha fazla ürün alma çabası, sınırlı olan tarım topraklarına baskıya neden olmaktadır. Bilinçsizce ve yanlış şekilde kullanılan kimyasallar sonucunda toprak verimliliğinde azalmalar meydana gelmektedir (Ortaş, 2002). Bu tarz konvansiyonel tarım uygulamaları tarımsal sürdürülebilirliği daha da sorgular hale getirmiş ve yeni arayışlara yöneltmiştir. Kimyasal gübrelerin ve zirai kimyasalların kullanımının azaltılması ve gıda mahsullerinin, meyvelerin, sebzelerin ve süs bitkilerinin kalitesinin iyileştirilmesi, mevcut organik tarım senaryosunda ön koşuldur (Golubkina ve ark., 2020).

Arbusküler mikoriza (AM) karasal bitkilerin %80'inden fazlası ile simbiyotik ilişki kurmaktadır ve kolonizasyon oranı özellikle mantarlara, bitki türlerine ve örneğin toprak özellikleri gibi çevresel faktörlere bağlıdır (Kim ve ark., 2017). AM makro elementlerin (N, P) ve mikro elementlerin (Zn, S, Cu, Fe ve Mn) birikimini arttırdığı için meyve, sebze ve tıbbi ürünlerin üretiminde AM kullanımı oldukça önemlidir (Chen ve ark., 2017). Farklı toprak mikroorganizmaları mahsulün verimini ve kalitesini etkiler. Bunlar arasında AM, başlıca bitki kök ortak yaşamlarından biridir. AM topluluğu ne kadar çeşitli olursa, bitki büyümesi o kadar yüksek olur (Marro ve ark., 2020). AM, bitkinin kuraklığa, aşırı sıcaklıklara, ağır metallere, tuzluluğa, patojene ve metal kirliliğine karşı toleransını artırır (Begum ve ark., 2019). Ayrıca, ikincil metabolitlerin sentezinin uyarılması, mahsul kalitesinin iyileştirilmesiyle sonuçlanır. Bu nedenle AM, sürdürülebilir tarıma yönelik mevcut dönem çiftçilik uygulamalarını geliştirmede çok önemli bir rol oynamaktadır. Yirmi birinci yüzyılın başında tarım sektörü, ekolojik olarak sağlam, ekonomik olarak uygulanabilir ve besin açısından zengin AMF yaklaşımına dikkat etmiştir (Golubkina ve ark., 2020). Tarımda AM kullanmanın hem karşılaştırmalı hem de rekabet avantajı vardır. Bu nedenle AM'nin Allium bitkilerine uygulanmasını destekleyen üç ana faktör bitkinin ekonomik öneminin artması, mineral gübrelerin ve herbisitlerin kullanımının azaltılması ve yüksek miktarda antikanserojen madde üretilmesidir (Golubkina ve ark., 2020). AMF, toprak sağlığının korunmasında önemli bir role sahip olabilir. Ayrıca AMF, bitki büyümesini biyokimyasal ve enzimatik aktiviteleri hızlandırır (Sivakumar ve ark., 2020). Artan kimyasal gübre kullanımı toprak kirliliğine neden olur ve verimde düşüşe neden olur. Bitki büyümesini teşvik eden mikroorganizmalar, büyüme ve gelişmeyi teşvik etmek için rizosferde önemli bir role sahiptir (Sivakumar ve ark., 2020).

Fosfor (P), bitki büyümesi ve gelişmesi için önemli, değiştirilemeyen bir elementtir. Fosfolipitler, P'nin önemli bir bileşenidir, hücre zarının bir bileşenidir. Özellikle P, enerji transferi, fotosentez, metabolizma, hücre içi sinyalleşme ve gen replikasyonu ve ekspresyonunda kullanılır. Fosfor bitkilerde oldukça hareketsizdir. P'nin topraktaki hareketsiz doğası nedeniyle, AM uygulaması tarımsal üretimi artırma potansiyeline sahiptir. AM, ekstraradikal miselyum yoluyla P alımını iyileştirir, ancak alım oranı ve miktarı türlere göre değişir. Çeşitli enzimler arasında AM, organik P'yi çözündürmek için hücre dışı enzimler üretmek zorundadır (Sato ve ark., 2015). Genel olarak, yüksek seviyelerde P uygulamasının AM tarafından kolonizasyonu, köklerde ve toprakta AM topluluklarının bolluğunu ve zenginliğini azalttığı gösterilmiştir. Örneğin, yüksek miktarda P uygulanması çeşitliliği azaltırken, orta düzeyde P uygulaması AM topluluklarının çeşitliliğini artırabilir (Higo ve ark., 2018; Kahiluoto ve ark., 2001). Mikoriza mantarı toprakta bitkiler tarafından alımı yavaş olan besin elementlerinden özellikle fosforu kontrollü koşullar altında 3-5 kat arttırdığı yapılan çalışmalarda ortaya çıkmıştır (Mosse, 1981). Temel bir mikro besin elementi olarak Zn, bitkilerde proteinlerin, lipidlerin, karbonhidratların ve nükleik asitlerin metabolizması gibi sadece verimi değil aynı zamanda hasatın kalitesini de tehlikeye atan çeşitli işlevlere sahiptir. Dünyanın tahıl üretim alanlarının %30'undan fazlası Zn eksikliği tehdidi altındadır. (Bhantana ve ark., 2020). Zn, ürünlerin hem kalitesi hem de miktarı müzakere edilerek tarım sektörünü sürekli tehdit altında tutmaktadır. Zn ve AM arasındaki sinerjik ilişki, sürdürülebilir verim ve kalite için önemlidir. AM uygulaması ile tarladaki tane Zn içeriğinin arttığı gözlenmektedir (Ercoli ve ark., 2017). Ayrıca AM ile birlikte Zn konsantrasyonundaki artışın Zn beslenmesini iyileştirdiği gözlemlenmiştir (Al Mutairi ve ark., 2020). Mikorizal bitkideki Zn konsantrasyonu, mikorizal olmayan muadilinden daha yüksektir (Al Mutairi ve ark., 2020). Mikoriza, P ve Zn alımını arttırmanın yollarından biridir. AM'nin faydası, mevcut Zn eksikliği olan topraklarda ve ayrıca Zn uygulanan toprakta daha yüksektir (Lehmann ve ark., 2014). AM uygulamasından sonra verimde de bir artış vardır, çünkü AMF ayrıca biyogübre olarak da adlandırılır. AM mantarı ile kontrollü koşullar altında yapılan çalışmalarda bitkilerin P, Zn, Ca, Cu, Mn, Fe, ve Mg alımını önemli oranda arttırdığı belirlenmiştir (Geoerge, 2000).

Bu çalışmanın amacı, farklı mikoriza türleri ve farklı spor sayılarının değişik familyalara ait konukçu bitkilerin farklı hasat zamanlarındaki optimum P ve Zn alımına olan etkilerinin araştırılmasıdır.

MATERYAL VE METOT

Deneme Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme araştırma seralarında yapılmıştır. Denemede yetiştirme ortamı olarak andezitik tüf, toprak ve kompost (6:3:1 v/v) kulanılmıştır. 3 farklı bitki familyası Graminae (mısır, sorgum), Alliaceae (pırasa, soğan), Leguminosea (yonca ve üçgül) konukçu bitki olarak kullanılmıştır. Mikoriza türleri olarak *Glomus mosseae* ve *G.etinicatum* ve bunların farklı dozları kullanılmıştır (Kontrol (0), 500-1000 ve 2000 spor saksı$^{-1}$ 30 mm tohumun altına). Çalışmada bitkiler ekim yapıldıktan 4 kez 3., 4., 5. ve 8. haftalarda hasat edilmiştir ve bu bitkilerde P ve Zn alımı tespit edilmiştir.

Toprak materyali olarak 0-20 cm derinlikten killi tınlı tekstüre sahip menzilat toprak serisi (Çukurova/Türkiye)) (*Typic Xerofluvents)* kullanılmıştır. Toprak pH'sı 7.98 alınabilir P_2O_5 87.6 kg ha^{-1} P olarak belirlenmiştir. Yetiştirme ortamı 121^{0}C for 2 saat otoklav edilmiştir. 3 l'lik saksılar kullanılmıştır.

Nemi tarla kapasitesinde tutmak için tüm saksılar günlük olarak distile su ile sulanmıştır. Hasat sonrası bitki örneklerinde fosfor kolorimetrik olarak spektrofotometre 882 nm'de Murphy ve Riley (1962)'ye göre, Zn AAS (Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre) cihazı ile Kacar ve Inal (2008)' e göre yapılmıştır. Araştırma sonuçları istatiksel olarak SPSS 20.0 for Windows istatistiksel paket programı ile yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Sera koşullarında yapılan saksı denemesi yaklaşık 8 hafta sürmüş ve tohum ekiminden sonra 3-4-5 ve 8. haftalarda bitkiler hasat edilerek bitkilerin besin elementi içerikleri belirlenmiştir.

Mikoriza spor oranları yönünden mısır bitkilerinin % P içerikleri optimum kritik P sınırının üzerinde (Jones ve ark., 1991) bulunmuştur (Şekil1, 2). İki faklı mikoriza türü bitkinin % P içeriğine etkisi bakımından incelendiğinde G. *mosseae* G. *etinicatum*'a göre biraz daha fazla etki ettiği bulunmuştur. Fakat her iki mikoriza türü de kontrole göre daha fazla % P içerdiği ölçülmüştür. Hasat tarihleri bakımından incelendiğinde ise 3 ve 4. haftalarda bitkinin daha fazla % P içerdiği bulunmuştur. Mısır bitkisine değişik oranlarda spor uygulamalarında en yüksek % P içeriği bakımından 2000 spor/bitki uygulamasında bitkinin % P içeriği % 0,51 P olarak bulunmuştur.

Sorgum bitkisi % P içeriği yönünden en yüksek tepkiyi *G.etinicatum*'un 2000 spor/bitki uygulamasına vermiştir (% 0,35). Şekil 1 ve 2' de görüldüğü gibi en yüksek P konsantrasyonu 3.haftada tespit edilmiş ve bunları sırası ile 4, 5 ve 8. haftalar takip etmiştir. Mikoriza türleri arasında % P içeriğine etkisi bakımından belirgin bir farklılık olmamakla beraber *G.etinicatum G.mosseae'* ye göre daha yüksek % P içerdiği tespit edilmiştir. Şekil 1 ve 2'de de görüleceği gibi 3 ve 4. haftalarda hasat edilen bitkilerin % P konsantrasyonları yönünden artan mikoriza dozlarına bağlı olarak artış göstermekle beraber kritik değerlerin üzerinde bulunmaktadırlar. Ancak 5 ve 8. haftalarda hasat edilen bitki dokularındaki % P konsantrasyonları kontrol bitkilerinde kritik değerin altında olduğu görülmektedir. Mikoriza aşılaması yapılan bitkilerde ise % P'nin kritik değer olan % 0,20'nin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Jones ve ark., 1991).

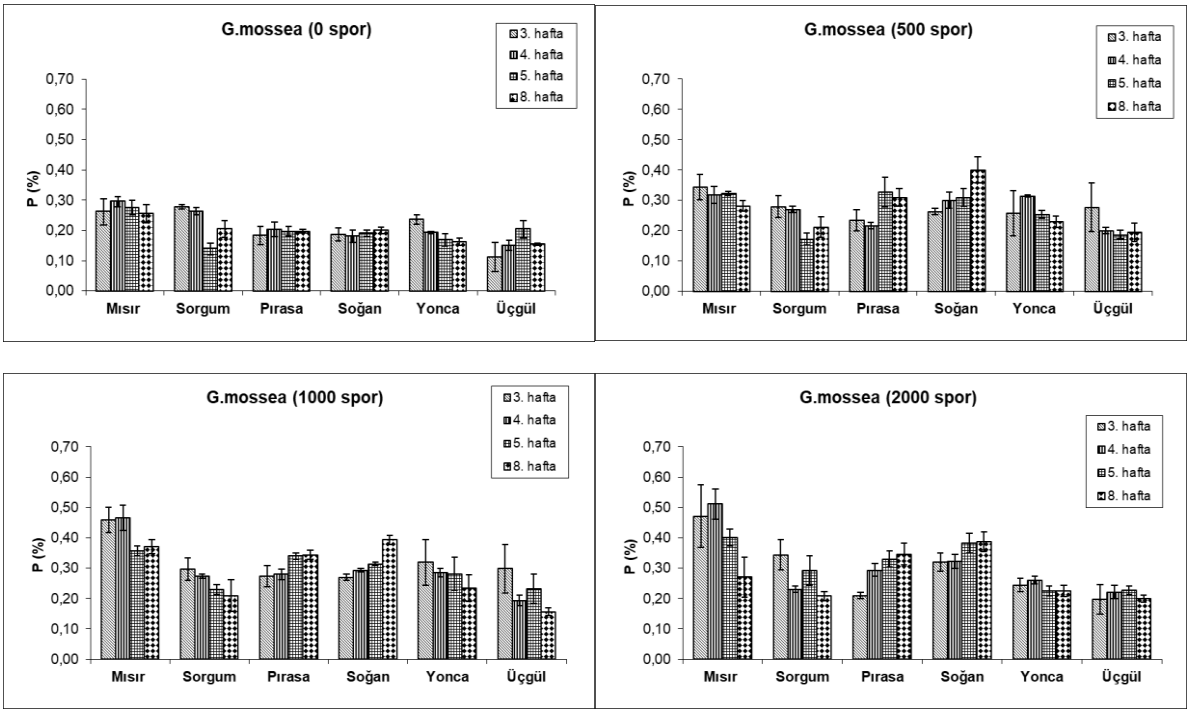
Pırasa konukçu bitkisinin farklı hasat tarihlerinde yeşil aksamında % P ve Zn içeriği ölçülmüştür. % 0,37 P içeriği ile *G.etinicatum* 2000 spor/bitki aşılaması en yüksek %P içeriğini vermiştir (Şekil 1,2). Mikoriza aşılaması yapılmış bitkiler kontrol bitkilerine göre daha yüksek P içeriği tespit edilmiştir. 5. ve 8. haftalardaki büyüme dönemlerinde bitkilerin P'la daha iyi beslendikleri belirlenmiştir. Her iki mikoriza türünde bitkinin P'la beslenmesini olumlu yönde teşvik etmekle beraber *G.etinicatum* daha etkin bir şekilde bitkinin P'la beslenmesine yardımcı olmuştur. Bütün hasat ölçümlerinde Şekil 1 ve 2'de de görülebileceği gibi artan mikoriza doz artışına bağlı olarak her iki mikoriza uygulamasında bitki dokularındaki % P içeriğinin arttığı belirlenmiştir. 3. haftadaki ölçüm değerleri incelendiğinde mikoriza aşılaması yapılmayan kontrol bitkilerinin % P içeriği kritik değer olan % 0,20 içeriğinin altında ölçüldüğü görülmektedir.

Soğan bitkisi fosfor içeriği bakımından incelendiğinde mikoriza aşılaması yapılan bitkilerde fosfor konsantrasyonu yeterli oranlarda bulunurken mikoriza ile aşılanmamış olan kontrol bitkilerinde noksanlık sınırının altında bulunmuş ve bu bitkilerde noksanlık semptomlarının ortaya çıktığı gözlenmiştir. *G.mosseae* soğan bitkisi ile infekte olarak bitkinin yetiştirme ortamındaki P'dan en iyi bir şekilde yararlanmasını sağlayan tür olmuştur. AM mantarı son hasat döneminde P'dan en iyi şekilde yararlanmıştır (Şekil 1,2). 8. haftada ki hasata kadarki sürede kontrol bitkilerinin dokularında kritik değerin altında % P içeriği ölçülmüştür ancak 8. haftadaki ölçümde ise artan dozlara bağlı olarak % P içeriği artış göstermiştir.

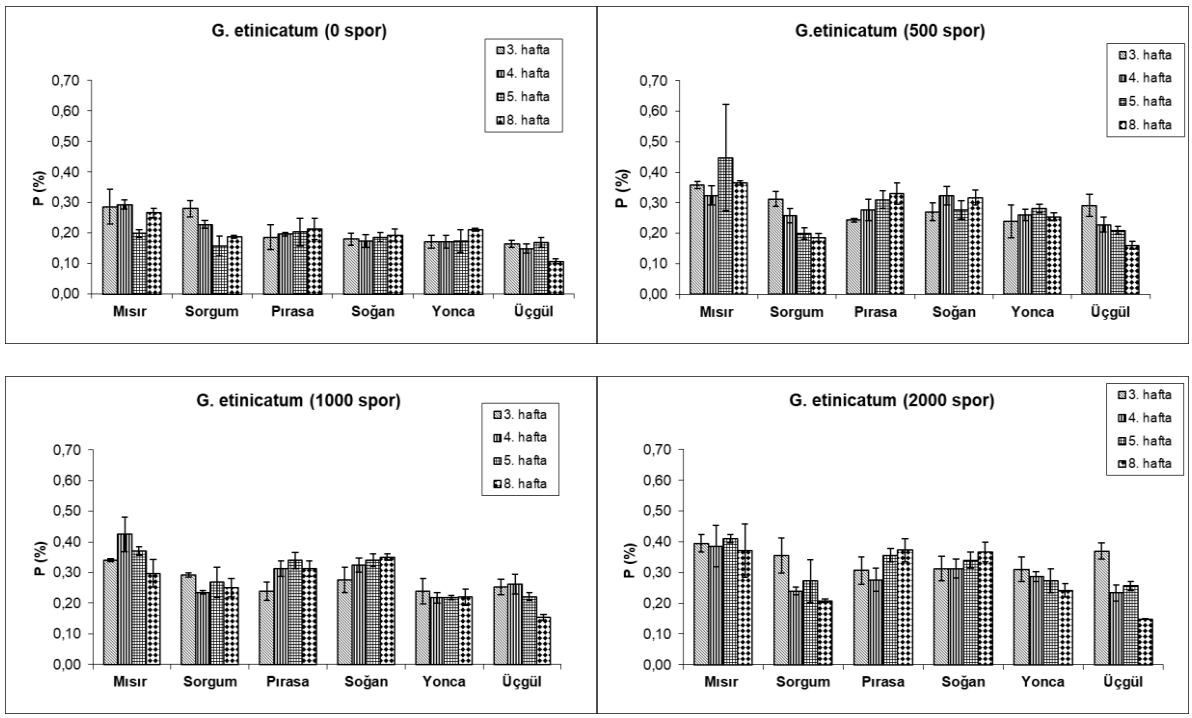
Mikoriza mantarının toprakta bitkilerce alımı yavaş olan besin elementlerini özellikle de fosforu kontrollü koşullar altında 3-5 kat artırdığı seralarda yapılan denemelerle belirlenmiştir (Li va ark., 1991; Marschner, 1993). Mikorizal funguslar, çok miktarda hif üreterek bitki kök yüzeyi alanını artırmakta ve köklerden çok uzak bölgelerde besin elementlerini bu hiflerin aracılığıyla alarak bitkinin üst organlarına taşımaktadır (Li ve ark., 1991; Hooker ve Atkinson, 1996). Bitkiler gelişme dönemi boyunca herhangi bir besin elementi verilmemiş olmasına rağmen mikoriza aşılanmış bitkilerde noksanlık belirtilerine rastlanmamış ancak kontrol bitkileri yeterli gelişmeye bağlı olarak yer yer besin elementi noksanlık simptomları gösterdikleri fenolojik gözlemlerle de belirlenmiştir. Topraktan fosforun alınmasında bitki dinamiğinin en önemli mekanizmasını oluşturan mikoriza infeksiyonu bitkiye fosfor, çinko, bakır ve mangan gibi bitki besin elementlerinin yanı sıra bitki büyümesini teşvik ettiği, bitkiye su alımını gerçekleştirdiği bitki kökünün canlılığını arttırdığı ve bitki köklerini diğer patojenik organizmalara karşı koruduğu savunulmuştur (Marschner, 1995; Smith ve Read, 1997). Her bitkinin ihtiyaç duyduğu besin elementlerinin optimum oranları vardır. Jones ve ark., (1991) yaptıkları araştırmaya göre yonca bitkisinin % P içeriği % 0,26-0,70 arası, Zn içeriği ise 21-70 mg/kg arası optimum aralıklar olarak belirlenmiştir.

Farklı arbüsküler mikoriza çeşidi ve bunların farklı oranları ile aşılanmış yonca konukçu bitkisinde % P konsantrasyonları belirlenmiştir. Tüm AM uygulamalarında bitkilerin % P konsantrasyonu optimum aralıklarda bulunmuştur. AM aşılaması yapılmayan kontrol bitkilerinde % P içeriği noksanlık sınırının altında tespit edilmiştir. Bitkilerin %P konsantrasyonları yönünden aşılama yapılan mikoriza türleri arasında belirgin bir farklılık olamamakla beraber *G.mosseae* türü *G.etinicatum*'a göre daha etkin bir tür olarak belirlenmiştir. Mikoriza ile aşılanmış bitkiler 3. ve 4. haftalarda, yetiştirme ortamındaki fosfordan daha etkin bir şekilde yararlandıkları tespit edilmiştir (Şekil 1,2).

Jones ve ark., (1991) yaptıkları araştırmaya göre üçgül bitkisinin belenmesi için yeterli % P aralığı % 0,25-0,50 arsında, Zn için ise 18-80 mg/kg arası olduğunu tespit etmişlerdir. Tüm gelişme dönemi boyunca üçgül bitkilerinden alınan örneklerde bitkilerin % P içerikleri de azalmalar meydana gelmiştir. Tohum ekiminden itibaren son yetişme dönemine kadar tüm mikorizalı bitkilerin % P içeriği kontrol bitkilerinden yüksek bulunmuştur. Son hasat döneminde kontrol ve mikorizalı bitkiler kritik sınır değerleri altında tespit edilmiştir. Bitkiler gelişme dönemi boyunca besin elementi ilave edilmemesi nedeniyle dokulardaki %P içeriğinde azalmaların meydana geldiği düşünülebilir (Şekil 1,2).



Şekil 1. Farklı hasat zamanı ve mikorizal spor dozlarının (G. *mossea*) mısır, sorgum, pırasa, soğan, yonca ve üçgül bitkilerinin P konsantrasyonuna etkisi (%)



Şekil 2. Farklı hasat zamanı ve mikorizal spor dozlarının (G. *etinicatum*) mısır, sorgum, pırasa, soğan, yonca ve üçgül bitkilerinin P konsantrasyonuna etkisi (%)

Faklı oranlarda spor uygulaması yapılan mısır bitkisi Zn içeriği bakımından incelendiğinde kontrol ve tüm farklı oranlardaki spor uygulamalarının bitkinin ihtiyacı olan optimum Zn içeriğinin üzerinde olduğu bulunmuştur. En yüksek Zn içeriği G. *mossea*'nın 2000 spor/bitki uygulamasında 73,4 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 3,4). Mikoriza türleri bakımından incelendiğinde G. *mosseae* ile aşılanan bitkiler tüm hasat tarihlerinde G. *etinicatum*'la aşılananlara göre yüksek Zn içeriği göstermiştir. Hasat tarihleri bakımından incelendiğinde anlamlı olarak 3. hafta en etkili bulunmuş ve bunu sırayla 4, 5 ve 8. haftalar izlemiştir. Bitkilerin büyümeleriyle seyreltme faktörü sonucu ilerleyen yaşlardaki bitki dokularında daha düşük bir Zn içeriği belirlenmiştir.

Sorgum bitkisi üst aksam Zn içerikleri bakımından incelendiğinde tüm uygulamalar kontrole göre belirgin bir farklılık arz etmiştir (Şekil 3,4). 3. haftada *G.etinicatum*'un 2000 spor/bitki uygulamasında 44,5 mg/kg Zn içerdiği tespit edilmiştir. Tüm kontrol bitkileri ortamdaki doğal mikoriza elemine edildiğinden Zn noksanlığı göstermiştir. P içeriğinde olduğu gibi 8.haftada bitkilerin hepsinde Zn konsantrasyonunda azalmalar meydana gelmiştir. Zn içeriği sırasıyla 3>4>5>8 haftalarda en yüksek değerler ölçülmüştür. Mikorizalı bitkiler yetiştirme ortamındaki Zn'den daha etkin bir şekilde yararlanmışlardır.

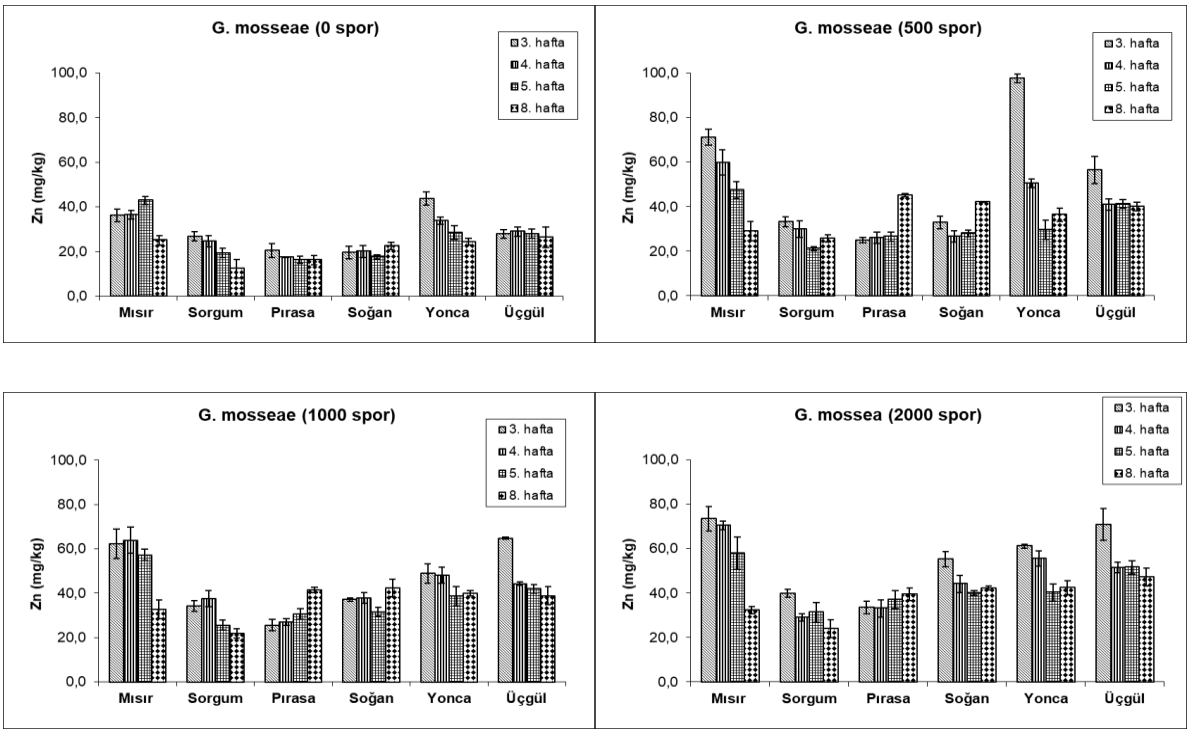
Pırasa bitkisinin dokularında bulunan Zn konsantrasyonları bakımından karşılaştırıldığında her iki mikoriza türünün de bitkinin Zn alımını arttırdığı belirlenmiştir (Şekil 3,4). Pırasa bitkisinin Zn ile beslenmesi yönünden mikoriza doz artışına bağlı olarak bitki dokularının Zn içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Bitkilerin 4, 5 ve 8. haftalardaki hasatlarında kontrol bitkilerinin dokularında kritik değerin altında (20 mg/kg) bir değer ölçülürken, artan dozlarda kritik değerin üzerinde ölçümler elde edilmiştir. Genelde *G.mosseae* ile inoküle edilen bitkilerin dokularındaki Zn içeriği *G.etinicatum* ile inoküle edilen bitkilerden yüksek olduğu görülmektedir. Son hasat döneminde bitki Zn beslenmesi yönünden pozitif bir artış sağlanmıştır. Yapılan gözlemler sonucunda mikoriza ile aşılanan bitkiler besin elementlerini yeterli miktarlarda aldıklarından daha canlı renklere sahip üst aksam meydana getirmişlerdir. Bitkinin gelişme dönemi boyunca her hangi bir besin elementi verilmemiş olup hasat öncesi kontrol bitkilerinde eksiklik görülmesine karşın mikorizalı bitkilerde noksanlık belirtilerine rastlanmamıştır.

Farklı mikoriza türleri ve bunların farklı oranlarının soğan bitkisinin Zn konsantrasyonuna etkisi değerlendirildiğinde AM mantarı aşılanmış bitkiler kontrol bitkilerine göre daha yüksek Zn içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. İki farklı tür arsında *G. mossea* en etkin tür olarak belirlenmiştir. 2000 spor/bitki aşılanmış bitkilerde Zn içeriği yüksek seviyelerde tespit edilmiştir. Kök infeksiyon sürecine paralel olarak 8 haftada etkin infeksiyonun gerçekleşmesiyle birlikte P ve Zn alımının en üst seviyeye çıktığı tespit edilmiştir (Şekil 3,4). Zn içeriği yönünden 8. haftada hasat edilen bitkilerin dokularında kontrol bitkileri kritik düzeyin

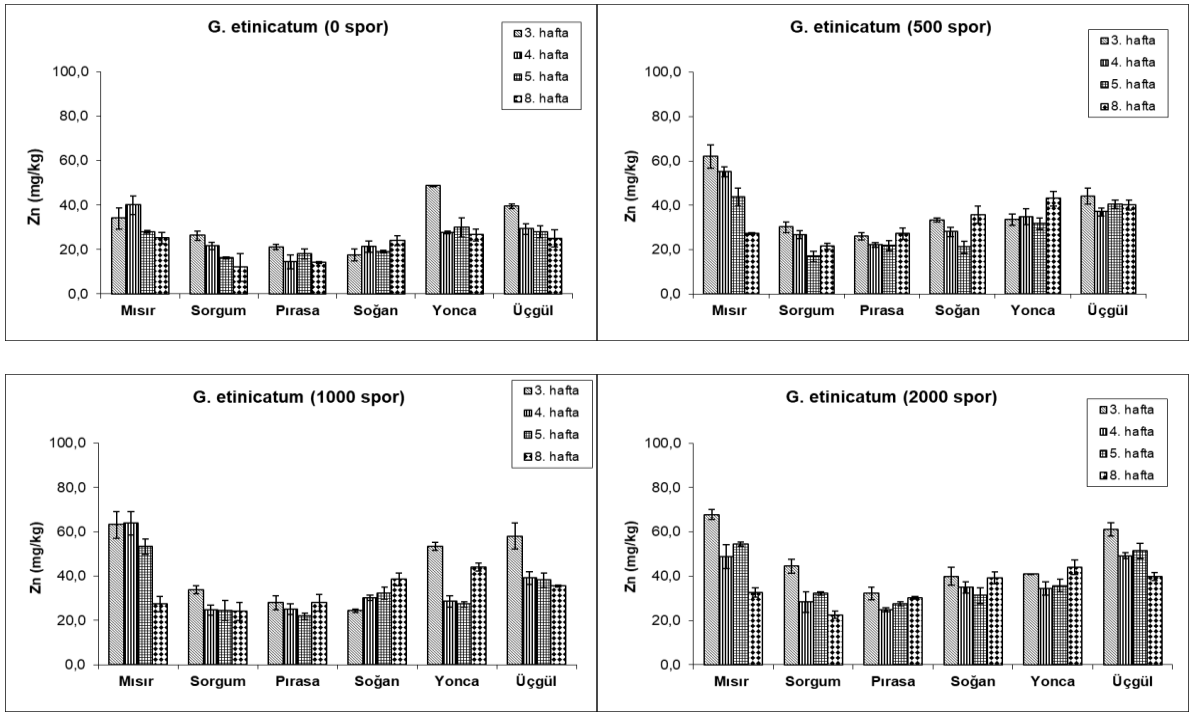
üzerinde Zn içeriği ölçülmüştür. Ancak 3, 4 ve 5. haftalarda hasat edilen bitkilerin dokularındaki Zn içeriği kritik değerin altında çıkmıştır.

Yonca bitkisi Zn konsantrasyonu yönünden incelendiğinde tüm uygulamalar ve kontrol bitkilerinde belirgin bir farklılığa rastlanmamakla beraber tüm bitkilerin dokusunda kritik düzeyin üzerinde yeterli miktarda Zn besin elementi tespit edilmiştir. Mikoriza aşılanmış bitkilerin dokusundaki Zn konsantrasyonu mikorizasız kontrol bitkilerine göre daha yüksek oranda çıkmıştır. Bitkilerde büyüme dönemi boyunca herhangi Zn noksanlık simptomlarına rastlanmamıştır (Şekil 3,4).

Üçgül bitkilerinin Zn içerikleri incelendiğinde arbüsküler mikoriza ile aşılanmış ve kontrol bitkileri dahil kritik değerlerin altında bir Zn içeriği ölçülmüştür. Arbüsküler mikoriza aşılaması bitki dokularındaki Zn konsantrasyonunu arttırmıştır. Fakat vejetatif büyüme dönemi boyunca dokulardaki Zn konsantrasyonunda azalmalar meydana gelmiştir (Şekil 3,4).



Şekil 3. Farklı hasat zamanı ve mikorizal spor dozlarının (G. *mossea*) mısır, sorgum, pırasa, soğan, yonca ve üçgül bitkilerinin Zn konsantrasyonuna etkisi (mg/kg)



Şekil 4. Farklı hasat zamanı ve mikorizal spor dozlarının(G. *etinicatum*) mısır, sorgum, pırasa, soğan, yonca ve üçgül bitkilerinin Zn konsantrasyonuna etkisi (mg/kg)

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Farklı arbusküler mikoriza türleri ve bunların sporlarının farklı oranlardaki uygulamaları mısır, sorgum, pırasa, soğan, üçgül ve yonca bitkilerinin gelişimine ve besin elementleri alımına kontrol bitkilerine kıyasla yüksek oranda etki etmiştir. Her iki türü de bitkilerin P ve Zn beslenmesine etki etmişlerdir. Mısır ve soğan bitkilerinin P ve Zn düzeyleri kontrol dahil kritik değerin üstünde bulunmuştur. Yonca ve üçgül bitkilerinin Zn düzeyi kritik değerin üzerinde bulunmuştur. Uygun mikoriza doz uygulaması için 500 ve 1000 spor/bitki aşılamasının beslenmesi için yeterli olmuştur. 2000 spor/ bitki inokülüm aşılaması bitki gelişimine etki etmiş ancak bu, istatistiki olarak anlamlı değildir. Yeterli spor aşılaması bitki gelişimini olumlu yönde teşvik etmekte olup fazla sayıda spor aşılaması da aynı etkiyi göstermesi nedeniyle belirlenen doz ileride önerilecek dozdur.

Denemede elde edilen bulgular sonucunda;

-Mikorizaya bağımlı olan bu tür bitkilerin hangi yetişme dönemlerinde P ve Zn' dan daha etkin yararlandığını ve mikorizanın besin elementleri alımı üzerindeki etkilerinin net olarak belirlenmesinde yardımcı olmuştur.

-Ayrıca andezitik tüf, toprak ve kompost kullanımı iyi bir yetiştirme ortamı olarak önerilebilecektir.

Bölgemizde kültüre alınıp yetiştiriciliği yapılan bu tür bitkiler mikorizaya bağımlı olup buna uygun bir yetiştirme politikası izlenmesi ve bu bitkilerin spor üretimi için konukçu bitkiler olarak kullanılabilir. Bölgemizde doğal ortamda bulunan mikorizaların izole edilip, bu ekolojiye uyum sağlamış türlerin belirlenip etkinliğinin araştırılması ileriye yönelik bir tarım stratejisi olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma Çukurova Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından finanse edilmiştir (Hibe No: FBE/2002/YL353). Bu makale Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

KAYNAKLAR

Al Mutairi AA, Cavagnaro TR, Khor SF, Neumann K, Burton RA, Watts-Williams SJ 2020) The effect of zinc fertilisation and arbuscular mycorrhizal fungi on grain quality and yield of contrasting barley cultivars. Funct Plant Biol 47(2):122–133.

Begum N, Qin C, Ahanger MA, Raza S, Khan MI, Ahmed N, Ashraf M, Zhang L 2019. Role of arbuscular mycorrhizal fungi in plant growth regulation: implications in abiotic stress tolerance. Front Plant Sci 10:1068.

Bhantana P, Timlin D, RanaMS,Moussa MG, Zhihao D, Sun X, Tan Q, Xiao HC 2020. How to cut down the gap between the Zn requirement and supply of food chain and crop growth: a critical review. Int J Plant, Anim Environ Sci 10:001–026.

Chen S, Zhao H, Zou C, Li Y, Chen Y,Wang Z, Jiang Y, Liu A, Zhao P, Wang M, Ahammed GJ 2017. Combined inoculation with multiple arbuscular mycorrhizal fungi improves growth, nutrient uptake and photosynthesis in cucumber seedlings. Front Microbiol 8:2516.

Ercoli L, Schüßler A, Arduini I, Pellegrino E 2017. Strong increase of durum wheat iron and zinc content by field-inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi at different soil nitrogen availabilities. Plant and Soil 419(1–2):153–167.

Golubkina N, Krivenkov L, Sekara A, Vasileva V, Tallarita A, Caruso G 2020. Prospects of Arbuscular Mycorrhizal fungi utilization in production of allium plants. Plants 9(2):279.

Higo M, Sato R, Serizawa A, Takahashi Y,Gunji K, Tatewaki Y, Isobe K 2018. Can phosphorus application and cover cropping alter arbuscular mycorrhizal fungal communities and soybean performance after a five-year phosphorus-unfertilized crop rotational system? Peer J 6:e4606.

Hooker JE, and Atkinson D 1996. Arbuscular mycorrhizal fungi-ınduced alteration to tree-root architecture and longevite. P. Z. Pflanzenernahr. Bodenk., 159. 229-234.

Jones JR, Wolf B, and Mills HA 1991. Plant analysis handbook. Micro-Macro Publishing. Inc.

Kacar B, İnal A 2008. Plant analysis. Nobel Pres. 1241-891.

Kahiluoto H, Ketoja E, Vestberg M, Saarela I 2001. Promotion of AM utilization through reduced P fertilization 2. Field studies. Plant and Soil 231(1):65–79.

Kim SJ, Eo JK, Lee EH, Park H, Eom AH 2017. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and soil conditions on crop plant growth. Mycobiol. 45(1):20–24.

Lehmann A, Veresoglou SD, Leifheit EF, Rillig MC 2014. Arbuscular mycorrhizal influence on zinc nutrition in crop plants–a meta-analysis. Soil Biol Biochem 69:123–131.

Li XL, George E, and Marschner H 1991. Phosphorus depletion and pH decreaseat the root-soil and hyphae-soil interfaces of VA mycorrhizal white clover fertilized with ammonium. New Phytologist 119,397-404.

Marro N, Cofré N, Grilli G, Alvarez C, Labuckas D, Maestri D, Urcelay C 2020. Soybean yield, protein content and oil quality in response to interaction of arbuscular mycorrhizal fungi and native microbial populations from mono-and rotation-cropped soils. App Soil Ecol 152:103575.

Marschner H 1993. Zinc uptake from soils. In:Zinc in Soil and Plants. (Ed) by A.D. Robson. Kluwer Academic Publishers.

Marschner H 1995. Mineral nutrition of high plants. Second Edition. Academic Press London..

Mosse B 1981. Vesicular-arbuscular mycorrhiza research for tropical agriculture. Research Bulletin. Hawaii Institute Of Tropical Agriculture And Human Resources. 82p.

Murphy J, Riley JP 1962. A Modified single solution for the determination of phosphate in naturalwaters. Analtica Chemica Acta. 27:31-36.

Ortaş I 2002. Soil biological degradation. In: Encyclopedia Of Soil Science. Marcel Dekker. USA, pp. 264-267.

Sato T, Ezawa T, Cheng W, Tawaraya K 2015. Release of acid phosphatase from extraradical hyphae of arbuscular mycorrhizal fungus Rhizophagus clarus. Soil Sci Plant Nutr 61(2):269–274.

Sivakumar PV, Palanisamy K, Lenin M 2020. Potential role of arbuscular mycorrizhal fungi (AMF) and vermicompost (vc) on the maturation of Agri-culture crops-a review. S. Asian J life Sci 8(2):24–37.

Smıth S, and Read DJ 1997. Mycorrhizal symbiosis. Second Edition. Academic Press. London.

ORAL PRESENTATION

Behaviour of ovalene as a carbon support in a direct methanol fuel cell

Caglar Celik Bayar[1*] (*ORCID: 0000-0002-2293-2963*), Gurol Keserci[2] *(ORCID: 0000-0003-4552-0926)*, Yigit Alp Ozdemir[2] (*ORCID: 0000-0003-0331-1990*)

[*1]Zonguldak Bulent Ecevit University, Faculty of Engineering, Metallurgical and Materials Engineering Department, Zonguldak, Turkey.
[2]Sahinde Hayrettin Yavuz Science and Arts Center (BILSEM), Department of Chemistry, Karadeniz Eregli, Turkey.

*Corresponding author e-mail: caglarbayar@gmail.com, caglarbayar@beun.edu.tr

Abstract
Platinum is the main metal used as a catalyst in the methanol oxidation reaction. Platinum used with a binary metal, especially used with Ru, is more efficient in direct methanol fuel cells (DMFCs). In contemporary technology, carbon support materials are as important as the metal catalysts to increase the efficiency of DMFCs. The overall methanol oxidation reaction on carbon support is offered as: $CH_3OH + H_2O \rightarrow CO_2 + 6H^+ + 6e^-$. The Ru catalyst reacts with the Pt catalyst and converts CO_{ads} to free CO_2 to complete the last step of the reaction ($Pt\text{-}CO_{ads} + Ru\text{-}OH_{2ads} \rightarrow Pt\text{-}Ru + CO_2 + 2H^+ + 2e^-$). In this reaction the interaction energies of $Pt\text{-}CO_{ads}$ and $Ru\text{-}OH_{2ads}$ are vital to generate a new Pt-Ru bond. Ovalene is a polycyclic aromatic hydrocarbon with the formula $C_{32}H_{14}$. It is composed of ten peri-fused benzene rings which is very similar to coronene's structure. Its surface is wider than coronene while it has a lower molecular symmetry compared to coronene (coronene: D_{6h}, ovalene: D_{2h}). Due to its D_{2h} symmetry it consists of four different rings; one inner ring and three different outer rings. Thus, with the existence of two metal catalysts, modelled on two separate ovalene molecules, there emerges nine possible $Pt\text{-}CO_{ads}$+$Ru\text{-}OH_{2ads}$ outer combinations. As the inner combinations were found to be unfavored in our previous coronene analyses, they were not taken into account in the present study. The thermodynamic stability of each of the nine probable combinations was computed with DFT M06L/LANL2DZ theoretical method using Gaussian'09 software. All the outer ring combinations were exothermic however the most exothermic ring combinations involved adsorbed $Ru\text{-}OH_2$ on the second outer ring position regardless of the position of adsorbed Pt-CO. However, there seemed to be no significant correlation between the strength of the surface bindings of the catalysts and their combination energies. The relationship was found in just three of the combinations in which the $Ru\text{-}OH_{2ads}$ was located on the second outer ring of ovalene.
Keywords: Direct methanol fuel cell, ovalene, metal catalyst, binary catalyst, M06L.

INTRODUCTION

Ovalene is a polycyclic aromatic hydrocarbon expressed by the chemical formula $C_{32}H_{14}$. It consists of six-membered rings in which there are ten of the rings in a peri-fused fashion. It has a high degree of similarity to coronene. It is vermilion in color. It is slightly soluble in solvents such as toluene, dichloromethane, and benzene. Its solutions fluoresce green under UV light. Ovalene appears to form in the hydrocracking process of petroleum refining and in deep-sea hydrothermal vent areas (U.S. EPA, 2021).

Carbon supports, i.e. from carbon black to graphene, are commonly used to improve the surface activity of metal catalysts, especially platinum, in DMFCs. Using Pt by itself as a catalyst is relatively economically infeasible because of its small surface area, therefore carbon supports are required to obtain a narrow distribution and a high dispersion of Pt (Samad et al., 2018). The strength of an interaction between a catalyst and a carbon support is another aspect contributing to the catalyst stability (durability) and activity as a catalyst (Shao et al., 2007; Yu and Y, 2007). Therefore, the carbon support-Pt interaction is quite important in the electro-catalytic behavior of carbon adsorbed Pt (Samad et al., 2018). The anodic half-cell of a DMFC produces six moles of electrons (electricity) by oxidation of one mole of methanol on a Pt-adsorbed carbon catalyst surface. One of the widely accepted mechanisms, which is proposed by Hamnett is (Hamnett, 1997)

$CH_3OH + Pt \rightarrow Pt\text{-}CH_2OH_{ads} + H^+ + e^-$
$Pt\text{-}CH_2OH_{ads} \rightarrow Pt\text{-}CHOH_{ads} + H^+ + e^-$
$Pt\text{-}CHOH_{ads} \rightarrow Pt\text{-}COH_{ads} + H^+ + e^-$
$Pt\text{-}COH_{ads} \rightarrow Pt\text{-}CO_{ads} + H^+ + e^-$
$Pt\text{-}CO_{ads} + M\text{-}OH_{2ads} \rightarrow Pt\text{-}M + CO_2 + 2H^+ + 2e^-$

in which M stands for the auxiliary transition metal used to improve the catalytic activity. The best one is Ru (PtRu/C) (Yu et al., 2016; Antolini, 2009) with the most efficient Pt:Ru ratio of 50:50 (Calderón et al., 2015).

In the present study, an ovalene surface was used to model the adsorption of Pt and Ru onto it to perform the methanol oxidation reaction. Since the inner ring adsorptions were infeasible in coronene, a related molecule which was under the scope of our group, the potential adsorption positions of ovalene were considered as three of its distinct outer ring positions (Figure 1). Each of these positions were used to adsorb Pt-CO and Ru-OH_2 with different combinations in which every species was modelled on separate ovalene molecules. Finally, nine combinations were figured out. DFT M06L/LANL2DZ method was used for the computations with Gaussian'09 program software (Frisch et al., 2009).

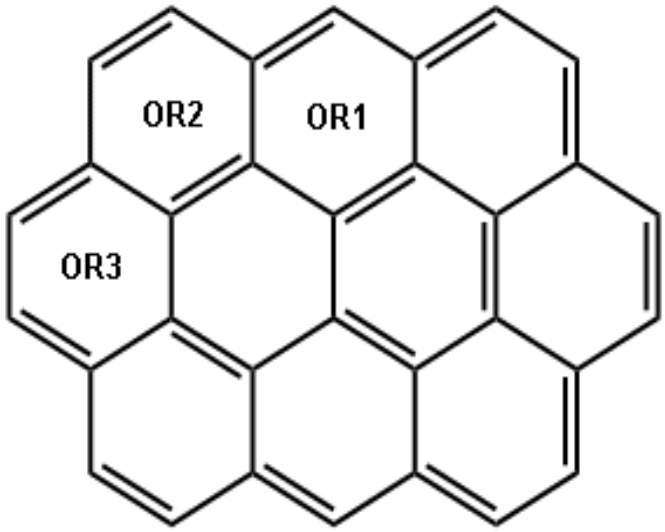


Figure 1. Three outer rings of ovalene (OR: Outer Ring).

METHODS

A density functional, M06L, which was commonly used to model metal-organic interactions, invented by Zhao and Truhlar (Zhao and Truhlar, 2006) was used for the metal complexes studied in this work. The gas phase computations were performed using Gaussian'09 program software (Frisch et al., 2009). The structures were optimized at DFT M06L/LANL2DZ theoretical level. The interaction energies of the nine outer ring combinations of $Pt\text{-}CO_{ads}$ and $Ru\text{-}OH_{2ads}$ were computed using the same theoretical level after performing the pre-optimizations at semi-empirical and Hartree-Fock levels. Lastly, they were corrected with basis set superposition error (BSSE) contributions (Ebrahimi et al., 2014) using the same DFT method. BSSE corrections use the Boys and Bernardi counterpoise technique (Ebrahimi et al., 2014) which originate from the overlap of the wave functions of the moieties (Mottishaw and Sun, 2013). The computations of the considered complexes had no imaginary frequencies which demonstrated that there were no transition states or saddle points on the potential energy surface. The calculations also included zero point energy corrections.

RESULTS AND DISCUSSION

The standard interaction Gibbs free energies of Ova-PtCO and Ova-$RuOH_2$ specie which adsorbed on ovalene outer rings were presented in Table 1. The components of adsorption were considered as the adsorbed Pt and Ru metals onto the ovalene surface and free CO and H_2O molecules. The possible combinations of outer ring adsorbed Ova-PtCO and Ova-$RuOH_2$ specie and their total absolute and relative standard Gibbs free energies were demonstrated in Table 2. Relatedly, the overview of Tables 1 and 2 was shown in Table 3. The major outcomes of the study were listed as below:

a. The interaction Gibbs free energies were all exothermic and that of Pt specie were more exothermic than Ru specie (Table 1).
b. All the outer ring combinations showed exothermic character in terms of summation of standard Gibbs free energies (Table 2).
c. The most exothermic ring combinations involved adsorbed Ru-OH_2 on the second outer ring position, and they were three in number (possibilities 2,5 and 8 in Table 2) . However, they were irrespective of the position of the adsorbed Pt-CO.
d. There seemed to be no significant correlation between the sum of the interaction energies of the surface bindings and their total combination Gibbs free energies except for the complexes in possibilities 2, 5 and 8 (Table 3). The surface binding was relatively weak and total combination Gibbs free energy was the most exothermic in Possibility 5 whereas it was vice versa in Possibility 2. The values of Possibility 8 stayed in between these two.

Table 1. The standard interaction Gibbs free energies of Ova-PtCO and Ova-$RuOH_2$ specie which adsorbed on ovalene outer rings.

G^o (au)	G^o (au)	G^o (au)	E_{BSSE} (au)	ΔG^o_{IE} (au)	ΔG^o_{IE} (kcal/mol)
Ova-OR1-Pt	CO	Ova-OR1-PtCO			
-1346.51180	-113.28072	-1459.88904	0.00596	-0.09056	-57
Ova-OR2-Pt	CO	Ova-OR2-PtCO			
-1346.52553	-113.28072	-1459.89110	0.00593	-0.07892	-50
Ova-OR3-Pt	CO	Ova-OR3-PtCO			
-1346.51915	-113.28072	-1459.89013	0.00591	-0.08434	-53
Ova-OR1-Ru	H_2O	Ova-OR1-$RuOH_2$			
-1321.18750	-76.39635	-1397.60777	0.00502	-0.01890	-12
Ova-OR2-Ru	H_2O	Ova-OR2-$RuOH_2$			
-1321.19374	-76.39635	-1397.61786	0.00488	-0.02290	-14
Ova-OR3-Ru	H_2O	Ova-OR3-$RuOH_2$			
-1321.18594	-76.39635	-1397.60882	0.00499	-0.02155	-14
P.S. Ova: Ovalene, ΔG^o_{IE}: Standard interaction Gibbs free energy					

Table 2. The possible combinations of outer ring adsorbed Ova-PtCO and Ova-$RuOH_2$ specie and their total absolute and relative standard Gibbs free energies.

Possibility	G^o_1 (au)	G^o_2 (au)	$(G^o_1 + G^o_2)$ (au)	$(G^o_1 + G^o_2)_{Rel}$ (au)	$(G^o_1 + G^o_2)_{Rel}$ (kcal/mol)
1	Ova-OR1-PtCO	Ova-OR1-$RuOH_2$			
	-1459.88904	-1397.60777	-2857.49681	0.01216	7.6
2	Ova-OR1-PtCO	Ova-OR2-$RuOH_2$			
	-1459.88904	-1397.61786	-2857.50690	0.00206	1.3
3	Ova-OR1-PtCO	Ova-OR3-$RuOH_2$			
	-1459.88904	-1397.60882	-2857.49786	0.01110	7.0
4	Ova-OR2-PtCO	Ova-OR1-$RuOH_2$			
	-1459.89110	-1397.60777	-2857.49887	0.01010	6.3
5	Ova-OR2-PtCO	Ova-OR2-$RuOH_2$			
	-1459.89110	-1397.61786	-2857.50896	0.00000	0.0
6	Ova-OR2-PtCO	Ova-OR3-$RuOH_2$			
	-1459.89110	-1397.60882	-2857.49992	0.00904	5.7
7	Ova-OR3-PtCO	Ova-OR1-$RuOH_2$			
	-1459.89013	-1397.60777	-2857.49790	0.01106	6.9
8	Ova-OR3-PtCO	Ova-OR2-$RuOH_2$			
	-1459.89013	-1397.61786	-2857.50800	0.00097	0.6
9	Ova-OR3-PtCO	Ova-OR3-$RuOH_2$			
	-1459.89013	-1397.60882	-2857.49896	0.01001	6.3
P.S. $(G^o_1 + G^o_2)_{Rel}$: Total relative G^o_1 and G^o_2 standard Gibbs free energies					

Table 3. The overview of Tables 1 and 2.

Possibility	Surface-1	Surface-2	$(G^o_1 + G^o_2)_{Rel}$ (kcal/mol)	$\Delta G^o_{IE1} + \Delta G^o_{IE2}$ (kcal/mol)
1	Ova-OR1-PtCO	Ova-OR1-$RuOH_2$	7.6	-69
2	Ova-OR1-PtCO	Ova-OR2-$RuOH_2$	1.3	-71
3	Ova-OR1-PtCO	Ova-OR3-$RuOH_2$	7.0	-71
4	Ova-OR2-PtCO	Ova-OR1-$RuOH_2$	6.3	-62
5	Ova-OR2-PtCO	Ova-OR2-$RuOH_2$	0.0	-64
6	Ova-OR2-PtCO	Ova-OR3-$RuOH_2$	5.7	-64
7	Ova-OR3-PtCO	Ova-OR1-$RuOH_2$	6.9	-65
8	Ova-OR3-PtCO	Ova-OR2-$RuOH_2$	0.6	-67
9	Ova-OR3-PtCO	Ova-OR3-$RuOH_2$	6.3	-67

CONCLUSION

It was concluded that while all the combinations were exothermic as to be expected from a fuel cell, there seemed to be no wide-reaching correlation between the locations of the metal catalysts on the ovalene carbon support and the amount of energy released. However, a limited correlation was found since the three most exothermic combinations all involved the second outer ring placement of the secondary ruthenium catalyst.

ACKNOWLEDGEMENTS

The corresponding author would like to thank to Zonguldak Bulent Ecevit University Scientific Research Projects Coordination Office for financial support (Project No. BAP-2020-77654622-03). Additionally, all the authors would like to thank to Elif Naz Aloglu and Yagız Kayra Gunduz from Karadeniz Eregli Sahinde Hayrettin Yavuz Science and Arts Center (BILSEM) for their scientific contributions.

REFERENCES

Antolini E 2009. Carbon supports for low-temperature fuel cell catalysts. Applied Catalysis B: Environmental, 88: 1-24.

Calderón JC, García G, Querejeta A, Alcaide F, Calvillo L, Lázaro MJ, Rodríguez JL, Pastor E 2015. Carbon monoxide and methanol oxidations on carbon nanofibers supported Pt-Ru electrodes at different temperatures. Electrochimica Acta, 186: 359-368.

Ebrahimi A, Karimi P, Akher FB, Behazin R, Mostafavi N 2014. Investigation of the π-π stacking interactions without direct electrostatic effects of substituents: The aromatic‖aromatic and aromatic‖anti-aromatic complexes. Molecular Physics, 112(7): 1047-1056.

Frisch MJ, Trucks WG, Schlegel HB, Scuseria GE, Robb MA, Cheeseman JR, Scalmani G, Barone V, et al. 2009. Gaussian'09, Revision A.02. Wallingford CT: Gaussian, Inc.

Hamnett A 1997. Mechanism and electrocatalysis in the direct methanol fuel cell. Catalysis Today, 38(4): 445-457.

Mottishaw JD, Sun H 2013. Effects of aromatic trifluoromethylation, fluorination, and methylation on intermolecular π-π interactions. The Journal of Physical Chemistry A, 117(33): 7970-7979.

Samad S, Loh KS, Wong WY, Lee TK, Sunarso J, Chong ST, Daud WRW 2018. Carbon and non-carbon support materials for platinum-based catalysts in fuel cells. International Journal of Hydrogen Energy, 43: 7823-7854.

Shao Y, Yin G, Gao Y 2007. Understanding and approaches for the durability issues of Pt-based catalysts for PEM fuel cell. Journal of Power Sources, 171: 558-566.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA) 2021. CompTox Chemicals Dashboard. Available at: https://comptox.epa.gov/dashboard/chemical/details/DTXSID90172447 [01.12.21]

Yu H, Hebling C, Revathi S 2016. Fuel cells: Microsystems. Reference Module in Materials Science and Materials Engineering, doi: 10.1016/B978-0-12-803581-8.01727-6.

Yu X, Ye S 2007. Recent advances in activity and durability enhancement of Pt/C catalytic cathode in PEMFC: Part I. Physico-chemical and electronic interaction between Pt and carbon support, and activity enhancement of Pt/C catalyst. Journal of Power Sources, 172: 133-144.

Zhao Y, Truhlar DG 2006. A new local density functional for main-group thermochemistry, transition metal bonding, thermochemical kinetics, and noncovalent interactions. The Journal of Chemical Physics, 125: 194101 (18pp).

ORAL PRESENTATION

Normal aort ve anevrizmalı aort arasındaki farklılıkların bilgisayar destekli tasarımı ve simülasyonu

Muhammed Emin ŞENOL[1] (ORCID: https://orcid.org/*0000-0001-9579-5958*), Aysel ERSOY YILMAZ[2](*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1164-7187*), Serkan KURT[3](*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0769-0991)*

[*1]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği ABD, İstanbul, Türkiye
[2]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye
[3] Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Devre ve Sistemler ABD, İstanbul, Türkiye
[*]Sorumlu yazar e-mail: muhammedeminsenol@gmail.com

Özet
Aort damarı hayat için gerekli olan kanın kalpten alınıp bütün vücuda dağıtılmasında rol oynamaktadır. Aortun göğüs kafesinin içinde yer alan bölümü torasik aort, karında yer alan bölümü ise abdominal aort olarak adlandırılır. Aort anevrizması,hem torasik hem de abdominal olarak oldukça tehlikeli ve önemli bir hastalıktır. Daha çok ilerleyen yaşlarda (65 yaş ve üzeri) beliren bu hastalık tedavisi oldukça risklidir. Araştırmalara göre tedavi edilmeyen hastaların %90'ı hayatını kaybetmektedir. Aort anevrizması daha çok karın yani abdominal bölgede gözükür. Anevrizma aort çapının büyümesi, genişlemesi demektir. Genişleyen arter, yapısal bütünlüğünü koruyamaz ve balon benzeri bir büyüme gözlemlenir. Anevrizma genişlemesinin tedavisi açık cerrahi, sentetik greft ve endovasküler anevrizma onarımı diye literatürde bir invaziv teknik bulunmaktadır. Aort anevrizması tanısında günümüzde anjiyografi, Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG), Bilgisayarlı Tomografi (BT) ve Transözefagial Ekokardiyografi (TEE) mevcuttur.Aortun çapı 2 ile 3 cm arası değişmektedir. Anevrizmalı aortta ise bu aralık 4.5 ile 5.5 cm hatta daha da üzeri olma ihtimali vardır. Genelde deneysel çalışmalar abdominal aort anevrizmasının kan akışına bağlı duvar streslerini incelemiştir. Bu çalışmada COMSOL Multiphysics 5.4 ile aort anevrizmasına gerçekçi bir bakış açısı getirilmeye çalışılmıştır. İlk başta normal haldeki aort (ortalama 2 cm çap) ve daha sonra anevrizmalı aort değerleri incelenip karşılaştırıldı. Bu karşılaştırma sonucu oldukça doğru ve beklenen değerler, hareketler ortaya çıkmıştır. Ana amaç, normal aort ile anevrizma aortu arasındaki hız, basınç ve deformasyon değerlerini araştırmak ve aralarındaki farkları gözlemlemektir.
Anahtar Kelimeler: Aort anevrizması, Aort çapı, Kan basıncı.

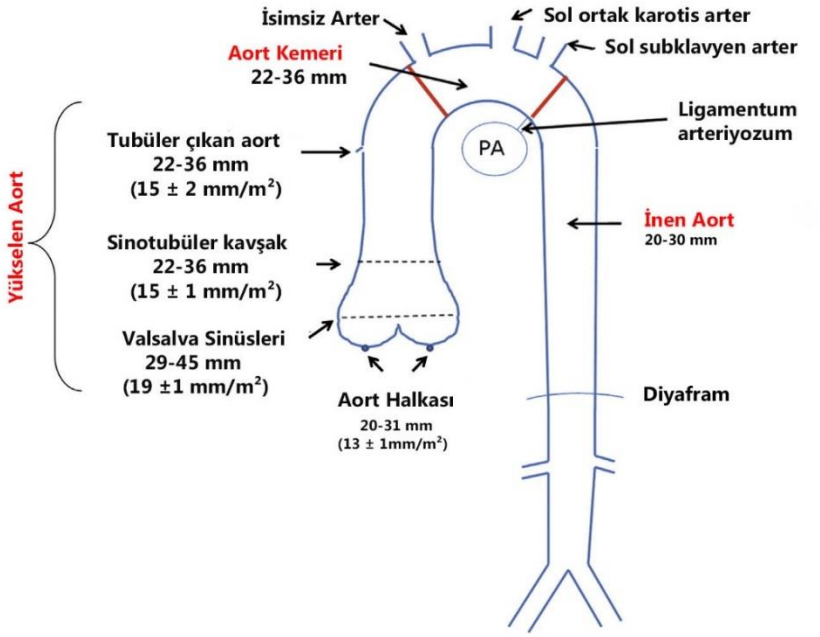
Computer aided design and simulation of the differences between normal aort and aneurysical aort

Abstract
Aortic vein plays an important role in the distribution of the blood required for life from the heart to the whole body. The part of the aorta in the thoracic cage is called the thoracic aorta and the part in the abdomen is called the abdominal aorta. Aortic aneurysm is a very dangerous and important disease both thoracic and abdominal. In later ages (65 years and older) this disease appears more frequently and treatment of this disease is highly risky. According to research, 90% of untreated patients die. Aneurysm of the aorta is mostly seen in the abdomen. Aneurysm means dilatation and extension of aortic diameter. The dilatational artery cannot retain its structural integrity and balloon-like growth is observed. The treatment of aneurysm dilatation has developed an invasive technique called open surgery, synthetic graft and endovascular aneurysm repair. Angiography, Magnetic Resonance Imaging (MRI), Computed Tomography (CT) and Transesophageal Echocardiography (TEE) are available for the diagnosis of aortic aneurysm. The diameter of the aorta varies between 2 and 3 cm. In the aortic aneurysm, this range is 4.5 to 5.5 cm or even higher. In general, experimental studies have examined wall stresses associated with blood flow of the abdominal aortic aneurysm. In this study, COMSOL Multiphysics 5.4 has been tried to bring a realistic perspective to aortic aneurysm. Firstly, normal aorta (average 2cm diameter) and then aortic aneurysm values were examined and compared. As a result of this comparison, quite accurate and expected values have emerged. The main aim is to investigate the velocity, pressure and deformation values between normal aorta and aneurysm aorta and to observe the differences between them.
Keywords: Aneurysm of the aorta, Aortic diameter, Blood pressure.

GİRİŞ

Aort vücuttaki en büyük damardır. Aorta hastalıklarının, hastalık ve ölüm oranına önemli bir etkisi olmaktadır. Bu yüzden torasik ve abdominal aortun birlikte incelenmesi gerekmektedir. Aort çapının büyümesi önemli klinik etkileri olan genleşmeyi tanımlamaktadır (Florescu vd., 2010). Genleşmede arter duvarı yapısal bütünlüğünü kaybeder ve anevrizma denilen balon benzeri büyümeye neden olur. Anevrizmanın en yaygın geliştiği bölge abdominal aortadır. Tedavi edilmeyen bir anevrizma bölgesi parçalanabilir ve bu durumdaki hastaların %90'nı hayatını kaybetmektedir (Budwig vd., 1993). Abdominal aorta anevrizmasının modern tedavisi 1951 yıllarında başlamıştır (Ernst, 1993). Son on yılda ise aort segmentinin değiştirildiği açık cerrahiye alternatif olarak sentetik greft ile endovasküler anevrizma onarımı adında invaziv bir teknik geliştirildi. Deneysel çalışmalar ve hesaplamalar ise abdominal aorta anevrizmasının kan akışına bağlı duvar streslerinin analizine odaklanılmıştır (Li ve Kleinstreuer, 2005).

Abdominal aort anevrizmaları gelişmiş ülkelerde 65 yaşından büyük erkekler arasında sıkça rastlanılmaktadır. Bu durum ABD'deki ölüm nedenleri sıralamasında 13. sıradadır (Sakalihasan vd., 2005). Aorta anevrizmasının tanısında anjiyografi kullanımı yerini son yıllarda Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG), Bilgisayarlı Tomografi (BT) ve Transözefagial Ekokardiyografiye (TEE) bırakılmıştır (Dokgöz vd., 2003).



Şekil 1. Normal aorta anatomisi: torasik aort, yükselen aorttan oluşan, aortik kemer, inen aortun torasik kısmı ve abdominal aort. (Florescu vd., 2010).

Şekil 1'de görüldüğü gibi abdominal aortun ortalama çapı 20 mm olarak kabul edilir (Florescu vd., 2010). Abdominal aortun çapı 30 mm üstünde olması anevrizma anlamına gelir (Numan vd., 2011). Bu çalışmada, COMSOL Multiphysics 5.4 programı yardımıyla normal aort ve anevrizmalı aort arasındaki kan, arter çeperi ve kastaki değişiklikler, hız, basınç ve deformasyon özellikleri üzerinden incelenmiştir. Bahsedilen iki durumun analizi ve simülasyonu yapılmıştır. Bu çalışmada, referans alınan damar Sağlık Bilimleri Üniversitesi İstanbul Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesinden radyoloji kliniği görüntüleme raporuna göre restrospektif hasta verilerine göre dizayn edilmiştir.

MATERYAL VE METOD

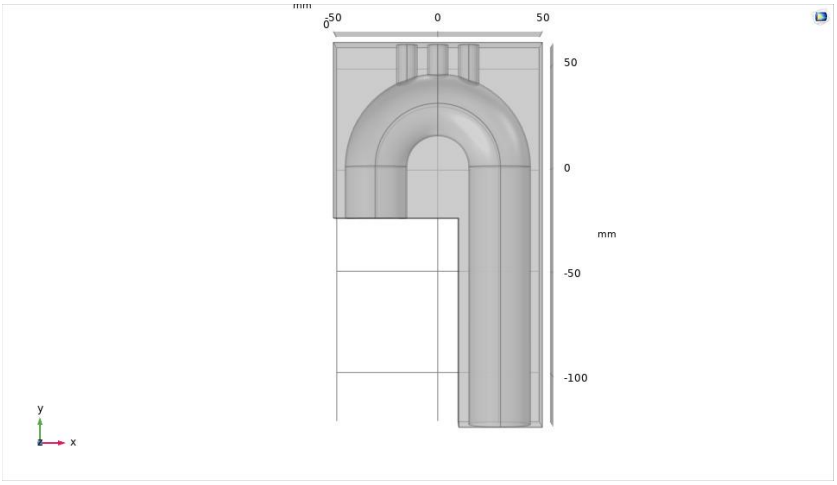
Akışkan dinamiği analizi, 3D Navier-Stokes denklemlerinin çözümünü dikkate alır. Bu denklemleri sabit bir durumda veya zamansal değişimde uygulayabiliriz. Sınır koşullarını belirlemek için aşağıdaki iki basınç koşulu uygulanılmıştır. Aort içine sistol anında giren kan basıncı literatürdekine uygun alınıp dizayn edilmiştir (Anza vd., 2011).

Giriş (Damarda kanın akmaya başladığı bölüm) = 126.09[mmHg]*f(t)
Çıkış (Damarda kanın çıkış yaptığı bölüm) = 125.91[mmHg]*f(t)

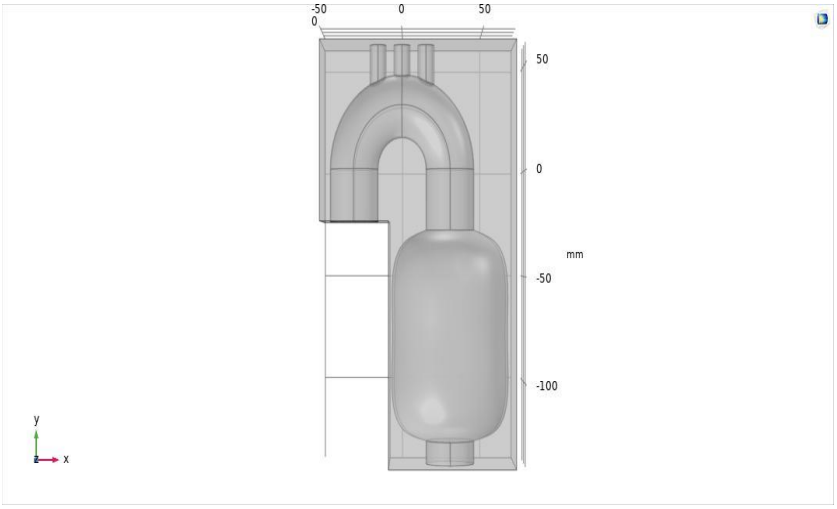
Bu basınç değerleri kalp atımı boyunca ortalama değerlerdir. Kalp atımı boyunca bağıl genlik alpha(α) sayesinde hesaplanan minimum ve maksimum değerleri arasında değişmektedir. Zamana bağlı analizde basınç dağılımını değiştirmek için aşağıdaki trigonometrik fonksiyon kullanılmıştır (Link-1).

$$f = \begin{cases} (1-\alpha)\sin(\pi t) & 0 \le t \le 0{,}5s \\ 1-\alpha\cos\big(2\pi(t-0.5)\big) & 0{,}5s \le t \le 1{,}5s \end{cases} \quad (1)$$

0 ve 0,5 saniye arasındaki fonksiyonun, başlangıç durumunu hesaplanmaktadır. İkinci ifade ise basıncı 1 saniyelik döngü boyunca minimum ve maksimum değer arasında değiştirilir. Bu fonksiyon, Comsol Multiphysics'te piecewise olarak uygulanılmıştır. Kalbin atışı sırasında bağıl basınç genliği başlangıçta alpha(α) 0.33333 olarak belirlenmiştir. Oluşturulan damar modelleri Şekil 2 ve Şekil 3'te verilmiştir (Link-1).



Şekil 2. Oluşturulan aorta modeli şeffaf bir biçimde gösterilmiştir.1-) Kas yapısı [Tablo 1],2-) Arter çeperi [Tablo 2], 3-) Kan temsil ediliyor [Tablo 3]. Damar çapı 30 mm,ve damar çeper mesafesi 2mm ve kas yapısı damarı çevreleyecek biçimde tasarlanmıştır.



Şekil 3. Şekil 1 ile malzeme yapısı ve boyutları aynıdır. İki şekil arasındaki tek fark Şekil 2'deki damarın şişkin bölgesi yani anevrizma olan kısımdır. Şişkin bölge 100mm boyunca çapı 55mm'dir.

Aort yapısı 3 kısımdan oluşmaktadır. Bunlar; kas, arter çeperi ve kandır. Bu 3 kısmın malzeme özellikleri aşağıda tablolarda verilmiştir.

Tablo 1. Kanın malzeme özellikleri (Link-1).

Özellik	Değişkenler	Değeri	Birimi	Özellik Grubu
Yoğunluk	rho	1060	kg/m^3	Temel
Dinamik viskozite	mu	0.005	Pa.s	Temel

Tablo 2. Arter çeperinin malzeme özellikleri (Link-1).

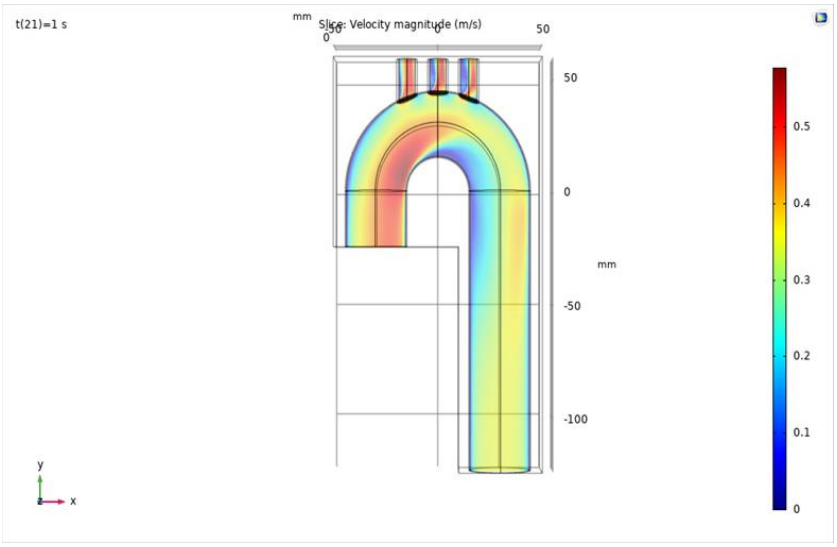
Özellik	Değişkenler	Değeri	Birimi	Özellik Grubu
Yoğunluk	rho	960	kg/m^3	Temel
Lamé parametresi λ	lambLame	20*muLame-2*muLame/3	N/m^2	Lamé parametereleri
Lamé parametresi μ	muLame	6.20e6	N/m^2	Lamé parametereleri

Tablo 3. Kasın malzeme özellikleri (Link-1).

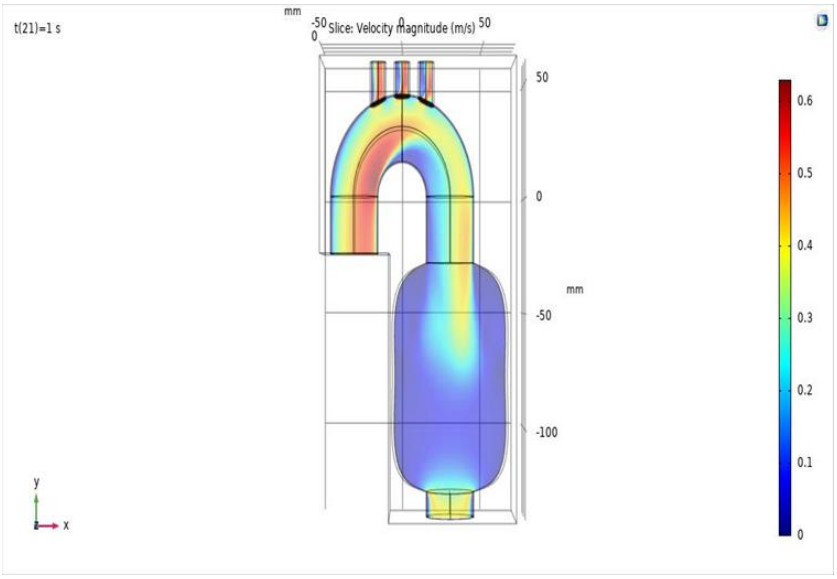
Özellik	Değişkenler	Değeri	Birimi	Özellik Grubu
Yoğunluk	rho	1200	kg/m^3	Temel
Lamé parametresi λ	lambLame	20*muLame-2*muLame/3	N/m^2	Lamé parametereleri
Lamé parametresi μ	muLame	7.20e6	N/m^2	Lamé parametereleri

BULGULAR ve TARTIŞMA

COMSOL Multiphysics 5.4 uygulamasında çizdiğimiz normal aort yapısı ile anevrizmalı aort yapısını yine COMSOL Multiphysics 5.4 yardımı ile iki çiziminde aynı koşullar ve aynı materyal bilgileri içinde simüle edilmiştir. Yapılan simülasyonlarda kanın aorta içindeki hızı, kanın arter çeperine ve kasa yaptığı basınç ve arter çeperi ile kas yapısındaki yer değiştirme değerleri incelenmiştir.

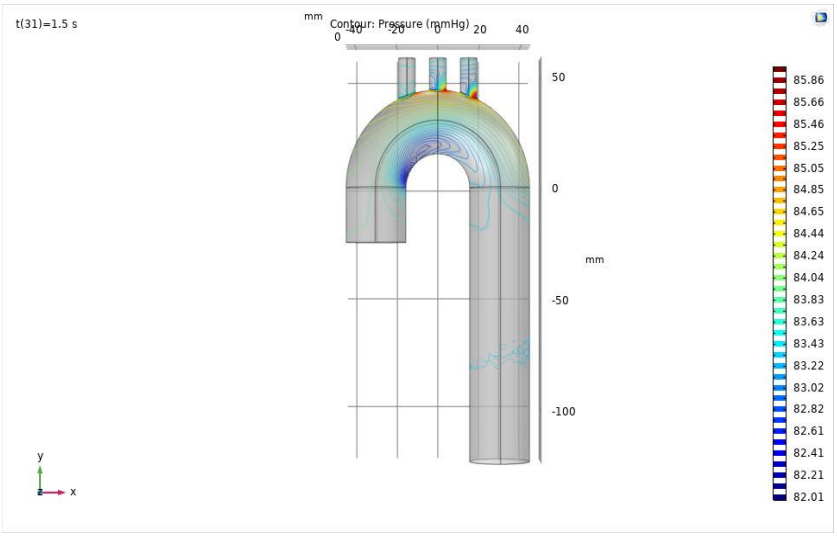


Şekil 4. Normal aort giriş ve çıkışındaki kanın hız akış simülasyonu

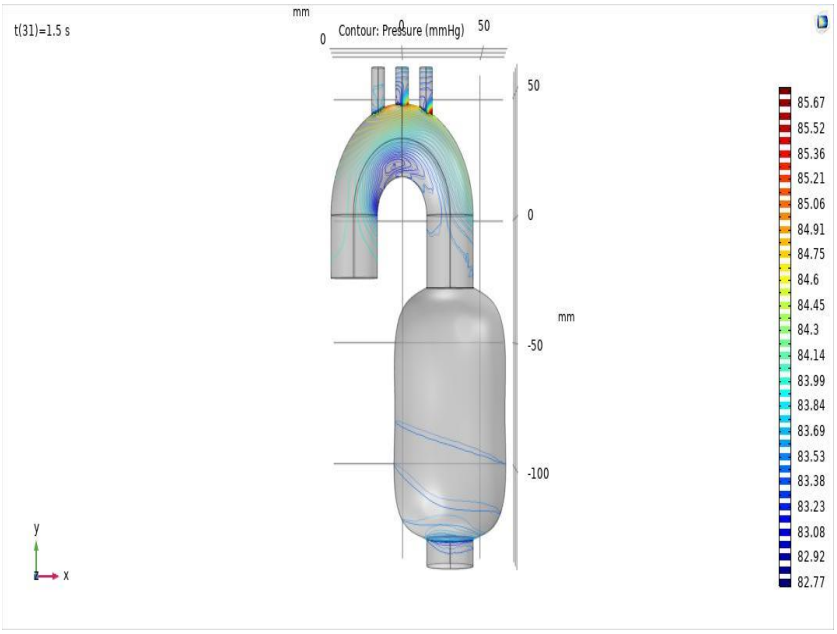


Şekil 5. Anevrizma geçirmiş aorttaki giriş ve çıkışındaki kanın hız akış simülasyonu

Şekil 4'deki hız tek ve sabit hızdadır. Ama Şekil 5'de anevrizma kısmında (55mm olan kısım) hızda yaklaşık 0.1 m/s gibi bir düşüklük gözlenmiş ve giriş ve çıkış bölgelerindeki (30mm olan kısım) hız ise yaklaşık 0.4 m/s gibi bir oranla yükseldiği gözlemlenmektedir. Buradaki durum kandaki normal akışta (0.4 m/s) farklı problemlere sebep olabileceği gözlemlenmiştir. Hızın normal damarda literatürdeki değeri olan 0.3 m/s' ye yakın olduğu gözlemlenmiştir (Link-1).

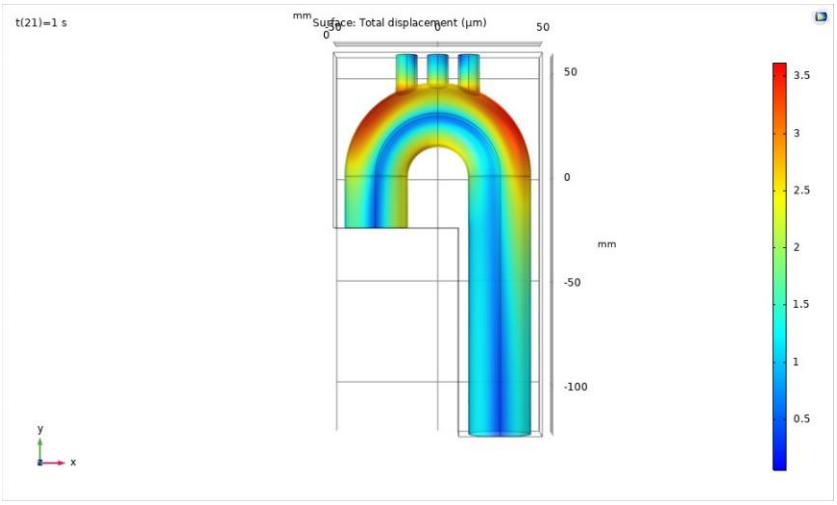


Şekil 6. Normal aorttaki kanın arter çeperine yaptığı basınç simülasyonu

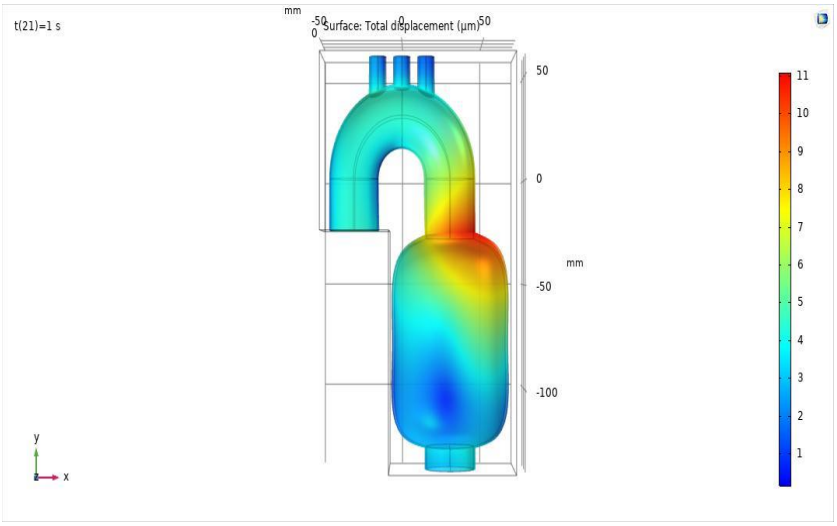


Şekil 7. Anevrizma geçirmiş aorttaki kanın arter çeperine yaptığı basınç simülasyonu

Şekil 6'da basıncın olağan şekilde hareket ettiği gözlemlenmiştir. Bu durum kanın pompalandığı anda beklenilir. Bu basıncın literatürdeki ortalama arter basıncının 80 mmHg-110 mmHg aralığına uygun olduğu gözlemlenmiştir (Sonesson vd., 1993). Anevrizmalı aortta (Şekil 7) girişte yine basınç normal fakat damarın genleşme yaşayan bölgesinde basınç 82.77 mmHg den bile daha düşük olduğu gözlemlenir. Burada yüzey alanı arttıkça basıncın düşmesini gözlemlenmiştir.



Şekil 8. Normal aorttaki arter çeperi ile kasın yer değiştirme simülasyonu



Şekil 9. Anevrizmalı aorttaki arter çeperi ve kasın yer değiştirme simülasyonu

Normal aort (Şekil 8) ile Anevrizmalı aortta (Şekil 9) karşılaştırıldığında şişkin bölgenin uç kısımlarında yer değiştirme daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bu kısımdaki bozulma miktarı yüksektir ve bu bölgede yırtılmaya sebep olabilir. Bu durum aort çeperinde zorlanmaya neden olmaktadır. Bundan önceki çalışmalarda da abdominal aort anevrizmasındaki yırtılmaların çoğu uç gerilmelerinin fazla olduğu bölgelerde olduğu araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (Li ve Kleinstreuer, 2005).

SONUÇ

Bu çalışma sonucunda ve diğer çalışmaların ışığında hem abdominal hem de torasik aorta anevrizmalarının çok riskli olabileceği sayısal olarak da modelleme üzerinde gösterilmiştir. COMSOL Multiphysics 5.4' te gerçekleştirdiğimiz simülasyonlarda biri sağlıklı diğeri anevrizma olgusu taşıyan iki damar tipi karşılaştırılmıştır.

- Sağlıklı aort damar çeperinde basıncın literatürdeki çalışmalarla aynı biçimde dağıldığı hesaplanmıştır. Aynı koşullarda anevrizma bölgesi ve devamında kanın damar çeperine uyguladığı basıncın düştüğü hesaplanmıştır.
- Sağlıklı aort içindeki kanın hızı literatürdeki çalışmalarla benzer bir şekilde davrandığı gözlemlenmiş ve hesaplanmıştır. Aynı koşullarda anevrizma bölgesinde hızın 0.4 m/s 'den 0.1 m/s 'ye düştüğü hesaplanmıştır.
- Sağlıklı aort çeperi ve kas yapısındaki yer değiştirme oranı hesaplanmıştır. Aynı koşullarda anevrizma bölgesindeki aort çeperi ve kas yapısının değerleri hesaplanmıştır. Bu iki damar tipine bölgesel bakıldığında anevrizmalı yani hastalıklı bölgenin yer değiştirme oranı 1'e 11 oranında arttığı gözlemlenmiştir ve damarda çeperin yırtılma riskinin olduğu düşünülmüştür.

KAYNAKLAR

Florescu, M., Darabont, R.O., Vinereanu, D. (2010). Echocardiographic Assessment of the Aorta. *University and Emergency Hospital of Bucharest, Bucharest, Romania*, 14.

Budwig, R., Elger, D., Hooper, H., & Slippy, J. (1993). Steady flow in abdominal aortic aneurysm models. *Mechanical Engineering Department, University of Idaho, Moscow, Idaho 8384.*

Ernst, C. B. (1993). Abdominal aortic aneurysm. *New England Journal of Medicine*, 328(16), 1167-1172.

Li, Z., ve Kleinstreuer, C. (2005). Blood flow and structure interactions in a stented abdominal aortic aneurysm model. *Medical engineering & physics*, 27(5), 369-382.

Sakalihasan, N., Limet, R., & Defawe, O. D. (2005). Abdominal aortic aneurysm. *The Lancet*, 365(9470), 1577-1589.

Dokgoz, H., Butun, C., & Berber, G. (2003). Dissekan Aorta Anevrizma Ruptürüne Bağlı Ölümlerin Değerlendirilmesi. *Journal of Forensic Medicine*, 17(Supp: 3-4), 25-29.

Numan, F., Gülşen, F., Arbatli, H., Cantaşdemir, M., & Solak, S. (2011). New horizons in the endovascular treatment of aortic aneurysms. *Turkish Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 19(2).

Anza, J.J., Esteves, M.A. (2011). Fluid Structure Interaction Applied to Upper Aorta Blood Flow. *Department of Applied Mathematics, University of the Basque Country, Spain*

Sonesson, B., Hansen, F., Stale, H., Lanne, T.(1993). Compliance and Diameter in the Human Abdominal Aorta-The Influence of Age and Sex. *Departments of i Surgery, 2 Clinical Physiology and 3 Obstetrics and Gynaecology, Lund University, MalmO General Hospital, S-21401 MalmO, Sweden.*

Link-1. https://www.comsol.com/model/fluid-structure-interaction-in-a-network-of-blood-vessels-660 Tarihi 09/10/2021

ORAL PRESENTATION

Yüksek Hassasiyete Sahip Katı Materyal Dozajlama Sistemi Geliştirilmesi Ve Verimliliğinin Araştırılması

Melih Baran KILIÇ[1]*(ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8422-4471)*, Sabri ÜNLÜ[1]*(ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8646-6212)*, İlhami ATASEVEN[1]*(ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2512-0001)*, Uğur TAŞCI[1]*(ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4669-1567)*, Berna KAPLANER[1]*(ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3777-5064)*,
Merve İlayda TETİK[1*](*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8102-747X*)

[1]MMM ERBA MAKİNA A.Ş., Ankara, Türkiye
*Sorumlu yazar e-mail: ilayda@mmmerba.com.tr

Özet
Mikro dozajlama sistemi karışım helezonu içerisine aktarılan katı maddelerin reçeteye uygun ağırlık-gram değerlerinde aktarılması işlemidir. Vibrasyon takozları üzerine oturtulan ve içerisinde load-cell ünitesini barındıran şasenin üzerinde alüminyum malzemeden imal edilen mal yönlendirme helisi ve servo motoru, döküş içerisinde bulunan karıştırıcı ve servo motorunu bulunduran bir kasa mevcuttur. Kasa üzerinde ise mikro bunker bulunmaktadır. Deneysel çalışmalar kapsamında 0,64 kW servo motor ve 0,18 kW asenkron motorla testler yürütülmüştür ve servo motorun taşıma kapasitesinin 1,8 kat daha yüksek olduğu görülmüştür. Mal yönlendirme amaçlı kullanılan helisin imalat malzemesinde 3 tip; 304 kalite paslanmaz çelik, 7000 serisi alüminyum ve eloksal kaplamalı alüminyum için denemeler yapılmıştır ve sistem performansları incelenmiştir. Kullanımda ağırlık etkileri, motor redüksiyon bağlantılarına binen yükler ve verimlilikleri gözlemlenerek; 304 kalite paslanmaz malzemeden üretilen helisin, 7000 serisi alüminyum malzemeden üretilen helis ile karşılaştırıldığında servo motor ve redüktöre daha fazla yük binmesine sebep olduğu ve sürücüyü devamlı hata pozisyonuna soktuğu gözlemlenmiştir. 304 kalite paslanmaz helisin ağırlığı sebebi ile mikro dozajlama sistemi içerisinde bulunan load-cell'e fazla yük bindiği ve tartım hassasiyetinin azaldığı gözlemlenmiştir. 7000 serisi alüminyum helisin ise yumuşak bir malzeme olduğundan sürtünmeye bağlı aşınmadan deformasyona uğradığı görülmüştür ve helisin üzerine normal eloksal kaplama yapılarak deformasyon sorunu çözülmüştür. Dozajlanacak maddelerin, kimyasal farklılıklarına binaen her katı maddeye ayrı dozaj testleri gerçekleştirilerek dozajlanan madde miktarları tartılarak ölçülmüştür. Sistem üzerinde yapılan değişiklikler ve testler sonucunda 0,64 kW servo motor ve eloksal kaplamalı alüminyum helis kullanımında karar kılınmıştır.
Anahtar Kelimeler: Load-cell, Helis, Hassas Dozajlama

Development and Efficiency Investigations of a High Precision Solid Material Dosing System

Abstract
Micro dosing system is about transferring solid materials using a screw conveyor within desired weight tolerances. The chassis that contains load-cell, which sits on vibration wedges is placed under a casing which holds an aluminum solid material helix used for transferring and its servo motor, mixer inside the spiller and its servo motor. The micro hopper is placed over this casing. For the experimental investigations a 0,64kW servo motor and a 0,18kW asynchronous motor was used and it was observed that a 0,64kW servo motor is capable of carrying 1,8 times more than the other motor. 3 types of materials are investigated for the Helix; SAE 304 stainless steel, 7000 series aluminum alloy, anodic oxidation coated aluminum and their system performances were examined accordingly. It was proved that the SAE 304 Helix causes stronger forces on the servo motor and reducer compared to the 7000 series Aluminum alloy Helix, and the SAE 304 Helix caused the driver to switch into fault position repeatedly. Because of the SAE 304 Helix weight, the load-cell placed inside the micro dosing System can carry more load than anticipated, and as an outcome precision of load-cell weighing decreases. 7000 series Aluminum alloy Helix on the other hand is a much softer material and it erodes faster as a result of constant friction. In order to prevent abrasion 7000 series aluminum alloy Helix is coated with eloxal. Chemical Properties of solid materials used are different. To assure system compatibility with materials, dosing tests are performed and improvements for minimizing tolerance gaps have been performed. In order to keep stabilization of the weighing process, tests are performed to minimize and stabilize vibrations caused by the system operation. After amendments and testings performed; a 0,64kW servo motor and anodic coated aluminum helix are chosen for the micro dosing system.
Keywords: Load-cell, Helix, Precision Dosing

GİRİŞ

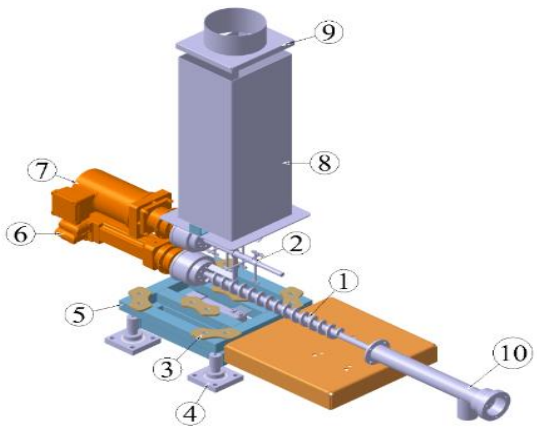
Dozajlama genel anlamı ile asıl katı maddeye katkı madde ekleme işlemine denir. Malzemelerin özelliklerine göre dozajlama işlemi farklı şekillerde yapılmalıdır. Bu farklılığın sebebi hammaddelerin farklı şekilleri (granül, toz, kırma, sıvı vb.), katılma oranları ve hassasiyetleridir.

Chen, Karlheinz ve Hartwig (2012)'nin de araştırdığı üzere mikro dozajlama, endüstriyel tesislerin ihtiyaçlarına göre çok özel olarak geliştirilen projelerdir. Günümüzde tıp, gıda, maden, kimya endüstrisi gibi birçok alanda sıkça kullanılmaktadır. Gelişen üretim teknolojisi ile birlikte, firmalar rekabet ortamında avantaj sağlayabilmek için üretim kalitelerini ve maliyet durumlarını sürekli olarak gözden geçirmektedir. Bu da birbirinden farklı ürünlerin karışım oranlarını belirlemek için araştırma ve geliştirmeyi de beraberinde getirmektedir.

Mikro dozajlamanın en önemli özelliklerinden bir tanesi de "reçete bazında" bir sistem olmasıdır. Bu nedenle hassasiyet önemli bir yer tutmaktadır ve dozajlanacak malzemelerin granül yapısı ve operasyon zamanı ile doğru orantılı olarak değişmektedir. Bir diğer deyişle tesislerde kullanılan kimyasal maddelerin sürekli çalışma koşulları altında hacimsel ve kütlesel değişimlerden etkilenmeyerek çıkış ağzından belirlenen miktardaki malzemeyi sabit debiyle arzu edilen karışıma aktarılmasıdır. Örnek bir uygulama olarak alçı plaka maddesi, döküş bağlantı komplesinden geçtikten sonra döküş borusu kısmında servo motor tahrikli karıştırıcı yardımıyla karıştırılır ve oluşan karışım helis ile birlikte gönderilerek kullanıma hazır hale gelir. Bu işlemler sırasında titreşim, mukavemet ve döküş kısmında yaşanacak problemler göz ününe alınarak tasarım kriterlerinin belirlenmesi önemli bir husustur yaptığımız araştırma kapsamında gerçekleştirilen literatür taramasında maalesef çalışmamıza katkı sağlayacak ve karşılaştırma yapabileceğimiz bilimsel yayınlar oldukça sınırlı olarak tespit edilmiştir. Bunun nedeni hassas dozajlama sistemlerinin ileri teknoloji ürünler olmasıdır ve bu sistemler üzerinde yapılan çalışmaların genel olarak yayımlanmayıp çoğunlukla patentlerle koruma altına alınmasıdır.

MATERYAL VE METOT

Deneysel çalışmanın yapıldığı sistemde yüksek hassasiyete sahip parçalar bulunmaktadır. Dozajlama ünitelerinin kullanım alanının geniş olması ve dozajlanacak maddelerin çok fazla olması, bu konudaki teknik çalışmaların kapsamını genişletmektedir. Her ne kadar ilk bakışta tüm toz ve granül halindeki ürünler benzer olsa da malzemelerin akış davranışları, granül özellikleri, elektriksel iletkenliği gibi etmenler tasarımda belirleyici faktör olmaktadır. Örneğin alçı plaka kalitesinin artırılması amacı ile kullanılan potasyum ve nişasta gibi malzemelerin davranışları baz alınarak, alçı plaka tesislerine uygun dozajlama ünitesi tasarlanması hedeflenir. Literatür taramalarının ardından CAE (bilgisayar destekli mühendislik) ve CAD (bilgisayar destekli tasarım) yardımı ile mekanik tasarım yapılmaya başlanır. Tasarım konusunda en belirleyici Ar-Ge niteliği helis tasarımıdır. Yüksek akışkanlığa sahip potasyum dozajlamaya ihtiyaç duymadan yığma ağırlığı altında kendi hareket edebilmektedir. Bu hareket reçete miktarlarından sapmalara neden olmaktadır. Bununla birlikte malzemenin yığın halinde bulunması malzemenin yığma oranından dolayı katılaşmaya sebep olmaktadır. Bu iki sebepten dolayı, mikro dozajlama için helis tasarımı dikkat edilmesi gereken en önemli tasarım kriteridir. Şekil 1'de mevcut araştırmada kullanılan sistemin önemli parçaları numaralandırılarak gösterilmektedir.

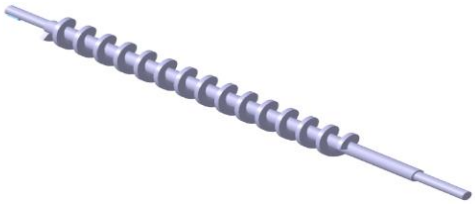


Parça No.	Parça Açıklaması
1	Mal Yönlendirme Helisi
2	Karıştırıcı
3	Load-cell Ünitesi
4	Vibrasyon Takozları
5	Şase Bağlantı Parçası
6	Helis Tahrik Servo Motoru
7	Karıştırıcı Tahrik Servo Motoru
8	Mikro Bunker
9	Döküş Boğazı
10	Mal Döküş Ağzı

Şekil 1.Mikro dozaj alt parçalarının detaylı görünümü ve açıklaması

Mikro Dozajlama Sistemi Ürün Yönlendirme Helisi

Helisel besleyiciler çoğunlukla gıda, plastik, tarım, madencilik ve birçok ev eşyasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Temel amaçları yığın halinde bir bunker içerisinde bulunan malzemeyi, istenilen yere istenilen miktarlarda aktarmaktır. Bantlı konveyörlere göre çevresel etkenlerden fazlaca etkilenmeyerek daha kolay ve hassas çıkış verileri elde etmemizi sağlarlar. Yapısında temel olarak bunker, karıştırıcı, helisel muhafaza ve helis bulunmaktadır. Şekil 2'de mikro dozaj sistemine ait helis gösterilmiştir.



Şekil 2. Mikro dozajlama helis görünümü

Yılmaz, Çolak ve Tepecik (2019)'un benzer amaçlı helis tasarımına istinaden, endüstride kullanılan birçok helis tasarımı vardır. Çeşitliliği sağlayan etmenler ise, helis çaplarındaki değişkenlikler, helis çekirdek borusu veya mil çapı ve adım (pitch)'dir. Karışım için ideale yakın tasarımın bulunması hedeflenir. İdeal olarak kabul edilen helis tasarımı, uzunluğun bir fonksiyonu olacak şekilde, birim mesafedeki helis yaprakları arası aktarılan malzemenin aynı miktarlarda kalmasını sağlamaktır. Sisteme binen yükün daha az olması ve kısa sürede işlenebilir olması nedeniyle malzeme olarak alüminyum seçilmiştir.

Tasarım Öncesi Helis Hesaplamaları

Helis, silindirik veya konik bir cismin etrafına belirli bir açıyla sarılan bir doğrudan meydana gelir. Diğer bir ifadeyle silindire sarılan bir üçgenin hipotenüs ismi verilen kenarının izlediği yoldur. Helis açısı da helisel şeklin oluşmasını sağlayan doğrunun, yatay eksen ile yaptığı açıdır.

Helis hızının saptanması için S hız değerinin hesaplanması gerekmektedir. Denklem (1)'de gösterilmesi gibi CFH yani m^3 cinsinden saatteki kapasite [m^3/h] değerinin, bir tam turdaki CFH değerine bölünmesi gereklidir.

$$S=\frac{\text{CFH}}{1\ \text{RPM'DEKİ CFH}} \quad (1)$$

Özel helis adımı kullanılması durumunda helis çapının seçilebilmesi için SC değeri yani seçim kapasitesinin hesaplanması gerekmektedir. Bu hesapta (2) denkleminde gösterildiği gibi CHF yani m^3 cinsinden saatteki kapasite [m^3/h] ve CF yani kapasite faktörü ile değerlerinin çarpımı esas alınmaktadır.

$$SC= CFH \times CF \quad (2)$$

Kapasite faktörü 'CF' Tablo 2'ye göre seçilmektedir;

Tablo 2. Kapasite faktör tablosu

Adım	Açıklama	Kapasite Faktörü
Standart	Adım= Çap	1,00
Kısa	Adım=2/3 Çap	1,50
Yarım	Adım=1/2 Çap	2,00
Uzun	Adım=1-1/2 Çap	0,67

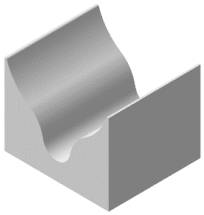
Dozajlanacak katı maddenin yapışkanlık özelliği bulunmuyor ise ve madde sürekli akış sağlıyor ise verilen formülasyonlar üzerinden hesap gerçekleştirmek yerine Tablo 3'te verilen kapasite tablosundaki değerlerden yararlanılmaktadır.

Tablo 3. Kapasite değer tablosu

Doluluk Seviyesi	Helis Çapı (mm)	Maksimum RPM	Kapasite (m^3/h)	
			Maksimum RPM'de	1 RPM'de
15%	4	69	14,50	0.2
	6	60	45	0.8
	9	55	150	2,7
	12	50	323	6,5
	14	50	520	10,4
	16	45	702	15,6
	18	45	1,012	22,5
	20	40	1,248	31.2
	24	40	2,184	54.6
	30	35	3,728	106.5
	36	30	5,532	184.4
30% A	4	139	57	0.4
	6	120	179	1,50
	9	100	545	5,50
	12	90	1,161	12,90
	14	85	1,768	20,80
	16	80	2,496	31.2
	18	75	3,375	45.0
	20	70	4,375	62.5
	24	65	7,085	109.0
	30	60	12,798	213.3
	36	50	18,44	368.8
30% B	4	69	28	0.4
	6	60	90	1,50
	9	55	305	5,50
	12	50	645	12,90
	14	50	1,04	20,80
	16	45	1,404	31.2
	18	45	2,025	45.0
	20	40	2,5	62.5
	24	40	4,36	109.0
	30	35	7,465	213.3
	36	30	11,064	368.8
45%	4	190	116	0.61
	6	165	368	2,20
	9	155	1,271	8,20
	12	145	2,813	19,40
	14	140	4,368	31.2
	16	130	6,071	46.7
	18	120	8,112	67.6
	20	110	10,307	93.7
	24	100	16,4	164.0
	30	90	28,8	320.0
	36	75	41,49	553.2

Mikro Dozajlama Sistemi Ürün Döküş Borusu (Karıştırıcı)

Katkılanacak katı madde, döküş bağlantı komplesinden geçtikten sonra döküş borusu kısmında servo motor yardımıyla karıştırılır ve helisten gönderilmeye hazır hale getirilir. Burada işlemin temel amacı helise gidecek olan üründe hız ayarı, ürün miktarının düzenli olarak devam etmesi ve topak veya kalıp halinde gelen ürünü harmanlayıp helise aynı boyutta tanecikli ürünler göndererek beklenmeyen tıkanmaları engellemektir. Döküş borusu komplesi ürünün malzeme üzerinde meydana getireceği kimyasal zararların önüne geçmek için AISI 304 malzemeden üretilmektedir. Şekil 3'te sistemde kullanılan ürün döküş borusu gösterilmiştir.



Şekil 3. Ürün döküş borusu (karıştırıcı) ve elemanları

Ürün döküş borusu tasarımı özgün bir tasarımdır. Hem belli bir hızda dönmesi ve ürünün karıştırılması sırasında döküş borusu sıyırıcısının döküş kanalına teğet geçecek şekilde çalışması hassas bir tasarım gerektirir.

Poliüretan kaplamalı lastik takoz şasenin hemen üzerinde yer almakla beraber çok sert bir malzemedir. Çelik malzemeye lazer kesim işlemi uygulanarak istenilen boyuta getirildikten sonra poliüretan kaplama yapılır. Çok sert bir malzemedir ve Mikro Dozaj sisteminin mukavemetinde önemli bir yer tutar. Sert olmasının bir diğer sebebi ise servo motorların yaratmış olduğu titreşime karşı şasenin bu titreşimden etkilenmesini önlemektir.

Mikro dozajlama load-cell bağlantı aparatı St37-2, AISI 304 ve Polyamid gibi çeşitli malzemelerden imal edilmiş parçaları içerir. Malzemelerdeki bu çeşitlilik sistemde meydana gelen titreşimleri azaltmak ve mukavemeti sağlamak için zorunludur.

Mikro Dozajlama Sistemi Servo Motor Üniteleri

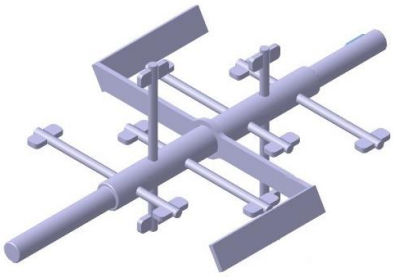
Mikro Dozajlama sisteminde 2 adet servo motor kullanılmaktadır. Servo motorun kullanılmasının ana sebepleri arasında; servo motorların döndürme momentleri yüksek olması, hareketlerin sık aralıklarla gerçekleştirilebilmesi, dur-kalk sayıları fazla olması ve verilen komutları hemen algılayıp uygulaması sayılabilir. Sistemdeki servo motorların ilki şasenin hemen üzerinde yer alır ve helise gelen aynı hızda ve düzgünlükte helis içerisinde iletilmesi için gerekli hareketi sağlar.
Mikro dozajlama sistemindeki servo motorların ikincisi gelen ürünün düzenli bir şekilde harmanlanması için gerekli olan gücü sağlar. Düzenli çalışması ile katı hammaddenin aynı boyutta helise gönderilmesine yardımcı olur ve gelen ürünün aynı hızda helise aktarılmasını sağlar.

En büyük Ar-Ge yönlerinden kabul edilebilecek bir diğer husus ise sistemde servo motor kullanılması olmuştur. Bu yenilik ile birlikte ağırlık sensörlerinden gelen sinyaller, servo motoru hızlı bir şekilde ayarlayarak her zaman uygun dozajlama yapma imkanını sunmuştur. Sistemin en zorlandığı an bünyesindeki mikro bunkere malzeme aldığı zamandır. Bu zamanda bunkerde bulunan malzeme miktarı tartımı etkileyebilir. Ancak servo motor sayesinde yazılımda belirlenen ve tesisteki üretimde istenilen malzeme gramajı anında yakalanarak doldurma anındaki tartım hataları ortadan kaldırılmıştır.

Döküş bağlantısı ürün dökülmesi esnasında bir kanal görevi görür. Ürünle temas halinde olmasından dolayı AISI 304 malzeme tercih edilmiştir ve böylece ürünle temas halinde olduğu süre içerisinde herhangi bir zarar görmez.
Mikro dozajlama sisteminde motor tutucu olarak görev yapan bu parçalar motorun mile takılması işleminde bir kaplin görevi görürler. Bu parçalar ile flanş arasındaki boşluklara ise sızdırmazlık elemanları yerleştirilir. Böylece işlem süresinde oluşacak titreşimlerin mil üzerinde yarattığı etki minimize edilir.

Mikro Dozajlama Sistemi Ürün Döküş Kanalı

Kahyaoğlu (2013)'ün çalışmasında bahsettiği üzere dozaj sistemlerinde stabilizeyi sağlamak esastır. Şekil 4'te görüldüğü üzere döküş boğazından gelen ürün düzenli ve sabit hızda dökülmesi için bir kanal gibi tasarlanmıştır. Helisin rahat çalışabileceği esneklikte olması ve işlem sırasında oluşacak titreşimleri absorbe edebilmesi için polyamid malzemeden imal edilmiştir. Ayrıca özel bir V şeklinde kanal gibi tasarlanması ürünün bir yerde toplanmasını sağlamaktır.

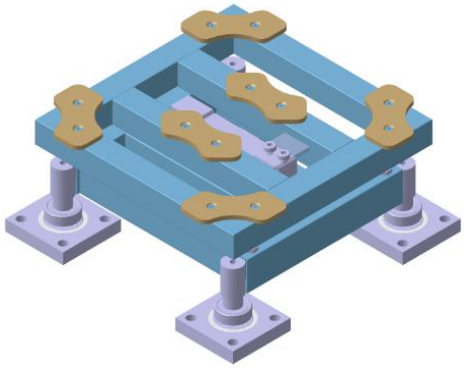


Şekil 4. Mikro dozajlama ürün döküş kanalı

Mikro Dozajlama Sistemi Load-Cell Ünitesi

Ağırlık Kayıplarını algılayan load-cell'in (yük sensörü) dış etkilerden minimum düzeyde etkilenmesi için birleşim noktalarına vibrasyon önleyiciler yerleştirilmiştir. Bu yerleştirilen vibrasyon önleyicilerin içyapısı paslanmaz malzemeden olup gerekli mukavemeti sağlamaktadır. Daha sonra paslanmaz malzeme poliüretan enjeksiyon ile kaplanmıştır.

Günhoş (2020)'nin de araştırdığı üzere vibrasyon önleyiciler ile tartım hassasiyetlerini bozabilecek dış etkenlerin sistem üzerindeki etkileri azaltılmış olur. Şekil 5'de sisteme ait ünite görülmektedir.



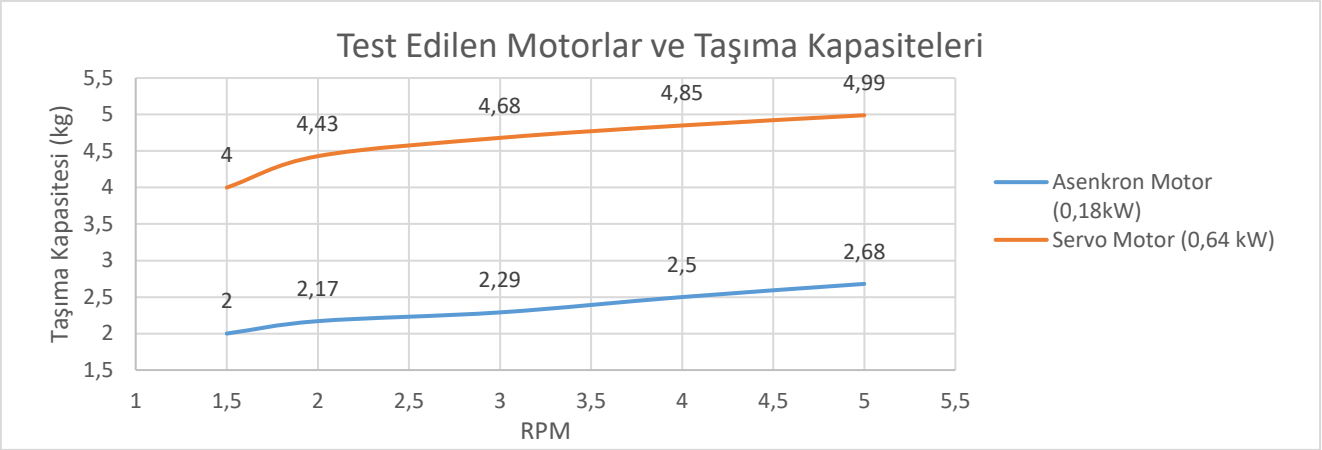
Şekil 5. Mikro dozajlama load-cell ünitesi

Zehetbauer, Plöckinger, Emminger ve Çakmak (2021)'in denemelerini gerçekleştirdiği üzere mikro bunkerin içine doğru miktarda malzeme transfer edilebilmesi için kalibrasyonun doğru ve hassas bir biçimde yapılması gerekir. Mikro bunkerin içinin boş olduğundan emin olunduktan sonra ilk olarak load-cell çevirici üzerinden sıfırlama işlemi yapılır. Sonrasında ağırlığı bilinen başka bir malzeme makine üzerine konarak çeviriciden aynı değer girdisi yapılarak kalibrasyon işlemi cihaz üzerinde tamamlanmış olur. Aynı işlem adımları bilgisayar üzerinde de gerçekleştirilerek kalibrasyon işlemi tamamlanmış olur.

BULGULAR ve TARTIŞMA

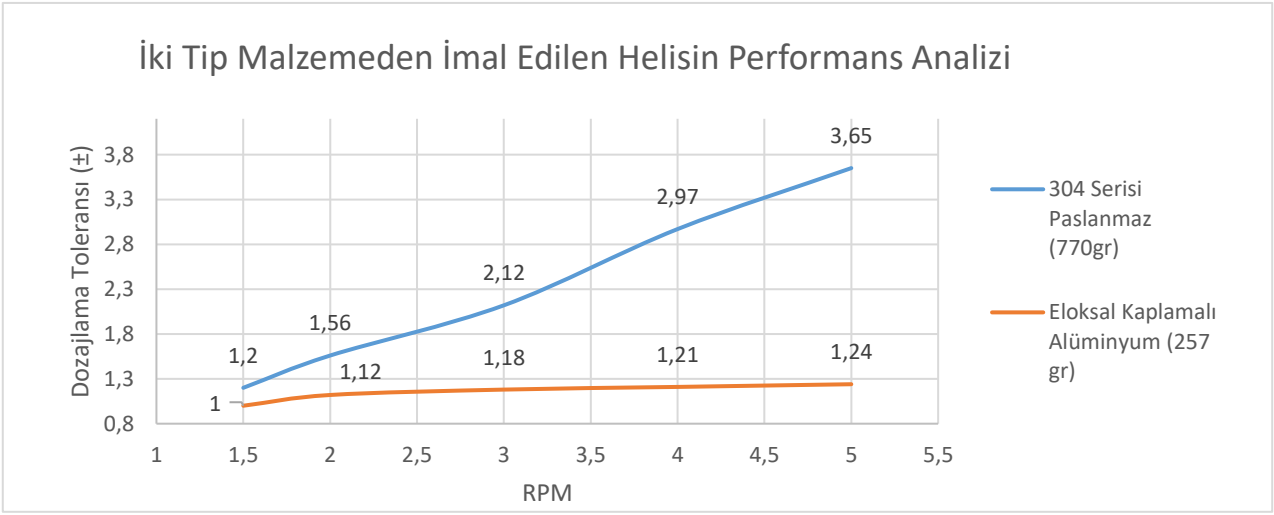
Deneysel çalışmanın başında ilk olarak 0,18 kW olan asenkron motor kullanılarak mikro dozaj sisteminin gerekli tüm tahrikinin sağlanması amaçlanmıştır. Katı maddenin transferini sağlayan helis ve karıştırıcının tek motor üzerinden tahriklenmesi hedeflenmiştir. Fakat motorun aynı anda iki farklı elemanı tahriklemesi verimi ve motor gücünü olumsuz yönde etkilemiştir. Şekil 6'da asenkron ve servo motorlu testlerde taşıma kapasitesinin dakikadaki devir sayısı (RPM) ile değişimi gösterilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi asenkron motorun taşıma kapasitesi servo motorun taşıma kapasitesinden küçüktür ve önemli bir fark söz konusudur. Bu nedenle güç tork oranının artırılabilmesi için 0.64 kW servo motora geçilmiştir. Şekil 6'da servo motorun taşıma kapasite eğrileri sunulmuştur. İkinci deneme için; sürücü üzerinden kumanda edilen mikro helezon ve karıştırıcı, çift motor kullanılarak ve sürücü ile ayrı ayrı kumanda edilebilerek, helezon çok düşük devirlerde (1.5 RPM) çalışsa bile karıştırıcı hızı istendiği takdirde artırılarak katı maddenin çökme ve sıkışma gibi

sorunlarının önüne geçilmiştir. Böylelikle mikro dozajlama bunkeri içerisinde 2 kg malzemeye kadar rahatlıkla karıştırılabilme seviyesi bu değer artırılarak ortalama 1,8 kat malzemeyi daha rahat karıştırma imkânı sağlanmıştır.



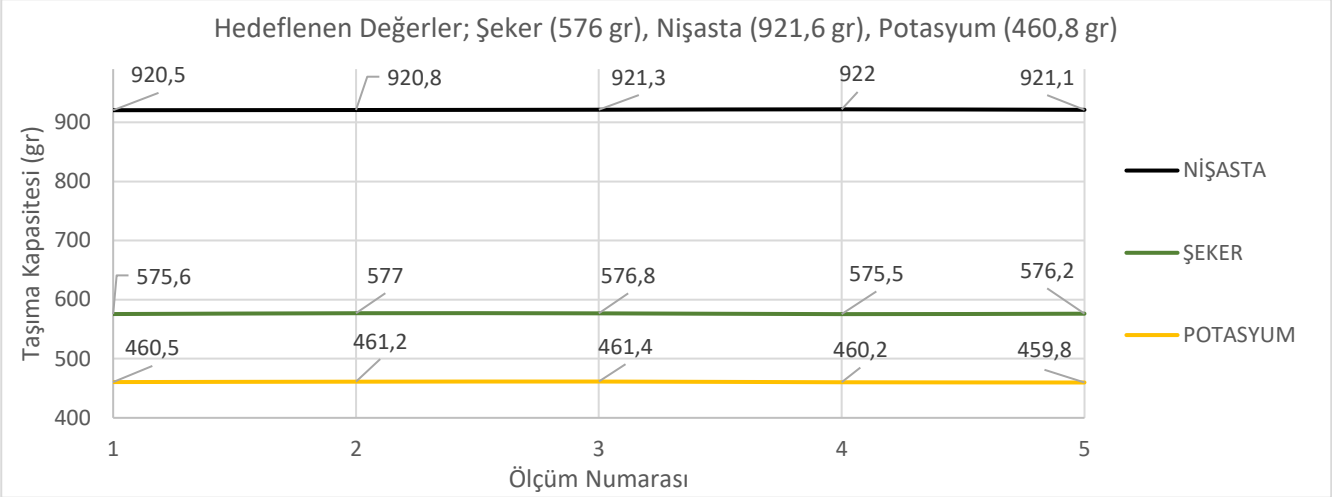
Şekil 6. İki farklı motor ile yapılan sistem denemelerinin taşıma kapasiteleri

Helezon tasarımı ve helezon malzemesi seçim çalışmaları kapsamında 304 serisi paslanmaz malzemeden üretilen helezonun yapılan denemelerde gramaj hassasiyetinin yetersiz kaldığı görülmüştür. Bu nedenle 7000 serisi alüminyuma geçilerek 770 gr olan helezon ağırlığı düşürülerek 257 grama indirgenmiştir. Böylelikle motor üzerinde ki ekstra yükler de azaltılarak daha verimli bir çalışma sağlanmıştır. Şekil 7'de her iki malzeme için 64 kW servo motor tahrikli sistemin test sonuçları RPM/dozajlama toleransı gösterecek biçimde sunulmuştur. 304 serisi paslanmaz helisin ağırlığı dolayısı ile motora daha fazla yük binmekte ve yönetimi zorlaşmaktadır, sonuç olarak tolerans aralığı gittikçe artmaktadır. Eloksal kaplamalı alüminyum malzemeden üretilen helisin dozajlama toleransı ise tüm RPM'lerde oldukça stabildir ve 1,3 değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 7. İki farklı malzemeden imal edilen helis için performans analizi

Çalışmanın son aşamasında geliştirilen hassas dozaj sistemi farklı maddeler için test edilmiştir. Katkı maddelerinin dozajlanmak istenen gram ağırlıkları ve maddelerin kimyasal özellikleri birbirinden farklıdır. Bu sebeple mikro dozaj sisteminde sıklıkla kullanılan maddeler için 0,64 kW servo motor tahrikli ve 7000 serisi alüminyum helisli sistem için dozajlama testleri gerçekleştirilmiştir. Şekil 8'de farklı maddeler için grafiğin üst kısmında istenen hedef değerler ve grafik içerisinde test sonucunda elde edilen sonuçlara ait çıktılar tolerans aralıklarının gözlemlenebilmesi açısından sunulmuştur.



Şekil 8. Mikro dozaj sisteminde kullanılan katı maddeler ve tartım test çıktıları

Şekil 8'deki değişimlerden anlaşıldığı gibi deneysel test çalışmasında kullanılan üç farklı malzemenin hedef hassas dozajlama miktarının düzenli bir şekilde sağlandığı görülmektedir. Tüm farklı malzemeler için hedef değerinden sapma maksimum %0,7 olmuştur.

SONUÇ

Mevcut çalışmada bir mikro dozaj ünitesinin geliştirilmesi için farklı malzemeler, motorlar ve hammaddelerle sistem testleri yürütülerek en verimli çıktıları sunan seçeneklerle sistem geliştirmesi tamamlanmıştır. 0,18 kW gücündeki asenkron motor ve 0,64 kW servo motorun aynı RPM değerlerinde yapılan testleri sonucunda servo motorun 1,8 kat daha fazla yük taşıma kapasitesine sahip olduğu görülmüştür. 304 serisi paslanmaz malzemeden üretilen helis ve 7000 serisi alüminyumdan üretilen helis ile sistem testleri yürütülmüştür. 304 serisi paslanmaz malzemeden üretilen helisin dozajlama tolerans aralığının artışı, 7000 serisi alüminyum ile karşılaştırıldığında; 1 RPM için 1,2 olan oranın, 5 RPM için 2,9 katı bir orana çıktığı gözlemlenmiştir ve nihai karar eloksal kaplamalı 7000 serisi alüminyum olmuştur. 0,64 kW servo motorlu eloksal kaplamalı 7000 serisi alüminyum helis ile katı madde iletimi sağlayan bir sistem için şeker, nişasta ve potasyum katı maddeleri ile dozaj testleri yapılmıştır. Hedeflenen değerler ile dozajlanan madde miktarları tartılarak karşılaştırılmış ve tolerans aralığının tüm katı maddelerde ±1 gr değerini aşmaması hedefine ulaşılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bildirimizin hazırlık ve yazım aşamalarında emeği ve desteği geçen; Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümünden Prof. Dr. Şenol BAŞKAYA'ya teşekkürü borç biliriz.

KAYNAKLAR

Chen X, Seyfang K, Steckel H 2012. Development of a micro dosing system for fine powder using a vibrating capillary. Part 1: Investigation of factors influencing on the dosing performance, Epub Int J Pharm. pp.34-41

Günhoş OM (2020) Vibro Dozaj Ünitesi Hassas Dozajlama Klapesi, Türk Patent ve Marka Kurumu, Ulusal Patent, 2020/02104. pp. 1-5

Kahyaoğlu M (2013) Beton Katkı Dozajlama (Redozajlama) Sistemi Türk Patent ve Marka Kurumu, Ulusal Patent, 2013/01530 pp. 1-6

Yılmaz N, Çolak M, Tepecik V (2019) Toz İçecek Dozajlama Cihazı,Türk Patent ve Marka Kurumu, Ulusal Faydalı Model, 2019/20411 pp.1-7

Zehetbauer T, Plöckinger A, Emminger C, Çakmak U 2021. Mechanical Design and Performance Analyses of a Rubber-Based Peristaltic Micro-Dosing Pump, Epub MDPI. pp 11-30

ORAL PRESENTATION

Araç seyir bilgisayarı

Emrah Emre DOYDUOĞLU [1] (https://orcid.org/0000-0001-6401-7846), Ahmet Can ŞENOL [2] (https://orcid.org/0000-0001-8032-3800), Mert YILMAZ [3] (https://orcid.org/0000-0002-2078-6333), Murat ÜÇÜNCÜ[4*] (https://orcid.org/0000-0002-2113-1398)

[1]Başkent Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Ankara, Türkiye.
[2]Başkent Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Ankara, Türkiye .
[3]Başkent Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Ankara, Türkiye
[*4]Başkent Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Ankara, Türkiye .

*murat.ucuncu@yahoo.com.tr

Özet
Günümüzde kara araçlarının birçoğunda Küresel Konumlama Sistemi kullanılmaktadır. Bu sistem kullanıcıya hız, yön ve konum gibi sürüş esnasında ihtiyaç duyulabilecek bilgileri vermektedir. Ancak elektronik karıştırma veya uydu bağlantısının sağlanamadığı durumlarda Küresel Konumlama Sistemi kullanılamamaktadır. Bu sorunun önüne geçmek amacıyla Ataletsel Navigasyon Sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistem ise ivme ölçer ve dönü ölçer sensörlerinden alınan veriler doğrultusunda çalıştığı için çok küçükte olsa bir hata payına sahiptir. Bu çalışma kapsamında Ataletsel Navigasyon Sistemi ve Küresel Konumlama Sistemi'nin beraber bulunduğu Bütünleşik Navigasyon Sistemi tasarlanmış ve üretilen prototip sahada bir kara aracı üzerinde denenmiştir. Bütünleşik Navigasyon Sistemi ile birlikte Şerit Takip Sistemi geliştirilmiştir. Bu iki sistemin bir araya getirilmesi ile ortaya çıkan Araç Seyir Bilgisayarı tasarlanmış ve prototip olarak üretilmiştir.
Anahtar Kelimeler : Ataletsel Navigasyon, Küresel Konumlama Sistemi, Şerit Takip Sistemi, Araç Seyir Bilgisayarı

Design and implementation of a vehicle navigation and line keeping system

Abstract
Global Positioning System is used in most land vehicles today. This system provides the user with information that may be needed while driving, such as speed, direction and position. However, the Global Positioning System cannot be used in cases when there is electronic warfare or a loss of satellite connection. In order to prevent this problem, Inertial Navigation Systems are used. This system, on the other hand, has a margin of error, even if it is comparatively small, as it operates in line with the data received from the accelerometer and rotary meter sensors. Within the scope of this project, Integrated Navigation System will be designed with Inertial Navigation System and Global Positioning System together. In this way, the disadvantages of the two systems will be reduced to the minimum levels and the user will be given the most accurate information. In addition to the integrated Navigation System, a Lane Tracking System will be designed. This system will provide lane information to the user and warn the user in case of lane violation. In this way, it is aimed to prevent accidents caused by lane violations.
Keywords: Inertial Navigation System, Global Positioning System, Line Keeping, Vehicle Navigation

GİRİŞ

Bu çalışmada ; kara araçlarında kullanılmak üzere bir seyir bilgisayarı tasarlanmış ve prototip olarak geliştirilmiştir. Bu kapsamda kara araçlarında sürücünün ihtiyaç duyduğu çeşitli gereksinimler üzerinde çalışılmıştır. Araç Seyir Bilgisayarının ihtiyaç duyduğu konum bilgisi ile aracın otomasyonunu üst düzeye çıkaran Şerit Takibi en temel gereksinimlerdir.

Konum bilgilerinin elde edilmesinde Küresel Navigasyon ve Ataletsel Navigasyon Sistemleri en başta gelen sistemlerdir [1-6]. Küresel Konumlama Sistemi kullanımı ile bir aracın anlık yükseklik, konum ve hız verisine ulaşabilmektedir. Ancak, küresel konumlama sistemlerinin elektronik karıştırmaya maruz kalarak uydu bağlantısının sağlanamadığı durumlarda Ataletsel Navigasyon Sistemleri kullanılabilmektedir. Ataletsel Navigasyon Sistemleri herhangi bir dış kaynağa ihtiyaç duymadan çalışabilmekte, elektronik karıştırma

altında da görev yapmaya devam edebilmektedir. Bu özellikleri ile askeri uygulamalarda, Ataletsel Navigasyon sistemleri sıklıkla kullanılan seyrüsefer sistemleridir [7-12]. Belirtilen avantajların yanında, bu sistemlerde kullanılan ataletsel ivme ve dönü ölçer sensörlerinin, çok küçük bile olsa, ölçüm hatası olabilmektedir. Bu küçük hatalar zamanla doğru orantılı olarak büyümektedir. Bu nedenle de ataletsel seyrüsefer sistemlerinin uzun süreli kullanımı verimsiz olmaktadır [13]. Diğer bir dezavantaj ise; ataletsel seyrüsefer sistemlerinin çalışmaya başlaması için ilk konum ve yönelim bilgilerine ihtiyaç duymalarıdır. Ancak, önemli bir dezavantaj olan hata birikmesi çeşitli filtreler ve kestirim algoritmaları kullanılarak en aza indirilebilmektedir. Bunların en başında Kalman filtresi gelmektedir. Kalman Filtresi; bulunulan andaki konum verisine ulaşmak için, önceki konum verilerini ağırlıklandırıp, istatistiksel yöntemler ile anlık konum verisini tahmin etmektedir. Bu özellik sayesinde Ataletsel Sistemler ile Küresel Konumlama Sistemleri arasındaki bütünleştirme Kalman filtresi ile sağlanarak, Küresel Konumlama Sistemleri ve Ataletsel Navigasyon Sistemlerinin mevcut dezavantajları en aza indirilmektedir [14-20].

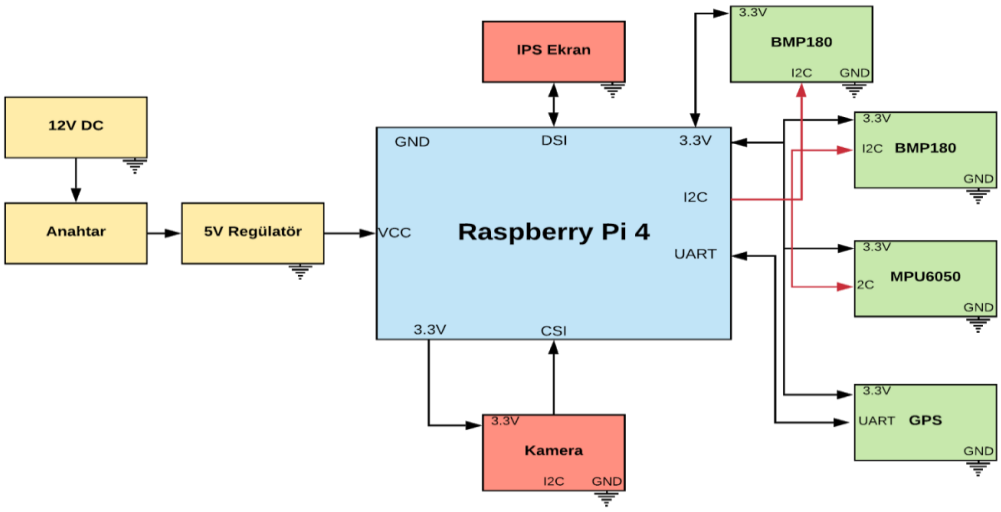
Kara araçlarında araç sürücüsünün dikkatsizliğinden kaynaklanan şerit ihlalleri olabilmektedir. Bu ihlal sonucunda kazalar yaşanmaktadır. Şerit takip sistemleri bu gibi durumlarda araç sürücüsüne bir uyarı sinyali göndererek, sürücüye bilgi verip kazaların önlenmesini sağlamaktadır. Bu çalışma kapsamında Bütünleşik seyrüsefer sistemi ile Şerit takip sistemi tasarlanmış ve gerçeklenmiştir.

Bütünleşik seyrüsefer sistem**i** kapsamında, dış kaynaklardan bağımsız olarak ölçüm yapma yeteneğine sahip ataletsel sensörler olan ivmeölçer ve GYRO verilerini kullanarak konum, hız ve yönelim hesaplamaları yapılmıştır. IMU (Inertial Measurement Unit) sensör ve ilk değer hatalarından kaynaklanan ve zamanla artan hatalar, GPS verileri ile bütünleştirilerek en aza indirilmiştir. Bütünleştirme işlemi, sistem için tasarlanan, Kalman Filtresi ile gerçekleştirilmiştir.

Şerit takip sistemi kapsamında, araç kamerasından alınan görüntü işlenerek yol boyunca şeritler tespit edilmiştir. Herhangi bir şerit ihlali durumunda araç sürücüsüne uyarı verilmiştir.

MATERYAL VE METOD

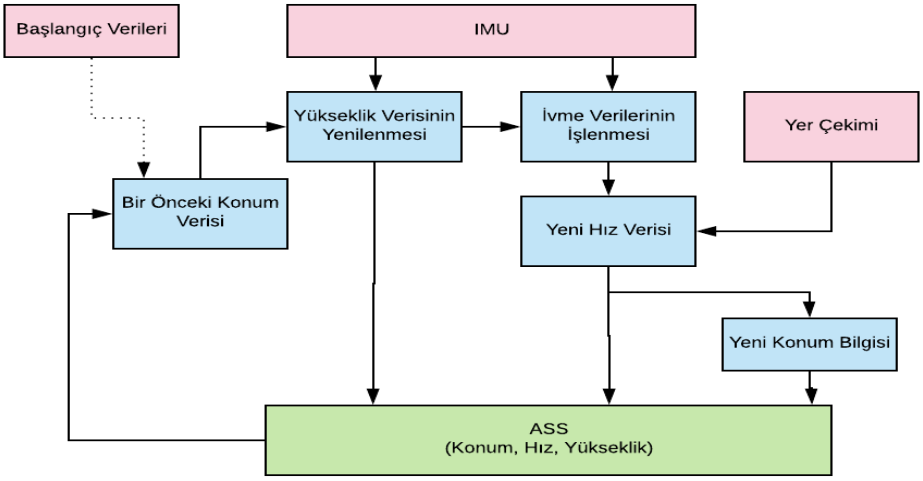
Araç Seyir Bilgisayarı projesinde Raspberry Pi 4 tek kartlı bilgisayar kullanılarak Şekil.1'de gösterilen sensörlerden ve kameradan gelen bilgiler QtCreator ortamında Python programlama dili ile işlenerek kullanıcıya sunulmuştur. Projede sensör olarak BMP180 (Basınç ve sıcaklık sensörü) , MPU6050 (İvme ve gyro sensörü) ve GPS sensörü, kamera olarak Raspberry Pi Kızılötesi Kamera Modülü V2 kullanılmıştır. Elde edilen çıktılar kullanıcıya Dokunmatik Ekran vasıtasıyla sunulmuştur. Sistemin Blok Diyagramı Şekil.1 'de gösterilmektedir.



Şekil 1 : Sistem Blok Şeması

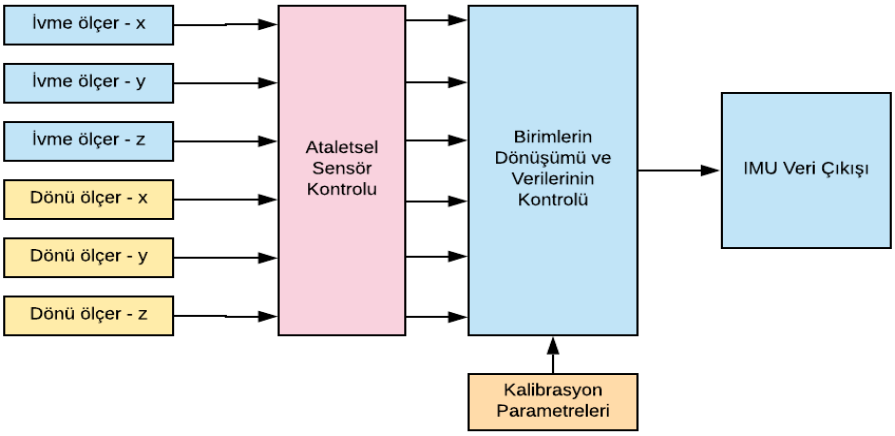
Bütünleşik Seyrüsefer Sistemi

Ataletsel Seyrüsefer Sistemlerinin (ASS) uzun süreçteki dezavantajlarını en aza indirmek için Bütünleşik Seyrüsefer Sistemi (BSS) oluşturulmuştur. Ataletsel Seyrüsefer Sistemi, IMU sensör, barometriksensör (yükseklik), manyetik sensör (yön), Global Position System (GPS) verisi ve Navigasyon algoritmaları (Vincenty formula) ile desteklenmiştir. ASS , IMU mimari yapıları sırasıyla Şekil 2-3 ile verilmektedir. Sistemler arasındaki bütünleştirme, Kalman Filtre (Şekil 2.7) tekniği ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2 : Ataletsel Seyrüsefer Sistemi Blok Şeması

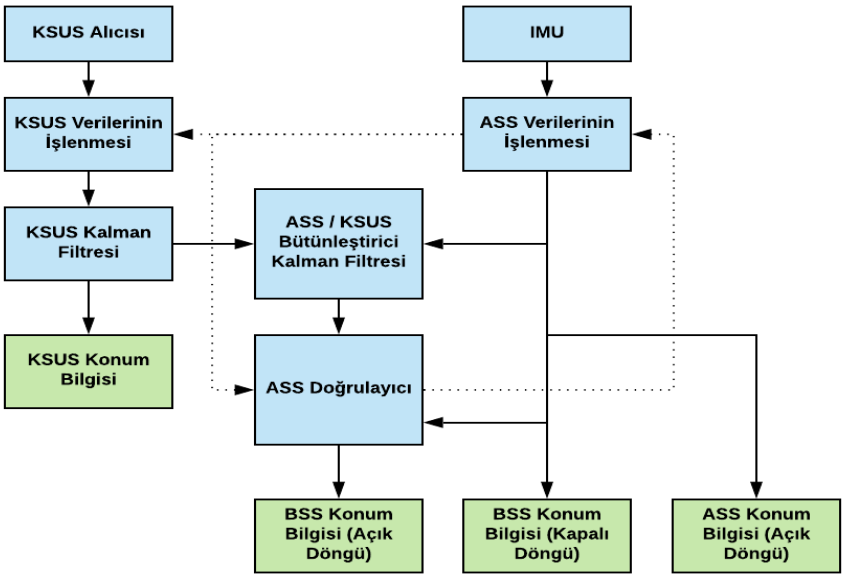
Yükseklik ölçümü sayısal barometrik sensör ile yapılmıştır. Atmosferik basınç kullanılarak yükseklik verisi elde edilmiştir. Yön bilgisi de manyetik sensör ile elde edilmiştir. Ancak, manyetik yön bilgimiz, gerçek kutup ve manyetik kutup arasındaki, zaman ve konum verisine göre değişen, bir sapmaya sahiptir. Magnetic Declination algoritması ve her 5 yılda bir yayınlanan World Magnetic Model kullanılarak sapma hesabı yapılmıştır.



Şekil 3 : IMU Sensör Blok Şeması

Yazılım geliştirme sürecinde Yazılım Modeli olarak "V-Model" kullanılmıştır. Tüm gereksinimler kesin olarak belirlendiği için "V-Model" yazılım geliştirme sürecine en uygun yazılım geliştirme modelidir.

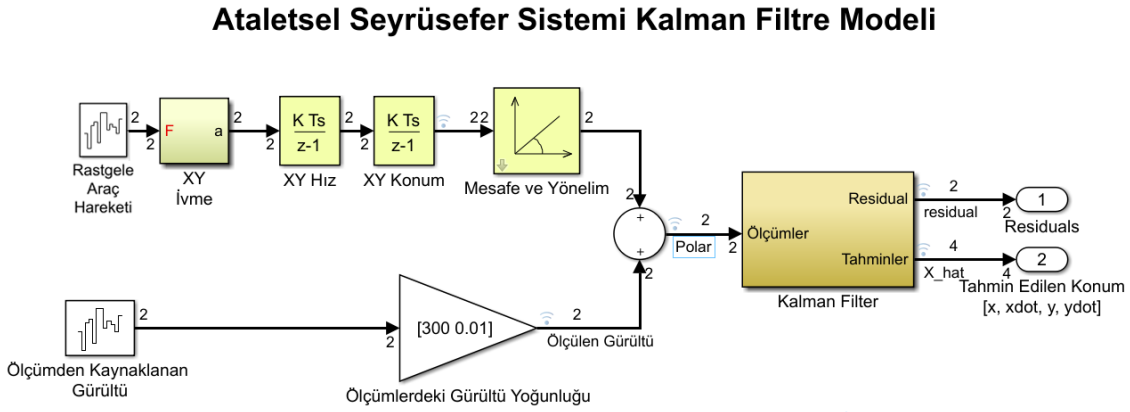
Bütünleşik Seyrüsefer Sistemi (BSS) ; Küresel Seyrüsefer Uydu Sistemi (KSUS) ve Ataletsel Seyrüsefer sisteminin bütünleştirilmesi sonucu oluşmuştur. BSS mimari yapısı Şekil 4 ile verilmektedir.



Şekil 4 : Bütünleşik Seyrüsefer Sistemi Blok Şeması

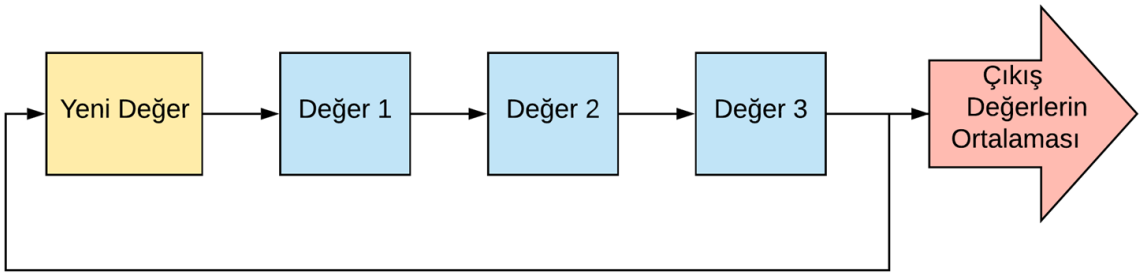
Ataletsel Seyrüsefer Sisteminin zamanla artan hatalarını azaltmak için oluşturulan Bütünleşik Seyrüsefer Sisteminde, IMU sensöründen elde edilen verilerin zamanla artacak olan hatalarını en aza indirmek için Küresel Seyrüsefer Uydu Sistemi haricinde ilave olarak bütünleştirme işlemi için Kalman Filtre kullanılmıştır. Kalman Filtre sistemdeki geçmiş verileri kullanarak durum değişkeninin bir sonraki değerinin tahmin edilmesini sağlayan güçlü bir kestirim algoritmasıdır. Kalman Filtre sayesinde IMU vasıtasıyla alınan veriler kullanılarak ASS'de zamanla artan hatalar en aza indirilebilmektedir.

Bu çalışmada Şekil 5 ile blok diyagramı verilen Kalman Filtre Modeli kullanılmıştır.



Şekil 5 : Kalman Filtre Modeli

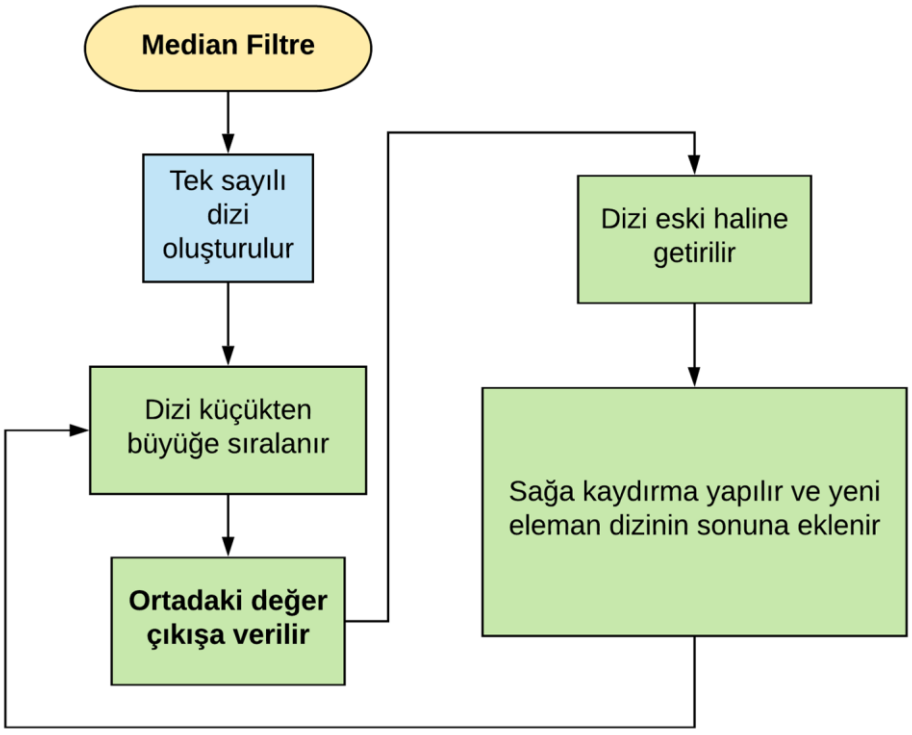
Kazancın 0.5 olması durumda Kalman Filtre ortalama alan basit bir filtre olacaktır. Bu işlemi aynı şekilde hareketli ortalamalar filtresi (Moving Average Filter) de gerçekleştirmektedir. Kalman filtre öncesi verilerin hareketli ortalamalar filtresi ile süzülmesi çok yaygındır.



Şekil 6 : Hareketli Ortalamalar Filtresi Blok Şeması

Hareketli Ortalamalar Filtresi Şekil 6'de görüleceği gibi devamlı ortalama alan bir filtredir. Sensörden okunan her yeni değer belirlenen bir sayı kadar bir önceki değerler ile beraber ortalama işlemine girer ve bu ortalama sensörün anlık çıkış verisi gibi kullanılır. Böylece sensörden anlık oluşan hata oranı yüksek ve istenmeyen verilerin etkisi, bir önceki güvenilir verilerin ortalaması sayesinde, anlık olarak hafifletilmiş olur. Böylece anlık düşüş ve yükselmelerin beklenen mi yoksa hata sonucumu oluştuğu anlaşılmış olur. Eğer düşüş ya da artış devamlı tekrar ediyor ise sensör gerçekten doğru değerler üretmektedir ve bu değerler ortalamaya etki edecektir. Ancak, istenmeyen anlık tek bir düşüş ya da yükseliş var ise bu filtre sayesinde süzülecek ve sisteme etkisi en aza indirilecektir. Hareketli Ortalamalar Filtresinin avantajları yanında birde gecikme dezavantajı vardır. Kalman filtresi minimum gecikme ile çalışır iken Hareketli Ortalamalar Filtresi seçmiş olduğumuz filtre eleman sayısına göre bir gecikme yaratacaktır. Gecikme ve verilerin doğruluğuna göre filtre boyutu ayarlanmalıdır.

Sensör çıkışlarındaki verilerin gürültülerden arındırılması için kullandığımız diğer bir filtre Ortanca Filtredir (Median Filter). Hareketli Ortalamalar Filtresi ile benzer bir yapıya sahiptir. Amaç anlık düşüş ve yükselişleri filtrelemektir.



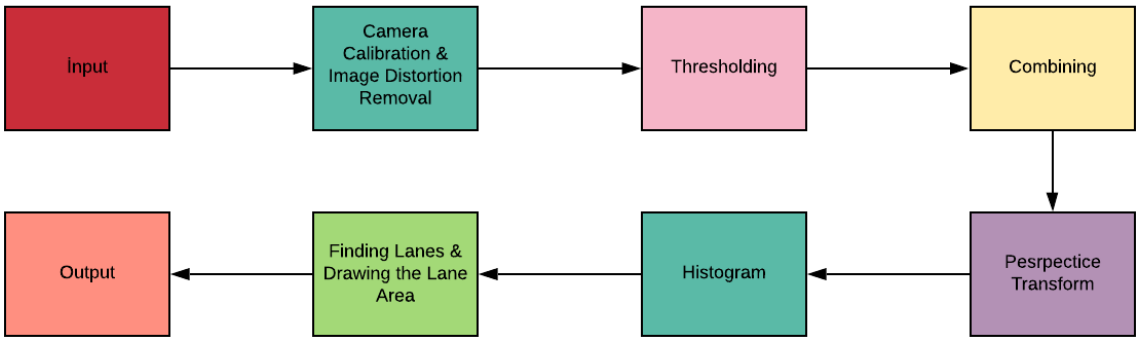
Şekil 7 : Median Filtre Blok Şeması

Şekil 7'de Ortanca Filtrenin çalışma mantığı görülmektedir. Belirli bir kuyruk yapısında sensörden alınan veriler öncelikle sıraya dizilirler ve çıkış olarak bu değerlerin ortancası verilir. Daha sonra veriler ilk hallerinde yeniden sıralanırlar. Hareketli ortalamalar filtresinden farklı olarak çıkış zaten sensörün üretmiş olduğu bir veridir, ortalama değildir. Ortanca filtre sayesinde çok büyük düşüş ve çıkışlar asla ortanca olamayacakları için sensör verileri bu istenmeyen verilerden arındırılmış olur.

Yazılım geliştirme sürecinde yukarıda belirtilmiş olan tüm algoritmalar kodlanmıştır.

Şerit Takip Sistemi

Projenin şerit takip sistemi kısmında görüntü işleme teknikleri kullanılmıştır. Görüntü işleme, bir görüntüyü elde etmek ya da elimizde bulunan görüntüden istenilen bilgileri çıkarmak için çeşitli algoritmalar vasıtasıyla görüntü üzerinde gerçekleştirilen işlemler bütünüdür. Görüntü işlemede 3 temel adım bulunmaktadır. İlk olarak işlenmek istenen görüntü çalışma ortamına aktarılır. İkinci olarak alınan bu görüntü analiz edilerek üzerinde istenilen işlemler yapılır. Son olarak analiz ve işlem sonucu raporlanır. Projemizde görüntü işlemek için Python dilinin bizlere sunmuş olduğu iki kütüphanenin kullanılması hedeflenmiştir. Bunlar OpenCV ve Numpy kütüphanesidir. OpenCV gerçek zamanlı görüntü işlemede kullanılan programlama fonksiyonlarını içeren açık kaynak kodlu bir kütüphanedir. OpenCV kütüphanesinin içerisinde görüntü işleme ve makine öğrenmesi kapsamında birçok algoritma bulunmaktadır. Bu algoritmalar ile yüz tanıma, hareket tespiti, metin tanıma, plaka tanıma gibi birçok işlem yapılabilmektedir. Numpy kütüphanesi ise bilimsel hesaplamalar için kullanılan bir pakettir. Çok boyutlu diziler ve matrisler üzerinde hızlı işlemler yapabilmek için kullanılır. Görüntünün de aslında bir matris olduğu bilindiğinden bu kütüphaneyi kullanmamız bize fayda sağlamaktadır. Bu iki kütüphane kullanılarak projede şerit takip sistemi uygulamasının yapılması hedeflenmektedir. Şerit takip sistemi diyagramı Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 8 : Şerit Takip Sistemi Şeması

Sensör Alt Sistemi

Proje kapsamında gerek Bütünleşik Navigasyon Sistemi'ni tasarlamak gerekse Şerit Takip Sistemi'ni tasarlamak için çeşitli sensörlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sensörlerin listesi, kullanılan sensörlerin çeşitleri ve hangi görevlerde kullanıldıkları Tablo-1'de görülmektedir.

Tablo 1. Sensör Tanımları

Sensör Adı	**Modeli**	**Kullanım Amacı**
GPS	Adafruit Ultimate GPS	Aracın konum bilgisinin elde edilmesi
Basınç, Sıcaklık	BMP180	Yükseklik bilgisi hesaplamak için gerekli basınç değeri ve ortam sıcaklığının ölçümü
Pusula	HMC5883L/QMC5883L	Aracın yön bilgisinin ölçümü
İvme ve Gyro	MPU 6050	Aracın ivme ve yön bilgilerinin elde edilmesi
Kamera	Raspberry Pi Kızılötesi Kamera Modülü V2	Seyir kayıt ve şerit takip sistemi için gerekli görüntünün elde edilmesi

Bu sensörler proje kapsamında tasarlanmış sistemlerin girdilerini oluşturacaktır. GPS, basınç, sıcaklık, pusula, ivme ve gyro sensörleri ile sistemin entegre edileceği kara aracının hız, konum, yön, yükseklik, sıcaklık ve basınç değerleri elde edilerek Bütünleşik Navigasyon Sistemi için gerekli olan girdiler oluşturulur. Bu veriler çeşitli algoritmalar ile birleştirilerek tasarlanmış sistemin kullanıcı arayüzü ile sunulmuştur. Sistemin sahip olacağı kamera ile de Şerit Takip Sistemi için gerekli kamera görüntüsü sisteme aktarılmaktadır. Ardından bu görüntüler Şerit Takip Sistemi bölümünde açıklanan çeşitli görüntü işleme teknikleri ile işlenerek kullanıcıya şerit bilgisi sağlanmaktadır. Sistem ayrıca bu görüntüleri belirli bir süre için kayıt altına alarak kullanıcının bu görüntülere ulaşmasına imkân sağlayacaktır.

Güç Alt Sistemi

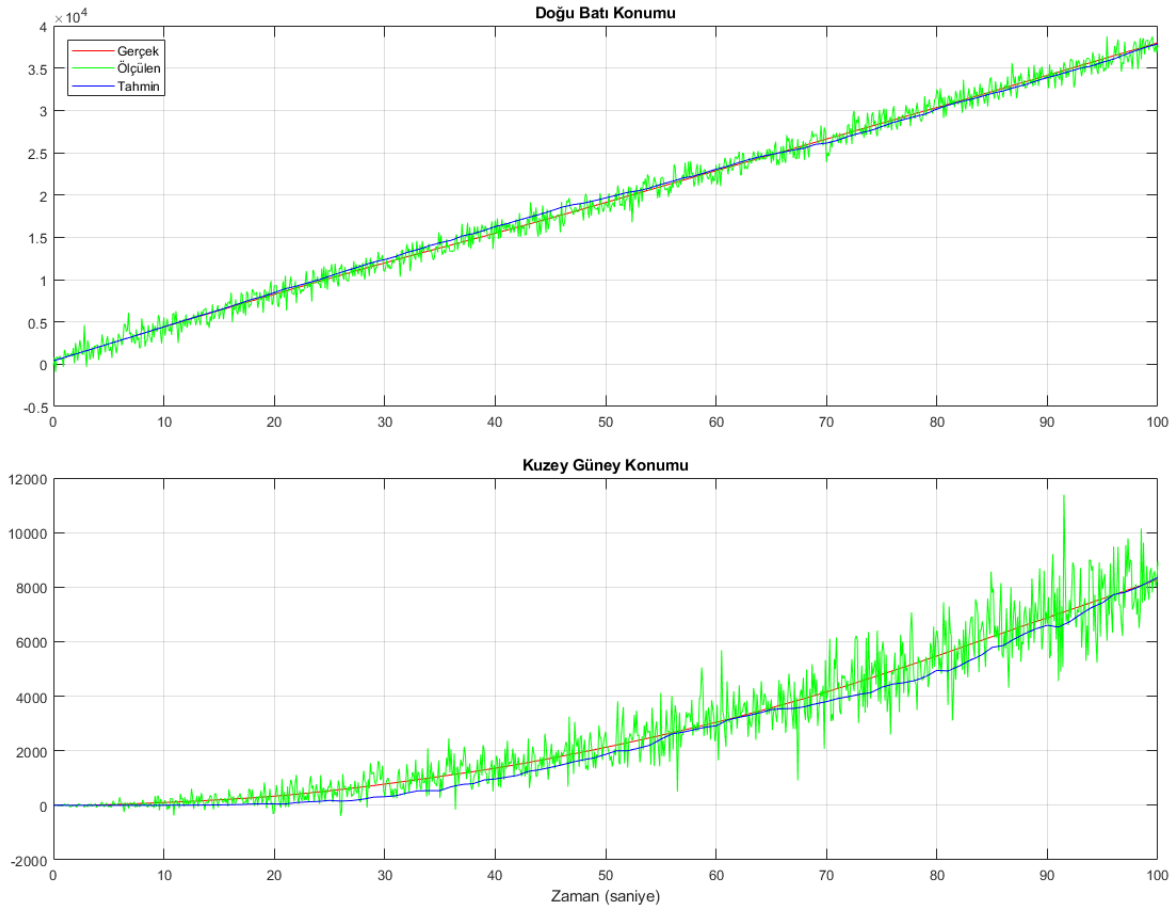
Güç Alt Sistemi, Araç Seyir Bilgisayarı Projesi'nin tüm güç işlemlerinin kontrol edildiği sistemdir. Bu sistem projenin entegre edileceği kara aracından alınan DC giriş beslemesi ile sisteme gerekli güc sağlanmaktadır. Ardından gelen anahtar ile kullanıcıya sistemin açık ya da kapalı durumda kalması imkânı sunulmaktadır. Anahtar kapalı durumda iken sistemin çalışması için gerekli güç sisteme aktarılmaktadır. Proje kapsamında kullanılan tüm sensör, kullanıcı-sistem arayüz ekranı ve tek kartlı bilgisayarın ne kadar güç tüketeceği hesaplanmıştır (Tablo 2) .

Tablo 2 : Güç Bütçesi

Donanımlar	Güç Tüketimi (W)
Adafruit Ultimate GPS	0,066000
BMP180	0,000165
HMC5883L/QMC5883L	0,000330
MPU 6050	0,012870
Raspberry Pi-4	15,000000
Raspberry Pi Kızılötesi Kamera Modülü V2	9,000000
IPS Ekran	5,000000
Toplam Güç Bütçesi	29,079365

BULGULAR ve TARTIŞMA

Model (Şekil-9) Simulink ortamında tasarlanmıştır. Simulink kendi içerisinde Hazır Kalman Filtre blokları kullanılarak tasarlanabileceği gibi "Matlab Function" özelliği sayesinde bu çalışma kapsamında geliştirdiğimiz filtre kodları da kullanılmıştır. Kullandığımız modelde uygun Q ve R değerleri kullanılarak revize edilmiş Kalman Filtre algoritması modelde denenerek Şekil-9'da gösterilen konum verileri elde edilmiştir.

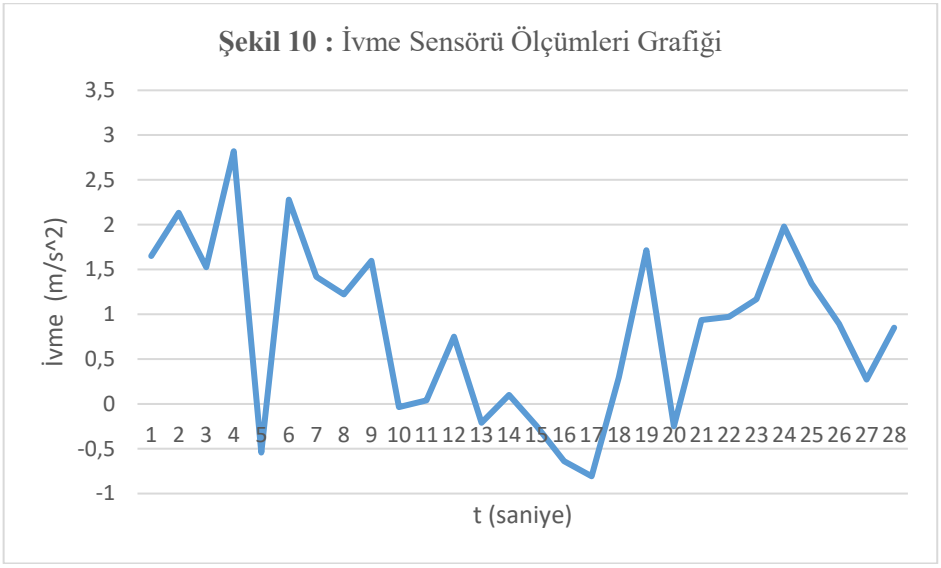


Şekil 9 : Ataletsel Seyrüsefer Sistemi Kalman Filtre Modeli Konum Grafiği

Şekil 9'da görüldüğü gibi gürültüye rağmen konum için yapılan tahminler gerçek verilere çok yakındır. Böylece tasarlanan Kalman Filtre algoritmasının sisteme uygun olduğu görülmektedir.

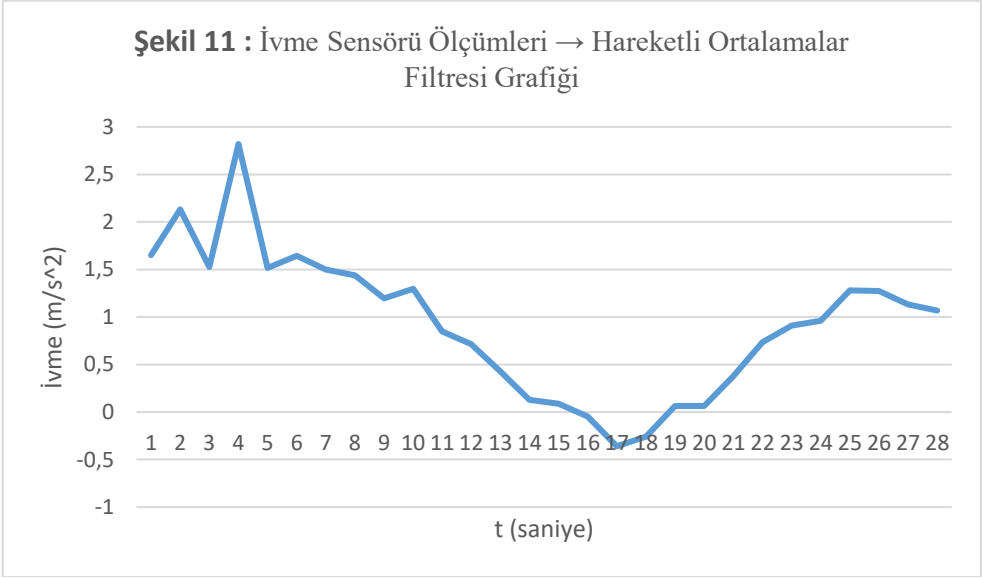
Seyrüsefer Sistemi

Bütünleşik Seyrüsefer Sistemi için yapılmış olan test sonuçları Şekil-10'da gösterilmektedir.



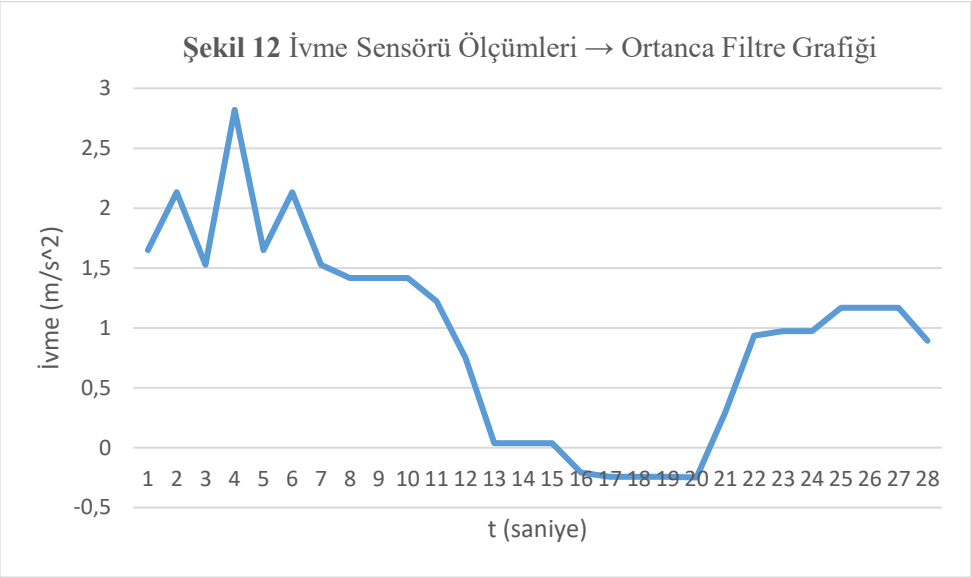
Şekil 10 : İvme Sensörü Ölçümleri Grafiği

Şekil-10'daki veriler MPU6050 sensöründen elde edilen araç yönündeki ivme verileridir. Bu veriler hareketli ortalamalar filtresinden geçirildikten sonra Şekil 11'deki veriler elde edilmiştir.

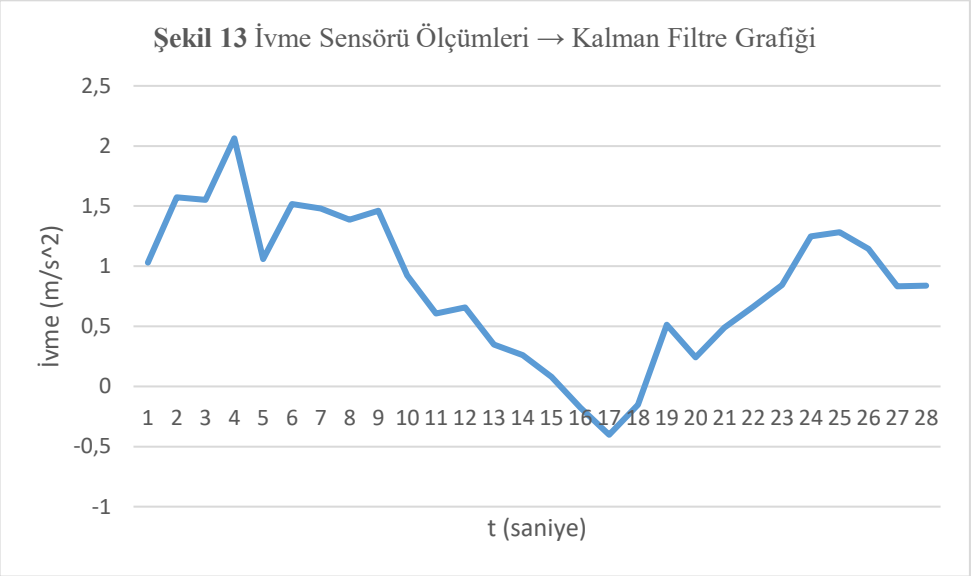


Şekil 11 : İvme Sensörü Ölçümleri → Hareketli Ortalamalar Filtresi Grafiği

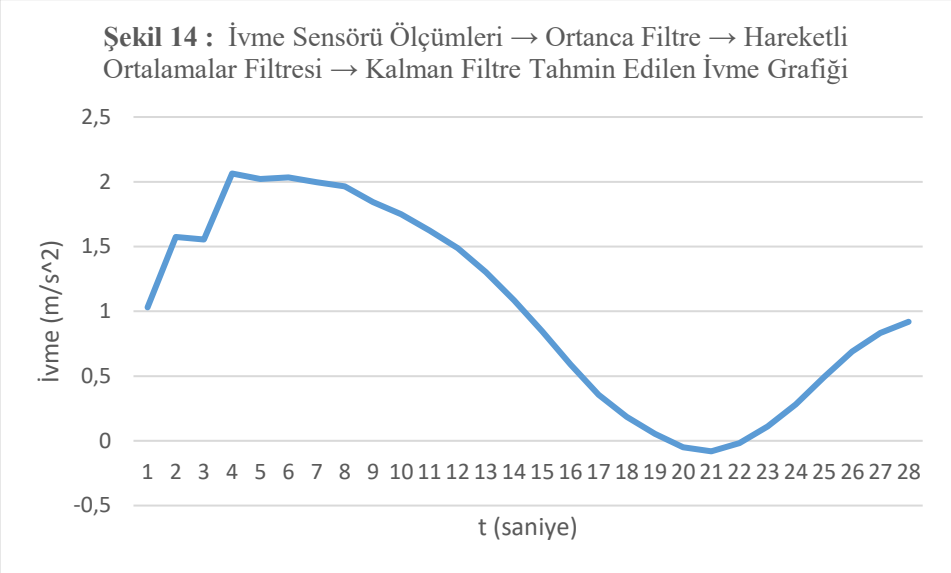
Şekil 11'de görüldüğü gibi filtre anlık büyük değişimlere izin vermemektedir. Ortalamanın değişim değerine yansıması da gözlenmektedir.



Şekil 12 ile gösterilen veriler ortanca filtre ile elde edilmiştir. Beklendiği gibi hareketli ortalamalar filtrelerinden farklı olarak anlık veriler direk olarak sensör verileri ile aynıdır ancak büyük değişimler yine filtrelenmiştir.

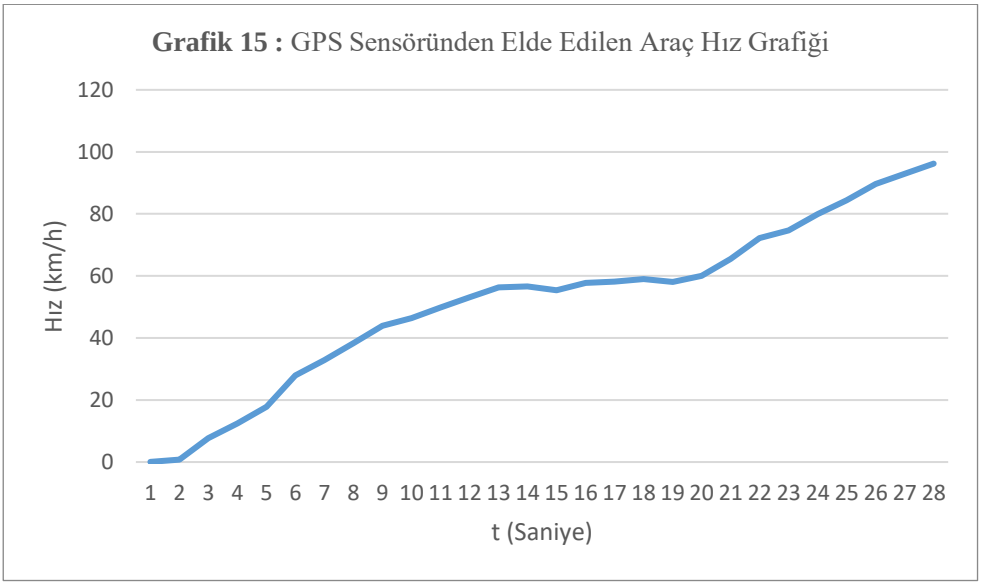


MPU6050 sensör verileri Kalman Filtresinden geçirildikten sonra elde edilen değerler Şekil 13'de gösterilmektedir. Bu verileri Şekil 11 ile karşılaştırdığımızda benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Ayrıca hız grafiklerinde karşılaştırma daha ayrıntılı yapılmıştır.



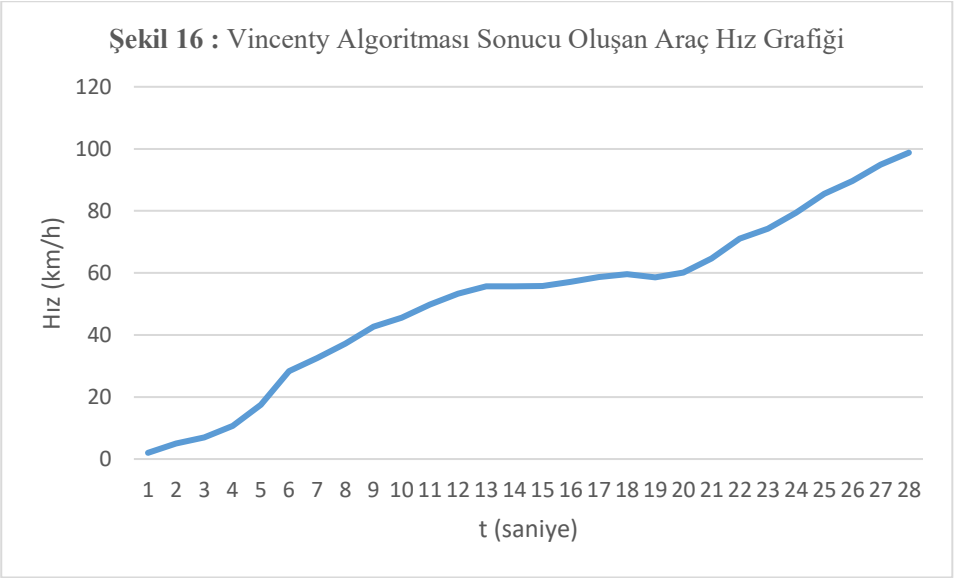
Şekil 14 : İvme Sensörü Ölçümleri → Ortanca Filtre → Hareketli Ortalamalar Filtresi → Kalman Filtre Tahmin Edilen İvme Grafiği

Filtrelerin ard arda uygulanması sonucu Şekil 14'deki grafik elde edilmiştir. Öncelikle sensör verileri Ortanca filtreden geçirilmiştir. Daha sonra ortanca filtre sonuçları hareketli ortalamalar filtresinden geçirilmiş ve bu veriler Kalman Filtresi için kullanılmıştır. Görüldüğü gibi keskin değişimleri olmayan bir grafik elde edilmiştir. Ortaya keskin değişimlerin olmadığı bir grafik çıkmıştır. INS konum ve hız hesaplamaları Şekil 14'de gösterilen verilere göre yapılmıştır.

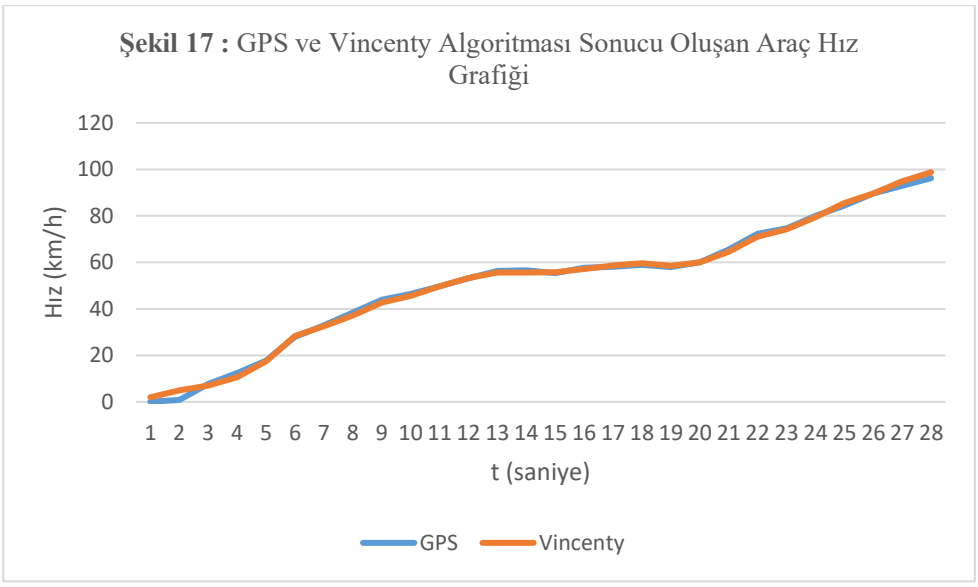


Grafik 15 : GPS Sensöründen Elde Edilen Araç Hız Grafiği

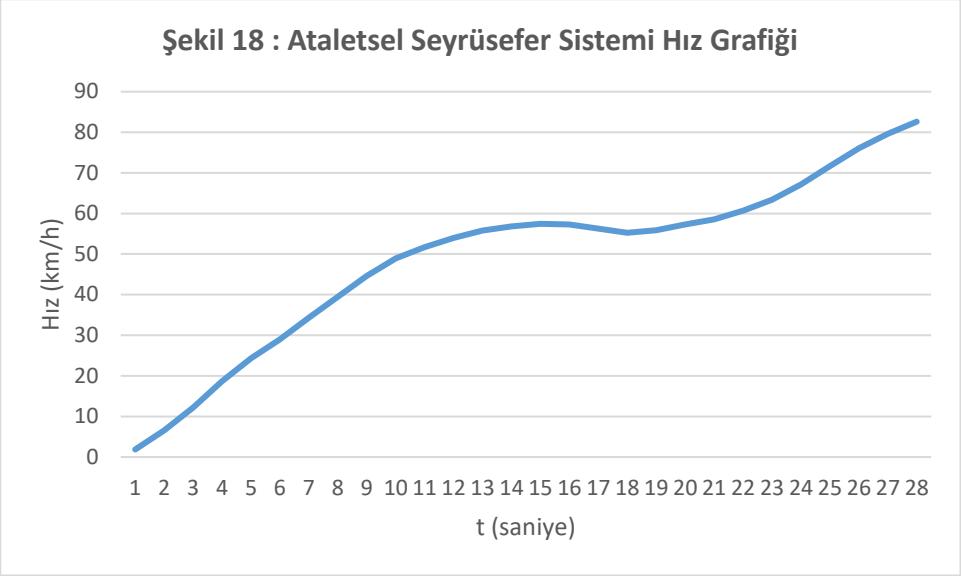
Aracın gerçek hız verisi GPS sensöründen elde edilen hız verisi ile uyuşmaktadır. Sistemin verilerinin doğruluğu için Şekil 15'de elde edilen GPS hız verileri kullanılmıştır.



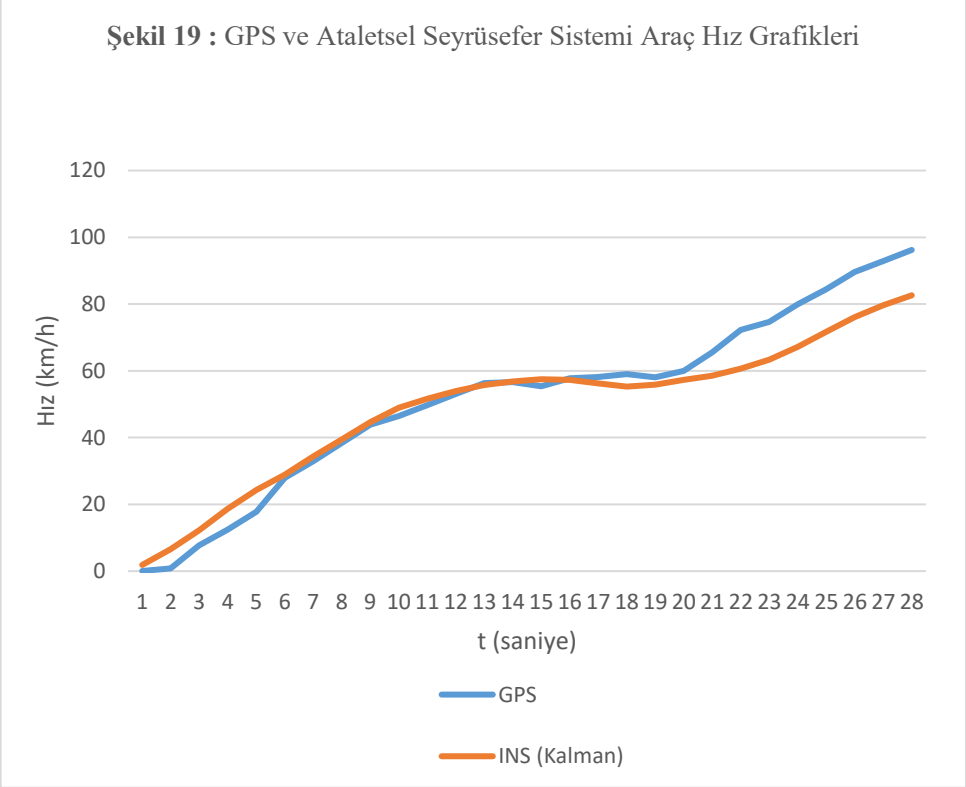
Vincenty algoritması ile iki konum arasındaki uzaklık ve geçen süreden faydalanarak ulaşmak bu çalışmanın amaçlarından biri olarak seçilmiştir. Vincenty algoritması ile hesaplanan hız verileri Şekil 16 ile verilmektedir. Bu veriler ile araç hız verilerinin (Şekil 17) çok yakın olduğu görülmektedir.



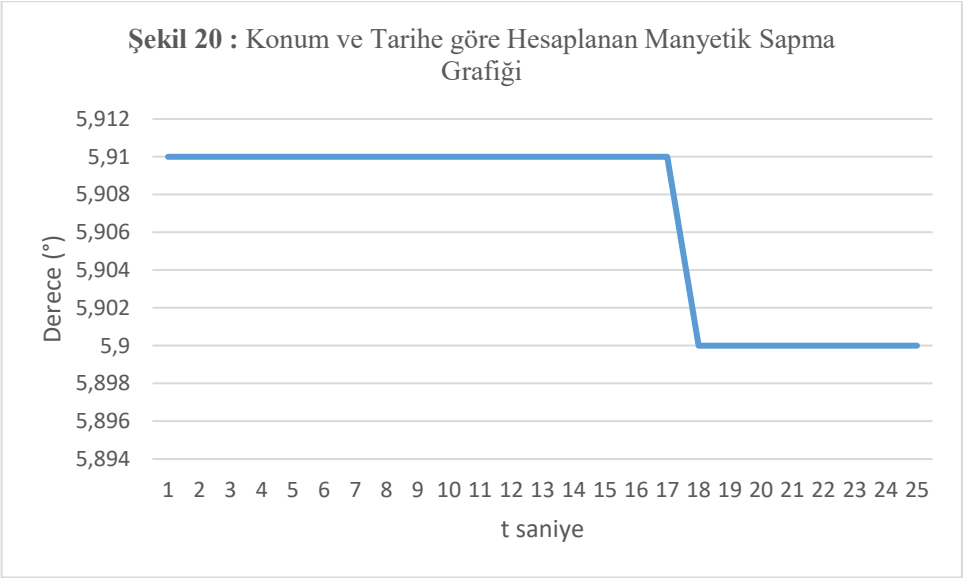
Ataletsel Seyrüsefer Sistemi kapsamında da hız verilerinin Kalman Filtre tahminlerine göre hesaplanmış hali Şekil 18'de görülmektedir.



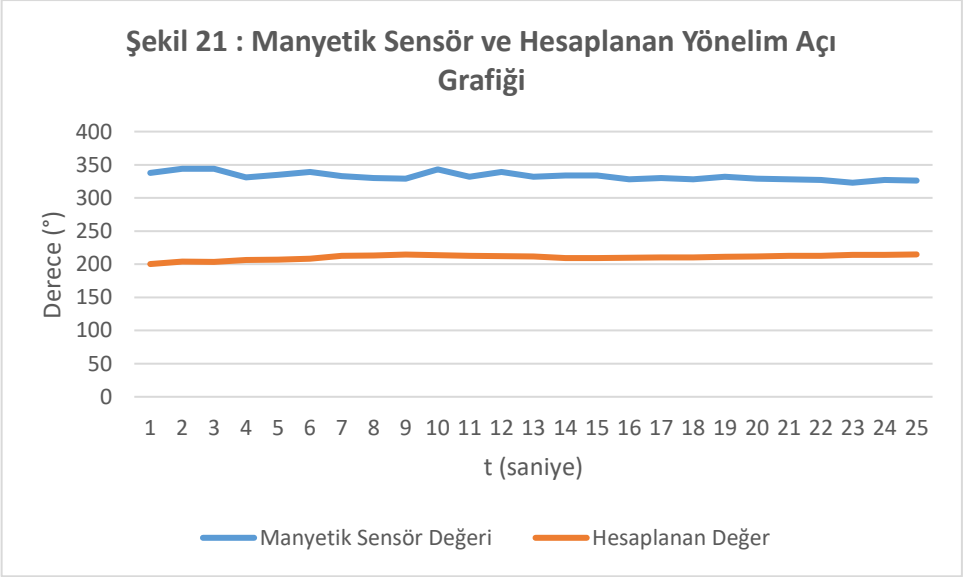
Ataletsel Seyrüsefer Sistemi Hız verilerinin araç hız verileri ile karşılaştırılması Şekil 19'da görülmektedir. Beklendiği gibi hız verileri zamanla gerçek hız verisinden uzaklaşmaya başlamıştır.



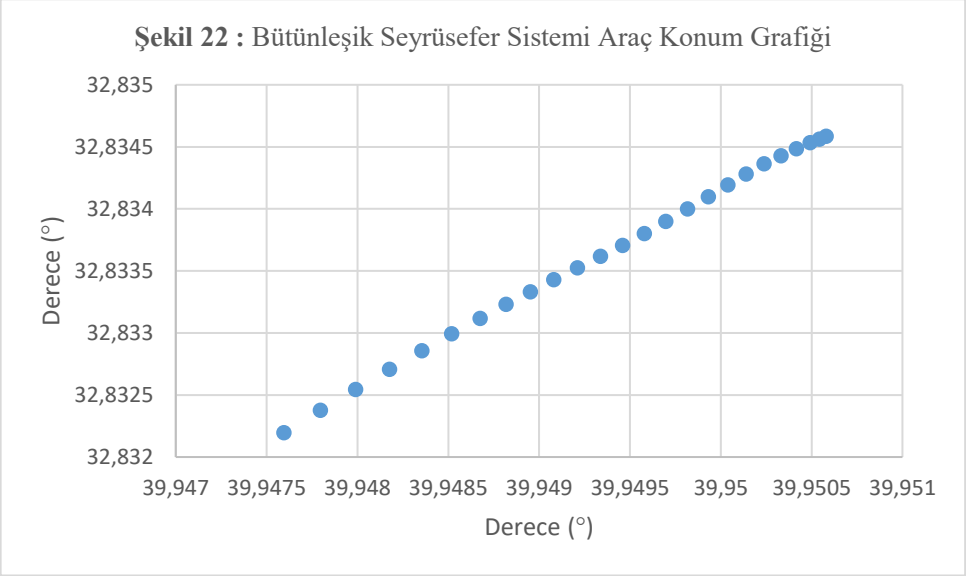
Aracın hesaplanan hız verilerine göre konum tespitinin yapılabilmesi için aracın yönelim bilgisinin hesaplanması gerekmektedir. Yönelim bilgisinden önce konum ve tarihe göre değişen manyetik sapma hesabının yapılması gerekmektedir. Manyetik sapma hesapları Şekil 20'de görülmektedir.



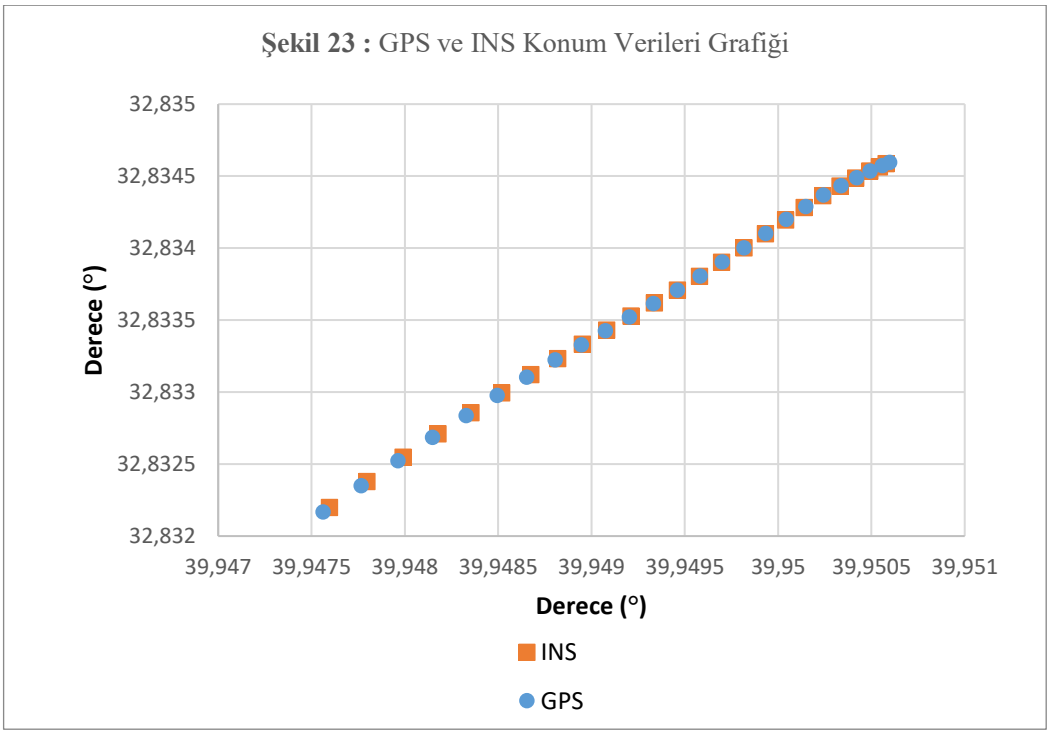
Aracın yönelim bilgisi HMC5883 pusula sensörü ile sağlanmaktadır. Ancak yapılan testlerde sensörün araç içindeki elektronik cihazlardan aşırı şekilde etkilendiği test edilmiştir. Gerçek yönelim bilgilerine Vincenty Direct Algoritması kullanılarak GPS verilerinden ulaşılmıştır. Ayrıca ulaşılan veriler Google Maps aracılığı ile kontrol edilmiştir. Aradaki fark Şekil 21'de görülmektedir.



Hesaplanan yönelim bilgilerine göre hesaplanan Bütünleştirilmiş Seyrüsefer Sistemi konum bilgileri Şekil 22'de görülmektedir.



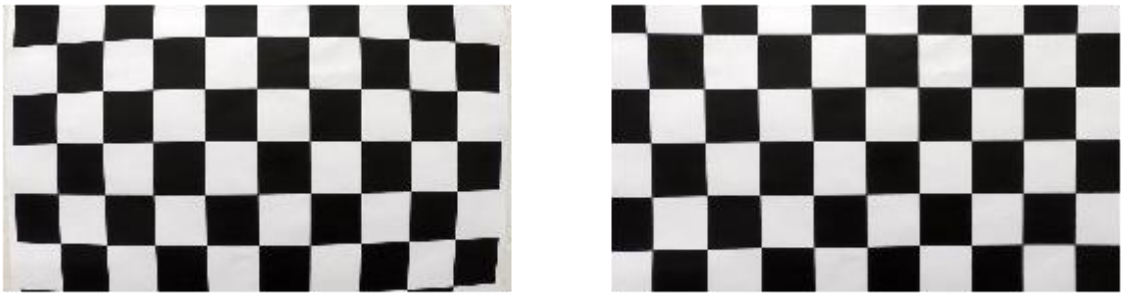
Bütünleşik Seyrüsefer Sisteminde (INS) Araç konum bilgilerinin GPS verileri ile birlikte karşılaştırılmış hali Şekil 23'de görülmektedir. GPS verileri ve INS verilerinden aracın yönelim verilerinin doğru olduğu da görülmektedir.



Şerit Takip Sistemi

Öncelikle kalibrasyon matrisini ve yolun görüntüsü için kullanılan kamera için bozulma katsayılarını bulmak gerekmektedir. Kamera merceklerinin dışbükey şekli, ışık ışınlarını iğne deliğine girerken eğerek gerçek görüntüde bozulmalara neden olduğundan bu işlem gereklidir. Bu nedenle, gerçek dünyadaki doğru olan çizgiler kamera ile elde edilen görüntülerde artık olmayabilir.

Dönüşüm matrisi ve bozulma katsayılarını hesaplamak için, aynı kamera tarafından çekilen düz bir yüzey üzerinde bir satranç tahtasının birden fazla resmi kullanılır. OpenCV yazılım paketi, siyah ve beyaz karelerin kesiştiği ve distorsiyon matrisini bu şekilde tersine çevirdiği noktaları belirleyen findChessboardCorners adlı kullanışlı bir yönteme sahiptir. Şekil 24'de bu yönteme ait örnek gösterilmiştir.



Şekil 24 : Kamera Kalibrasyonu

Çizgileri daha iyi tespit etmek ve daha sonra sol ve sağ şeritleri en iyi tanımlayan polinomu bulmayı kolaylaştırmak için renk ve kenar eşiği uygulanır. Uygulanan bu işlemden sonra görüntünün istenilen bölümleri seçilerek Şekil 25'deki kuşbakışı görüntü elde edilir.



Şekil 25 : Kuşbakışı görüntü

Daha sonra, piksel eşiklerinin en yüksek olduğu x konumlarını tanımlamak için ikili eşikli görüntüleri histogramı görüntünün alt yarısında y yönünde hesaplatılır. Şerit çizgisi üretme olasılığı en yüksek olan piksellerin (görüntünün altından) başlangıç x konumu bilindiğinden, şerit çizgilerinin piksel koordinatlarını "yakalamak" amacıyla kayan bir pencere araması gerçekleştirilir. O zamandan itibaren, sol ve sağ şerit çizgilerine en iyi uyan eğrilerin katsayılarını bulmak için numpy'nin polyfit'i aracılığıyla ikinci derece bir polinom hesaplatılır. Algoritmayı geliştirmenin bir yolu, t-1 karesi için önceden hesaplanan katsayıları kaydetmek ve bu katsayılardan şerit piksellerini bulmaya çalışmaktır. Ancak, yeterli şerit çizgisi pikseli bulunmadığında (toplam sıfır olmayan piksellerin% 85'inden az), şeridin etrafına daha iyi eğriler yerleştirme şansını iyileştirmek için kayan pencereler aramasına geri dönülür. Bu işlemler gerçek zamanlı olarak yapılıp, kameradan alınan görüntüdeki şeritler tespit edilir. Yazılımın çıkış görüntüsü Şekil 26'da gösterilmektedir.



Şekil 26 : Çıkış Görüntüsü

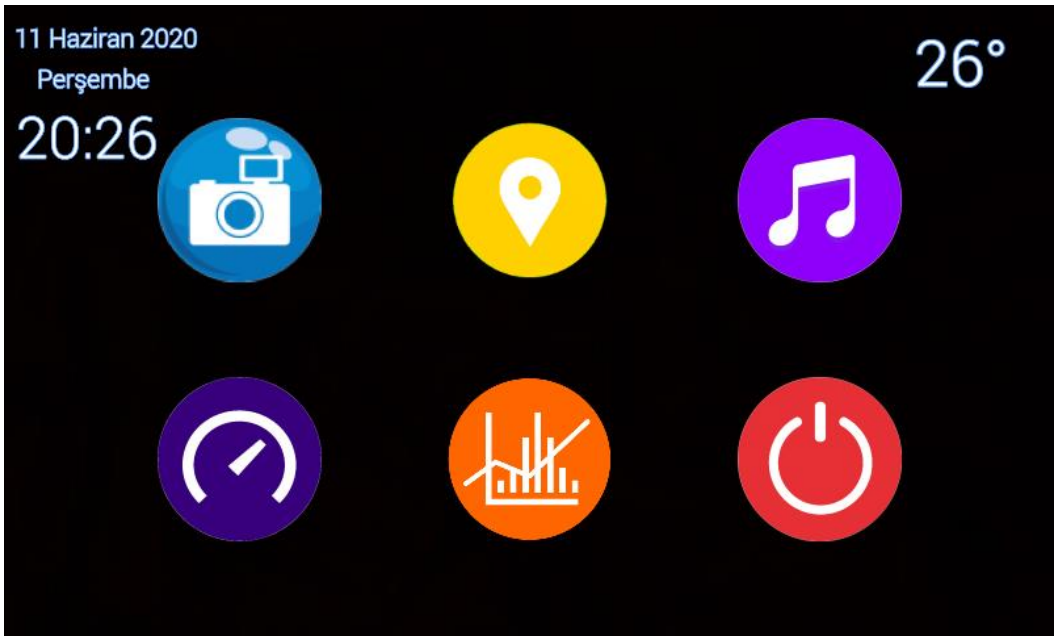
Kullanıcı Makine Arayüzü

Kullanıcı makina arayüzü QT Creator geliştirme ortamında QML programlama dili ile tasarlanmıştır. Bu tasarım Raspberry Pi Resmi Dokunmatik Ekranı vasıtasıyla kullanıcıya sunulmuştur. Kullanıcı makina arayüzü tasarımında açılışta öncelikle Araç Seyir Bilgisayarı logosu görülmektedir. Daha sonra ana ekrana hız göstergesi ekranı otomatik olarak yüklenmektedir. Bu ekran ayrıca sıcaklık, saat ve tarih gibi bilgileri de içermektedir (Şekil 27) .



Şekil 27 : Hız Göstergesi Ekranı

Eğer kullanıcı hız göstergesi ekranında görülen bilgilerden daha farklı bilgilere ihtiyaç duyarsa menü bölümünden bu bilgilere de erişim sağlayabilir. Menü bölümünde hız, kamera, harita, müzik çalar ve grafik ekranları açılabilmektedir. Kullanıcı sistemi kapatmak istediğinde de yine bu ana menüden kapatma işlemini gerçekleştirebilmektedir. Ana menü görüntüsü Şekil 28'te görülmektedir.



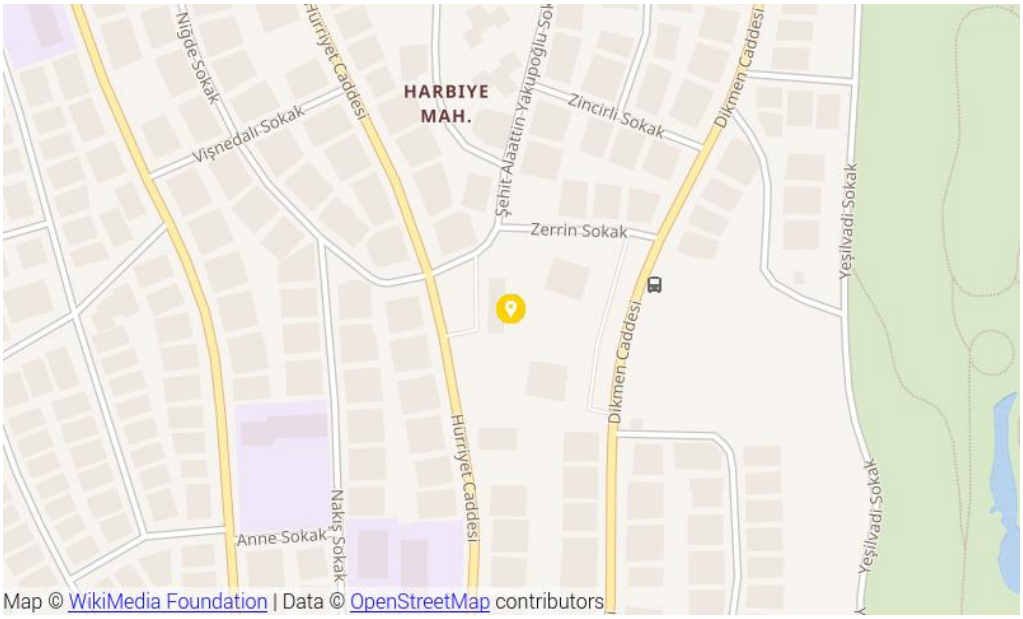
Şekil 28 : Ana Menü Görüntüsü

Kamera butonu seçildiğinde şerit takip sistemi devreye girmekte ve bu görüntü kullanıcıya sunulmaktadır. Bu ekranda kullanıcının şerit içindeki konumu tam olarak tespit edilmekte ve kullanıcıya gösterilmektedir. Şerit ihlali olması durumunda ise kullanıcı uyarılmaktadır. Şerit takip ekranı Şekil 29'da görülmektedir.



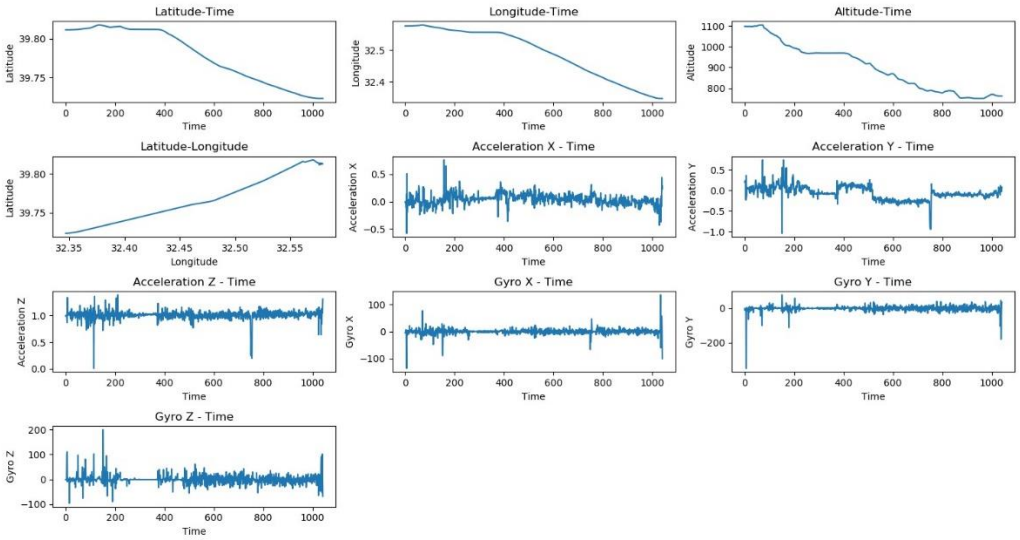
Şekil 29 : Şerit Takip Ekranı

Harita butonu seçildiğinde navigasyon ekranına ulaşılmaktadır. Bu bölümde Bütünleşik Seyrüsefer Sistemi'nden elde edilen konum bilgisi gerçek zamanlı olarak harita üzerinde gösterilmektedir. Harita görüntüsü Şekil 30'da görülmektedir.



Şekil 30 : Harita Görüntüsü

Grafik butonu seçildiğinde Bütünleşik Seyrüsefer Sistemi'nden elde edilen ve telemetri formatı ile metin belgesine kaydedilen veriler okunarak grafik olarak sunulmaktadır (Şekil 31) .



Şekil 31 : Grafik Ekranı Görüntüleri

SONUÇ

Bir kara aracına monte edilen araç seyir bilgisayarı kara yolu üzerinde denenerek bütünleşik seyrüsefer sistemi, şerit takip sistemi ve tasarlanan kullanıcı makine ara yüzü gerçek ortamda test edilmiştir. Bu testlerde elde edilen sonuçlar takip eden paragraflarda özetlenmiştir.

Ataletsel Seyrüsefer Sistemindeki, ataletsel sensörden kaynaklı, zamanla artan hata gözlemlenmiştir. Kalman filtre ile doğru konum tahminleri başarı ile gerçekleştirilmiştir. Kalman filtresinin gerekli bütünleşmeyi sağlayabildiği, INS ve GPS sistemleri içerisindeki dezavantajları giderebildiği gösterilmiştir. Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen "Bütünleşik Navigasyon Sisteminin"; haritalandırma, trafik kontrol ve araç takip sistemlerinde destek sağlayabileceği değerlendirilmektedir.

Müteakip çalışmalarda gevşek bağlı INS / GNSS entegrasyon mimarisi yerine, sıkıca bağlanmış INS / GNSS entegrasyon mimarisi veya Derin INS / GNSS entegrasyon mimarisinin kullanılmasının daha iyi sonuçlar verebileceği ve bu konuda çalışma yapılamasının uygun olacağı düşünülmektedir. Bütünleştirme için genişletilmiş kalman filtre veya doğrusal olmayan bir filtre tercih edilebilir.

Kara yolu ile yapılan testlerde şeritlerin düzgün bir şekilde çekildiği yollarda araca konuşlandırılan şerit takip sisteminde sorunla karşılaşılmadı. Şerit değişimlerinde yeni şeridin seçilmesinde anlık gecikmeler yaşanabilse de yeni şerit başarılı bir şekilde algılanıp gerekli eğimler de hesaba katılarak yeni takip çizgisi oluşturulabilmektedir. Şerit takip sisteminde seçilen kameranın çözünürlüğü ayrıca kodda tanımlanmalıdır.

Araç seyir bilgisayarındaki kullanıcı makine arayüzünün karayolunda yapılan testlerde akıcı bir şekilde çalıştığı gözlendi. Herhangi bir yavaşlama ya da takılma yaşanmadı.

KAYNAKLAR

1. P. J. Glavine, O. Silva, G. Mann and R. Gosine,"GPS Integrated Inertial Navigation System Using Interactive Multiple Model Extended Kalman Filtering" in Moratuwa Engineering Research Conference, IEEE, 2019, Electronic ISBN:978-1-5386-4417-1.
2. Y. Zhang, Y. Dang, N. Li, and Y. Huang ,"A Integrated Navigation Algorithm Based on Distributed Kalman Filter",Proceeding of the 2015 IEEE International Conference on Information and Automation Lijiang, IEEE, 2015, Electronic ISBN:978-1-4673-9104-7.
3. R.P. Tripathi, S. Ghosh, J.O. Chandle, "Tracking of Object using Optimal Adaptive Kalman Filter", 2nd IEEE International Conference on Engineering and Technology (ICETECH), IEEE,2016, Electronic ISBN:978-1-4673-9916-6.

4. S. Gillijns, O. Barrero Mendoza, J. Chandrasekar, B. L. R. De Moor, D. S. Bernstein, and A. Ridley, "What Is the Ensemble Kalman Filter and How Well Does it Work?", Proceedings of the 2006 American Control Conference Minneapolis Minnesota USA, IEEE, 2006, Electronic ISBN:1-4244-0210-7.
5. F. Auger, J.M. Guerrero, M. Hilairet, T. Orlowska-Kowalska, S. Katsura, E. Monmasson, T. Orlowska-Kowalska, "Introduction to the special section on industrial applications and implementation issues of the Kalman filter", IEEE Transactions On Industrıal Electronıcs, IEEE, 2012, Electronic ISSN: 1557-9948.
6. Y. Song and J. W. Grizzle, "The extended kalman filter as a local asymptotic observer for nonlinear discrete-time systems," in American Control Conference, 1992. IEEE, 1992, pp. 3365–3369.
7. L. Tamás, Gh. Lazea, R. Robotin, C. Marcu, S. Herle Z. Szekely, "State Estimation Based on Kalman Filtering Techniques in Navigation", "2008 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics", IEEE, 2008, Print ISBN:978-1-4244-2576-1.
8. Barbour, N., Schmidt, G., "Inertial Sensor Technology Trends", IEEE Sensors Journal, Vol. 1, No. 4, 2001.
9. IEEE Standard for Inertial Sensor Terminology, IEEE Std 528-2001, IEEE, 2001.
10. Titterton, D.H., Weston, J.L., Strapdown Inertial Navigation Technology, Peter Pregrinus Ltd., 1997.
11. Brown, R.G., Hwang, P.Y.C., Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering, John Wiley&Sons, Inc., 1992.
12. Farrell, J.L., Integrated Aircraft Navigation, Academic Press, 1976.
13. Meirovitch, L., Analytical Dynamics, McGraw-Hill, 1970.
14. Ogata, K., "System Dynamics", PrenticeHall, 1998.
15. Kelly, A. "Modern Inertialand Satellite Navigation Systems" CMU-RI-TR-94-15.
16. Gelb, A., Applied Optimal Estimation, MIT Press, 1974.
17. "Department of Defence World GeodeticSystem 1984", National Imagery and Mapping Agency, Technical Report, 2000.
18. King, A.D., "Inertial Navigation Forty Years of Evolution", GEC Review, Vol 13, No3, 1998.
19. Siouris, G.M., Aerospace Avionic Systems, AcademicPress, 1993.
20. Collinson, R.P.G., Introduction to Avionics, Chapman&Hall, 1996.

ORAL PRESENTATION

Ailevi Akdeniz Ateşi Olan Gebelerin Göbek Kordonu'nda BAX ve BCL-2 İmmünreaktivitelerinin Değerlendirilmesi

Canan Ünal[1*] (ORCID:https://orcid.org/0000-0002-1742-9757), Nuray Bostancıeri (ORCID:https://orcid.org/0000-0002-3765-8274), Çiğdem Karaca (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2106-2422)

[*1]Kayseri Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Tıbbi Histoloji ve Embriyoloji, Kayseri, Türkiye
[2]Gaziantep Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji, Gaziantep, Türkiye
[3] Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji, Afyon, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: dr.cananunal@gmail.com

ÖZET

Ailesel Akdeniz Ateşi (Familial Mediterranean Fever = FMF) tekrarlayan ateş ile poliserözite bağlı karın, göğüs ve eklemlerde ağrı ataklarıyla seyrederen non-infeksiyöz enflamatuar bir hastalıktır. Pyrin/marenostrin proteinini kodlayan MEditerranean FeVer (MEFV) genindeki mutasyonla ilişkilendirilen FMF, otozomal resesif geçişlidir. Pyrin, inflamasyonun düzenlenmesinde görevli bir proteindir. Mutasyona uğramış pyrin ise inflamasyon kaskadını tetikler ve apoptotik yolaktaki proteinlerle etkileşim halindedir. Apoptoz hücrelerin programlanmış internal ölümüdür ve hücre küçük parçalara ayrılarak ortadan kaldırılır. Apoptoz regülasyonunda Bax proapoptotik, Bcl-2 ise antiapoptotik genler olarak kabul edilir.
Gebelikte FMF abortus veya erken doğumlara neden olurken semptomatik remisyonla da seyredebilir. Göbek kordonunda embriyonik müköz bağ dokusu olan Wharton Jölesi çift yönlü maternal- fetal sirkülasyonu sağlayan damarsal yapıları destekler ve amniyon sıvısı ile kordon kanı arasındaki sıvı alışverişinin düzenlenmesinde fonksiyonel rol oynar.

Çalışmamızda FMF tanılı ve gebelik boyunca remisyonda olan 7 gebe ile herhangi bir kronik hastalığı bulunmayan (Kontrol) 7 gebenin doğum sonrası alınan göbek kordonlarını Bax ve Bcl-2 antikorları ile immün boyama yaparak Wharton Jölesinde apoptozisi karşılaştırmayı amaçladık. İmmünohistokimyasal boyama protokolüne göre hazırlanan preparatların boyanmalarının ardından H-score değerlendirmesi yapıldı. FMF grubunda Bax boyanma şiddeti artışı ve Bcl-2 boyanma şiddetinde azalma belirgindi, apoptosisin göstergesi olarak kullanılan Bax/Bcl-2 oranı FMF'li grupta Kontrol grubuna göre artmış olarak bulundu ($p=0.038$).

FMF'te MEFV mutasyonu artmış apoptoz ile ilişkilidir ve bu durum çalışmamızda FMF'li göbek kordonlarında Bax ile boyanmada artış Bcl-2 de ise azalma şeklinde görülmüştür. Bax ile Bax/Bcl-2 oranındaki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu sonuçlar FMF atağı olmayan dönemlerde dahi hastalarda apoptozun devam ettiğini göstermektedir. Göbek kordonu fetusu temsil eden bir dokudur ve buradaki apoptosis artışı fetal dokulardaki etkilenmenin de göstergesi olarak düşünülmektedir. Bu açıdan FMF'li gebeler ve FMF'in fetal etkileri üzerine yapılacak ileri çalışmalara ihtiyaç olduğu kanaatindeyiz.
Anahtar Kelimeler: Göbek kordonu, Wharton Jölesi, FMF, apoptoz, Bax/Bcl-2

Evaluation of BAX and BCL-2 Immunoreactivities in the Umbilical Cord of Pregnant Women With Familial Mediterranean Fever

ABSTRACT

Familial Mediterranean Fever (FMF) is a non-infectious inflammatory disease with attacks of pain in the abdomen, chest and joints due to polyserositis with recurrent fever . FMF, which is associated with a mutation in the Mediterranean Fever (MEFV) gene that encodes the pyrin/marenostrin protein, is autosomal recessive. Pyrin is a protein involved in the regulation of inflammation. Mutated Pyrin triggers the inflammation cascade and interfere with proteins in the apoptotic pathway. Apoptosis is the programmed internal death of cells, and the cell is eliminated by being fragmented into tiny pieces.. Bax is considered proapoptotic and Bcl-2 is considered antiapoptotic gene in the regulation of apoptosis.
While FMF causes abortus or premature birth during pregnancy, it can also progress with symptomatic remission. Wharton's Jelly, which is an embryonic mucous connective tissue in the umbilical cord , supports

the vascular structures that provide bidirectional maternal-fetal circulation and plays a functional role in regulating the fluid exchange between amniotic fluid and cord blood.

In our study, we sought to compare Wharton Jelly apoptosis by immunostaining of the umbilical cords of 7 pregnant women diagnosed with FMF, who were in remission during pregnancy and 7 pregnant women who had no chronic disease (control), using Bax and Bcl-2 antibodies. After staining the preparations, which were prepared according to the immunohistochemical staining protocol, the H-score was evaluated. In the FMF group, an increase in Bax staining intensity and a decrease in bcl-2 staining intensity were prominent and the Bax/Bcl-2 ratio, which is used as an indicator of apoptosis, was found to be increased in the FMF group compared to the Control group (p=0.038).

The MEFV mutation in FMF is associated with increased apoptosis, and this was observed in our study as increased Bax staining and decreased Bcl-2 in umbilical cords with FMF. The increased Bax and Bax/Bcl-2 ratio was regarded as statistically significant. These results show that even in periods without FMF attacks, apoptosis continues in patients. The umbilical cord is a tissue that represents the fetus, and the increased apoptosis here is thought to be an indication of the impact on fetal tissues. In this respect, we have reached the conclusion that further studies are needed on pregnant women with FMF and the fetal effects of FMF.
Keywords: Umbilical cord, Wharton Jelly, FMF, apoptosis, Bax/Bcl-2

GİRİŞ

Ailesel Akdeniz Ateşi (Familial Mediterranean Fever = FMF) Akdeniz havzasında daha sık görülen, otozomal resesif geçişli dünyanın en yaygın otoinflamatuar hastalığıdır. Ateş, seröz zarların iltihabına bağlı (peritonit, plörit, artrit) karın, göğüs ve eklem ağrıları ile deri döküntüleri en sık görülen semptomlardır. Ataklar şeklinde seyreden bu semptomlara bağlı hastalarda plevral ve peritonel adezyonlar gelişebilir. Kalıtsal bir hastalık olsa da doğumda prodromal bir belirti göstermez ve ataklar arasında hastanın şikayeti yoktur [1,2]. En sık komplikasyonu amiloidozdur. Amiloidoz terimi çeşitli dokularda anormal yapıda ki proteinin çeşitli dokularda birikimi sonucu gelişen klinik tabloyu tanımlar ve FMF hastalarında en sık böbreklerde biriken serum amiloid A (SAA) isimli protein renal amiloidoz gelişimine neden olur. Renal amiloidoz, birikimin şiddeti ve sıklığına göre nefrotik sendromdan, kronik böbrek yetmezliği, üremi ve ölüme kadar ilerleyebilen klinik duruma neden olabilir [3,4,5]. FMF tedavisinde 1972 yılından itibaren atak sıklığı ve şiddetini azaltmak amaçlı Kolşisin kullanılır. Kolşisine dirençli hastalarda Anakinra, Anti-interlökin 1, Anti-interlökin 6 ve anti-TNF vb. ajanlar diğer tedavi alternatifleri olarak kullanılabilir [6,7,8].

FMF'te diğer bir komplikasyon kadın infertilitesidir. Karın ağrısı ataklarında serozal zarlarda gelişen inflamasyon, peritoneal adezyonlar nedeniyle infertiliteye neden olabilir. Kolşisin tedavisinden önce ovumu da etkileyen amiloidoz komplikasyonu sperm penetrasyonuna engel olarak infertiliteye neden olmaktadır. Gebelikte is FMF remisyona girebilirken bazı hastalarda atak şiddetindeki artış yüksek doz kolşisin kullanımı gerektirmektedir. Gebelikte kolşisin kullanımının ve FMF'in, fetüs ve yenidoğana olan etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda hastalarda IUGR, preeklampsi, preterm doğum ve fetal anomali gibi komplikasyonlar gelişmediği gösterilmiş fakat erken membran rüptürü (PROM), sezaryen doğum ve düşük doğum ağırlıklı bebek oranları ise yüksek bulunmuştur [9,10,11,12].

Multisistemik bir hastalık olan FMF 1945'te patolojik ve etyolojik sınıflandırması yapılıncaya kadar 'Benign Paroksismal Peritonit' ismi ile tanımlanmıştır [13]. FMF'e neden olan 16.kromozomun kısa kolu (16p13.3)'nda lokalize **ME**diterranean **Fe**ver (**MEFV**) gen mutasyonudur. MEFV geni ve kodladığı pyrin/marenostrin proteini 1997'de tanımlanmıştır [14]. İmmün sistem hücrelerinde eksprese edilen pyrin, inflamasyonu ve apoptozu modüle eder. Mutasyonlu pyrin ise uygunsuz inflamatuar yanıta neden olur. Türkiye'de sıklık sırasına göre M694V, E148Q, R202Q, M680I, V726A yaygın görülen mutasyonlardır [15,16,17]. MEFV geni mutasyonlarının inflamatuar yanıtı nasıl değiştirdiği net olarak bilinmemektedir ama hastalarda atak sırasında nötrofil ve monosit apoptozunun arttığı gösterilmiştir [18,19].

Apoptozis, genlerle kontrol edilen irreversible hücresel ölüm mekanizmasıdır ve apoptoz sonucu hücrede gözlenen morfolojik değişiklikler ışık ve elektron mikroskobu ile görüntülenebilir [20,21]. Apoptozis yaşlanmış veya hasarlı hücreler ile normal embriyonik ve fetal gelişim için gerekli fizyolojik bir mekanizmadır. Embriyogenezdeki hücre ölümünün morfolojisi, diğer hücrelerdeki gibidir (hücrenin sitoplazmik büzülerek diğer hücrelerden ayrılması, kromatin kondansasyonu, hücrenin parçalanarak apoptotik cisim oluşturması ve bunların makrofajlarla fagositozu). Apoptozisin arttığı AIDS, nörodejeneratif hastalıklar, iskemik hasar ile apoptozisin defektif olduğu kanser, viral enfeksiyonlar ve otoimmün hastalıklarda hücre ölümü ile

proliferasyonu arasındaki homeostaz bozulmuştur [22,23,24]. Fizyolojik apoptoziste hücrelerin ölümü ile sağkalımı arasındaki dengeyi apoptozisi regüle eden genler ve protein ürünleri sağlar. Nükleer membran, endoplazmik retikulum ve mitokindride yaygın olarak bulunan bu proteinlerden Bax pro-apoptotik olup apoptozu desteklerken Bcl-2 anti-apoptotik bir proteindir ve apoptozu inhibe eder. Mitokondri, apoptoziste en önemli organellerden biridir. Mitokondri ve sitozolde etkileşim halinde olan apoptotik proteinler mikrotübül hasarı, iyonize radyasyon vb. hücre içi stres durumlarında apoptotik sinyal yolu mitokondriden başlar [25,26,27].

Göbek kordonu fetüs ile plasenta arasında yaşamsal bağlantıyı sağlayan, amniyotik epitelle kaplı bir organdır. Anne ile fetüs arasında kan akımında görevli damarlar ve mukoid bağ dokusu olan Wharton jölesinden (WJ) oluşur. WJ hücreleri; göbek kordonu damarlarının etrafında ve amnioyotik epitelin altında daha yoğun bulunurlar ve ışık mikroskobunda hücre membranları belirgin değildir. Fusiform şekilli bu hücreler elektron mikroskobuyla incelendiklerinde çok sayıda mitokondri ve iyi gelişmiş endoplazmik retikuluma sahip oldukları görülür [28].

Bu çalışmada, FMF'li hastalarda ataklar halinde seyreden kronik enflamasyonun gebelikte remisyona giren hastalarda dahi devam ettiği göz önüne alınarak FMF'li hastalar ile hiçbir hastalığı olmayan Kontrol grubunun göbek kordonlarında apoptozis göstergeleri olan Bcl-2 ve Bax'ın immünoreaktivitesini değerlendirmeyi amaçladık.

MATERYAL VE METOD

İnsan Göbek Kordonu Eldesi ve Laboratuvara Transferi

Çalışmamızda kullanılan göbek kordonları daha önce FMF tanısı almış 7 gebe ve herhangi bir hastalığı bulunmayan (Kontrol) 7 gebe olmak üzere toplam 14 kadından Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Kadın Hastalıkları ve Doğum Kliniği'nden temin edildi. Plasentaya en yakın yerinden ölçülerek alınan 2 cm'lik göbek kordonu parçası formaldehite konuldu.

Göbek Kordonu Dokusunun İmmünohistokimyasal İncelenmesi için Dokuların Hazırlanması

Fiksasyon için %10'luk formaldehit çözeltisi içinde bekletilmesinin ardından fikse olup sertleşen göbek kordon dokuları yaklaşık 0,5 cm eninde parçalar olarak kasetlere yerleştirildi. Doku takip işlemleri Leica TP 1010 doku takip cihazında gerçekleştirildi. Cihazdan alınan dokular parafin bloklara gömüldü. Bloklanmış dokulardan Leica RM 2245 (Almanya) mikrotomunda 4-5 µm kalınlığında alınan kesitler pozitif şarjlı lamlara alındı ve bir gece 60°C etüvde bekletildi. Dokular deparafinize edildikten sonra rehydrate edildi. Ardından %10 sitratlı tampon çözeltisi ile mikrodalgada antijen retrival işlemi yapılarak, %3 H2O2'de (Hidrojen Peroksit) 20 dk. bekletildi. Primer antikorlar Bax (Sc-526, 1/200) ve Bcl-2 (Sc-7382, 1/200) ile +4 °C'de 1 gece inkübasyona bırakılarak ertesi gün sekonder antikor uygulandı. Ardından dokular AEC kromojen ile renklendirildi. Daha sonra. Mayers Hematoksilen ile zıt boyama yapılan prepatlar dehidrate edilip entellan ile kapatılmıştır.

IHC sonrası kesitler Nicon Eclipse E600 ışık mikroskobunda X20'lik büyütmede değerlendirilmiştir. Her bir kesitte toplam 500 hücre sayılarak H Score u yapılmıştır [29]. Boyanma şiddeti en kuvvetli olan hücre +3, daha az boyanan +2, soluk boyanan +1 ve boyanmayan hücrelere 0 değerleri verilmiş, her bir preparat için 500 hücre sayılarak puanlama yapılmıştır. Daha sonra her bir grupta H-score hesaplaması aşağıdaki formüle göre yapılmıştır.

H Score: **(I+1) X** Boyanan Hücre Sayısı formülü kullanarak skorlama yapılmıştır

(I= boyanma şiddeti)

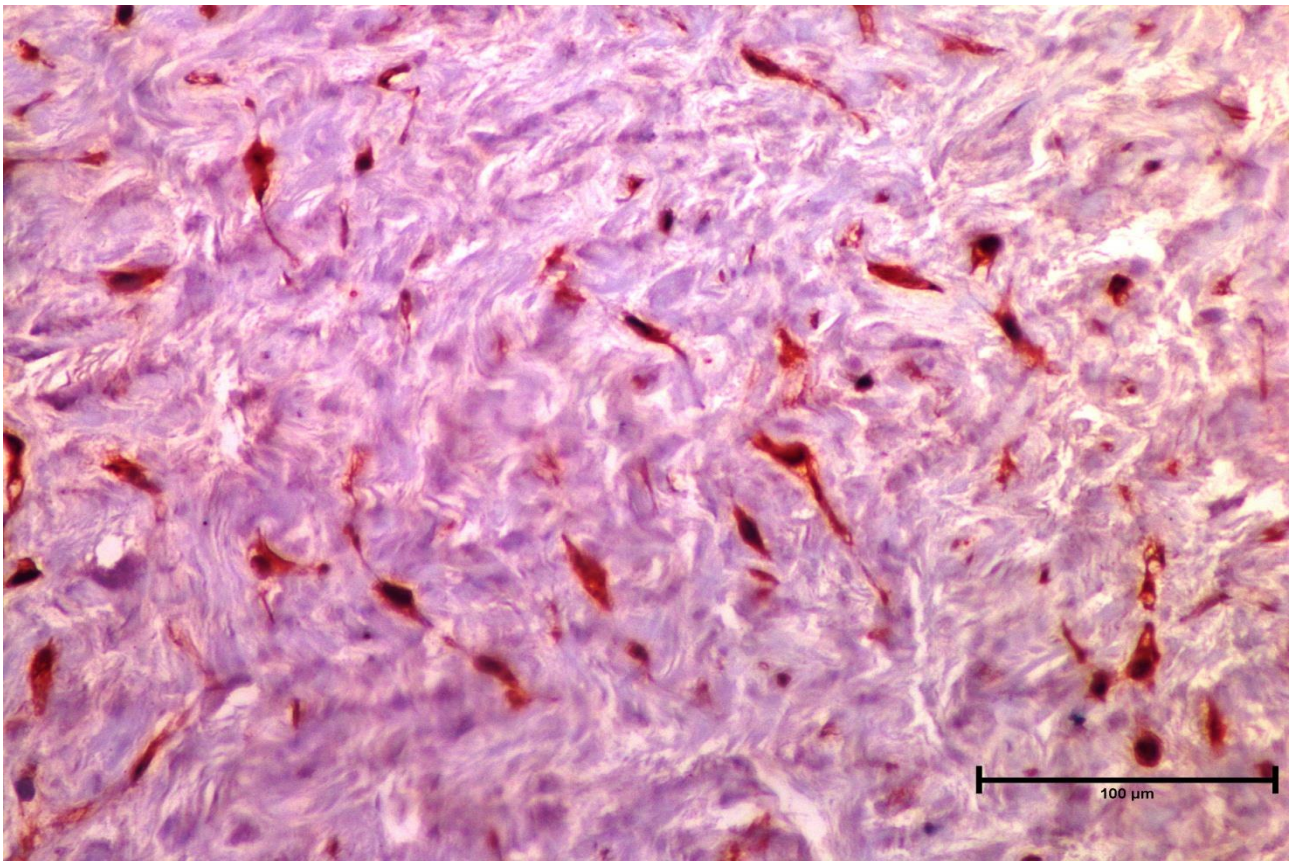
İstatistiksel Analiz

Tanımlayıcı istatistik olarak ortalama ve standart sapma değerleri kullanılmıştır. İki grubun karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testinden yararlanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık olarak 0.05 değeri dikkate alınmıştır. Analizler SPSS 20.0 paket programında yapılmıştır.

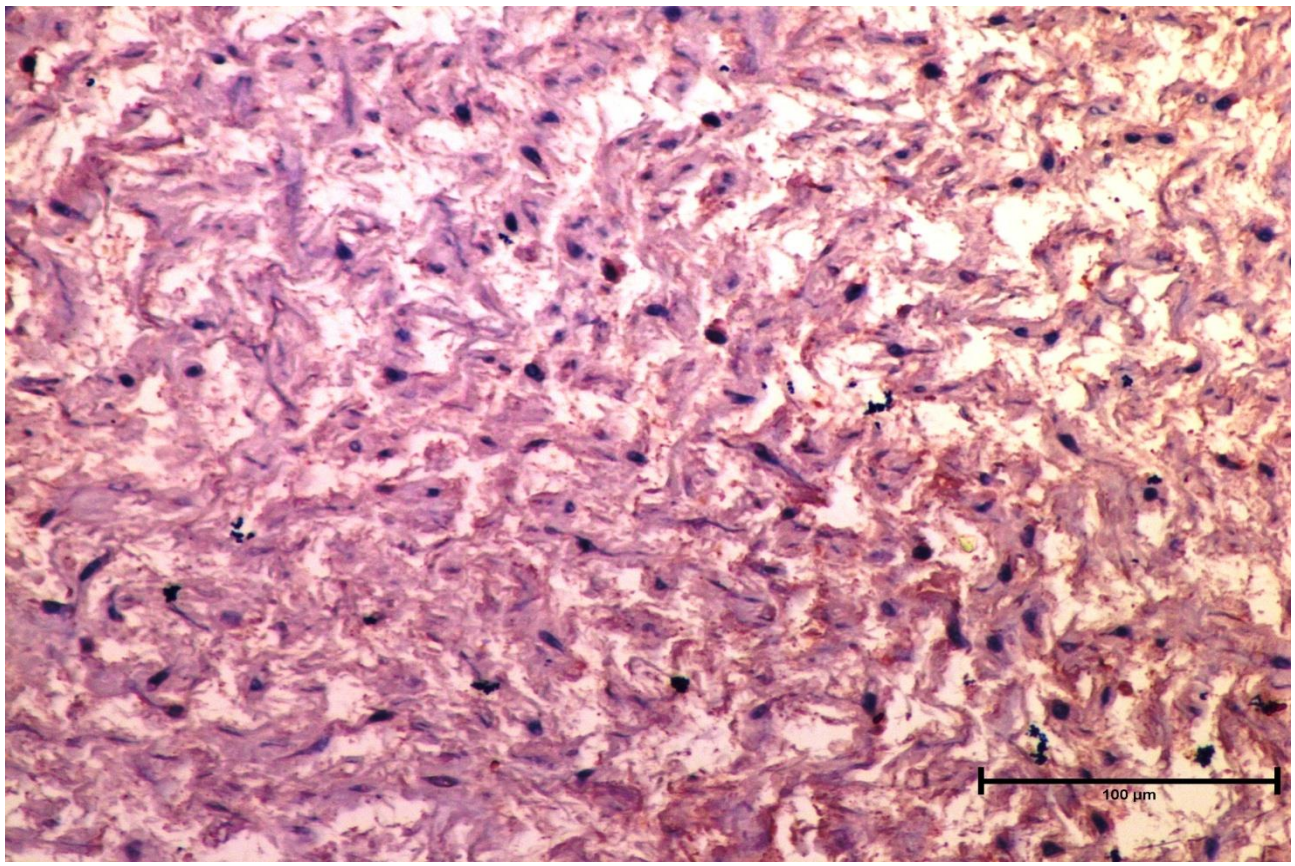
BULGULAR

Çalışmamızda Kontrol ve FMF gruplarımızda apoptosis değerlendirmesi için Bax ve Bcl-2 antikorları ile immünohistokimyasal olarak boyanmıştır (Resim 1-4).

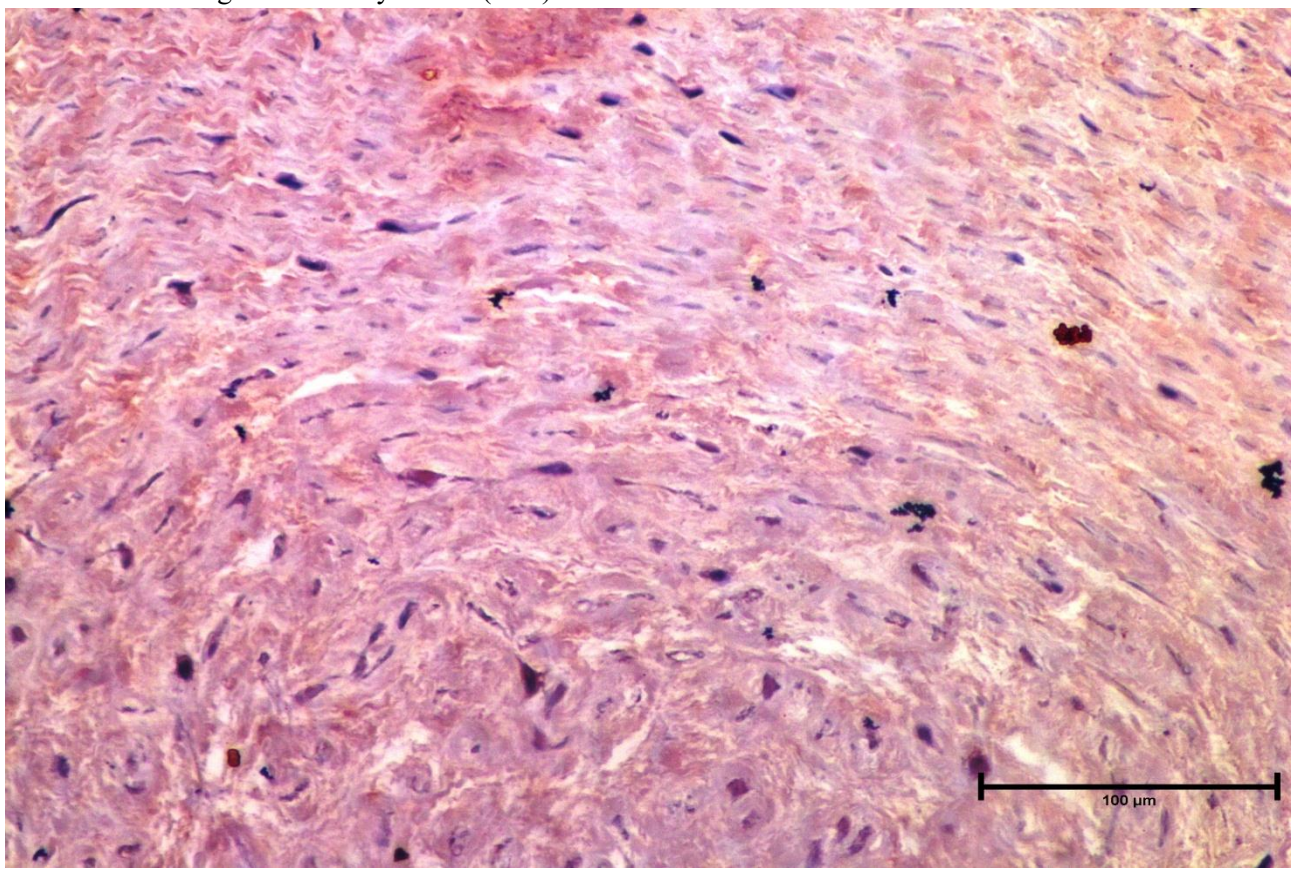
FMF grubunda Bax boyanma şiddeti belirgin iken, apoptosis göstergesi olarak kullanılan ve FMF'li grupta artmış olarak bulunan Bax/Bcl-2 oranı istatistiksel olarak anlamlıdır (p=0.038) (Şekil 1, Şekil 2).



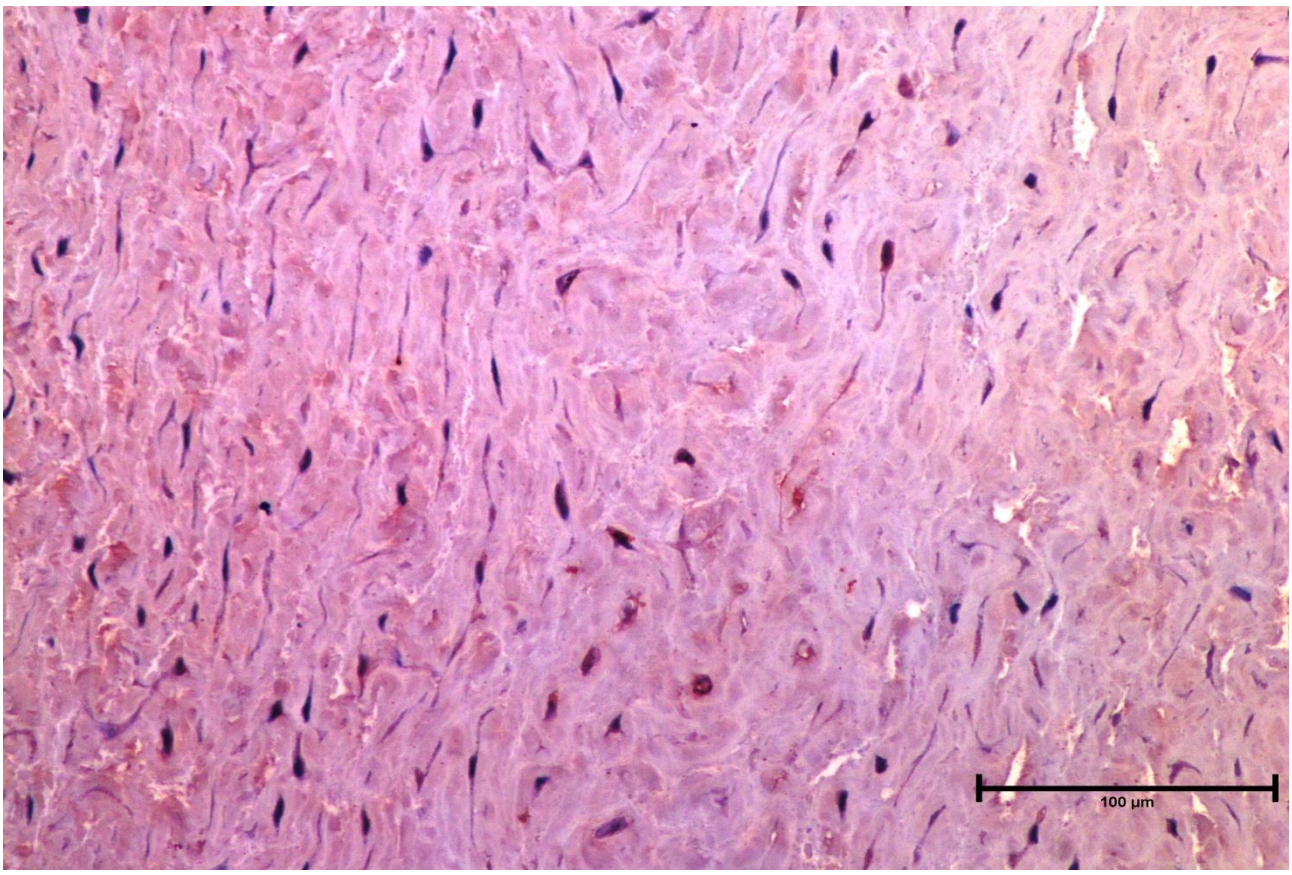
Resim 1: FMF grubu Bax boyanması (20X)



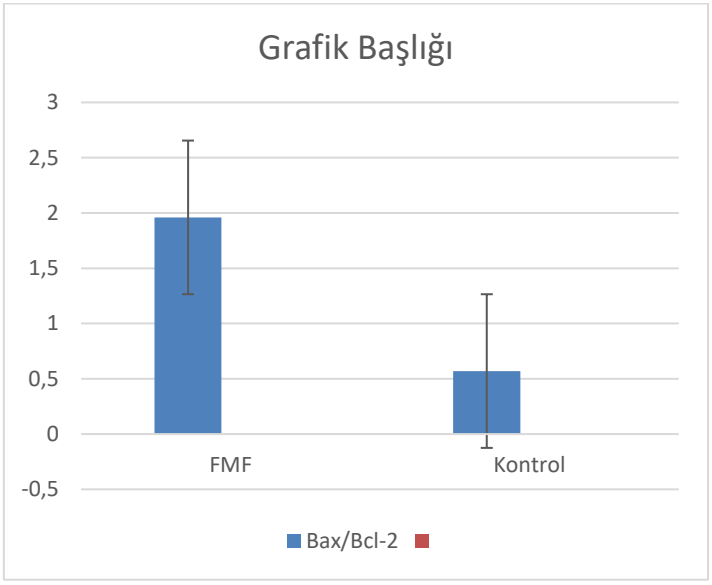
Resim 2: Kontrol grubu Bax boyanması (20X)



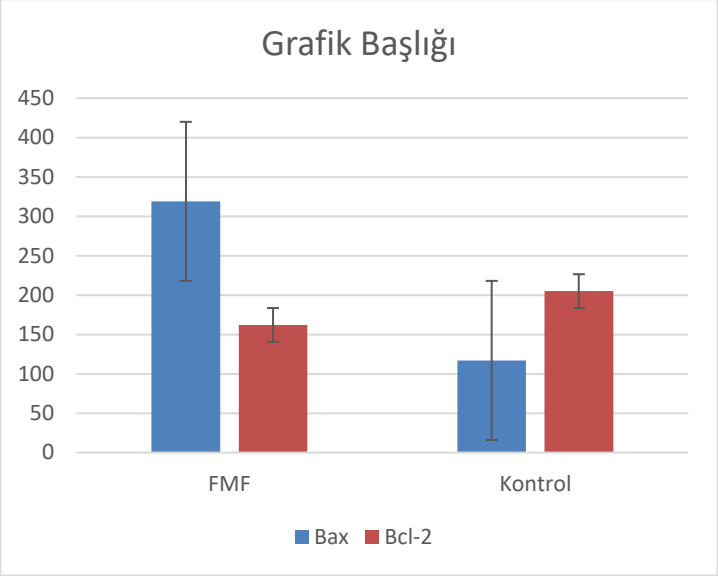
Resim 3: FMF grubu Bcl-2 ile boyanma (20X)



Resim 4: Kontrol grubu Bcl-2 ile boyanma (20X)



Şekil 1: FMF ve Kontrol gruplarında Bax/Bcl-2 oranlarını gösteren grafik



Şekil 2: FMF ve Kontrol gruplarında Bax ve Bcl-2 H-Score değerlerini gösteren grafik

TARTIŞMA

Bu çalışma FMF tanısı almış gebelerin doğum sonrası alınan göbek kordonlarında Bax ve Bcl-2 immünreaktivitelerinin değerlendirildiği ilk çalışmadır. Kalıtsal otoinflamatuar hastalıklardan olan FMF'te MEFV mutasyonları orta doğuda daha yaygındır ve enflamasyon genellikle çocukluk döneminde başlar. Enflamasyonun patogenezinden mutasyonlu MEFV geninin kodladığı defektif pyrin proteini sorumludur. Doğal bağışıklık sisteminde rol oynayan bu protein enflamazom bileşenleri ve apoptozis yolakları ile etkileşimdedir. Mutasyonla birlikte ise lökosit apoptozunun inhibisyonu ile kontrolsüz inflamasyona neden olur [30,31,32]. Gebelikte fetüs, plasenta, fetal zarlar ve göbek kordonları fizyolojik apoptozis ile sürekli değişim ve gelişim halindedir. Komplike olmayan bir gebelikte plasental apoptozun gebelik ilerledikçe arttığı ve 3.trimesterde ilk trimestere kıyasla anlamlı derecede yüksek olduğu gösterilmiştir [33]. Çalışmamızda FMF'li ve Kontrol Grup göbek kordonu Wharton Jölelerinde apoptosis göstergesi olan Bax ve Bcl-2 antikorlarını kullanarak, FMF'teki artmış inflamasyonun etkilerini WJ'nde gözlemlemeyi amaçladık.

Çalışmamız sonucunda pro-apoptotik bir belirteç olan Bax boyanma şiddeti ve apoptosisin göstergesi olarak kullanılan Bax/Bcl-2 oranı FMF ile komplike olmuş gebeliklerde Kontrol grubuna göre daha belirgin bulundu. FMF'li grup gebeleri gebelik süresince remisyonda olup Kontrol grubu gebeleri gibi sağlıklı ve miad doğum yapmışlardır. Fakat FMF'li grupta bulmuş olduğumuz artmış apoptoz remisyonda dahi inflamasyonun devam ettiğini göstermektedir. FMF'te apoptozu araştıran bir çalışmada FMF hastalarının remisyon döneminde spontan ve indüklenmiş nötrofil apoptozunun Kontrol grubuna göre anlamlı olarak yüksek bulunması, bizim bulduğumuz sonucu destekler niteliktedir [34]. IUGR ve preeklampsi gibi diğer gebelik komplikasyonlarında plasental yatakta apoptozun arttığı gösterilmiş ama gebe demografik verileri, bebek doğum ağırlığı ile doğum şeklinde kontrol grubu ile anlamlı fark bulunmamıştır [35,36]. IUGR'de apoptozu araştıran diğer bir çalışmada tedavi edilen ve tedavi edilmeyen fetal büyüme kısıtlılığı ile komplike olan gebelerin plasental dokularında Bax, Bcl-2, kaspaz-3 ekspresyonları immünohistokimyasal yöntem kullanılarak gruplar arası karşılaştırma yapılmış ve tedavi uygulanan grubun aksine tedavisiz grupta pro-apoptotik protein ekspresyonu yüksek bulunmuş ve uygulanan tedavinin apoptozisi azalttığı sonucuna ulaşılmıştır [37]. Bizim çalışmamızda ise remisyon döneminde olan FMF'li grubumuza fetal büyüme ve gelişim için bir tedavi uygulanmamıştır ama artmış apoptozisin fetal gelişimi ve fetal dokuları nasıl etkilediği bilinmemektedir.

SONUÇ

FMF'li grubumuz gebelik boyunca atak geçirmezken Kontrol grubumuza göre artmış apoptoz oranları, remisyon olarak düşündüğümüz dönemlerde bile inflamasyonun devam ettiğini ve bu sessiz inflamasyonun WJ ve fetal dokular üzerine etkili olabileceğini göstermektedir. Sonuçlarımız FMF'li gebelerin remisyonda olsalar dahi gebelik boyunca profilaktik amaçlı tedaviye ihtiyaç duyduklarını düşündürmektedir. Bu bağlamda FMF'li gebeler ve fetal dokular ile yapılacak ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Aynı zamanda FMF'li

hastaların gebelikleri sırasında yakın takip ve tedavi planlarının yapılmasının fetal dokular üzerinde olumlu etkilerinin olacağı kanaatindeyiz.

KAYNAKLAR

Tufan A, Lachmann HJ 2020. Familial Mediterranean fever, from pathogenesis to treatment: a contemporary review. Turk J Med Sci, 50: 1591-1610.

Sohar E, Gafni J, Pras M, Heller H 1967. Familial Mediterranean fever: A survey of 470 cases and review of the literature. AJM, 43: 227-253.

Şahan C, Cengiz K 2005. İntrahepatik kolestazla başvuran sekonder amiloidozlu Ailevi Akdeniz Ateşi olgusu. Akademik Gastroenteroloji Dergisi, 4(2): 117-120.

Karakoç Y, Dalkılıç E, Güllülü M, Yavuz M, Ersoy A, Dilek K, Yurtkuran M 1999. Romatizmal Hastalıklarda Renal Amiloidoz. Türk Nefroloji Diyaliz Ve Transplantasyon Dergisi, 3:143-146.

Matzner Y 1995. Biologic and clinical advances in familial Mediterranean fever. Crit. Rev. Oncol. Hematol., 18: 197-205.

Goldfinger SE 1972. Colchıcıne For Familial Mediterranean Fever. The New England Journal of Medicine, 1302.

Hasbani GE, Jawad A, Uthman I 2019. Update on the management of colchicine resistant Familial Mediterranean Fever (FMF). Orphanet Journal of Rare Diseases, 14: 224-226.

Celebi ZK, Sengul S, Keven K, Kucuksahin O, Tuzuner A 2014. Colchicine-resistant familial Mediterranean fever in a renal transplantation patient: successful treatment with anakinra. Clin Kidney J, 7: 219–220.

Yasar O, Iskender C, Kaymak O, Yaman ST, Uygur D & Danisman N 2014. Retrospective evaluation of pregnancy outcomes in women with familial Mediterranean fever. J Matern Fetal Neonatal Med, 27(7): 733–736.

Ben-Chetrit E, Levy M 2003. Reproductive system in familial Mediterranean fever: an overview. Ann Rheum Dis, 62:916–919.

Iskender D, Kara O, Kaymak AO, Daglar HK, Kirbas A, Iskender CT, Kaymak O & Celen S 2020. Association between basal proteinuria levels and pregnancy outcomes in familial Mediterranean fever. Journal of Obstetrics and Gynaecology, 40(8): 1102-1105.

Melıkoglu MA, Melıkoglu M 2011. Familial Mediterranean Fever in Pregnancy: A Case Report. Turk J Phys Med Rehab, 57: 54-56.

Siegal S 1945. Benign Paroxysmal Peritonitis. Annals Of Internal Medıcıne 1-21.

The International FMF Consortium 1997. Ancient Missense Mutations in a New Member of the RoRet Gene Family Are Likely to Cause Familial Mediterranean Fever. Cell, 90: 797–807.

Schnappauf O, Chae JJ, Kastner DL, Aksentijevich I 2019. The Pyrin Inflammasome in Health and Disease. Front. Immunol, 10:1745.

Richards N, Schaner P, Diaz A, Stuckey J, Shelden E, Wadhwa A, Gumucio DL 2001. Interaction between Pyrin and the Apoptotic Speck Protein (ASC) Modulates ASC-induced Apoptosis. The Journal Of Bıologıcal Chemıstry, 276:42 39320–39329.

Bodur H, Yurdakul FG, Cay HF, Ucar U, Keskın Y, Sargın B et al. 2020. Familial mediterranean fever: assessment of clinical manifestations, pregnancy, genetic mutational analyses, and disease severity in a national cohort. Rheumatology International, 40: 29–40.

Jamılloux Y, Lefeuvre L, Magnottı F, Martın A, Benezech S, Allatıf O et al. 2018. Familial Mediterranean fever mutations are hypermorphic mutations that specifically decrease the activation threshold of the Pyrin inflammasome. Rheumatology, 57: 100-111.

Ozen S, Uckan D, Baskin E, Besbas N, Okur H, Saatcı U, Bakkaloglu A 2001. Increased neutrophil apoptosis during attacks of familial Mediterranean fever. Clinical and Experimental Rheumatology, 19: 68-71.

Kerr JFR, Wyllıe AH, Currıe AR 1972. Apoptosıs: A Basıc Bıologıcal Phenomenon Wıth Wıde-Rangıng Implıcatıons In Tıssue Kınetıcs. Br. J. Cancer, 26:239-257.

Hockenbery D 1995. Defining Apoptosis. American journal of Pathology, 146: 16-19.

Voss AK , Strasser A 2020. The essentials of developmental apoptosis. F1000Research, 9:148.

Abrams JM, White K, Fessler LI, Steller H 1993. Programmed cell death during *Drosophila* embryogenesis. Development 117; 29-43.

Thompson CB 1995. Apoptosis in the Pathogenesis and Treatment of Disease. SCIENCE, Vol 267: 1456-1462.

Yang E, Korsmeyer SJ 1996. Molecular thanatopsis: a discourse on the BCL2 family and cell death. Blood, 88: 386-401.

Wang X 2001. The expanding role of mitochondria in apoptosis. Genes & development, 15: 2922–2933.

Jarpe MB, Widmann C, Knall C, Schlesinger TK, Gibson S, Yujiri T, Fanger GR, Gelfand EW Johnson GL 1998. Anti-apoptotic versus pro-apoptotic signal transduction: Checkpoints and stop signs along the road to death. Oncogene, 17: 1475 – 1482.

Takechi K, Kuwabara Y, Mizuno M 1993. Ultrastructural and immunohistochemical studies of Wharton's jelly umbilical cord cells. Placenta, 14; 235-245.

Ishibashi H, Suzuki T, Suzuki S, Moriya T, Kaneko C, Takızawa T 2003. Sex Steroid Hormone Receptors in Human Thymoma. J Clin Endocrinol Metab, 88(5): 2309–2317.

Aksentijevich I, Kastner DL 2011. Genetics of monogenic autoinflammatory diseases: past successes, future challenges. Rheumatol, 7: 469–478.

Torre-Minguela C, Castillo PM, Pelegrín P 2017. The NLRP3 and Pyrin Inflammasomes: Implications in the Pathophysiology of Autoinflammatory Diseases. Front. Immunol, 8:43. 1-17.

Bertin J, DiStefano PS 2000. The PYRIN domain: a novel motif found in apoptosis and inflammation proteins. Cell Death and Differentiation, 7: 1273 – 1274.

Smith S, Baker PN, Symonds EM 1997. Placental apoptosis in normal human pregnancy. Am J Obstet Gynecol, 177: 57-65.

Manukyan G, Aminov R, Hakobyan G, Davtyan T 2015. Accelerated apoptosis of neutrophils in familial Mediterranean fever. Front. Immunol. 6:239.

Dagdelen M, Temur M, Yılmaz O, Altındag T, Uslu T, Ozbay PO 2106. Placental bed apoptosis is increased in pregnant women with pre-eclampsia versus normotensive pregnant women. Journal of Obstetrics and Gynaecology, 36:8, 974-979.

Erel CT, Dane B, Calay Z, Kaleli S, Aydınlı K 2001. Apoptosis in the placenta of pregnancies complicated with IUGR. International Journal of Gynecology & Obstetrics 73: 229-235.

Agata KB, Anita S, Urszula KK, Agnieszka NK, Grzegorz B 2009. Expression of caspase-3, Bax nad Bcl-2 in placentas from pregnancies complicated by treated and non-treated fetal growth restriction. Ginekol Pol, 80: 652-656.

ORAL PRESENTATION

A novel technique based on 3D scanning for quantitative analysis of the indentations in documents

Ilgım Pekacar[1*] (*https://orcid.org/0000-0002-4798-4938*), Ali Gelir[1] (*https://orcid.org/0000-0001-6534-2253*), Faruk Aşıcıoğlu[2] (*https://orcid.org/*0000-0003-1691-6171), Onur Burak Özdemir[1] (*https://orcid.org/0000-0002-3745-4634*), Ayşegül Şenyılmaz[2] (*https://orcid.org/0000-0002-3180-7689*), Ecem Bilen[2] (*https://orcid.org/0000-0001-6847-3638*)

[1] Istanbul Technical University, Physics Engineering Department, Istanbul, Turkey
[2] Istanbul University – Cerrahpaşa, Institute of Forensic Sciences and Legal Medicine, Istanbul, Turkey

*Corresponding author: pekacar@itu.edu.tr

Abstract

In this study, a novel method was developed to scan and analyze the indented impressions of the lines in documents. For this purpose, 3D scanner device was used to get the 3D images of handwriting line samples which were prepared on the soft and hard surfaces with different pen pressures. A software was developed with python to analyze quantitively the 3D scanned images of the line samples and the depth of the indentations were measured by this software.

It was observed that the 3D scanner is suitable for imaging the indentations where the depth of the line strokes could be measured quantitatively. In addition, it is more practical, reliable and low-cost technique when compared other techniques such as optical profilometry.

Keywords: 3D Scanning, indented lines, questioned documents

Introduction

Forensic medicine is concerned with explaining the medical issues that legal authorities encounter. The definition that will cover forensic medicine and its related fields is “Forensic Sciences”. Forensic science encompasses a wide range of fields and one of these fields is forensic document examination (Birincioğlu et al., 2010, Houck, M. M., 2009). All suspicious documents that cause disagreements in this subject and have the quality of evidence are examined. In these examinations the depth of the lines is important in the writings written on paper. During the act of writing, pressure is applied to the paper. The degree of this pressure may vary according to the characteristics of the writing instruments. The pressure applied to the paper may sometimes increase in downward movements, so a line may not always have the same pressure in every point. This bulge pressure on the back of the paper also varies depending on the type of pen, the sharpness of the nip and the substrate on which the writing is written (Kantarcı et al., 2011, Furukawa, T., 2012).

To determine the indentations on paper, various approaches have been developed such as optical, electrostatic, and chemical procedures. (Koeijer et al., 2006, Brown JL., 1998). The most important of these methods is the ESDA (Eletrostatic Detection Apparatus) method and this technique was developed by Foster and Morantz. A specialized piece of equipment known as an electrostatic detecting device, or ESDA, is widely employed in questioned document examination to identify indentations or impressions in paper that would otherwise go unnoticed. It is a non-destructive approach, allowing for additional testing. It's a sensitive technology that can identify indentations on pages several layers beneath the top sheet, many years after they were made (Davis, 2013, Ellen, D. M., 1980, Foster D. J. 1979). Foster and Freeman Ltd. began producing the ESDA for laboratory use shortly after. ESDA is easy to use and employs a non-destructive technology for identifying and securing a permanent record of impressions. The document to be evaluated is first placed on ESDA's grounded sintered brass sheet for the latent electrostatic image development procedure. The sheet is then drawn down by a vacuum under the platen, a layer of Mylar is pulled over it, and a corona wire with a high negative voltage is passed over the Mylar multiple times, applying an electrostatic charge to the Mylar. The image is then formed by enabling fine carbon granules to spread across the surface of the paper, either by an aerosol process in a cloud chamber or by pouring carbon granules combined with small plastic balls that act as a carrier across the paper's surface. The granules attach to the indentations' electrostatic image, making the image visible

(Yaraskavitch et al., 2008). ESDA is still a strong method and continues to be used with almost the same technique only with updated machines. Therefore, it is of great importance for the detection of indented lines (Roloff et al., 2017)

Another method is photographing the indented lines of the paper under oblique light. The challenge of reading and recording indented imprints in documents was largely overcome with the invention of electrostatic imaging. However, not all document specialists have such equipment, and ESDA may not be able to effectively decode and store prints in particular circumstances when the paper is strongly adherent and coated or the prints are deep. In such circumstances, the professional continues to use the usual oblique light inspection procedure (Singla et al., 1990, Giles, A., 2004). Indented impressions in the document to be inspected are photographed under oblique light from one direction as the first stage in this procedure. The identical imprints are captured again, this time with oblique light coming from the opposite direction. The camera's position in relation to the object must be constant, as must the angle of the oblique light relative to the paper's surface. The film is then processed, and the first and second negatives are meticulously overlapped under the magnifying glass to create the final print. The negatives are carefully placed on the magnifying glass after being photographed with oblique light under the identical conditions but at right angles to the prior direction.

In addition to these methods, it is possible to detect traces using ferromagnetic powder. First of all, a polyethylene sheet is applied on the document so that ferromagnetic dusts do not adhere to the document to be examined. When a powerful magnet is used, a small amount of ferromagnetic powder sticks to the indented surface. As a result of the ferromagnetic powder in the indented area, the indented surface is now apparent and is fastened with adhesive clear film, which is then photographed for documenting purposes (Kumar et al., 2017).

In this study, the 3D scanner was used for scanning the lines for the first time, as far as we know, in literature. This is a nondestructive technique where the originality of the document is preserved and the 3D image of the indentations was transferred directly to the digital environment without errors. The depth of the lines can be measured in micrometers and it can be evaluated that whether the depth of the indented writing samples has changed after external intervention or not.

MATERIALS AND METHODS

The line samples were prepared by using a standard medium-thick blue ballpoint pen on standard 80 g/m^2 A4 paper on hard and soft substrates which was adjusted by using different number of papers, 1 and 7.

The Einscan pro 2x 3D scanner was used to scan the line samples. The device has an option for scanning hand-held or fixed scanning and the fixed scan option was selected in this study. A rotary table was preferred for scanning and the number of steps was set to around 60 to obtain a clear result by taking more images of the sample placed on the rotary table during scanning. Markers were placed around the sample for an accurate and simple 3D scan. The 3D scanner was positioned in front of the table to remain stationary and provide the best view of the sample. The setup was shown in Fig 1.

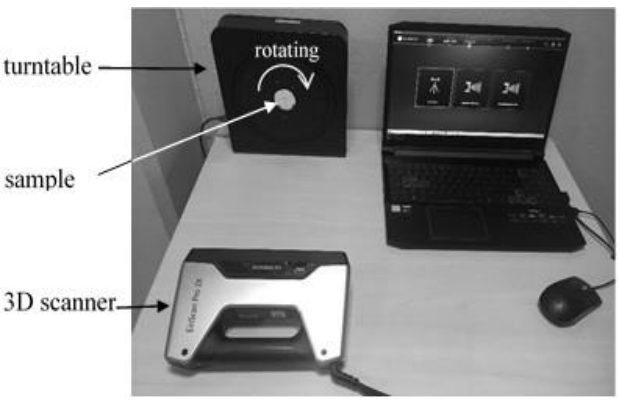


Figure 1. The setup used for taking the 3D images of the samples.

After the scanning is completed, the 3D image is converted to an stl format. A software developed in python was used to measure the depth of the impressions on the 3D scanned image. In code, the cross line actually provides the coordinates of the x, y and z axes on the 3D image. Since it was desired to find the depth, the coordinates obtained in the z axis were examined as seen in Fig. 2. To be able to understand how the printer affects the depth of the lines, the samples were passed through the laserjet printer and scanned and analyzed again in the same way.

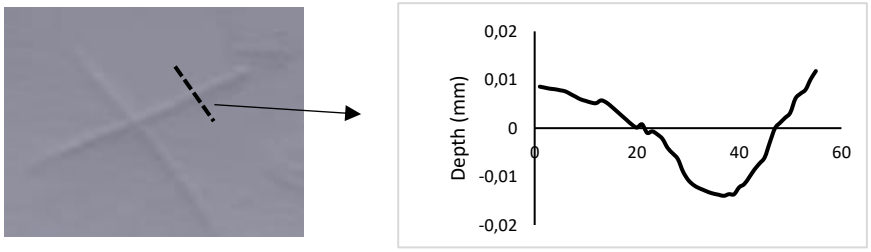


Figure 2. The 3D image obtained (left) and the plot of the surface through the dashed line (right).

RESULTS AND DISCUSSION

The results of the analysis of different line samples were shown in Fig. 3. The lines were drawn on soft surface where additional 7 sheets were put under the paper on which the line was drawn. The dots on the figures were just used to define the start and the end points of the analysis.

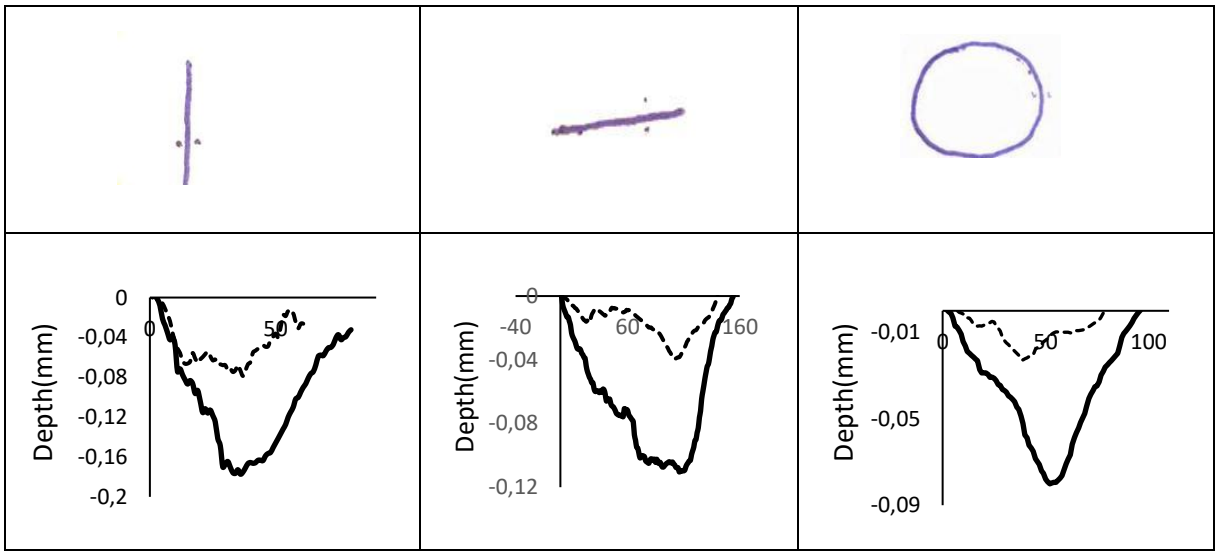


Figure 3. The photographs of the lines which were analyzed (first row) and the depth profiles of the section between the dots seen on the photographs (second row). The solid and the dashed lines in the plots indicate the depth variation before and after passing the sample through the laserjet printer, respectively.

The initial depths of the lines were around 120-180 μm for horizontal and vertical lines, and it was about 90 μm for circular line. The change in the depths of lines are due to the different pen pressures during the preparation of the samples. After passing the papers through the laserjet printer, it is clearly seen that the depth of the lines decreases to the range of one-third to one-fourth of the initial depths. This decrease is mainly due to the high pressure and high temperature in the drum of the printer. It can be said that, since the depth variations could be clearly observed for all samples, the 3D scan-based technique does not depend on the shapes of the lines drawn on the paper.

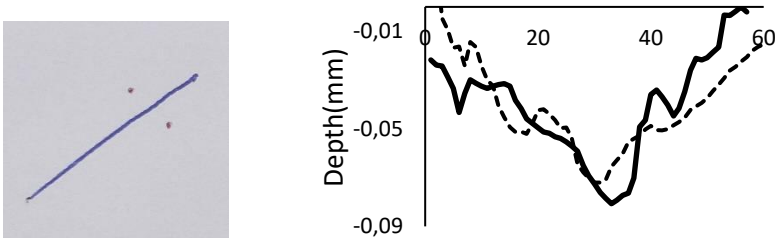


Figure 4. The photograph of the line sample prepared on the hard surface (left), and the depth profile of the line (right). The solid and the dashed line in the plot indicate the depth variation before and after passing the sample through the laserjet printer, respectively.

The sample seen in Fig. 4 was prepared on hard surface and almost no change was observed after passing the sample through the laserjet printer. The reason why almost no change was observed after passing the printer although the depth reaches 80 μm may be related to the shape of the groove of the line. The groove of the line is probably narrow and therefore the drum of the printer is not effective to change the depth of the line groove.

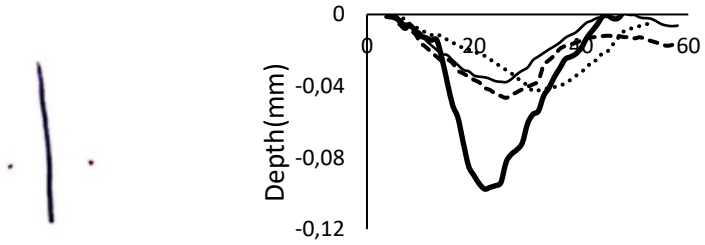


Figure 5. The effect of the multiple prints on the depth of the line prepared on the soft surface.

The results of the effect of the multiple prints on the depth of the line prepared on the soft surface was shown in Fig. 5 where the initial depth of the line was measured about 100 μm. After passing the paper through the printer for the first time, the depth dropped to around 40 μm and further printing seem to have almost no effect on the depth of the lines. This is an interesting result that shows that the first print probably causes a more rigid groove structure on the paper which preserves itself during the other printing.

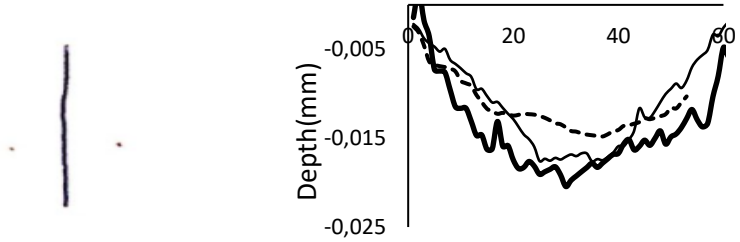


Figure 6. The effect of the multiple prints on the depth of the line prepared on the hard surface.

The results of the multiple printing on the depth of the line was shown in Fig. 6. Here, it is clearly seen that printing the paper for many times does not affect the depth of the line considerably as mentioned before.

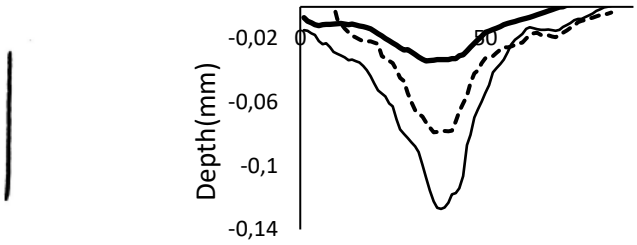


Figure 7. The depth of the lines depending on the changing pen pressures.

The dependence of the depth of the lines on the pen pressure was also studied and the results were given in Fig. 7. The depth profiles clearly show that the 3D scan technique is sensitive to the pen pressure changes where the depth of the lines was changed from 30 µm to 140 µm by the increasing pen pressure.

CONCLUSION

In this study, a 3D scan based optical technique was proposed for the analysis of the indentations in the questioned documents. It was concluded that, this technique is reliable, fast, non-destructive and enables a quantitative analysis.

By using this technique, the grooves of the lines could be successfully observed and the depth profiles could be successfully obtained in this study. The effect of the printing on the depth of the grooves was carried out and it was concluded that while the depth of the grooves of the lines prepared on the soft substrate changed considerably after the printing, the depth of the grooves of the lines prepared on the hard substrate was not affected by the printing.

The effect of the pen pressure on the depth of the grooves was also studied and it was observed that 3D scan based technique is very efficient to monitor this property of the lines.

REFERENCES

Birincioğlu, İ., özkara, E. 2010. Adli Belge İncelemelerinde Bilinmeyenler, Örneklerle Yazı ve İmza Analizi ile Islak İmza Kavramı. *Türkiye Barolar Birliği Dergisi*, (87), 403-433.

Houck, M. M., & Siegel, J. A. 2009. Fundamentals of forensic science. Academic Press.

Kantarci, M. N., Başer, L., Kandemir, E., Berber, G., & Turan, R. 2011 Kazara Oluşturulmuş Fulajdan Yola Çıkarak Yazı Yaşı Tespit Etme-Olgu Sunumu.

Furukawa, T. 2012 The New Method of Identification of Handwriting Using Volumes of Indentations. In *2012 International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition* (pp. 163-168). IEEE.

De Koeijer, J. A., Berger, C. E., Glas, W., & Madhuizen, H. T. 2006. Gelatine lifting, a novel technique for the examination of indented writing. *Journal of forensic sciences*, *51*(4), 908-914.

Brown JL., 1998.Survey of techniques used to visualize indented markings. J Am Soc Quest Doc Exam,1(2):107–12.

Ellen, D. M., Foster, D. J., & Morantz, D. J. 1980. The use of electrostatic imaging in the detection of indented impressions. *Forensic Science International*, *15*(1), 53-60.

Foster, D. J., & Morantz, D. J. 1979. An electrostatic imaging technique for the detection of indented impressions in documents. *Forensic Science International*, *13*, 51-54.

Davis, T. 2013. ESDA and the analysis of contested contemporaneous notes of police interviews. *International Journal of Speech Language and the Law*, *1*(1), 71-89.

Yaraskavitch, L., Graydon, M., Tanaka, T., & Ng, L. K. 2008. Controlled electrostatic methodology for imaging indentations in documents. *Forensic science international*, *177*(2-3), 97-104.

Roloff, B., Offa, B., & Turner, I. J. 2017. Indentation recovery threshold using the Electrostatic Detection Apparatus®. *Canadian Society of Forensic Science Journal*, *50*(1), 23-29.

Singla, A. K., & Jasuja, O. P. 1990. Photographing indented impressions under oblique light: a simple modification. *Journal of the Forensic Science Society*, *30*(4), 211-214.

Giles, A. 2004. The forensic examination of documents. Crime Scene to Court: Essentials of Forensic Science, 142-171.

Kumar, K., Sharma, P., & Menon, S. K. 2017. A Novel and Innovative Technique to Decipher In-dented Writings by Means of Ferromagnetic Powder and Image Enhancement Tools.

Thali, M. J., Braun, M., & Dirnhofer, R. 2003. Optical 3D surface digitizing in forensic medicine: 3D documentation of skin and bone injuries. *Forensic science international*, *137*(2-3), 203-208.

ORAL PRESENTATION

Investigation of Land Use/Cover Development from Agricultural Perspective in Konya Closed Basin, Turkey

Cihangir Koycegiz[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0510-1164*),
Omer Lutfi Sen[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8186-8594*),
Meral Buyukyildiz[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1426-3314*)

[*1]Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Civil Engineering Department, Konya, Turkey.
[2]Istanbul Technical University, Eurasia Institute of Earth Sciences, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: ckoycegiz@ktun.edu.tr

Abstract
Agricultural activities have a significant impact on the hydrological cycle. With the increasing population, agriculture is performed with limited water resources. In this study, land use/cover data in Konya Closed Basin, where agriculture is intensive, were examined from an agricultural point of view. Temporal and spatial analyses of the Coordination of Information on the Environment (CORINE) data was performed. The data for the years 1990, 2000, 2006, 2012 and 2018 obtained from CORINE have been reclassified according to their agricultural irrigation status. The change over time and spatial distribution of the total areas of the new classes created were examined. According to the results obtained, most of the irrigable agricultural lands were defined in the category of non-irrigated agricultural lands after 2012. In addition, non-irrigated arable lands have an increasing trend, while other agricultural lands, regularly irrigated lands and non-agricultural areas have a decreasing trend.

Keywords: Land Use/Cover, CORINE, Konya Closed Basin

INTRODUCTION

With the increasing population, it is getting harder to meet the human needs. With climate change, the decrease in available water resources and the deterioration of ecological and hydrological balance bring many socio-economic problems (IPCC, 2021). Agriculture has been quite important from the times when humanity settled down to the present day. Climate change and anthropogenic activities affect agricultural areas over time. For this reason, examining the temporal and spatial changes of agricultural areas is quite important in terms of the consistency and sustainability of the strategies to be developed.

In Konya Closed Basin (KCB), which is determined as the study area, agriculture is carried out intensively. In the KCB, where water resources have a decreasing trend, agricultural activities should be carried out with sustainable strategies (MAF-DGWM, 2018; MAF, 2015). In KCB, there are studies examining the changes in surface features and climate over time with remote sensing methods (Orhan, 2014; Topaloğlu, 2014). The KCB, a semi-arid basin, is threatened by drought (Duygu et al., 2017). Considering the relationship of agricultural activities with hydrological processes, it is not possible to evaluate agriculture separately from hydrology.

One of the frequently used datasets for the study of land use/cover is provided by The Coordination of Information on the Environment (CORINE) program (Genel and Guan, 2021; Kocur-Bera and Pszenny, 2020; Pelorosso et. al., 2021). CORINE data were used for the analyses of land use/cover within the scope of the study. This data set, which was created for the 5 times between 1990 and 2018, was obtained as a result of combining environmental data with remote sensing data.

According to the information obtained from the literature, the land use/cover data obtained by remote sensing techniques for KCB were not evaluated from the agriculture perspective. To fill this gap, it is aimed to reclassify CORINE land use/cover data and to make temporal and spatial analysis of the results obtained, it is aimed to determine the changes in the classes separated according to their irrigation status.

MATERIALS AND METHODS

Study Area

Konya Closed Basin (KCB) where agricultural activities are carried out intensively is the study area. The basin is located in the central Anatolian region. It is located between the coordinates 36°51' - 39°29' N and 31°36' - 34°52' E. There are two important lakes within the borders of KCB. These are Salt Lake to the north and Beyşehir Lake to the southwest (Figure 1). KCB has an area of approximately 50 000 km^2. It corresponds to approximately 7% of Turkey in terms of surface area. The Taurus Mountains in the south form the border with the Mediterranean region. KCB's average annual total precipitation is about 407 mm (Koycegiz and Buyukyildiz, 2019). In the central parts of the KCB, where the Konya Plain is located, the altitude varies between 900 and 1050 m (Koycegiz and Buyukyildiz, 2020).

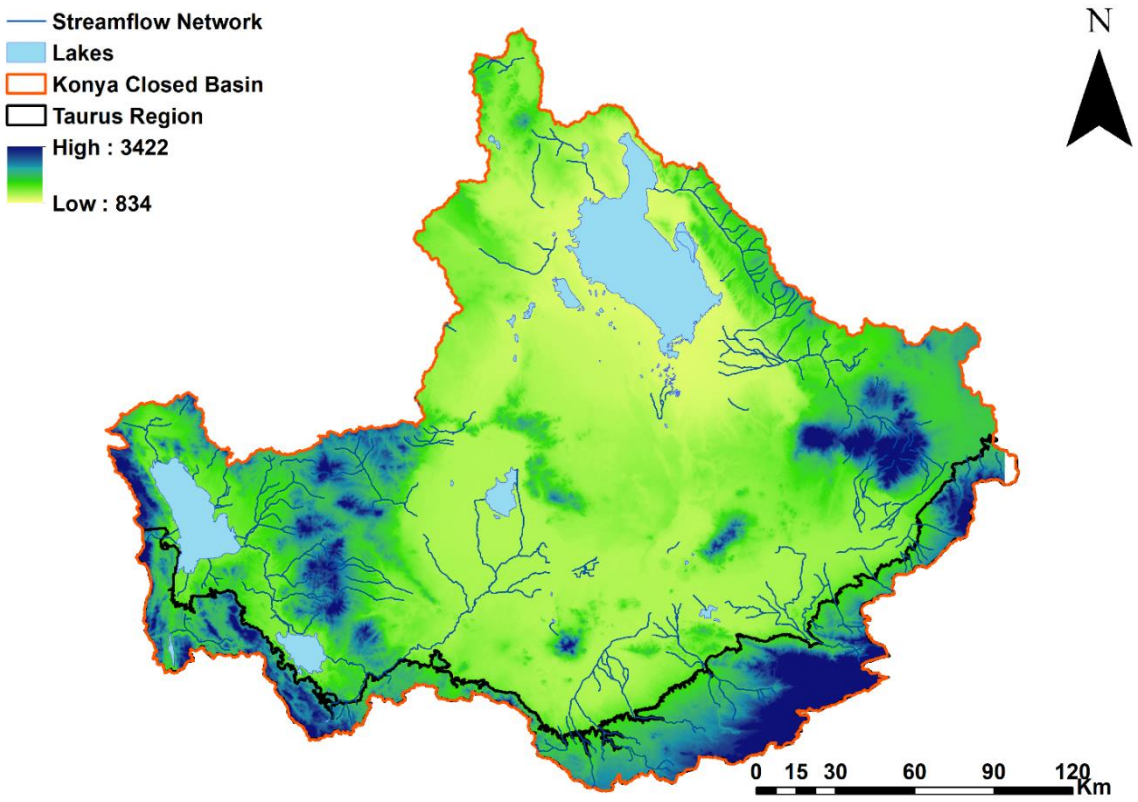


Figure 1. Konya Closed Basin Digital Elevation Map

Data

Remote sensing data was used in this study. Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) data was used to create the elevation map. ASTER Global Digital Elevation Model (GDEM) with 30 x 30 m spatial resolution is frequently used in hydrology, meteorology and remote sensing studies. According to the information obtained from the literature, the elevation error of ASTER-GDEM is expressed as root mean square error (RMSE) ± 7.97 m (Elkhrachy, 2018).

CORINE data were obtained to conduct land use/cover analyses. CORINE is a program established in 1985 for the collection and mapping of environmental data in Europe. CORINE provides data on land use/cover for the years 1990, 2000, 2006, 2012 and 2018. There are 5 classes at the first level, 15 classes at the second level, and 44 classes at the third level, which define the land use/cover. Along with the analysis of the information collected from different countries, studies are carried out to identify areas at risk of desertification, rapidly disappearing forests, and dry wetlands, and to take necessary measures (EU-EOPC, 2020). In addition to data from different locations for data processing, SPOT (from French "Satellite pour l'Observation de la Terre") and Landsat raw data are provided. CORINE land use/cover maps are created at a scale of 1/100000.

RESULTS

Classes determined by CORINE were reconstructed to define the surface properties within the scope of the study. Considering the agricultural irrigation activities, 4 different classes were created. The spatial distribution and temporal variation of these classes were examined. These classes are designated as non-irrigated arable land, permanently irrigated land, other agricultural areas and non-agricultural areas. In the other agricultural land class, there are agricultural areas with complex patterns, vineyards and orchards. Non-agricultural areas include settlements, airports, mines, roads and lakes.

The total area of the new classes obtained in the relevant years is given in Figure 2. Within the KCB, non-agricultural areas are the largest class of land (approximately $22x10^5$ ha). Then comes the non-irrigated arable lands (approximately $12x10^5$ ha). Of the four identified classes, only non-irrigated arable land has a general increasing trend. Although there are classes that have increased in some years among other classes, a decreasing trend is generally dominant. Classification of arable land as non-irrigated land is an indication that KCB's water resources are in danger.

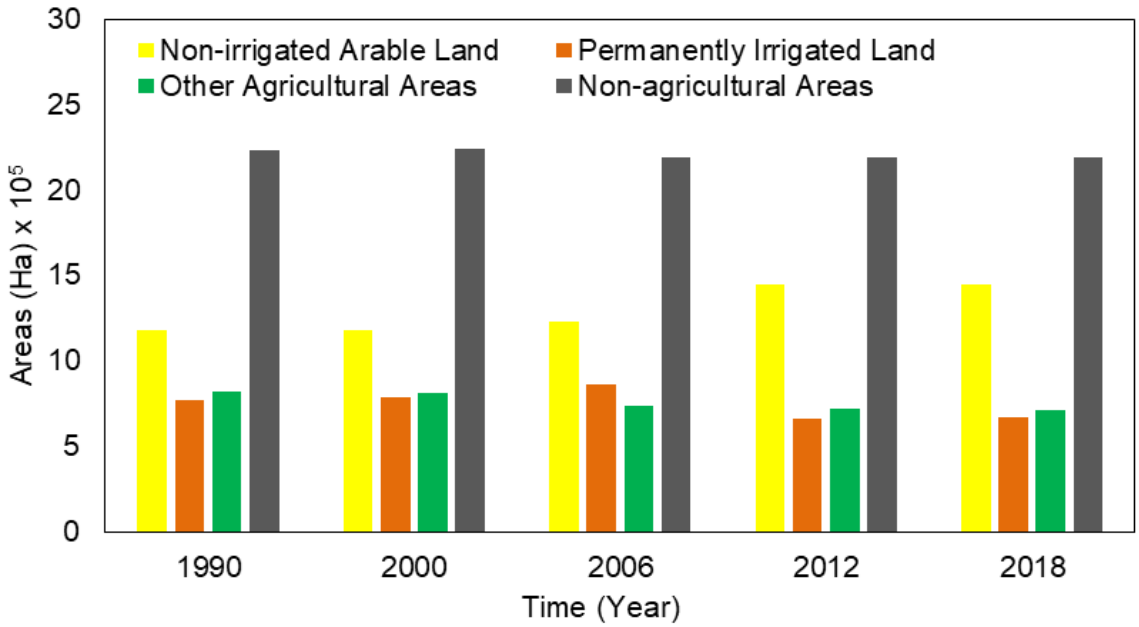


Figure 2. Temporal Change of Land Use/Cover of Konya Closed Basin from Agricultural Perspective

The spatial distribution of land use/cover is given in Figure 3. In 1990, there were permanently irrigated areas, especially in the central parts of the KCB. There were non-irrigated arable areas near the irrigated lands and in the northern parts of the basin. Other agricultural areas pattern is common around Beyşehir Lake and south of KCB. Areas, where agricultural activities are not carried out, are common around Salt Lake, in the high altitude areas of the basin and around Beyşehir Lake. Towards 2006, the permanently irrigated areas in the north of the basin have been decreasing. However, there has been an increase in irrigable lands in the center of the basin. In 2012, most of the irrigable lands started to be defined in the non-irrigated arable land class. Similarly, this situation is observed in 2018 as well. It is observed that classes which tendency decreases temporally also change spatially.

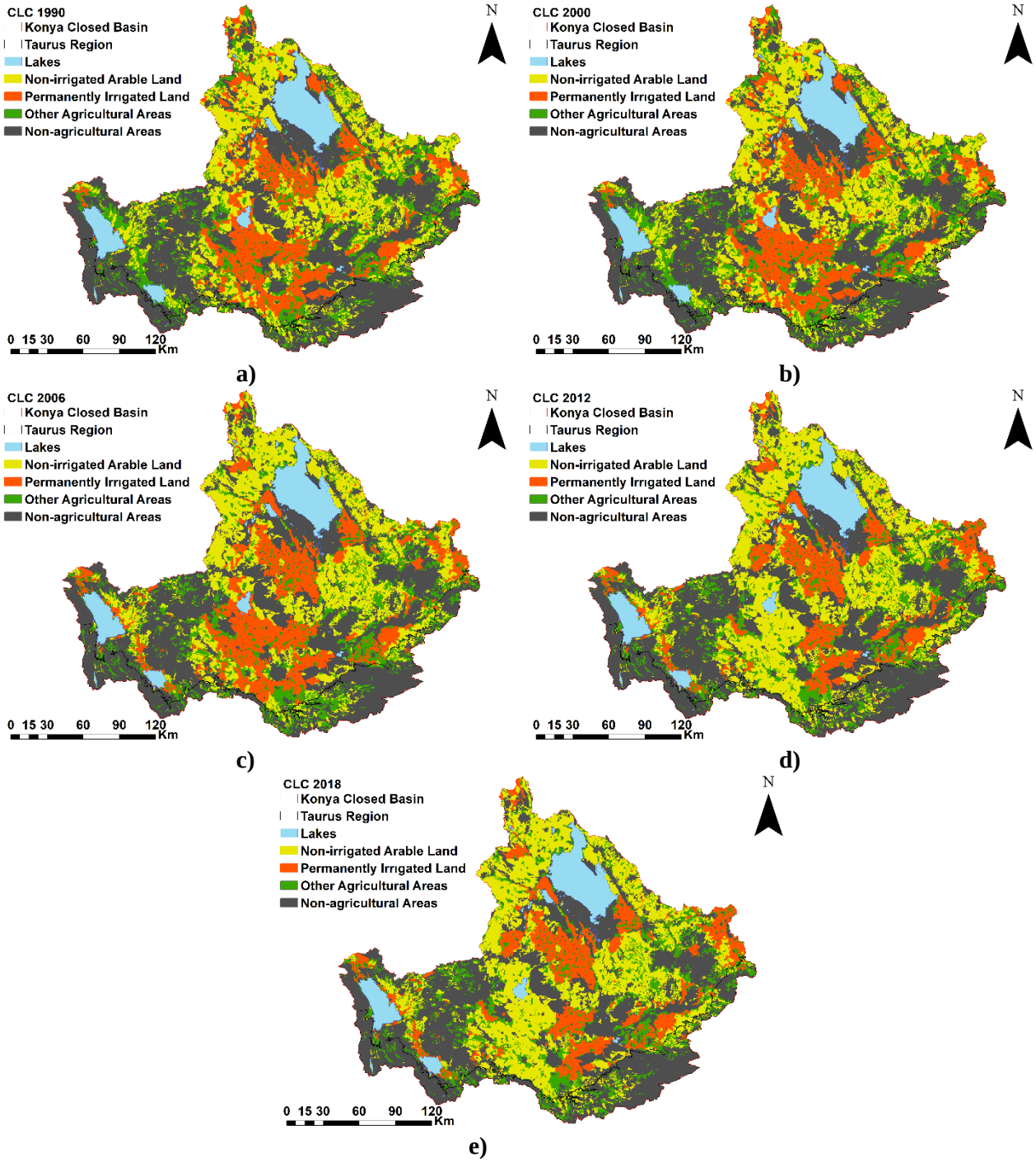


Figure 3. Land Use/Cover of Konya Closed Basin in a) 1990, b) 2000, c) 2006, d) 2012, e) 2018

CONCLUSION

Within the scope of the study, land use/cover of KCB was analysed by reclassifying CORINE land use/cover data from an agricultural perspective. A temporal and spatial analysis of the reclassified areas was carried out. The study was conducted on the data obtained for the years 1990, 2000, 2006, 2012 and 2018. According to the results obtained, the only class with an increasing trend over time was the land cover suitable for agriculture but not irrigated. Other classes tend to generally decline. When the spatial distribution is examined, a significant part of the permanently irrigated lands in the center of the KCB has been classified as non-irrigated land after 2012. This situation is quite remarkable. However, it has been determined that other agricultural areas and lands that are not suitable for agriculture show spatial changes over time. Examining the reason for these important changes identified at the center of the KCB is one of the topics for future work.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study proceeded from Cihangir KOYCEGIZ's Ph.D. studies.

REFERENCES

Duygu MB, Kirmencioğlu B, Aras M 2017. Essential Tools to Establish a Comprehensive Drought Management Plan - Konya Basin Case Study. Turkish Journal of Water Science & Management, 54-70.

Elkhrachy I 2018. Vertical accuracy assessment for SRTM and ASTER Digital Elevation Models: A case study of Najran city, Saudi Arabia. Ain Shams Engineering Journal, 9 (4), 1807-1817. https://doi.org/10.1016/j.asej.2017.01.007

EU-EOPC 2020. European Union's Earth Observation Programme-Copernicus, CLC illustrated nomenclature guidelines. Available at: https://land.copernicus.eu/user-corner/technical-library/corine-land-cover-nomenclature-guidelines/html/index.html

Genel ÖA, Guan C 2021. Assessing Urbanization Dynamics in Turkey's Marmara Region Using CORINE Data between 2006 and 2018. Remote Sens., 13(4), 664. https://doi.org/10.3390/rs13040664

IPCC 2021. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth. Cambridge University Press. Available at: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/

Kocur-Bera K, Pszenny A 2020. Conversion of Agricultural Land for Urbanization Purposes: A Case Study of the Suburbs of the Capital of Warmia and Mazury, Poland. Remote Sens., 12(14), 2325. https://doi.org/10.3390/rs12142325

Koycegiz C, Buyukyildiz M 2019. Temporal trend analysis of extreme precipitation: a case study of Konya Closed Basin. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 956-961. DOI:10.5505/pajes.2019.86658

Koycegiz C, Buyukyildiz M 2020. Determination of Change Points and Trend Analysis of Annual Temperature Data in Konya Closed Basin (Turkey). Nigde Omer Halisdemir University Journal of Engineering Sciences, 9(1), 393-404. DOI:10.28948/ngumuh.598289

MAF 2015. Ministry of Agriculture and Forestry, Konya Basin Drought Management Plan. Ankara.

Orhan O 2014. Analyzing climate change and drought by using remote sensing and GIS technology in Konya closed basin. Master Thesis. Aksaray University.

Pelorosso R, Apollonio C, Rocchini D, Petroselli A 2021. Effects of Land Use-Land Cover Thematic Resolution on Environmental Evaluations. Remote Sens., 13(7), 1232. https://doi.org/10.3390/rs13071232

MAF-DGWM 2018. Konya Closed Basin Sectoral Water Allocation Plan. Ministry of Agriculture and Forestry General Directorate of Water Management. Ankara.

Topaloğlu RH 2014. Determination of land use/cover changes in Konya closed basin by satellite images. Master Thesis. Aksaray University.

ORAL PRESENTATION

Temporal Analysis of Land Cover/Use Change in a Semi-arid Basin with MODIS data

Cihangir Koycegiz[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0510-1164*),
Meral Buyukyildiz[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1426-3314*),
Omer Lutfi Sen[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8186-8594*)

[*1]Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Civil Engineering Department, Konya, Turkey.
[2]Istanbul Technical University, Eurasia Institute of Earth Sciences, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: ckoycegiz@ktun.edu.tr

Abstract
With the increase in population, industrialization, agricultural activities and urbanization are increasing. In addition to this situation, when the effect of climate change is taken into account, the land cover changes quite rapidly. In this study, the change of land cover/use over time in Konya Closed Basin (KCB), which is a semi-arid closed basin, was investigated. Land cover/use data were obtained from the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS). The International Geosphere-Biosphere Program (IGBP) land cover classification scheme was preferred. The study was carried out for the period 2001-2018. The spatial resolution of the data provided annually is 500 m. Land cover/use data were cut according to KCB boundaries. Temporal analysis was performed by calculating the total area of each class belonging to the IGBP classification within the KCB for the 2001-2018 period. According to the results, the classes with the most area in the KCB are grasslands and croplands. Grasslands have decreased significantly over time, while croplands have increased.

Keywords: Konya Closed Basin, Land Cover/Use, MODIS, Temporal Analysis

INTRODUCTION

With the increasing human population, there are significant changes in ecology and hydrology. The extinction of living species, the occurrence of floods and droughts cause the surface cover to change faster in recent years than in the past. Evaluation of this rapid land cover change from a cause and effect perspective has an important place in the development of agriculture and urbanization policies of countries. The expansion of the areas under the risk of desertification, the disappearance of forests over time and the growth of urban life to a level that threatens the ecological balance are some of the problems that may occur as a result of the rapid change in land cover (IPCC, 2021).

KCB, which has a semi-arid and continental climate, was chosen as the study area. The agricultural opportunities of KCB cause the surface cover to change rapidly. Considering that remote sensing techniques enable quite new developments today, it is of great importance to examine the KCB land cover with remote sensing. There are many studies using remote sensing data for KCB (Koycegiz and Buyukyildiz, 2019a; Orhan, 2014; Orhan et. al., 2019; Topaloğlu, 2014). For KCB, which is under the threat of drought, it is quite important to shape the land cover with sustainable strategies.

In this study, it is aimed to conduct a temporal analysis of land cover/use changes in the KCB. For this purpose, it is aimed to determine the total areas of the classes in the KCB and to perform a temporal analysis by processing the land cover data with the IGBP classification scheme obtained from MODIS. It is thought that by interpreting the results of the temporal analysis, information about the trends of the land cover changes occurring in the KCB will be obtained.

MATERIALS AND METHODS

Study Area

Konya Closed Basin (KCB) is a hydrologically closed semi-arid basin. The basin, which has a continental climate, offers many opportunities to people thanks to its rich ecosystem as well as agricultural activities. KCB is located between the coordinates 36°51' - 39°29' north and 31°36' - 34°52' east. Having a surface area of approximately 50 000 km^2, KCB has two important water bodies, Salt Lake and Beyşehir Lake. A significant

amount of agricultural irrigation need of the basin is supplied from Beyşehir Lake. Salt Lake, on the other hand, meets the country's salt needs with its salt deposits. With the Taurus Mountains in the south, KCB also includes high-altitude areas within its borders. In the basin where the annual average precipitation is approximately 400 mm, the altitude range where the Konya plain is located is between 900 and 1050 m (Koycegiz and Buyukyildiz, 2019b; Koycegiz and Buyukyildiz, 2020). In Figure 1, the digital elevation map of KCB is given. Mainstream networks and important water bodies are also visible in Figure 1.

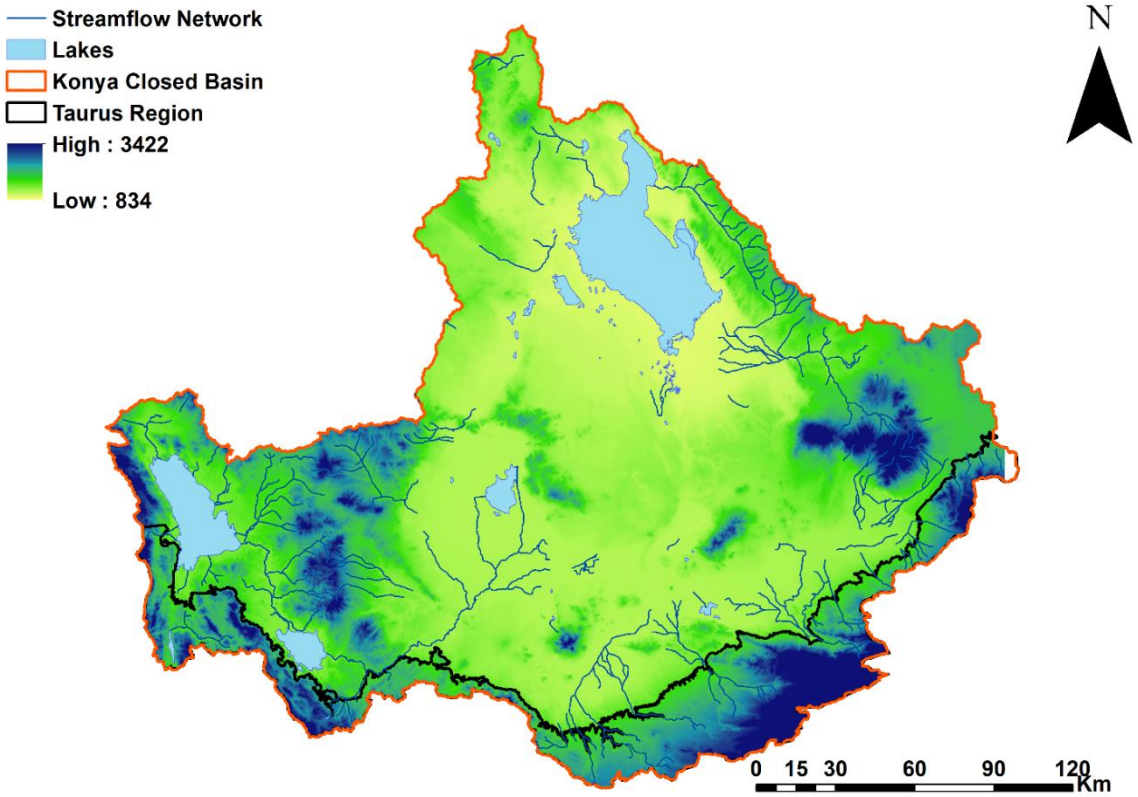


Figure 4. Konya Closed Basin Digital Elevation Map

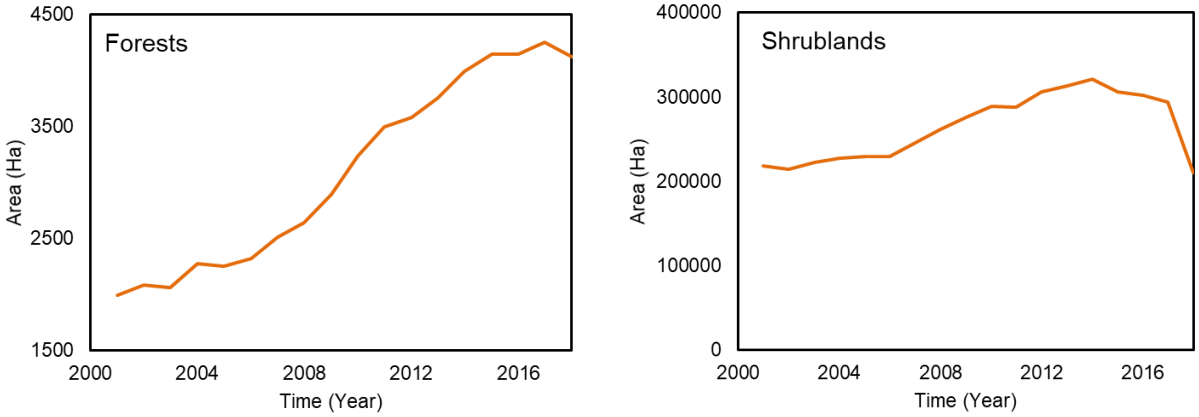
Data

Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) Global Digital Elevation Model (GDEM) used in Figure 1 was prepared to obtain information about KCB location and altitude. ASTER-GDEM is frequently used in the literature (Elkhrachy, 2018; JPL-CIT , 2021).

In this study, land cover/use data were obtained from Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS). Yearly Level-3 500 m spatial resolution land cover data with product ID MCD12Q1 was used (Sulla-Menashe and Friedl, 2018). The study was conducted between 2001 and 2018. There are 5 different classification schemes (IGBP, University of Maryland, Leaf Area Index, BIOME-Biogeochemical Cycles, Plant Functional Types) in the MCD12Q1 product. Among these classification schemes, the IGBP classification scheme has been taken into account in the study of land cover change. There are 17 different land cover/use classes in IGBP (Loveland and Belward, 1997). Within these classes, forests, savannas, shrublands, water bodies, agricultural lands, bare lands, grasslands, cities and settlements with different characteristics were defined. In this study, the MCD12Q1 product cut for KCB boundaries was evaluated with the IGBP classification scheme. In the study conducted for the 2001-2018 period, the total area covered by the land classes in the KCB was determined. After determining the total areas of land cover classes, temporal analysis was made and trends were observed.

RESULTS

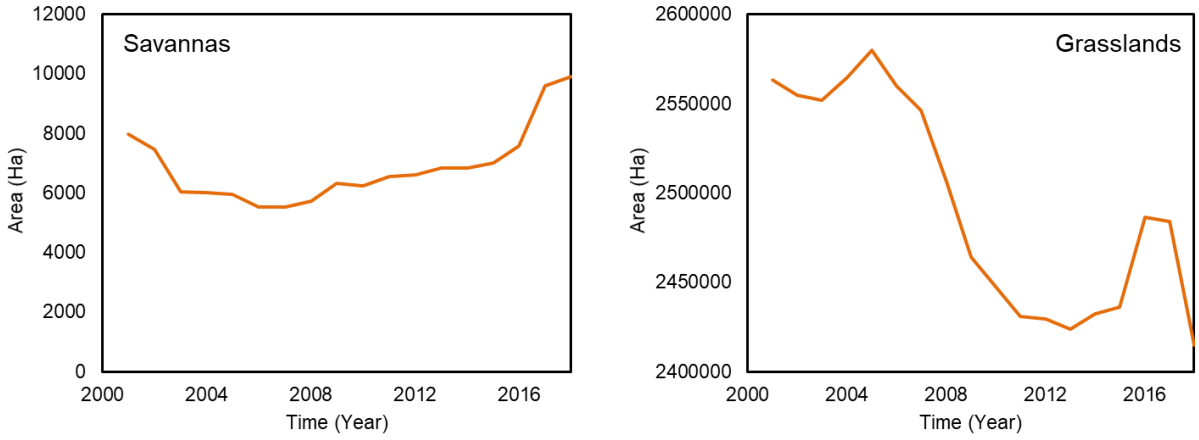
In Figure 2, the time series of the total area of forests and shrublands in KCB is given. There are 5 different classes defined as forest in IGBP. These are evergreen coniferous, evergreen broadleaf, deciduous coniferous, deciduous broadleaf and mixed forests. For a grid to be defined as a forest, 60% of the area it covers must be trees (canopy > 2m). Shrublands are defined as areas covered with perennial woody plants around 1-2 m in height. There is no close shrublands class in KCB. All shrub types in KCB are sparse. According to Figure 2, forests are gradually increasing within the KCB. While it had an area of approximately 2000 ha in 2001, it has increased to over 4000 ha in recent years. Shrublands showed an increasing trend until 2014 but then started to decrease.



a) **b)**

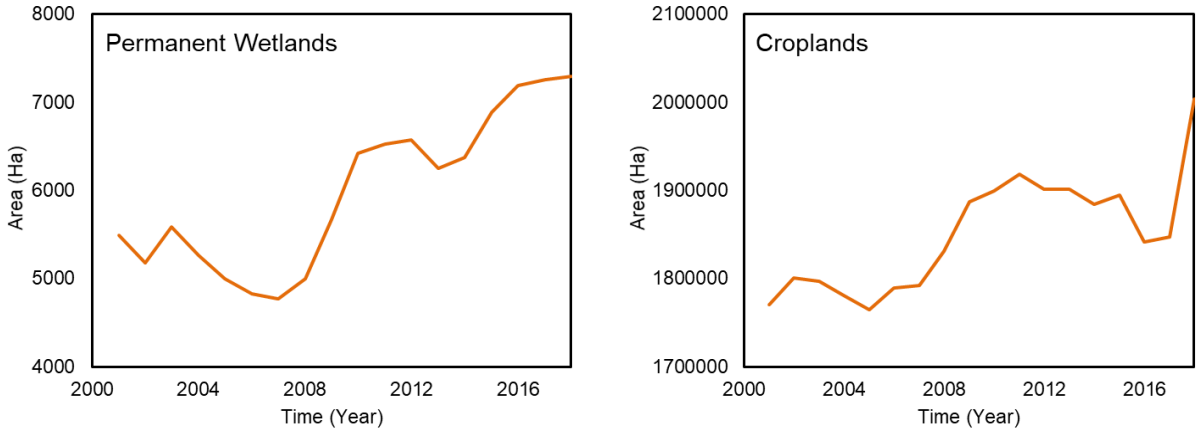
Figure 5. Time Series of MODIS IGBP Land Cover/Use Areas for KCB a) Forests, b) Shrublands

Savannas and grasslands are two different classes included in the IGBP scheme. In Figure 3, the time series of the total areas of savanna and grasslands in the KCB is given. Savannas are defined for areas with quite low tree density (tree cover 30-60% for woody savannas, 10-30% for savannas). Savannas decreased until 2006 and then started to increase. Grasslands define areas with annual herbaceous plants less than 2 m in height. It is one of the most common type within the KCB. As the areas with grasslands tend to be considered as agricultural land over time, a decreasing trend is observed.
In Figure 4, the time series of the total areas of permanent wetlands and croplands are given. Permanent wetlands are areas covered with 30-60% water and more than 10% vegetation. Permanent wetlands are on the increase in KCB. One of the areas with the most surface area in KCB is cropland. Agricultural lands with a general increase trend made a sudden jump in 2007 and 2017.



a) **b)**

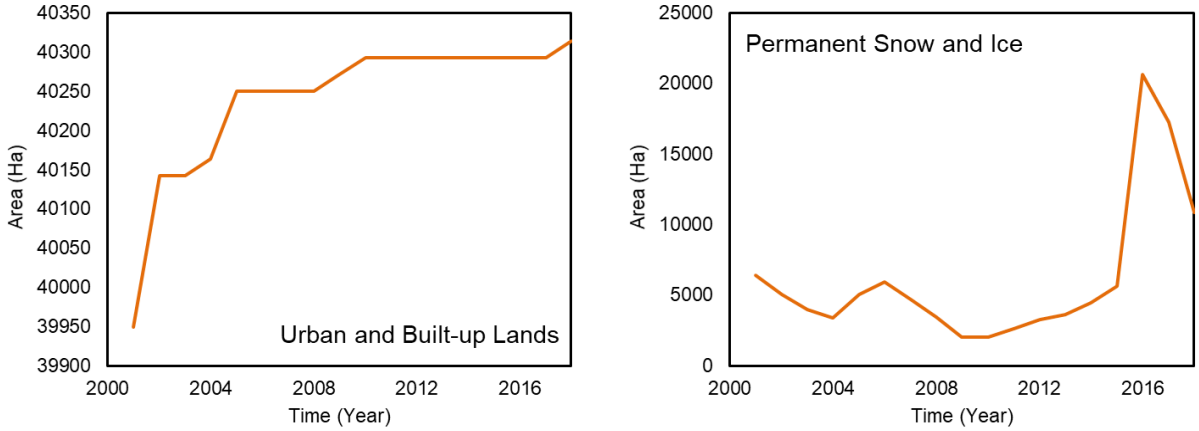
Figure 6. Time Series of MODIS IGBP Land Cover/Use Areas for KCB a) Savannas, b) Grasslands



a) **b)**

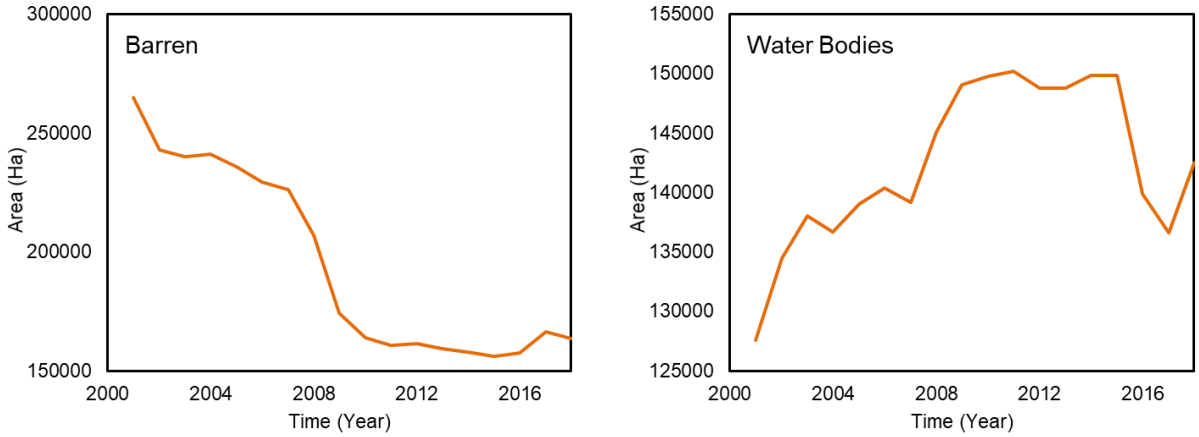
Figure 7. Time Series of MODIS IGBP Land Cover/Use Areas for KCB a) Permanent Wetlands, b) Croplands

The change of the total area covered by the urban and built-up lands and permanent snow and ice cover in the KCB over time is given in Figure 5. Urban and built-up lands with an area of approximately 40 000 ha increased rapidly until 2005 and then showed a gradual increase. Considering the continental climate of the KCB, the permanent snow layer does not occupy a significant area. However, it is noteworthy that the leap made in 2015 began to decline after 2016.
The change of the total area occupied by barren areas and water bodies in the KCB over time is given in Figure 6. According to Figure 6, bare lands have a strong downtrend. On the other hand, the water bodies increased until 2009, followed by steady progress until 2015, and then started to decrease.



a) **b)**

Figure 8. Time Series of MODIS IGBP Land Cover/Use Areas for KCB a) Urban and Built-up Lands, b) Permanent Snow and Ice



a) **b)**

Figure 9. Time Series of MODIS IGBP Land Cover/Use Areas for KCB a) Barren, b) Water Bodies

CONCLUSION

In this study, a temporal analysis of land cover/use change was carried out for KCB. For this purpose, land cover data from MODIS in the IGBP classification scheme were obtained at an annual temporal scale, 500 m spatial scale. The total areas of the IGBP classes were calculated by clipping the provided data for KCB boundaries. The changes of these areas in the 2001-2018 period were examined.

Forests and shrublands in KCB have a general increasing trend in the period 2001-2018. However, the downward trend in recent years draws attention. The reason for the significant increase in permanent wetlands is thought to be the wetlands formed around the withdrawn lake waters. In addition, it was determined that the grasslands decreased during the study period and the croplands were in an increasing trend. This shows that the need for agricultural irrigation has an increasing trend. The decreasing trend of bare land is thought to be associated with the strong increase in farmland. These important changes that took place within the KCB in the 2001-2018 period should be taken into account by the decision-makers. It is thought that the rapid change of the surface cover should be kept under control with sustainable policies.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study proceeded from Cihangir KOYCEGIZ's Ph.D. studies.

REFERENCES

Elkhrachy I 2018. Vertical accuracy assessment for SRTM and ASTER Digital Elevation Models: A case study of Najran city, Saudi Arabia. Ain Shams Engineering Journal, 9 (4), 1807-1817. https://doi.org/10.1016/j.asej.2017.01.007

IPCC 2021. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth. Cambridge University Press. Available at: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/

JPL-CIT 2021. Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, ASTER Global Digital Elevation Map Announcement. Available at: https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp

Koycegiz C, Buyukyildiz M 2019a. Calibration of SWAT and Two Data-Driven Models for a Data-Scarce Mountainous Headwater in Semi-Arid Konya Closed Basin. Water, 11 (1), 1-17.

Koycegiz C, Buyukyildiz M 2019b. Temporal trend analysis of extreme precipitation: a case study of Konya Closed Basin. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 956-961. DOI:10.5505/pajes.2019.86658

Koycegiz C, Buyukyildiz M 2020. Determination of Change Points and Trend Analysis of Annual Temperature Data in Konya Closed Basin (Turkey). Nigde Omer Halisdemir University Journal of Engineering Sciences, 9(1), 393-404. DOI:10.28948/ngumuh.598289

Loveland TR, Belward AS 1997. The International Geosphere Biosphere Programme Data and Information System global land cover data set (DISCover). Acta Astronautica, 41 (4-10), 681-689. https://doi.org/10.1016/S0094-5765(98)00050-2

Orhan O 2014. Analyzing climate change and drought by using remote sensing and GIS technology in Konya closed basin. Master Thesis. Aksaray University.

Orhan O, Dadaser-Celik F, Ekercin S 2019. Investicating land Surface Temperature Changes Using Landsat-5 Data and Real-Time Infrared Thermometer Measurements at Konya Closed Basin in Turkey. International Journal of Engineering and Geosciences (IJEG), 16-27.

Sulla-Menashe D, Friedl MA 2018. User Guide to Collection 6 MODIS Land Cover (MCD12Q1 and MCD12C1) Product.

Topaloğlu RH 2014. Determination of land use/cover changes in Konya closed basin by satellite images. Master Thesis. Aksaray University.

ORAL PRESENTATION

Karacaören (Sandıklı, Afyonkarahisar-Türkiye) Civarı Porfiri Tip Au-Cu-Mo Cevherleşmesi

Adnan Döyen[1*], (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1431-9461*), Gürsel Kansun[1], (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-4581-6076)*,Sebahattin Ak[2],(*ORCID:https://orcid.org/0000-0001-1581-0001),* OsmanYumuk[2], (*ORCID:https://orcid.org/0001-7437-1347*

[1] Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve doğa Bilimleri Fakültesi, Jeoloji Bölümü, Konya, TÜRKİYE
[2] MTA Orta Anadolu Bölge Müdürlüğü, Konya, TÜRKİYE

*adoyen@tun.edu.tr

Özet
Karacaören porfiri tip Au-Cu-Mo cevherleşmesi, Sandıklı (Afyon) ilçesinin 4 km kuzeydoğusunda yer almaktadır. Sandıklı çevresinde Orta-Geç Miyosen boyunca devam eden volkanizma geniş alanlarda yüzeyleyerek farklı kayaç türlerini ortaya çıkarmıştır. Bunlardan plütonik kayaçlar, monzonit, kuvars monzonit ve granodiyoritik, Subvolkanik kayaçlar monzonit porfir, siyenit porfir, monzodiyorit pofir, kuvars-monzonit porfir, lamprofir ve pegmatit, volkanik kayaçlar ise trakit, trakiandezit, bazaltik trakiandezit ve dasit bileşimlidir. Bölgede mineralizasyon porfiriden-epitermale kadar uzanan bir parajeneze sahiptir. Au-Cu-Mo cevherleşmesinin kuvars monzonit porfirlere bağlı olarak geliştiği, siyenit-monzonit porfir bileşimli kayaçların yerleşimi ile de bir miktar zenginleştiği düşünülmektedir. Cevherleşme porfirik dokulu kayaçları içerisinde ve çevre kayaçlarda yer alır. Bulunuş şekline göre; saçınımlı, ağsal ve damar tipi oluşumlar tanımlanmıştır. Fay hatlarından gelen hidrotermal sıvılar alterasyon ve ceherleşmeye neden olmuştur. Alterasyonun merkezinde potasik zon ve yoğun silisleşme yer alır. Bu zon fillik ve ortaç arjilik zon tarafından çevrelenmiştir. En dış kısımda ise propillitik zon yer alır. Alterasyonlar birbirini perdelese de ileri arjilik zon ile fillik zonlar kısmen tanımlanabilmektedir. Au-Cu-Mo mineralizasyonu silisleşmenin izlendiği potasik ve ortaç arjillik alterasyonda yoğun olarak izlenirken, dış zonlarda daha az olarak gözlenir. Cevher mineralleri olarak pirit, kalkopirit, kalkozin, bornit, kovellin, daha az oranda molibdenit, tedrahedrit, manyetit ve hematit gözlenir. Tali olarak sfalerit, galenit, rutil ve anatas bulunur. İkincil cevher mineralleri kalkozin, limonit, malahit ve azurittir. Sondajlı arama çalışmaları ile cevherli zonun 500 m derinliğe kadar devam ettiği tespit edilmiştir. 72 sondajdan elde edilen verilere göre ortalama 196,06 ppb Au ve 19.201. 641 ton altın kaynağı, 2.396,66 ppm Cu ve 58.745.250 ton Cu kaynağı, 111,15 ppm Mo ve 103.942.195 ton Mo kaynağı tespit edilmiştir. Arazi çalışmaları mikroskobik gözlemler jeokimyasal analizler, XRD ve sıvı kapanm sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, Sandıklı sahası profiri tip Au-Cu-Mo mineralizasyonu olarak tanımlanmıştır.
Anahtar Kelimeler: Volkanizma, Porfiri, Au-Cu-Mo, alterasyon, Sandıklı

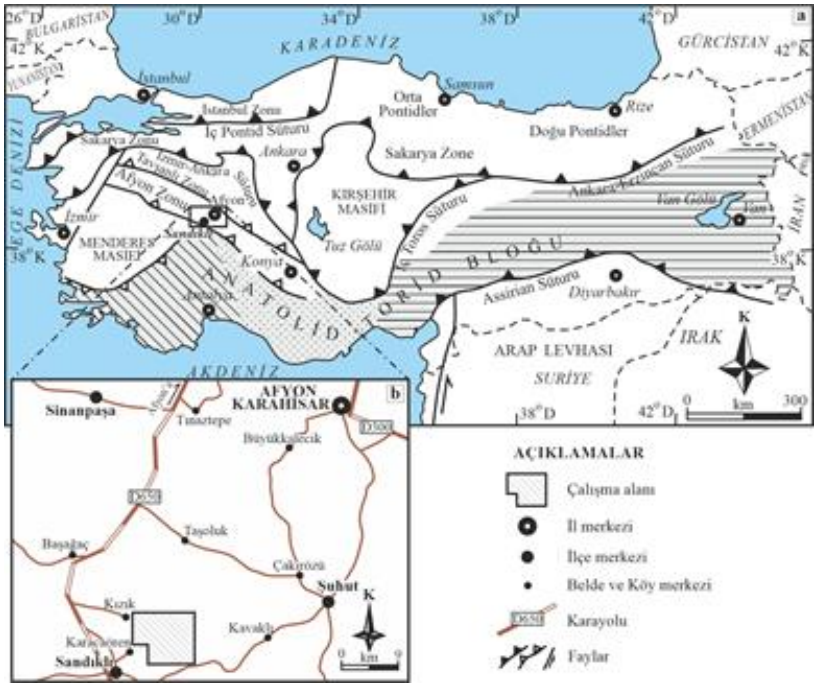
Porphyry Type Au-Cu-Mo Mineralization Around Karacaören (Sandıklı,Afyonkarahisar-Turkey)

Abstract
Karacaören porphyry type Au-Cu-Mo mineralization is located 4 km northeast of the town of Sandıklı (Afyon). The volcanism that continued throughout the Middle-Late Miocene around Sandıklı exposed different rock types by outcropping in large areas. Of these, plutonic rocks are monzonite, quartz monzonite and granodioritic, subvolcanic rocks are monzonite porphyry, syenite porphyry, monzodiorite porphyry, quartz-monzonite porphyry, lamprophyry and pegmatite, volcanic rocks are trachyte, trachyandesite, basaltic trachyandesite and dacite. Mineralization in the region has a paragenesis ranging from porphyria to epithermal. It is thought that the Au-Cu-Mo mineralization developed depending on the quartz monzonite porphyry and was enriched to a certain extent by the emplacement of the syenite-monzonite porphyry composition rocks. Mineralization takes place within the porphyritic textured rocks and in the surrounding rocks. According to the way it was found; disseminated, stockwork and vein type formations have been described. Hydrothermal fluids from fault lines have caused alteration and mineralization. At the center of the alteration is the potashic zone and dense silicification. This zone is surrounded by phyllic and intermediate argillic zones. The outermost part is the propyllitic zone. Although the alterations obscure each other, the advanced argillic and phyllic zones can be partially defined. While Au-Cu-Mo mineralization is intensely observed in the potassic and intermediate argillic alteration where silicification is observed, it is observed less frequently in the outer zones. Pyrite, chalcopyrite, chalcosine, bornite, covelline, molybdenite, tedrahedrite, magnetite and hematite are observed as ore minerals. Secondary sphalerite, galena, rutile and anatase are found. Secondary ore minerals are chalcosine,

limonite, malachite and azurite. It has been determined that the ore-bearing zone continues up to 500 m depth with drilling exploration studies. According to the data from 72 drillings, the average is 196.06 ppb Au and 19.201. 641 tons of gold resources, 2.396.66 ppm Cu and 58.745. 250 tons of Cu resources, 111.15 ppm Mo and 103.942,195 tons of Mo resources were identified. When the field studies, microscopic observations, geochemical analysis, XRD and fluid inclusion results were evaluated together, the Sandıklı field was defined as prophyry type Au-Cu-Mo mineralization.
Keywords: Volcanism, Porphyry, Au-Cu-Mo, alteration, Sandıklı

GİRİŞ

Çalışma alanı Afyon ili Sandıklı ilçesinin yaklaşık 4 km kuzey doğusunda, Batı Toroslar bloğu içerisindeki Afyon Zonu'nda yer almaktadır (Şekil 1). Sandıklı (Afyon) ve yakın civarı tektonik yapısı, volkanik kayaç çeşitliliği, çeşitli maden yatakları ve termal suları nedeniyle birçok araştırıcının ilgisini çekmiş ve çalışmalarına konu olmuştur. Bunlardan bazıları şunlardır; Öngür (1973), Besang ve ark. (1977), Keller (1983), Ercan (1986), Dean ve Özgül (1994), Erdoğan ve ark. (2000, 2004), Güyer ve ark. (2000), Gürsu (2002), Özpınar ve ark. (2002), Çoban ve Flower (2007), Koçyiğit ve Deveci (2007), Uyanık ve ark. (2013), Deniz ve ark. (2015), Ahıska ve Karakaş (2021). Bölgede çoğunlukla volkanik- subvolkanik ve az miktarda plutonik kayaçlar yüzeylemektedir. Bu kayaçlar üzerinde yapılan yaşlandırma çalışmaları ile Orta-Üst Miyosen aralığı bulunmuştur (Besang ve ark., 1977; Savaşçın ve Güleç, 1990; Aydar ve ark, 2003; Koçyiğit ve Deveci (2007); Akal, 2003, 2008; Akal ve ark, 2013; Çoban ve Flower, 2007; Prelevic ve ark, 2015); Doğan-Külahçı ve ark. (2015), Sandıklı (Afyon) volkanitlerinin trakitik kayaçlarının yüksek K_2O, K_2O/Na_2O oranı ve Mg değerlerine sahip ultra potasik lamproyik özellikler gösterdiğini tespit etmiştir. Uyanık ve ark.(2013) Sandıklı volkanitlerinin, Sandıklı'nın doğu ve kuzeydoğusunda geniş alanlar kapladığını belirterek bunların lav tüf ve tüfitler ile temsil edildiğini gözlemlemiştir. Buradaki volkanitler Orta-Üst Miyosen volkanizmasının ürünleri olarak yorumlanmıştır. Çalışma alanında KB-GD doğrultulu çok sayıda irili ufaklı faylara bağlı olarak oluşan subvolkanik kayaçlar hem alterasyona hem de Au-Cu-Mo oluşumlarına katkı sağlamıştır.



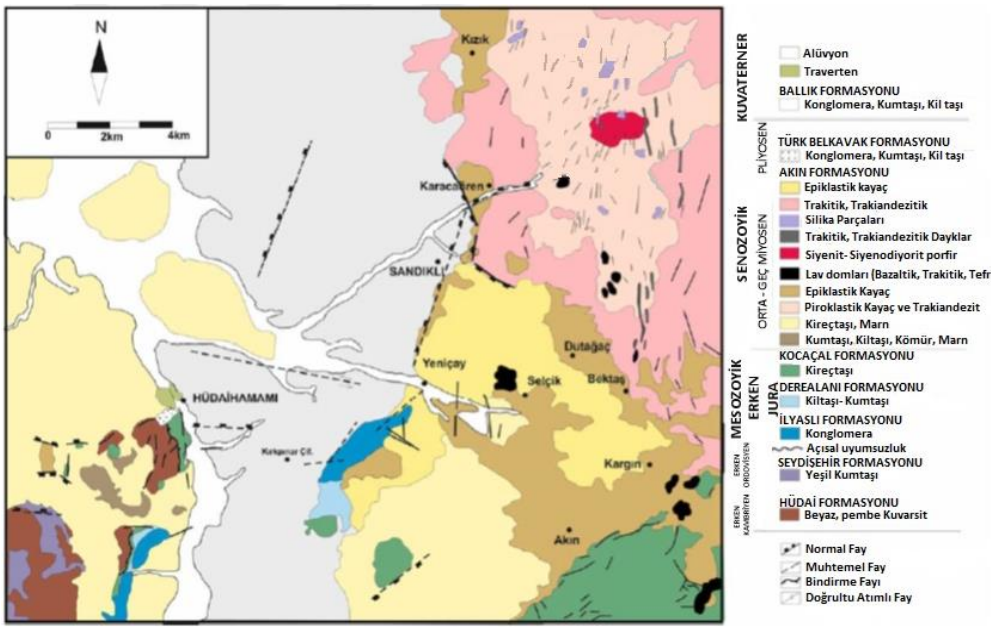
Şekil 1. Çalışma alanını gösterir yer haritası

BÖLGESEL JEOLOJİ

Sandıklı (Afyon) ve yakın çevresinde temelde, otokton Geyikdağı Birliği'nin Sandıklı grubu içerisinde olduğu düşünülen Alt Kambriyen yaşlı Hüdai formasyonu bulunur. Formasyon, çoğunlukla kuvarsitlerden meydana gelmektedir. Bunun üzerinde yine Sandıklı grubuna ait Orta Kambriyen yaşlı pirit ve hematit mineralleşmesinin de yaygın olduğu dolomitik kireçtaşlarından oluşan Çaltepe formasyonu bulunmaktadır. Çaltepe formasyonu alttaki Hüdai formasyonu ile uyumlu, üstüne gelen Seydişehir formasyonu ile genelde uyumlu ve geçişlidir. Hüdai ve Çaltepe formasyonları üzerinde, Hüdai Köyü'nün güneyi ve Taşoluk Kasabası civarında gözlenen, Seydişehir formasyonunun şitleri yüzeylemektedir. Seydişehir formasyonu alttaki Çaltepe

formasyonu ile uyumlu, üstüne gelen Mesozoyik birimlerle uyumsuzdur (Gürsu ve Güncüoğlu, 2006). Bu formasyonların üzerine iri çakıllı ve bloklu çakıltaşı-konglomeratik birimden oluşan Jura yaşlı İlyaslı formasyonu açısal uyumsuzlukla gelmektedir. Birim üste doğru Alt Liyas yaşlı Derealanı formasyonu ile geçişlidir. Derealanı formasyonu; kireçtaşı, killi, kumlu kireçtaşı, silttaşı, marnlı kumtaşlarından oluşmaktadır. Sahanın güney ve güneydoğu kısmında, Derealanı formasyonu üzerinde uyumlu olarak, Kretase yaşlı kireçtaşlarından oluşan Kocaçal formasyonu yer alır.

Paleozoyik ve Mesozoyik birimler üzerinde Üst Miyosen yaşlı çoğunlukla volkanik ve subvolkanik kayaçlardan oluşan Sandıklı formasyonu gözlenir. Volkanik birimler üzerine Pliyosen yaşlı konglomera, kumtaşı ve çamurtaşları yerleşmiştir. Bölge istiflenmesi Kuvaterner yaşlı konglomera, traverten ve derelerde alüvyonlar ile sonlanmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Sandıklı (Afyon) vey akın civarının jeoloji haritası (Öngür, 1973; Gürsu ve Göncüoğlu, 2006)

METOD

Sahadan alınan tüm örneklerin Jeokimyasal analizleri Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi Laboratuvarlarında yapılmıştır. Majör oksit ve iz element analizleri ICP (Inductively Coupled Plasma) atomik emisyon tekniği ile, altın analizleri ICP-MS cihazıyla yapılmıştır. Mineralojik-petrografik numune hazırlama ve incelemeleri Konya Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında yapılmıştır. Yapılan ince kesitler polarizan mikroskop altında incelenerek kayaçların mineralojik, petrografik ve dokusal özellikleri belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

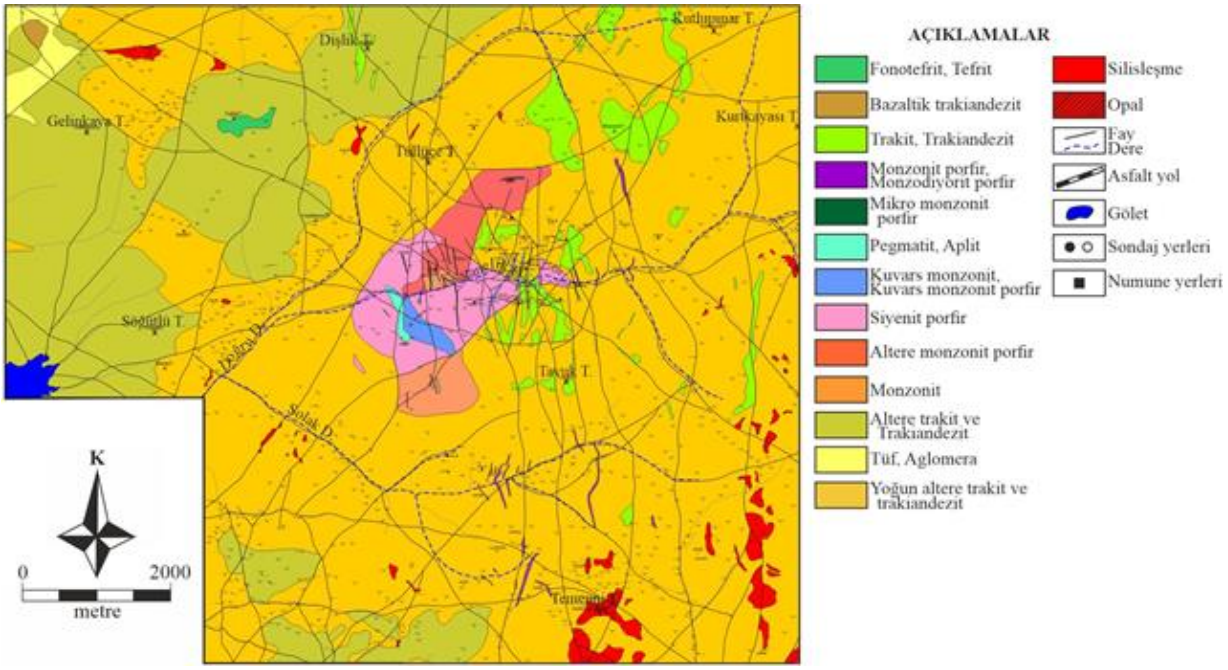
Çalışma Alanının Jeolojisi

İnceleme alanı Batı Toroslar bloğu içerisindeki Afyon Zonu'nda yer alır(Şekil 1). Bölgede geniş bir yayılım gösteren Sandıklı formasyonu ilk olarak Öngür (1973) tarafından Sandıklı Neojen serisi olarak tanımlanmıştır. Bu birim, Özpınar ve ark. (2002) tarafından ise Sandıklı volkanitleri olarak anılmıştır. Bölgede Orta-Üst Miyosen volkanizması ile plütonik, subvolkanik ve volkanik kayaçlar yüzeylemiştir (Şekil 3). Tabanda çok yoğun altere olmuş trakit ve trakiandezitler yer alır. Bunun üzerinde açık gri – beyazımsı krem renkli tüf ve aglomera gözlenir. Gri renkli, afanitik porfirik dokulu, yer yer altere trakit ve trakitik andezit dayk ve lav akıntıları bu birimleri keser. Üste doğru gri – koyu gri renkli tanesel dokulu monzonitler gözlenir. Bu birimler üzerinde, üste doğru sırasıyla, yer yer yoğun altere monzonit porfir, siyenit porfir, kuvars monzonit ve kuvars monzonit porfir, granodiyoritik bileşimli pegmatit ve aplit, mikro monzonit porfir ve monzonit porfir-monzodiyorit porfir alttaki birimleri ve birbirlerini keserek bölgeye yerleşmişlerdir (Şekil 4).

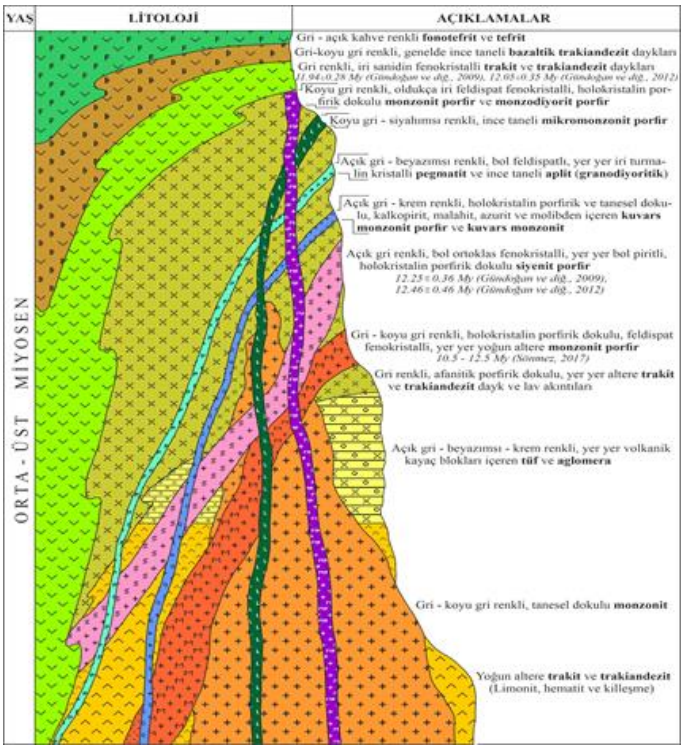
Açık gri renk gösteren siyenit porfirler bol ortoklas fenokristalli, yer yer bol piritli ve holokristalin porfirik dokuludur (Şekil 5a ve 5d). Altere monzonit porfirler gri – koyu gri renkli, holokristalin porfirik dokulu, feldispat fenokristalli ve yer yer yoğun alteredir (Şekil 5b ve 5e). Kuvars monzonit porfir ve kuvars monzonitler sırasıyla holokristalin porfirik ve tanesel dokular gösterir. Açık gri – krem renkli olan bu kayaçlarda ağsal damarlar içerisinde bol miktarda pirit, ayrıca kalkopirit, malahit, azurit, molibden ve bornit

içerir (Şekil 5c ve 5f). Açık gri – beyazımsı renk gösteren pegmatitler iri turmalin kristalli, aplitler ise ince tanelidir. Bunlar granodiyoritik bileşim gösterirler. Mikro monzonit porfirler koyu gri – siyahımsı renkli ve ince tanelidirler (Şekil 5b). Koyu gri renkli ve holokristalin porfirik dokulu monzonit porfir ve monzodiyorit porfirler oldukça iri feldispat fenokristalleri içerir (Şekil 5e).

Bölgede, en üstte, tüm bu birimleri keserek yerleşen; gri renkli, iri sanidin fenokristalli trakit ve trakiandezit daykları, gri – koyu gri renkli, genelde ince taneli bazaltik trakiandezit daykları ve gri – açık kahve renkli fonotefrit ve tefritler yer alır (Şekil 4).



Şekil 3. Çalışma alanının jeoloji haritası

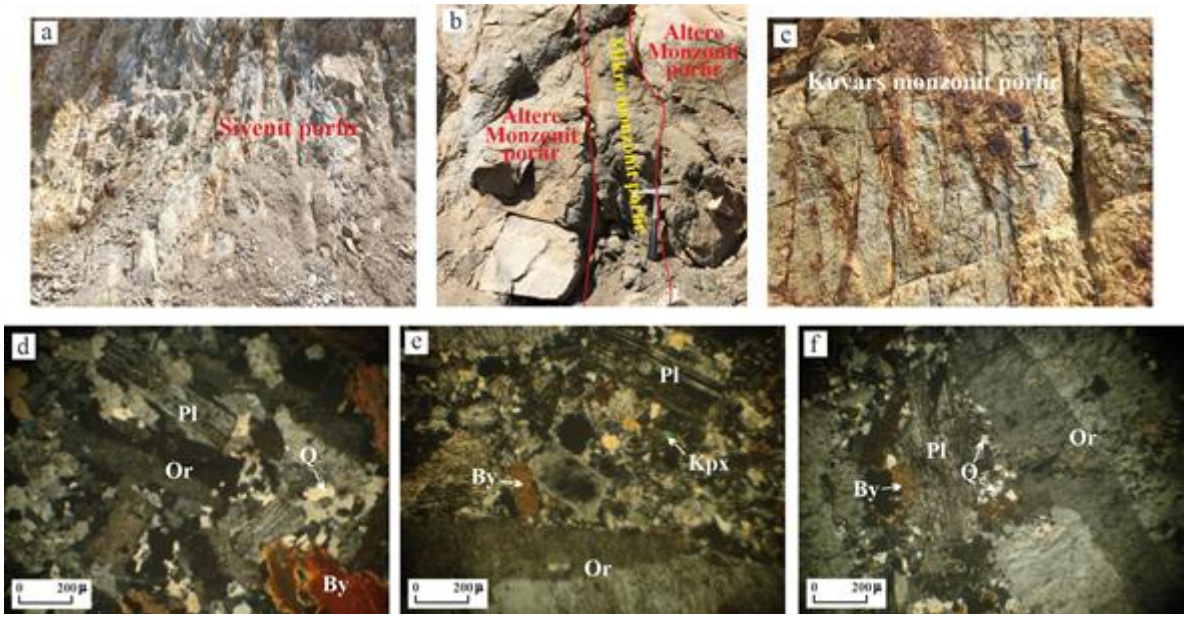


Şekil 4. İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti (ölçeksiz)

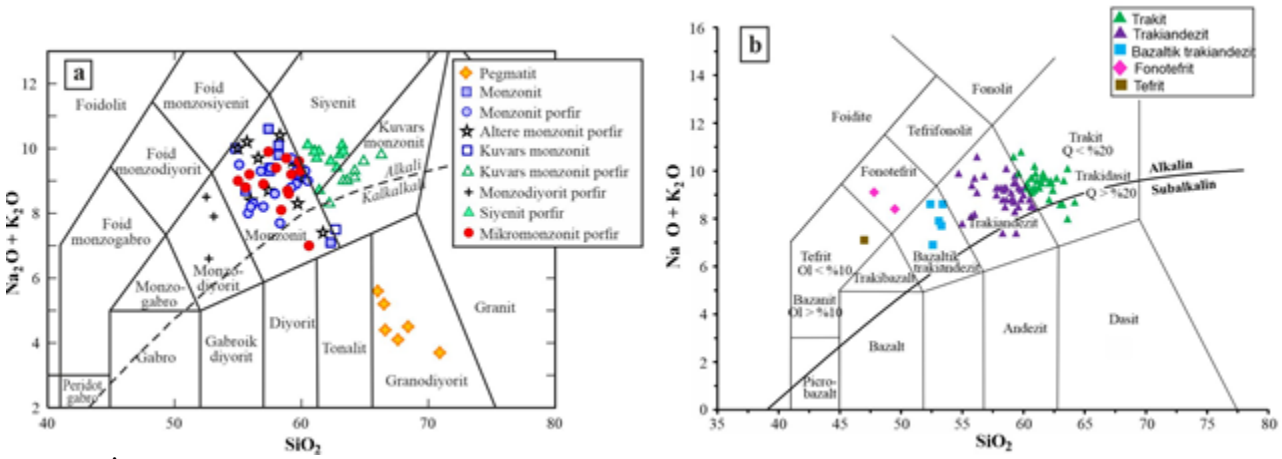
Çalışma alanında yer alan plütonik, subvolkanik ve volkanik kayaçların sınıflaması Şekil 6'da görülmektedir. Plütonik ve subvolkanik kayaçlar magma serisine göre Peccerillo ve Taylor (1976) 'un SiO_2 – K_2O diyagramında (Şekil 7-a) sınıflandırıldığında; pegmatitler "yüksek-K kalk-alkalin" ve "şoşonitik" alana düşerken, diğer plütonik ve subvolkanik kayaçlar "ultrapotasik" alandadır. İnceleme alanındaki tüm plütonik

ve subvolkanik kayaçlar Chappel ve White (1974) 'ın A/C+N+K – A/N+K diyagramında "peralüminalı" sınıfındadır. Aynı zamanda "S-tipi granit" bölgesine düşmektedir (Şekil 7-b).

İnceleme alanında yeralan bütün volkanik kayaçlar SiO_2 – Na_2O+K_2O+CaO diyagramına göre (Frost ve diğ., 2001) "ultrapotasik" özelliktedir (Şekil 7-c). Gill ve Whelan (1989a) 'ın K_2O – Na_2O diyagramına göre, bu volkanik kayaçlar "orta-K şoşonitik" karekterdedir (Şekil 7-d).



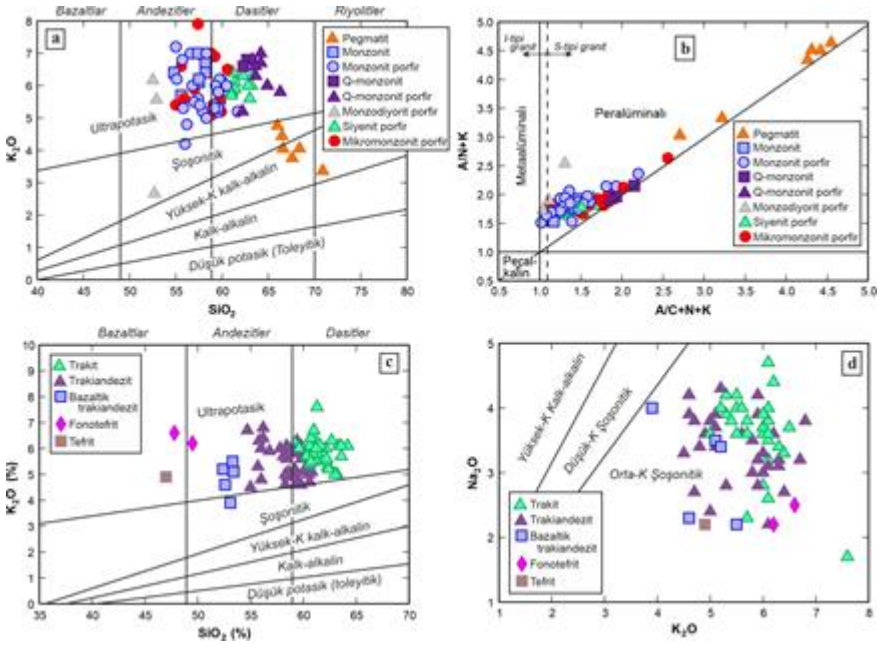
Şekil 5. a) Siyenit porfir, **b)** Altere monzonit porfir ve onu kesen mikro monzonit porfir, **c)** Kuvars monzonit porfir ve içerisindeki cevherli ağsal damarlar, **d)** Holokristalin porfirik dokulu siyenit porfir, // Nikol, **e)** Oldukça iri ortoklas kristali içeren holokristalin porfirik dokulu monzonit porfir, // Nikol, **f)** Holokristalin porfirik dokulu kuvars monzonit porfir, // Nikol. Pl: Plajioklas, Or: Ortoklas, By: Biyotit, Kpx: Klinoproksen, Q: Kuvars



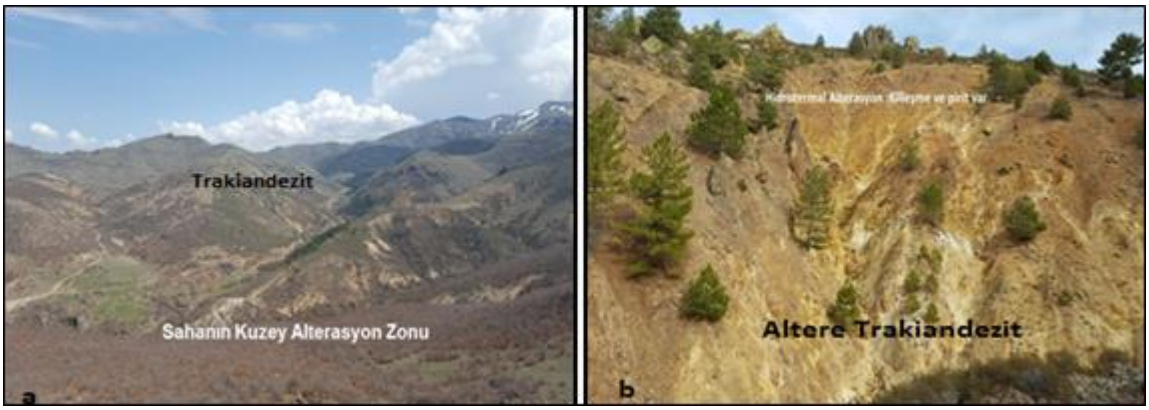
Şekil 6. İnceleme alanında yer alan; **a)** plütonik ve subvolkanik kayaçların SiO_2 – Na_2O+K_2O diyagramında (Middlemost, 1994), **b)** volkanik kayaçların toplam alkali silis (TAS) diyagramında (Le Bas ve diğ., 1986) sınıflandırılması

Cevherleşme

Sandıklı-Karacaören porfiri cevherleşmesi, Sandıklı ilçesinin 4 km kuzeydoğusunda yer almaktadır. Sahada kuzeyden güneye doğru yaygın bir hidrotermal alterasyon gelişmiştir. Sahada alterasyon Kuzeyde; Çamlık dere, Koyak dere ve Doğru dere merkez olmak üzere, Kuru Tepe, Küçükkale Tepe, İkiztarla Tepe, Sarıkız Tepe, Kurtlupınar Tepe, Gökkaya tepe, Dişlik tepe ve Tuğluk Tepe arasında kalan alanda killeşme-kaolinleşme-silisleşme ve opalleşme içeren arjillik zonu karekterize eden kuzey alterasyon zonu bulunur (Şekil 8).



Şekil 7. İnceleme alanında yer alan ; **a)** plütonik ve subvolkanik kayaçların SiO_2 – K_2O diyagramında (Peccerillo ve Taylor, 1976), **b)** plütonik ve subvolkanik kayaçların A/C+N+K –A/N+K diyagramında (Chappel ve White, 1974), **c)** volkanik kayaçların SiO_2 – K_2O diyagramında (Frost ve ark., 2001) ve **d)** volkanik kayaçların K_2O – Na_2O diyagramında (Gill ve Whelan 1989a) sınıflandırılması



Şekil 8. Sahanın Kuzey alterasyon zonu ve arjillik alteresyonun görünümü. **a:**Trakiandezitlerden görünüm, **b:** Trakiandezitlerde gelişen arjillik alteresyon zonu

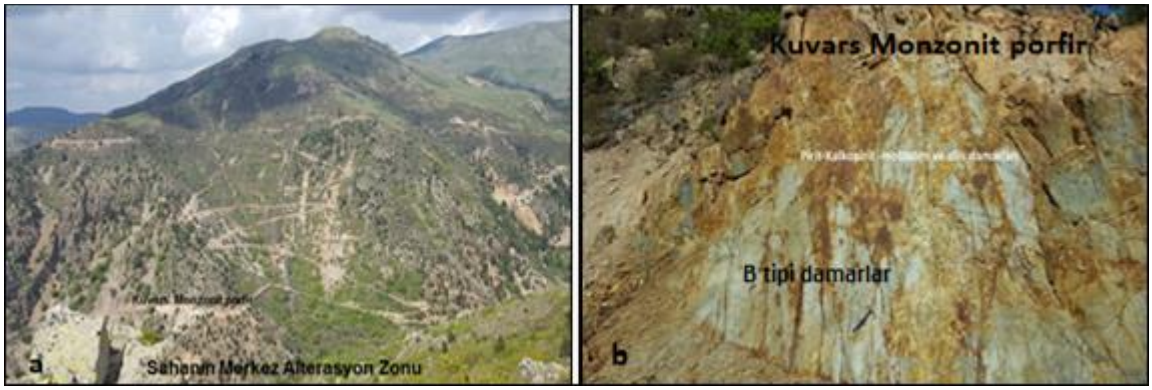
Çalışma alanında, Doğru dere, Kestanelik deresi, Ayıçardağı Deresi, Maarif Deresi, Solak dere, Arapyatağı dere ve Sorkunlu Dere merkez olmak üzere Andık Tepe,Yaylakayası Tepe, Manastır Tepe, Kurtkayası Tepe, Direklin Tepe, Kırtaş Tepe, Başçayır Tepe ve Temenni Tepe arasında kalan bölümde killeşme-alunitleşme-kaolinleşme-silisleşme –opalleşme içeren arjillik-fillik ve potasik zonun gözlendiği merkez alterasyon zonu bulunur (Şekil 9).

Sahanın güneyinde ise; Selçay'ını oluşturan Akar Dere, Kovalık Dere, Olucak Dere ve Kırkpınarlar Dere merkez olmak üzere Kodakkaya Tepe, Kurtkayası Tepe ve Temenni Tepe arasında kalan alan ve civarında killeşme, kaolinleşme ve silisleşmenin geliştiği arjilik-fillik zonunu temsil eden Güney alterasyon zonu gözlenmektedir (Şekil 10).

Sahada propillitik, arjillik, fillik ve potasik alterasyon Kestane deresinde gözlenmektedir. Cu-Au cevherleşmesinin kuvars monzonit porfirlere bağlı olarak geliştiği düşünülmektedir. Ayrıca siyenit-monzonit porfir kayaçların yerleşimi ile de bir miktar zenginleşme olmuştur.

Cevherleşme porfirik dokulu kayaçların içerisinde ve çevre kayaçlarda yer alır. Bulunuş şekline göre; saçınımlı, ağsal ve damar tipi tanımlanmıştır. Fay hatlarından gelen hidrotermal sıvılar buralarda alterasyon ve ceherleşmeye neden olmuştur. Alterasyonun merkezinde potasik zon ve yoğun silisleşme yer alır. Bu zon fillik ve ortaç arjilik zon tarafından çevrelenmiştir. En dış kısımda ise propillitik zon yer alır. Cu ve Au mineralizasyonu, yoğun silisleşmenin izlendiği potasik ve ortaç arjillik alterasyonda yoğun olarak izlenirken,

dış zonlarda daha zayıf olarak gözlenir. Cevher mineralleri olarak pirit, kalkopirit, kalkozin, bornit, kovellin, daha az oranda molibdenit, tedrahedrit, manyetit ve hematit gözlenir. Tali olarak sfalerit, galenit, rutil ve anatas bulunur. İkincil cevher mineralleri kalkozin dijenit, limonit, malahit ve azurittir. Sondajlarda saçınımlı şekilde pirit± kalkopirit± molibdenit izlenektedir. Cevherleşme zonu yüzeyden itibaren 560 m derinliğe kadar devam etmektedir.



Şekil 9. Merkezi alterasyon zonu ve Potasik zonun görünümü. **a:** Merkezi alteresyon zonu, **b:** Altere kuvars monzonit porfir ve potasik zon



Şekil 10. Güney alterasyon zonu ve arjillik zonun görünümü. **a:** Kurtkayası kalderasında trakiandezitler, **b:** Altere trakiandezitlerde arjillik alteresyon ve silisleşme.

Arazi-mikroskobik gözlemler ile birlikte jeokimya analizleri ve XRD sonuçları birlikte değerlendirildiğinde (cevherleşme şekli-alterasyon türü-mineral parajenezine göre), Sandıklı sahası porfiri koşulları yansıtan "Porfiri tip Bakır-Altın mineralizasyonu" olarak tanımlanabilir. Sahada 72 lokasyonda 31.522.50 m sondajlı maden arama çalışması yapılmıştır. Bu sondajlarda Au, Cu ve Mo 'e ait sonuçlar Tablo 1 'de verilmiştir. Buna göre; Altın için 196,06 ppb tenörlü 19.201.641 ton Bakır için 2.396,66 ppm 58.745.250 ton Molibden için 111,15 ppm 103.942.195 ton kaynak tahmini yapılmıştır. Altın, Bakır ve Molibden için kaynak tahmini, Netpro/mine programı kullanılarak (3B Katı Model /Blok Model) yapılmıştır.

SONUÇLAR

1. Sahada 72 lokasyonda toplam 31.522.50 metre sondajlı arama çalışmaları yapılmıştır. Sahanın Altın, Bakır, Molibden açısından cevherleşme potansiyeli ortaya çıkarılmıştır.
2. Netpro/mine programı kullanılarak, Altın için 196,06 ppb tenörlü 19.201.641 ton; Bakır için 2.396,66 ppm 58.745.250 ton; Molibden için 111,15 ppm 103.942.195 ton kaynak tahmini yapılmıştır
3. Au-Cu-Mo oluşumları porfirik dokulu kayaçların içerisinde ve çevre kayaçlarda yer alır. Bulunuş şekline göre; saçınımlı, ağsal ve damar tipi tanımlanmıştır.

4. Sahada plütonik kayaçlar, monzonit, kuvars monzonit ve granodiyoritik, Subvolkanik kayaçlar monzonit porfir, siyenit porfir, monzodiyorit pofir, kuvars-monzonit porfir, lamprofir ve pegmatit, volkanik kayaçlar ise trakit, trakiandezit, bazaltik trakiandezit ve dasit bileşimli kayaçlar belirlenmiştir.

Tablo 1. Sondajlara ait kesilen cevherli zon kalınlığı ve ağırlıklı ortalama tenör tablosu

Sondaj No	Altın		Bakır		Molibden	
	Kalınlık (m)	Ağ.Ort. Tenör (ppb)	Kalınlık (m)	Ağ.Ort. Tenör (ppm)	Kalınlık (m)	Ağ.Ort. Tenör (ppm)
ASS-1	163	267.45	302	4256.79	332	102.77
ASS-2	6	173.33	-	-	-	-
ASS-3	-	-	4	1232.39	4	76.94
ASS-4	2	170.00	4	3286.00	18	70.67
ASS-5	-	-	10	2084.20	18	56.11
ASS-5A	-	-	29	2257.97	77	107.94
ASS-6	-	-	28.5	1673.77	36.5	107.70
ASS-7	2	182.43	-	-	26	67.52
ASS-8	-	-	-	-	8	99.75
ASS-9	-	-	8	1356.00	66	64.67
ASS-10	5	142.00	22	1404.82	123	90.50
ASS-11	-	-	14	1481.14	32	184.44
ASS-12	-	-	-	-	6	255.88
ASS-13	-	-	-	-	6	312.50
ASS-14	-	-	-	-	6	102.08
ASS-15	-	-	-	-	6	295.33
ASS-16	-	-	-	-	-	-
ASS-17	-	-	6	1681.36	-	-
ASS-18	-	-	-	-	-	-
ASS-19	-	-	-	-	-	-
ASS-20	4	122.68	8	1090.91	72	85.69
ASS-21	-	-	2	1417.71	16	83.98
ASS-22	63	194.51	299	1792.41	398	111.68
ASS-23	-	-	9	1304.11	115	111.77
ASS-24	3	110.00	10	2379.00	112	109.67
ASS-25	121	155.58	362	2034.62	450	187.04
ASS-26	116	197.16	238	2629.89	240	112.58
ASS-27	155	162.86	271	2165.16	389	129.76
ASS-28	35	148.43	116	2425.66	223	180.66
ASS-29	238	165.76	483	3126.67	496	163.33
ASS-30	-	-	3	1382.00	113	96.67
ASS-31	8	265.63	3	1617.67	44	104.34
ASS-32	-	-	37	1840.43	35	132.37
ASS-33	-	-	-	-	-	-
ASS-34	-	-	16	1295.88	-	-
ASS-35	-	-	8	2168.00	27	72.11

Sondaj No	Altın		Bakır		Molibden	
	Kalınlık (m)	Ağ.Ort. Tenör (ppb)	Kalınlık (m)	Ağ.Ort. Tenör (ppm)	Kalınlık (m)	Ağ.Ort. Tenör (ppm)
ASS-36	-	-	1	1052.00	11	56.36
ASS-37	33	139.39	122	1749.83	318	213.52
ASS-38	-	-	-	-	2	49.00
ASS-39	-	-	-	-	4	73.50
ASS-40	-	-	5	1627.40	108	95.95
ASS-41	33	431.82	339	1931.69	504	118.48
ASS-42	185	211.59	400	2591.98	440	104.37
ASS-43	-	-	-	-	14	85.00
ASS-44	11	121.82	46	2189.31	109	114.06
ASS-45	-	-	8	2761.75	31	81.26
ASS-46	14	140.77	208	2413.60	344	125.47
ASS-47	81	235.19	120	1960.33	85	61.56
ASS-48	-	-	3	1305.00	33	80.12
ASS-49	-	-	-	-	2	71.00
ASS-50	9	156.11	132	1718.27	194	106.12
ASS-51	45	163.44	258	2302.59	487	232.83
ASS-52	21	160.00	283	1994.68	293	119.52
ASS-53	280	277.32	380	4591.86	345	102.42
ASS-54	243	237.18	393	4901.42	382	109.34
ASS-55	-	-	51	1743.29	127	118.63
ASS-56	-	-	1	1278.00	31	65.68
ASS-57	4	151.25	15	1821.00	60	101.03
ASS-58	3	136.67	40	1253.80	195.5	84.80
ASS-59	-	-	2	1047.00	115	98.13
ASS-60	-	-	-	-	-	-
ASS-61	-	-	2	1074.00	12	62.17
ASS-62	-	-	68	1359.82	168	84.35
ASS-63	-	-	27	1499.04	23	61.91
ASS-64	2	115.00	114	1928.72	96	57.44
ASS-65	-	-	1	1138.00	4	59.50
ASS-66	-	-	2	16236.00	-	-
ASS-67	-	-	2	3696.00	2	40.00
ASS-68	-	-	-	-	2	45.00
ASS-69	-	-	-	-	2	45.00
ASS-70	-	-	-	-	8	47.00
ASS-71	-	-	-	-	2	40.00

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğünün 3328859 erişim nolu Konya-Afyonkarahisar ve Çevresi Polimetal Maden Aramaları Afyonkarahisar Sandıklı 201600234 isimli proje kapsmında finansal destek ve analizlerin yapılması ile desteklenmiştir. Yazarlar Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğüne ve emeği geçen tüm personeline teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

Ahıska E, Karakaş Z 2021. Sinanpaşa (Afyon-Batı Anadolu) Havzası Neojen çökellerinin kil mineralojisi ve paleoiklimsel özellikleri. MTA Dergisi, 164: 95-120

Akal C 2003. Mineralogy and geochemistry of melilite leucitites, Balçıkhisar, Afyon, (Turkey). Turkish Journal of Earth Sciences, 12, 215–239.

Akal C 2008. K-richterite-olivine-phlogopite-diopsidesanidine lamproites from the Afyon volcanic province, Turkey. Geological Magazine, 145, 4,570-585

Akal C, Helvacı C, Prelević D, Van den Bogaard P 2013. High-K volcanism in the Afyon Region, Western Turkey: from Si-oversaturated to undersaturated volcanism. International Journal Earth Sciences 102, 435-453.

Aydar E, Bayhan H, Gourgaud A 2003. The lamprophyres of Afyon stratovolcano, Western Anatolia,Turkey: description and genesis. Comptes Rendus. Geoscience, 335, 279-288.

Besang C, Eckahtrdt F.J, Harre W, Kreuzer H, Müller P 1977. Radiometricshe Altersbes- ttimmungen der Türkei. Geol. Jb. B. 25, 3-5.

Chappel, B. W, White A. J. R 1974. Two contrasting granite types. Pacific Geology, 8, 173–174.

Çoban H, Flower M.F.J 2007. Late Pliocene lambroites from Bucak, İsparta (Soutwesthern Turkey):

Implications for mantle "Wedge" evolution during Africa-Anatolian Plate conver- gence. Journal of Asian Earth Sciences, 29, 160-176.

Dean W.T, Özgül N 1994. Cambrian rocks and faunas, Hüdai area, Tauride Mountains, southwestern Turkey. Bulletin dei 'Institut Royal Des Scienes Naturelles de Beigique. Sciences de la Terra, 64, 5-20.

Doğan-Külahcı G.D, Temel A, Gourgaud A, Demirbağ H 2015. Afyon Volkanik Kayaçlarının (Batı Anadolu, Türkiye) Mineralojik-Petrografik Özellikleri ve P-T Hesaplamaları. Yerbilimleri, 36 (3), 137-162

Ercan T 1986. Orta Anadolu'daki Senozoyik volkanizması, MTA Dergisi, 107,119-141.

Erdoğan B, Güngör T, Uchman A, Özgül N 2000. Afyon-Sandıklı bölgesindeki Alt Kambriyen kayaları. 53. Türkiye Jeoloji Kurultayı bildiri özleri kitabı, 175-176, Ankara.

Frost B.R, Barnes C.G, Collins W.J, Arculus R.J, Ellis D.J, Frost C.D 2001. A geochemical classification for granitic rocks. J. Petrol., 42, 2033-2048.

Gill J. B, Whelan P 1989a. Early rifting of an oceanic island arc (Fiji) produced shoshonitic to tholeiitic basalts. J. Geophys. Res., 94, 4561 – 4578, doi:10.1029/JB094iB04p04561.

Gürsu S 2002. İç Batı Anadolu (Afyon GB'sı) bölgesinde yüzeylenen paleozoyik öncesi magmatik kayaçların jeolojisi ve petrojenezi. H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, doktora tezi, 204, Ankara (yayımlanmamış).

Gürsu S, Göncüoglu M C 2005. Petrogenesis and tectonic setting of Cadomian felsic igneous rocks, Sandıklı area of the western Taurides, Turkey. International Journal of Earth Sciences, 95, 5, 741-757

Güyer F, ark. 2000. Afyon-Sandıklı maden etütleri projesi jeokimya raporu. MTA Rap. No:03057 Konya

Keller J 1983. Potassic lavas in the oregenic volkanism of the Mediterranean area. Volcanol. Geotherm. Res., 18: 312-335.

Koçyiğit A, Deveci F 2007. A N–S-trending Active Extensional Structure, the Şuhut (Afyon) Graben: Commencement Age of the Extensional Neotectonic Period in the Isparta Angle, SW Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, 16, 391–416.

Le Bas M.J, Le Maitre R.W, Streckeisen A, Zanettin B 1986. A Chemical Classification of Volcanic Rocks Based on the Total Alkali – Silica Diagram. Journal of Petrology, 27, 745-750.

Middlemost E.A.K 1994. Naming materials in magma/igneous rock system. Earth Sci Rev. 37, 215–224

Öngür T 1973. Sandıklı (Afyon) jeotermal araştırma bölgesine ilişkin jeolojik durum ve jeotermal enerji olanakları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No;5520, Ankara, (yayımlanmamış).

Özpınar, Çobanoğlu İ, Bozkurt R 2002, Sandıklı zeolitik tüflerin petrografik ve petrokimyasal ve tektonik özelliklerinin incelenmesi, TÜBİTAK-YDABÇAĞ-198 Y 102, Ankara,268s.

Peccerillo A, Taylor S.R 1976. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks in Turkey. Contrib. Mineral. Petr. 68, 63-81.

Savaşçın Y, Güleç N 1990. Neogene volcanism of Western Anatolia. Neogene volcanism of –western Anatolia-Field excursion B3. International Earth Sciences Congress on Aegean Regions 1-6 Ekim 1990, İzmir, 78.

Uyanık N.A, Öncü Z, Uyanık O, Akkurt İ, Günoğlu K, Bozcu M, Yağmurlu F 2013. Afyon-Sandıklı-Şuhut Arasındaki Bölgenin Toryum Konsantrasyonunun Alansal Dağılımı. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17(3), 28-31

Prelevic D, Akal C, Romer R.L, Mertz-Kraus R, Helvacı C 2015. Magmatic Response to Slab Tearing: Constraints from the Afyon AlkalineVolcanic Complex, Western Turkey. Journal of Petrolog, 56,1-36

ORAL PRESENTATION

Binalarda Enerji Verimliliği Açısından Merkezi Isıtma Sistemleri Uygulamaları

Ecem Anatça[1](*https://orcid.org/0000-0001-7044-7762*), Eyüp Kulak[1](*https://orcid.org/0000-0002-8110-4607*), Gözde Arinç[1](*https://orcid.org/0000-0001-6337-8527*), Ümit Ünver[2*](*https://orcid.org/0000-0002-6968-6181*)

[1]Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Yalova, Türkiye

[*2]Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Yalova, Türkiye

*umit.unver@yalova.edu.tr

Özet

Son yıllarda uluslararası düzeyde en çok önem atfedilen konulardan birisi iklim değişikliğidir. İklim değişikliğinden, fosil yakıtlar kullanılarak enerji tüketilmesi sorumlu tutulmaktadır. Bina sektörü en büyük enerji kullanıcılarından biridir ve tüketimin %80 den fazlası ısıtma-soğutma amaçlı gerçekleşmektedir. Bu çalışmada, en popüler ısıtma sistemlerinden biri olan merkezi ısıtma sistemi tanıtılmış, diğer ısıtma sistemlerine göre avantaj-dezavantajları belirtilmiş ve enerji verimliliği potansiyeli incelenmiştir. Ayrıca merkezi ısıtma sistemleri için örnek çalışmalardan yola çıkarak enerji etüdü akış şeması oluşturulmuş ve bu verimlilik arttırıcı projeler önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Binalarda enerji verimliliği, merkezi ısıtma, bölgesel ısıtma, enerji verimliliği, enerji etüdü

Central Heating Systems Applications in terms of Energy Efficiency in Buildings

Abstract

One of the most important issues at the international level is climate change in recent years,. Consumption of energy using fossil fuels is shown as the responsible for climate change. The building sector is one of the largest energy users and more than 80% of the consumption is used for heating and cooling. In this study, the central heating system, which is one of the most popular heating systems, is introduced. Its advantages and disadvantages compared to other heating systems are stated and its energy efficiency potential is examined. In addition, based on case studies for central heating systems, an energy audit flow chart has been created and projects for efficiency-enhancing have been proposed.

Keywords: Energy Efficiency in Buildings, Central Heating, district heating, energy efficiency, energy audit

1. Giriş

Enerji; iş yapabilme kapasitesidir (Bedeloğlu ve ark, 2010), değişikliklere neden olma kabiliyetidir (Çengel ve Boles, 2008), sanayi sektörünün en önemli ve en temel girdilerinden biri olarak görülmektedir (Çoban ve Kılınç, 2016), geçmişten günümüze insanoğlunun yaşamını devam ettirebilmesi için doğadan direkt olarak ya da dolaylı olarak kullandığı kaynaktır (Kırlı ve Kulu, 2016).

Enerji verimliliği; sanayi, tarım, konut gibi farklı sektörlerde alınan ürünün kalitesini ve verimini azaltmaya gerek duyulmadan birim ürün veya hizmet için daha az enerji kullanımını sağlamaktır. Enerji verimliliğinin efektif olarak uygulanması sonucunda çevreye sağlanacak olumlu etkileri yanında, bireysel ve ülke ekonomisine de büyük katkılar olacağı net olarak görülmektedir (Kırbaç, 2019). Sonuç olarak sürdürülebilirliği sağlamak ve daha temiz bir atmosfer için enerjiyi daha verimli kullanmak iyi bir alternatif haline gelmiştir (Ünver vd, 2019).

Dünya genelinde tüketilen enerjinin büyük bir kısmı binalarda gerçekleşmektedir. Binalarda ve binaların ısınma sistemlerinde gerçekleştirilecek çeşitli yöntemler ile enerji tasarrufu sağlanabilir. Türkiye'de toplam enerji tüketiminin %31'i ve toplam elektrik tüketiminin %43'ü konutlarda kullanılmaktadır. Binalarda kullanılan enerjinin %82'si ise ısınma amaçlı harcanmaktadır. Dolayısıyla enerji kullanım oranlarına göz önüne alındığında, ısınma amaçlı kullanılan enerjinin diğer enerjilere oranla payı büyük olmaktadır. Diğer alanlardaki gibi, ısı enerjisi üretiminde de enerji %100 verimle kullanılamaz. Ancak oluşan kayıpların en aza

indirilmesiyle kullanılan enerjiden %25–50 oranlarında tasarruf etmek mümkündür (Efe, 2008; Çomaklı vd., 2011).

Binalar için belirlenecek ısıtma sistemlerine karar verirken, farklı parametreler göz önünde bulundurulmalıdır. Bu parametreler içerisinde binanın ne amaçla kullanıldığı, binada bulunan bölümlerin kullanım süreleri, kullanılabilecek yakıt türleri, projeye ayırılan bütçe bulunmaktadır. Binanın en ekonomik ve en uygun şekilde ısıtılabilmesi için farklı ısıtma alternatifleri değerlendirilmelidir. Örneğin enerjinin büyük bölümünün ısıtma amaçlı kullanıldığı konutlarda, bireysel ısıtma ve merkezi ısıtma sistemleri arasında tercih yapılabilmektedir (Türkeri). Yapılacak bu tercih, binalarda ısıl konforu sağmak için önemlidir. Isıl konfor; kişinin bulunduğu çevreyle ilgili bir sorunu-şikâyeti olmaması hali veya insanın sıhhatli ve üretken olabileceği ısıl parametrelerin sağlanması olarak açıklanabilir (Ünver vd., 2020). Isıl konfor için ısı, kararlı durumda üretilen ısı ve ısı transfer eşit olmalıdır (Ünver vd., 2003).

Merkezi ısıtma, binada bulunan bütün kullanıcıların tek bir merkezden ısıtılmasıdır. Merkezi ısıtmada, bir merkezden üretilen ısı, taşıyıcı akışkanlar tarafından ısıtılacak bölgeye gönderilmektedir. Bireysel ısıtma ise her bir dairenin kendi ısıtma sistemini kullanmasıdır. Merkezi ısıtma sistemlerinde kazanların kullanılmasının yanı sıra bireysel ısıtma sistemlerinde kombiler, kat kaloriferleri, sobalar, şömineler, şofbenler ve termosifonlar kullanılmaktadır. Merkezi ısıtma sisteminde kullanılan kazanların verimi bireysel kombilere oranla daha yüksek olmaktadır. Ayrıca binadaki hacimler sürekli ısıtılmakta ve dolayısıyla yakıt tüketimi daha az olmaktadır. Bireysel sistemlerde ise çalışma-durdurma işlemleri sırasında oluşan yakıt sarfiyatı ve bina içerisinde bulunan diğer dairelerin dengeli ısıtılmaması sistemde kayıplara neden olmaktadır (UGETAM; Çetinkaya, 2012; Çomaklı vd., 2006).

Can (1994), merkezi ısıtma sistemleri ile alakalı yürüttüğü bir çalışmada; merkezi ısıtma sisteminde kullanılacak tek bir baca ve uygun filtreleme ile hava kirliliğini azaltıcı etkide olacağı dile getirilmiştir. Solmaz ve Alkan (2017), merkezi ısıtma sistemlerinde otomasyon uygulaması üzerine çalıştığı bir araştırmada; merkezi ısıtma sistemini kullanımın yanında, otomasyon sistemlerle desteklenmesi halinde %15-20 civarında enerjinin tasarruf edildiği söylenmektedir. Ayrıca Altaş'a (2010) göre merkezi ısıtma sisteminde; tüm hacimlerin dengeli ısıtılmaktadır, apartman boşluklarının ısıtılması nedeniyle ısı kayıpları düşmektedir ve oda sıcaklıkları otomatik olarak kontrol edilmektedir. Böylece oluşabilecek yakıt israfının ve dolayısıyla enerji kaybının önüne geçmek mümkün olmaktadır.

Bu makale; merkezi ısıtma sistemlerini açıklayarak, bireysel sistemler ile karşılaştırma olanağı sunmuştur. Merkezi ısıtma sisteminde bulunan elemanlar, bağlantı şeması ve sistemi etkileyen parametreler incelenmiştir. Yapılan araştırmaların sonucunda ise merkezi ısıtma sistemi için yapılabilecek enerji etüdü açıklanmıştır.

2. Merkezi Isıtma Sistemleri

Merkezi ısıtma sistemlerinin bilinen tarihi Roma döneminde bulunan jeotermal sıcak su kaynakları ile evlerin, seraların ve hamamların ısıtılmasına dayanmaktadır. 14. yüzyılda tahta borular ile jeotermal suların dağıtıldığı Fransa da bulunan Chaudes-Aigues Cantal köyü, yapılan ilk planlı projelerden biri olmasının yanı sıra, hala işletilmektedir. 1877 yılında, New York'ta Mühendis Birdsill Holly tarafından kurulan sistem ise ilk ticari işletme konumundadır. Her evin bireysel ısıtma ile enerji kayıplarını yaşadığını fark etmesiyle; merkezi sistemde ısı üretmiş, ısıyı yüksek izolasyonlu buhar hatları ile taşımış, çevredeki evleri ısıttıktan sonra, dönüş hattında gelen suyun litresi üzerinde fiyatlandırmıştır (Arıcan, 2017).

Ağrı'nın Doğubayazıt ilçesinde bulunan, yapımına 1685 yılında başlanan ve doksan dokuz yıl süren İshak Paşa Sarayı Dünya'da kalorifer ve su sistemine sahip ilk bina olmaktadır. Türkiye'de Topkapı Sarayı'ndan sonra ikinci büyük yapı olmaktadır. Yapının büyüklüğü ve çevrenin olumsuz iklim koşullarına sahip olması nedeniyle, sarayın içine bir nevi merkezi ısıtma sistemi yapılmış olmaktadır. Oluşturulan sistemde ocaklarda ısıtılan sıcak su toprak künkler vasıtasıyla yapı içerisinde dolaştırılmaktadır (Yazgan ve Kadanalı, 2012; Begiç, 2020; Karabulut ve Köksal).

Merkezi ısıtma sistemleri birden fazla hanenin bir kazan dairesi tarafından ısıtılmasıdır. Çoğunlukla 12 veya daha fazla bağımsız bölüm içeren binalarda kullanılır. Ayrıca ilk yatırım maliyeti ve tesisatın işletme şartları açısından tavsiye edilir. Merkezi ısıtma sistemleri genel olarak soğuk iklimlerde yer alan konutlar ve kamu binalarında kullanılmaktadır. Kullanılan en yaygın merkezi ısıtma sistemi kalorifer sistemleridir. Kalorifer sistemleri ise temel olarak kazan, brülör, pompa, genleşme tankı, tesisat boruları ve radyatörlerden oluşmaktadır. Dolayısıyla kullanılan yakıt fark etmeksizin amaç, sistemde bulunan akışkanı ısıtarak radyatörlere dağıtmak ve hacmi ısıtmaktır. Merkezi ısıtma sisteminde verimliliği sağlamak için kazan

seçiminde binada ihtiyaç duyulan ısıl kapasiteyi karşılamak önem arz ettiği gibi radyatörlerin dikkatle seçilip yerleştirilmesi de enerji tasarrufuna katkı sağlamaktadır (Çomaklı, 2006; Çetinkaya, 2012; Türkeri).

3. Merkezi Isıtma Sistemi ile Bireysel Isıtma Sisteminin Kıyaslanması

Tablo 1 de merkezi ısıtma sistemi ile bireysel ısıtma sisteminin kıyaslaması bulunmaktadır.

Tablo 1. Merkezi ısıtma sistemi ve bireysel ısıtma sistemi karşılaştırması (Isısan, Türkeri , Altaş, 2010).

Merkezi Isıtma Sistemleri	Bireysel Isıtma Sistemi
Kat ve daire duvarları arasında ısı yalıtımı olmaması durumunda tüm daireler merkezi ısıtma ile ısınacağından ısı kaybı ve yakıt tüketiminin artması ve yan duvar ve döşemelerin soğumasıyla konfor bozulması söz konusu değildir.	Kat ve daire duvarları arasında ısı yalıtımı olmaması durumunda tüm daireler bireysel ısıtma ile ısınacağından ısıtma sistemini kullanmak kişinin isteğine kalır. Sistemin çalışmaması durumunda ısı kaybı ve yakıt tüketiminin artması ve yan duvar ve döşemelerin soğumasıyla konfor bozulması söz konusudur.
Suyun sıcaklığını kazan kapasitesini belirler.	Kullanıcı istediği konfor şartlarını kendisi belirler.
Sadece bina çatısında baca bulunur ve mesafeleri fazladır.	Her daire baca bulunması, çıkan gazların diğer daireleri rahatsız etmesine ve dış cephe boyası kararmalarına sebep olur.
Kazan dairesine ihtiyaç vardır, bu sebeple binada yer kaplar.	Daha az yer kaplar ve montajı kolaydır.
Otomatik kontrol imkanı sayesinde yakıt tüketimi azalır, bu sebeple sistemin kullanma verimi yüksektir.	Kombi verimi kazana göre düşüktür. Cihazın ısıtılmaya ihtiyaç duyulmadığı esnada sürekli açılıp kapanması kötü yanmaya ve yakıt sarfiyatına sebep olur.
Yakıt masrafı tek elden takip ve tahsil edilir.	Son kullanıcı bireysel faturalama nedeniyle enerji tasarrufuna daha fazla dikkate eder.

4. Merkezi Isıtma Sisteminde Bulunan Elemanlar ve Bağlantı Şeması

Merkezi ısıtma sisteminin ana elemanları aşağıdaki gibidir;

Sirkülasyon pompası, tesisattaki suyun hareketini hızlandırmak amacıyla kullanılır (MEB, 2015).

Genleşme tankı, merkezi ısıtma sisteminde olası bir genleşmeyi kontrol etmek amacıyla kullanılır. Isınan su hacimce %4 büyümekte ve genleşme tankına ihtiyaç duymaktadır. Genleşme tankı, sistem parçalarının ısıl genleşmelerden dolayı zarar görmesini önler (APHC, 2020).

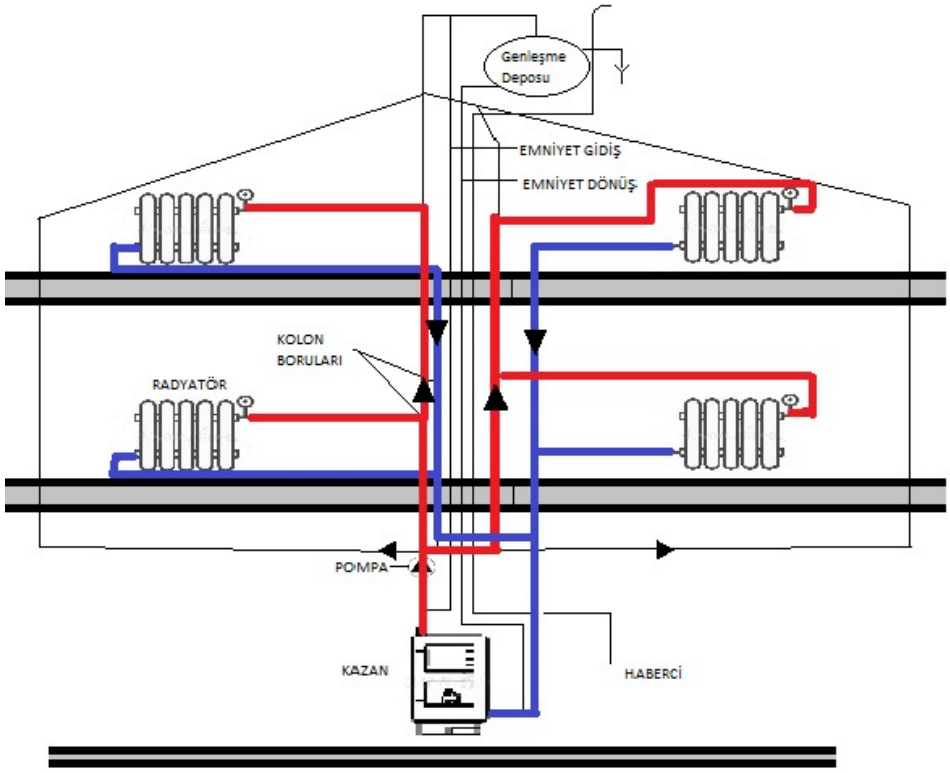
Radyatörler ise bakır, alüminyum veya çelikten imal edilirler. Radyatör içindeki akışkanın ısısını, oda havasına aktararak çalışır (Anastasiadis,2020; APHC, 2020).

Kazanlarda üretilen sıcak su, borular yardımı ile radyatör, konvektör, sıcak hava apareyi gibi ısıtıcı elemanlara taşınmaktadır. Burada ısısını ortama transfer ederek kazana geri döner. Sistemde bulunan suyun ısınması ile artan su hacmi genleşme deposunda toplanır. Şekil 1'de merkezi ısıtma sistemi şematik olarak gösterilmektedir. Sistemde bulunan suyun dolaşımı pompa yardımı ile yapılmaktadır. Merkezi ısıtmalı sistemler için ortalama mutfak sıcaklığı 18 ºC, banyo için 26 ºC, oturma odası için 22 ºC, yatak odası ve dükkân gibi mahaller 20 ºC olacak şekilde dizayn edilir (MEGEP; Isısan).

Merkezi ısıtma sistemi ısı taşıyan ortamın cinsine göre farklı şekillerde adlandırılmaktadır.

- Sıcak Sulu Isıtma; sistemde ısı taşıyıcı ortam 90 ºC' a kadar ısıtılan sudur. Sistem atmosfere açık veya kapalı olarak tasarlanabilmektedir. Sistem sıcak ve soğuk su arasında bulunan özgül ağırlık farkından yararlanarak çalışmaktadır. Ayrıca devrede bulunan bir pompa ile dolaşım sağlanır.

- Kızgın Sulu Isıtma; sistemde 110 ºC' den 200 ºC' ye kadar ısıtılan su kullanılmaktadır. Atmosfere kapalı bir sistem olmasının yanı sıra suyun buharlaşmasını engellemek amacıyla devamlı bir karşı basınç uygulanmaktadır.



Şekil 1. Merkezi ısıtma sistemi şeması (Şimşek, 2013)

- Buharla Isıtma; sistem üç alt başlık içerisinde incelenmektedir. Buhar kazanının çıkış basıncının 1,5 bar ve sıcaklığın en fazla 110 ºC olduğu alçak basınçlı sistem; çıkış basıncının 1,5 bar' dan ve sıcaklığın 110 ºC' dan yüksek olduğu yüksek basınçlı sistem ve basıncın 0,05 ile 0,75 bar arasında olduğu, sıcaklığın ise en az 65 ºC olan vakumlu sistem olarak adlandırılmaktadır.
- Sıcak Havayla Isıtma; sistemde merkezde ısıtılan hava kanallar ile ısıtılması gereken ortama iletilir. Sistem genel anlamda ısıtmanın yanında hava değişiminin olması istenilen yerlerde kullanılmaktadır (Isıtma Sistemleri Ders Notu; Isısan).

Ayrıca merkezi ısıtma sisteminde bulunan elemanlar üretildikleri malzemelere göre sınıflandırılabilmektedir. Kazanlar, cinsine göre çelik ve döküm kazanlar olmak üzere ikiye ayrılırlar. Döküm kazanlara dilimler halinde taşınarak kazan dairelerine monte edilebildiğinden dar yerlerde rahatlıkla uygulanabilirler. Kazanlar da kendi içlerinde üflemeli brülörlü ve atmosferik brülörlü olarak ayrılmaktadır. Üflemeli brülörlü kazanlar tercihe göre yüksek ısıl kapasitede üretilebilir. Hava/yakıt oranı ayarlanabilir ve yüksek verime sahiptir. Atmosferik brülörlü kazan sessiz çalışır, ilk yatırım maliyeti düşüktür ve arıza ihtimali azdır (Türkeri).

5. Merkezi Isıtma Sistemini Etkileyen Parametreler

Merkezi ısıtma sistemini etkileyen parametreler, yalıtım kalınlığı, dış hava sıcaklığı, kapı malzemesi, kat yüksekliği, ısı geçirgenlik değeri, pencere tipi, yakıcı çıkış sıcaklığı ve yakıt cinsidir.

Burçin (2014)'in yaptığı çalışmaya göre, dış hava sıcaklığı, yalıtım kalınlığı, yakıcı çıkış sıcaklığının artması durumunda doğrusal olarak ısı kaybı azalır, böylece yakıt miktarı da azalmaktadır. Yakıt miktarının azalması aynı zamanda CO_2 salınım miktarının da azalmasını sağlamaktadır. Yakıcı cinsi göz önüne alındığında, doğalgazın diğer yakıtlara göre alt ısıl değerinin ve veriminin yüksek, emisyon katsayısının ise düşük olması, merkezi ısıtma sistemi için avantajlı bir yakıt olmasını sağlar. Kapı malzemesi ısı geçirgenlik değeri, pencere malzemesi ısı geçirgenlik değeri ve kat yüksekliği arttığında ise ısı kaybı değerinde artış olmaktadır. Buna bağlı olarak kullanılacak radyatör uzunluğu, doğalgaz miktarı CO2 salınımı artmaktadır (Dereli ve Koçu, 2010; Tunay, 2014).

6. Merkezi Isıtma Sistemlerinin Avantaj ve Dezavantajları

Merkezi ısıtma sistemleri, diğer ısıtma sistemlerine kıyasla hem avantaj hem de dezavantaja sahiptir. En önemli avantajları şu şekilde sıralanabilir;

- Merkezi ısıtma sisteminde çeşitli enerji kaynakları birlikte kullanılabilir.
- Çok daireli binalarda ilk yatırım maliyeti ve işletme giderlerini kapsayan toplam maliyet düşüktür.
- Sistem ekipmanları kazan dairesinde bulunduğu için ses, koku, duman vb. rahatsızlık verebilecek durumlar hane sakinlerinden uzaktadır.
- Tadilat ve dönüşümler sadece kazan dairesinde yapılır. (Türkeri) (Altaş, 2010).

Merkezi ısıtma sistemlerinin dezavantajları ise aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Borulardaki su hacmi fazladır, bu sebeple yüksek hacimli genleşme deposuna ihtiyaç duyulur.
- Borulardaki su hacminin fazla olması, sistemin ısınma süresinin gecikmesine sebep olur ve buna bağlı olarak yakıt gideri artar.
- Boruların izolasyon maliyeti yüksektir ve ısı kaybı esnasında yoğuşma sebebiyle borularda oluşacak rutubet izolasyonların zamanla bozulmasına sebep olur. (Altaş, 2010).

1. Merkezi Isıtma Sisteminde Mevzuat ve Enerji Verimliliği Çalışmaları

- Mevzuatta yeni yapılacak binalarda toplam kullanım alanı 1000 metrekareden büyük olduğunda merkezi ısıtma yapılması şart olarak sunulmuştur. (BEPY, md. 13/3-4).
- Mevzuattaki bir diğer maddede ise 500 kilowatt ve üzerindeki ısıtma kazanlarında, süreç boyunca kazan ve tesisatta oluşan kireçlenmeyi önlemek amacıyla su yumuşatma sistemlerinin kurulması gerektiği açıklanmaktadır. Bunun sebebi kirecin kazan verimliliğinin düşmesine sebep olmasıdır. Ancak yalnızca ısıtma sistemlerinde kullanılan kazanlarda sistem kapalı olduğundan sadece tadilat ve kaçak durumlarında sisteme su beslenir. Bu sebeple yumuşatma/şartlandırma sistemi kurulumu gereksiz bir maliyet olmaktadır (Olgun vd., 2009).
- Mevzuattaki düzenlemede merkezi ısıtma sistemlerinde sıhhi sıcak suyun 60 ºC'yi aşmayacak şekilde tasarım yapılacağı belirtilmiştir. Depolanan ve kullanım noktalarına nakledilen sıcak suyu düşük sıcaklıkta tutularak ısı kaybı azaltmaktadır (Olgun vd., 2009).
- Isıtma sisteminde katı yakıt kullanılan kazanların 15 yıllık çalışma, sıvı veya gaz yakıt kullanılan kazanların da 20 yıllık çalışma süresini doldurduğunda değişimleri şarttır (Olgun vd., 2009).
- Radyatör yüksekliğinin, pencerenin altında kalan duvarın yüksekliğini geçmemesi dikkat edilerek radyatör seçilir. Büyük pencere sayısı çok olan hacimlerde ısı kaybının fazla olması sebebiyle ısının homojen olarak dağıtılması için her pencere önüne radyatör yerleştirilmesi gerekir (Kilis 7 Aralık Üniversitesi Ders Notu).
- Termostatik vana kullanılması radyatörlerde enerji verimliliğini artırmaktadır. Termostatik vana, ayarlanan sıcaklık değerine göre ısıtıcının sıcak su akışını kesmek ya da açmak yoluyla ısıtıcının ısısını kontrol etmektedir. Oda sıcaklığında istenilen sıcaklığı tutularak konfor ve yakıt tüketiminde %20'ye varan tasarruf sağlanabilmektedir (Alarko Carrier).
- Doğal gaz diğer enerji kaynaklarından daha ucuzdur. Yüz metrekarelik bir dairede pişirme, ısınma, sıcak su ihtiyacı doğalgaz kullanımında maliyet, kömürden %62, odundan %71, elektrikten ise %76 daha düşük olmaktadır. Böylelikle binalarda ısıtma ve sıcak su sistemlerinde doğalgaz enerjisi kullanımı binanın enerji verimliliğini arttırır (Çetinkaya, 2012).
- Sistemdeki debi değeri bilindiğinde, sistem basıncı da belirlenebilir. Bu sistem için pompanın hem hidrolik veriminin yüksek olması hem de maliyetinin uygun olması önem taşımaktadır. Pompanın ekonomik kullanımı için en yüksek verimi sağlayan debide çalışması gerekmektedir. Bu nedenle pompa seçiminde çalışma noktası, en yüksek verim noktasından bir miktar fazla olmalıdır. (Bulgurcu vd., 2013). Ayrıca mevzuata göre sıhhi sıcak su hazırlama sistemlerinde bulunan pompalar için akışkan debisine, basınca veya zamana göre değişkenlik gösteren debi seçilmelidir (Olgun vd., 2009).

Merkezi ısıtma sisteminde enerji verimliliği adı altında yapılan örnek çalışmalar aşağıdaki gibidir:

- Solmaz ve Alkan, yaptığı çalışmada merkezi ısıtma sistemlerinin otomasyon ile kesintisiz kontrol edilmesi halinde %15-20 oranında enerji tasarrufu sağlandığını ifade etmektedir. Bu sistemin kontrol edilmesi ile ihtiyaç fazlalığını ve yüksek sıcaklıklarda meydana gelen ısı kaybını önlemek mümkündür. Erken uyarı bildirimleri sayesinde ısıtma sisteminin daha verimli ve kesintisiz çalışabilir (Solmaz ve Alkan, 2017).
- Kim ve diğerleri, yaptığı çalışmada üniversite binalarındaki 7,8 m*7,2 m ve 3,0 m yüksekliğinde bir konferans salonu seçilerek aralıklı merkezi ısıtma sistemini deneyler ve dinamik simülasyonlarla incelemişlerdir. Dinamik simülasyon doğruluğunu, iç hava sıcaklığı, üç durumdaki dış hava sıcaklığı durumu için ölçülerek kontrol edilmiştir. Aralıklı kontrolün ısıtma programı, dış sıcaklığa bağlı olarak simüle edilmiştir. Bu çalışmada açma-kapama kontrolü ve güçlendirilmiş yalıtımın etkisi aralıklı merkezi ısıtma için hesaplanmış ve iç ortam hava sıcaklığı, enerji tasarrufu ve PMV değerleri için karşılaştırılmıştır. Geleneksel aralıklı merkezi ısıtma sistemleri dış hava sıcaklığına göre belirlenir ve belirlenmiş programa göre çalışır. Bu sistemde iç mekan termal ortamının konforunu tutmak zordur. Sömestr tatili boyunca sıcaklığın 18-32ºC arasında ve kış tatillerinde ise 17-29ºC aralığında dalgalanmaların oluşu sistemi konfordan uzaklaştırmaktadır. Açma-kapama kontrolü için sıcaklık aralığı 20-22ºC arasındadır ve bu sebeple kullanım şartları için uygundur. Açma-kapama kontrolünde, sıcaklığın aşılması engellediğinde enerjiden yaz tatilinde %25, kış tatillerinde %37,9 tasarruf edildiği görülmüştür. Geleneksek aralıklı merkezi ısıtma sistemine kıyasla iç mekan termal ortamını hem daha uygun seviyede tutabilmekte hem de daha az enerji kullanıldığı görülmektedir. Uygulaması kolay bir açma-kapama kontrol sistemi, geleneksel aralıklı merkezi ısıtma sisteminden, termal konfor, enerji tasarrufu ve PMV dalgalanması açısından daha avantajlıdır. (Kim vd., 2010)

7. Merkezi Isıtma Sistemlerinde Enerji Etüdü

Merkezi ısıtma sistemleri içerisinde enerjinin daha verimli kullanılabilmesi için; temel tüketim noktalarından ölçümler alınarak, enerji verimlilik potansiyelinin ortaya çıkarılması hedeflenmektedir. Merkezi ısıtma sisteminde temel tüketim ve kaybın gerçekleştiği noktalar kazanlar, pompalar, baca ve dış cephe olarak sıralanabilir.

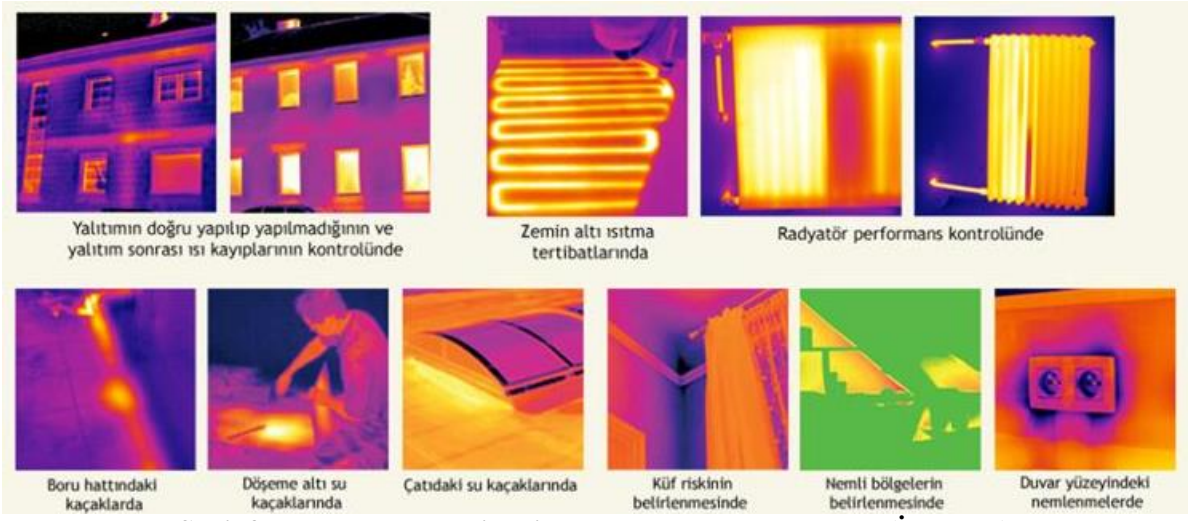
- Enerji etüdü için bir diğer önemli parametre ise bina kabuklarında ısı yalıtım durumlarıdır. Binalarda ısı yalıtımı termal kamera ve ısıl geçirgenlik katsayısı değeri ölçüm cihazları ile incelenmektedir. Isıl geçirgenlik katsayısı (U-değeri), yapı elemanlarının ısı transferine karşı gösterdiği dirençtir. U değeri küçük olursa, yapıdaki ısı kaybı da düşük olmaktadır.



Şekil 2. U değeri ölçümü gösterimi (Testo Acumen, 2014)

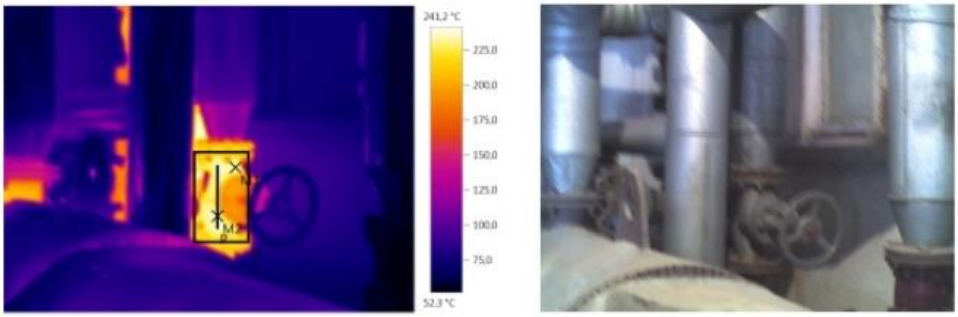
Merkezi ısıtma sistemlerinde termal kamera ile görüntüleme yöntemi; kayış kasnak aşınması, kaplin hasarı, rulman ısınması, motor gibi dönen elemanların aşınma ve mekanik sorunların tespit edilmesinde kullanılmaktadır. Termal kameraların en yaygın kullanım alanları, binalarda ısı kayıplarının ve yalıtım durumlarının ölçülmesidir (Termal Kamera Ölçümleri, 2021).

Yalıtımın yetersiz görüldüğü durumlarda, 5cm kalınlıkta taş yünü ile yalıtım yapılabilmektedir. Böylece hem kayda değer miktarda ekonomik kazanç sağlanır hem de enerji tasarrufu yapılabilmektedir (Rüşen vd., 2018)



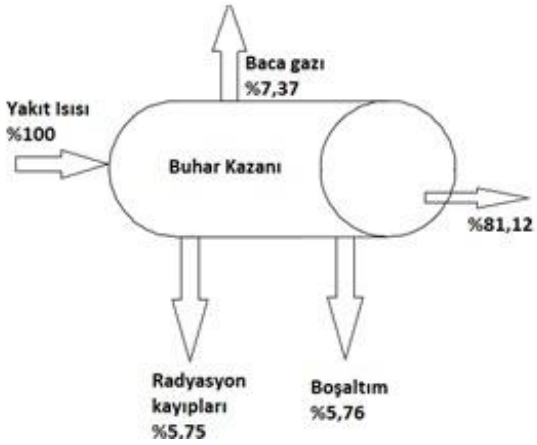
Şekil 3. Termal kamera ile binada gözlemlenen kayıplar (İzomerk)

- Isı merkezlerinde bulunan kazanların yüzey sıcaklığı kızıl ötesi ve termal kamera ile ölçülebilmektedir. Kazanlarda buhar taşıyan tesisat elemanlarının ısılarını korumak önemlidir. Tesisatta ısının hangi noktalardan kaybolduğu termal görüntüleme cihazları ile kolaylıkla belirlenebilmektedir. Vanalarda, bağlantı elemanlarında, eşanjörde oluşabilecek kayıplar da termal kameralar ile kolayca bulunabilmektedir (Termal Kamera Ölçümleri, 2021).



Şekil 4. Termal kamera ile merkezi ısıtma sistemlerinde gerçekleşen ısı kaybının gözlemlenmesi (Termal Kamera Ölçümleri, 2021)

Kazan içerisinde iyi bir yanma için gereken fazla hava oranı yakıt tipine ve yakıcı sisteme göre değişiklik göstermektedir. Kazanda iyi bir yanma olması için oksijen-hava oranının %3-5 aralığında olmalıdır (Karanfil vd., 2019; Kuprianov, 2004) Kazanda yanan yakıt ısısının önemli bir miktarı egzoz baca gazı yoluyla kaybedilir. Bu gazın sıcaklığı yaklaşık olarak 150-250 °C arasında değiştiği gibi kaybedilen ısı enerjisinin yaklaşık %10-30 'una tekabül eder (Rüşen vd., 2018). Buna bağlı olarak enerji etüdü için haftalık alınan baca gazı verileri içerisindeki CO ve O2 bileşenlerine göre, kazana beslenen hava ve yakıt oranı değiştirilebilmektedir (Celep vd., 2016).



Şekil 5: Kazanda olan ısı dengesi (Celeb vd. 2016)

Şekil 5'de bir kazanda gerçekleşen ısı dengesi görülmektedir. Kazan için verim değerini tespit edebilmek için belirli ölçümler alınması gerekmektedir. Bu ölçümler; baca gazı emisyonları, yakıt sarfiyatı, kazan dönüş suyu sıcaklığı, kazan yüzey sıcaklığı, kazan sıcaklıklarının termal kamerayla kontrolü ve kazan dairesinin ortam sıcaklığıdır.

Baca gazı emisyon ölçümü; baca gazı analiz cihazları ile yapılmaktadır. Bu cihaz yanma sonucu oluşan baca gazını analiz ederek elde edilen emisyon değerlerini ana kontrol modülüne bildirmektedir (Hızıroğlu, 2007). Kükürtdioksit (SO2), azotmonoksit (NO), oksijen (O2), karbonmonoksit (CO) gazlarının derişimleri, baca gazının sıcaklığı, ortamın sıcaklığı gibi parametreler baca gazı analiz cihazları ile ölçülür. Baca gazındaki yanma verimini hesaplamak için gerekli olan parametreler baca gazı sıcaklığı (FT), ortam sıcaklığı (AT), bacada ölçülen oksijen (O2) değeridir. Baca gazı yanma verimi aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$\eta = 100 - qA \tag{1}$$

$$qA = \left[(FT - AT)\left[\frac{A2}{(21-Q_2)+B}\right]\right] - XK \tag{2}$$

Denklemde verilen η değeri yanma verimini ifade etmektedir. qA ise baca gazı kaybını belirtir. FT baca gazı sıcaklığı değerini ve AT ortam sıcaklığını göstermektedir. Ayrıca $\frac{A2}{B}$ yakıta özel olan katsayıları nitelemektedir. O_2 değeri ise ölçülen oksijen değeridir. Yoğuşmalı sistemler için önemli olan XK değeri; yoğuşma sıcaklığına ulaşılamadığında qA' nın negatif değer aldığını belirten katsayısıdır. "Yoğuşma sıcaklığının altına inilmediyse XK =0 olmalıdır" (Tesisat Dergisi, 2011).

Portatif baca gazı analiz cihazlarında karbondioksit gazı elektrokimyasal yolla ölçülemez ve bu sebeple hesaplanır. CO2 gazı hesaplama formülü aşağıdaki gibidir.

$$CO_2 = \frac{CO_{MAX} * (21 - O_2)}{21} \tag{3}$$

CO2 gazının bulunmasının ardından fazla hava katsayısı bulunabilir. Tam yanma için gerekli olan teorik oksijenden daha fazla oksijene ihtiyaç vardır. Sisteme verilen fazla havanın teorik hava ihtiyacına oranı fazla hava katsayısını (λ) vermektedir. Fazla hava katsayısı aşağıdaki formülle bulunabilir;

$$\lambda = \frac{CO_{2MAX}}{CO_2} = 1 + \frac{O_2}{21 - O_2} \tag{4}$$

Pompa; içerisinde oluşan akışın hızı debimetre ile ölçülmektedir. Bir pompanın performansı motorun gücüne, çarkın şekli ve boyutuna bağlıdır. Pompa içerisindeki basınç arttıkça, akış hızı artmaktadır. Pompanın sağlayacağı güç hidrolik verim, akışkan yoğunluğu, debi, pompa basma yüksekliği, yoğunluk ve motor verimine bağlıdır. Pompa verimi yüksek olsa dahi, pompanın yer seçimi uygun olmadığı takdirde verimli sonuçlar alınamamaktadır (Rüşen vd., 2018). Sisteme uygun pompa seçimi için izlenmesi gereken adımlar aşağıdaki gibidir;

- Sistemin ihtiyacını belirlemek
- Sistemde değişken ihtiyaçların olup olmadığını belirlemek
- Toplam sistem kayıplarını belirlemek (tesisat vb)

Bu adımların ardından sistem kayıp ve ihtiyacına uygun pompa seçilir. (SETAŞ Enerji)

Pompada debi hesabı formül ile de yapılabilir. Debi formülü aşağıdaki gibidir;

$$Q = \frac{V*n*\mu}{1000} \quad (5)$$

Denklemde bulunan debi (Q)' nin birimi Litre/dakika ve pompanın iletim hacmi (V) birimi cm^3/d'dir. Denklemde kullanılan (n) değeri ise kullanılan elektrik motorunun dakikada yaptığı devir miktarıdır. Son olarak μ değeri pompanın volümetrik verimini ifade etmesinin yanında 0,90-0,95 değerleri arasında alınabileceği söylenmektedir (HPA Teknoloji).



Şekil 6. Ultrasonik debimetre ile akış ölçümü (Sıvı Debi Ölçer)

8. Öneri ve Sonuçlar

Türkiye'de konutlarda kullanılan enerjinin %82'si ise ısınma amaçlı harcanmaktadır. Isınma amaçlı kullanılan enerjinin payı büyük olması sebebiyle bu alanda yapılacak enerji verimliliği çalışmaları büyük önem arz etmektedir. Diğer alanlardaki gibi, ısı enerjisi üretiminde de enerji %100 verimle kullanılamaz. Oluşan kayıpları en aza indirerek kullanılan enerjiden %25–50 oranlarında tasarruf etmek mümkündür. Konutlarda ısıtma amaçlı olarak kullanılabilecek sistemler, bireysel ısıtma ve merkezi ısıtma sistemleridir. İlk yatırım maliyeti ve tesisatın işletme şartları açısından, 12 veya daha fazla hane içeren binalarda merkezi ısıtma sistemi kullanımı tavsiye edilmektedir. Mevzuata göre yeni yapılacak olan binalarda toplam kullanım alanı 1000 metrekareden büyük ise merkezi ısıtma sistemlerinin yapılması şarttır. Doğalgazın diğer yakıtlara göre alt ısıl değerinin ve veriminin yüksek, emisyon katsayısının ise düşük olması sebebiyle merkezi ısıtma sistem için tavsiye edilen bir yakıttır. Ayrıca doğalgaz kullanımında maliyet, kömürden %62, odundan %71, elektrikten ise %76 daha düşük olmaktadır. Merkezi ısıtma sistemi kullanılan binadaki hacimler sürekli ısıtılmakta olduğundan yakıt tüketimi daha az olmaktadır. Merkezi ısıtma sisteminde kullanılan gaz yakıtlı kazanların 20 yıllık çalışma süresini doldurduğunda değişimleri şarttır. Isıtıcının sıcak su akışını kesmek ya da açmak yoluyla ısıtıcının ısısını termostatik vana ile kontrol edilmesi mümkündür ve kullanımında %20'ye varan tasarruf sağlar.

Kaynakça

Alarko Carrier: "Termostatik Radyatör Vanaları", 2011. Alarko Carrier Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Altaş, S., 2010. Kızılcahamam Jeotermal Merkezli Isıtma Sistemi İle Klasik Merkezi Isıtma Sisteminin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Arıcan, E., 2017. Bölgesel Isıtma Tarihçe ve Avrupa Uygulamaları, Enerji Verimliliği Haftası, 6. Enerji Verimliliği Formu ve Fuarı (TURKOTED).

Anastasiadis S. 2020. Understanding Central Heating Systems. www.homeadviceguide.com: https://www.homeadviceguide.com/wp-content/uploads/2016/05/UnderstandinCentral-Heating-Systems HomeAdviceGuide.pdf

Association of Plumbing and Heating Contractors. 2020. Understanding Central Heating Systems. https://www.aphc.co.uk/wp-content/uploads/2019/07/UNDERSTANDING-CENTRAL-HEATING-SYSTEMS-Dec13.pdf

Bedeloğlu A.Ç, Demir, A, Bozkurt, Y. 2010. Fotovoltaik Teknolojisi: Türkiye ve Dünyadaki Durumu, Genel Uygulama Alanları ve Fotovoltaik Tekstiller. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 4(2): 43-58

Begiç H.N, 2020. İshak Paşa Sarayı Mimari Bezemelerinin Giyim-Kuşamda Kullanımı Üzerine Bir Çalışma. Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi XLVIII, 2020/1, 220-236.

Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (BEPY). Resmi Gazete 27075, md. 13/3-4 2008. Erişim 12 Ocak 2021, https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/ 2008/12/20081205-9.htm

Bulgurcu H, İlten N, Kon O, 2013. Merkezi Isıtma Yapılan Bir Binadaki Su Dolaşım Pompasının Sistem Eğrileri Yardımıyla Optimum Seçimi ve Hesaplama Yöntemlerinin İncelenmesi. 11. ULUSAL TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ KONGRESİ – 17/20 NİSAN 2013, İZMİR, S.257-261.

Can M, 1994. Merkezi Isıtma Sistemlerinin Teknik Ve Ekonomik Analizi Ve Hava Kirliliğini Azaltmadaki Önemi. Çevre Dergisi, OCAK-ŞUBAT-MART 1994 SAYI: 10 S: 30-36.

Celep G.K, Rüşen, S.E, 2016. Application of Economizer for Waste Heat Recovery from Exhaust Flue Gas in Steam Boiler: a Case Study in a Biscuit Factory. 4th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES), Antalya

Çengel Y. A, Boles, M. A, 2008. Termodinamik Mühendislik Yaklaşımıyla. İzmir Güven Kitabevi.

Çetinkaya E, 2012. Binalarda Enerji Verimliliğinin Analizi. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Çoban, O, Kılınç, N. Ş, 2016. Enerji Kullanımının Çevresel Etkilerinin İncelenmesi. Marmara Coğrafya Dergisi, 33: 589-606

Çomaklı K, Çakır U, Efe Ş, 2011. Farklı Bina Tipleri Ve Yakıtlar İçin Merkezi Isıtma Sistemlerinin Maliyet Analizi. X. ULUSAL TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ KONGRESİ.

Çomaklı, K, Yüksel B, Bakırcı K, 2006. Bölgesel Isıtma sistemleri Boru Hatlarında Meydana Gelen Enerji ve Ekserji Kayıpları, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı:91, S.33-38.

Efe Ş, 2008. Erzurum'da Kullanılan Isıtma Sistemlerinin Ekonomik Analizi, Yüksek Lisans tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Hızıroğlu S, 2007, Yakma Yönetim ve Brülör Kontrol Sistemleri, TTMD Dergisi 51 (2007) 12-18

HPA Teknoloji, Hidrolik Hesaplar, http://www.hpa.com.tr/tr/pdf/hidrolik/formuller.pdf [12.01. 2021]

Isıl Geçirgenlik Katsayısı (U-Değeri) Nedir ?, Onur Enerji, https://www.onurenerji.com.tr/olcumler/isi-yalitim-olcumu-isil-gecirgenlik-u-degeri-katsayisi/ [12.01.2021]

ISITMA TESİSATI KİTABI "ISISAN"

İzomerk Yalıtım Sistemleri Enerji İnşaat Taah. Danışmanlık Mobilya Gıda A.Ş. http://www.izomerkyalitim.com/pages.php?id=119 [12.01.2021]

Karabulut, K. ve Köksal Y, AĞRI İLİNİN TURİZM POTANSİYELİ VE TURİZMİ GELİŞTİRMEYE YÖNELİK ÇÖZÜM ÖNERİLERİ.

Karanfil, G., Ener Rusen, S., Topcu, M.A., Celtek, S.A. Ve Rusen, A., 2019. "Applıcatıon Of Recuperator For Waste Heat Recovery From Exhaust Flue Gas In Hot Water Boıler In Central Heatıng Plant", Eskişehir Technıcal Unıversıty Journal Of Scıence And Technology Applıed Scıences And Engıneerıng, 2019.

Kaynaklı, O., Unver, U., Kılıç, M., "Exergy Analysis of a Lithium Bromide/Water Absorption Refrigeration System.", IEEES-1 The First International Exergy, Energy and Environment Symposium, 13-17 July 2003, Izmir

Kırbaç. İ. 2019. Binalarda Enerji Verimliliği Uygulamaları : MAKU Mühendislik Mimarlık Fakültesi Örneği , Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 10(2) , s. 141-149.

Kırlı, M., Kulu, T. 2016. Enerji yönetimi ve enerji muhasebesi. Journal of Human Sciences, 13(3): 4891-4905.

Kim M.S., Kim, Y. ve Chung, K.S., 2010. Improvment Of İntermittent Central Heating System Of University Building. Energy and Buildings (2010) 83-89.

Kilis 7 Aralık Üniversitesi MYO, Isıtıcı Elemanlar.

Koçu, N., Dereli, M., 2010. Dış duvarlarda ısı yalıtımı ile enerji tasarrufu sağlanması ve detaylarda karşılaşılan sorunlar. V. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, İzmir, 9 s.

Kuprianov VI. Applications of a cost-based method of excess air optimization for the improvement of thermal efficiency and environmental performance of steam boilers. Renew. Sustain. Energy Rev. 2005; 9: 474–498

Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), 2007. Tesisat Teknolojisi ve İklimlendirme, Merkezi Isıtma Tesisatı 1, Ankara.

Milli Eğitim Bakanlığı. (2015). Merkezi Isıtma Sistemleri. Ankara.

Olgun, B., Kurtuluş, O., Gültek, S. ve Heperkan, H.A., (2009), Enerji Verimliliği ve Türkiye'deki Mevzuat, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, S:397-407.

Rüşen S.E., Topçu M.A., Celep G.K., Çeltek S.A., Rüşen A., Üniversite Kampüs Binaları için Enerji Etüdü: Örnek Çalışma, Ç.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 33(2), 2018.

SETAŞ Enerji A.Ş., Pompa ve Fan Sistemlerinde Enerji Verimliliği, Elektrik Mühendisleri Odası, https://www.emo.org.tr/ekler/6df78147e41f780_ek.pdf [12 Ocak 2021]

Sıvı Debi Ölçümleri, Onur Enerji, https://www.onurenerji.com.tr/ olcumler/sivi-debisi-olcumleri/ [12.01.2021]

Solmaz, R. ve Alkan, A., 2017. Merkezi Isıtma Sistemlerinde Verimi Arttırmak İçin Dinamik Kontrol ve Otomasyon Uygulaması, KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi, 20(1), 2017.

Şimsek, E., 2013. Isıtma Sistemleri, Balıkesir Üniversitesi Ders Notu.

Termal Kamera Ölçümleri, Onur Enerji, https://www.onurenerji.com.tr/olcumler/termal-kamera-olcumleri/ [12.01.2021]

Tesisat Dergisi, Baca Gazı Analizinde Ölçüm Parametreleri, 7 Haziran 2011, 185. Sayı. http://www.tesisat.com.tr/yayin/130/_2932.html#.X_2QcegzZPa

Testo Acumen, 2014. Are the walls energy efficent ? Find out with testo 635 U value measurement, [Web günlük postası], http://testo-india.blogspot.com/2014/05/are-walls-energy-efficient-find-out.html [07.05.2014]

Tunay, B., Merkezi Isıtma Sisteminde Etkili Olan Parametrelerin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Hitit Üniversitesi, Çorum.

Türkeri A. Bireysel Ve Merkezi Isıtma Sistemlerinin Tanıtımı Ve Karşılaştırılması

UGETAM, "Mühendisler İçin Doğal Gaz İç Tesisatı Projelendirme ve Uygulama Kuralları", www.ugetam.com.tr

Unver, U., Kara, O., 2019. Energy Efficiency by Determining the Production Process with the Lowest Energy Consumption in a Steel Forging Facility. Journal of Cleaner Production. Vol.215, pp: 1362-1370. Doi:10.1016/j.jclepro.2019.01.168

Ünver, Ü, Adıgüzel, E , Adıgüzel, E , Çivi, S , Roshanaei, K . 2020. Türkiye'deki İklim Bölgelerine Göre Binalarda Isı Yalıtım Uygulamaları . İleri Mühendislik Çalışmaları ve Teknolojileri Dergisi , 1 (2) , 171-187. Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/imctd/issue/59372/805008

Yazgan, Ş. ve Kadanalı, E., 2012, Ağrı İlinin Kırsal Turizm Potansiyelinin Değerlendirilmesi, KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi 14 (22): 5-10.

ORAL PRESENTATION

İnsan yoğunluğu fazla olan binalarda enerji verimliliği

Büşra KAVURUCU[1] (*https://orcid.org/0000-0003-0812-3681*), Can DANIŞMAN[1] (*https://orcid.org/0000-0002-6926-8190*), Mertcan Kubilay METE[1] (*https://orcid.org/0000-0002-9387-1045*), Ümit ÜNVER[2*] (*https://orcid.org/0000-0002-6968-6181)*

[1]Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, YALOVA, TÜRKİYE
[2]Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, YALOVA, TÜRKİYE

umit.unver@yalova.edu.tr

Özet
Günümüzde insanların boş zamanlarını geçirme alışkanlıkları, kalabalık yerler lehine değişmektedir. Enerji tüketiminde önemli bir yer tutan bina sektöründe, alış-veriş merkezleri, kamu binaları, hastaneler, okullar gibi insanların yoğun olarak bulundukları yerlerin özel olarak incelenmesi tavsiye edilmektedir. Bu makalede, insanların yoğun olarak bulundukları binaları ele alan bir derleme çalışması yapılmıştır. Çalışmada, yoğun binaların tanımı ve sınıflandırması yapılmış, ayrıca enerji verimliliği kapsamında değerlendirilmiştir.
Anahtar Kelimeler: Binalarda enerji verimliliği, yoğun binalar, enerji verimliliği, kamusal alanlar, sıfır enerji binalar

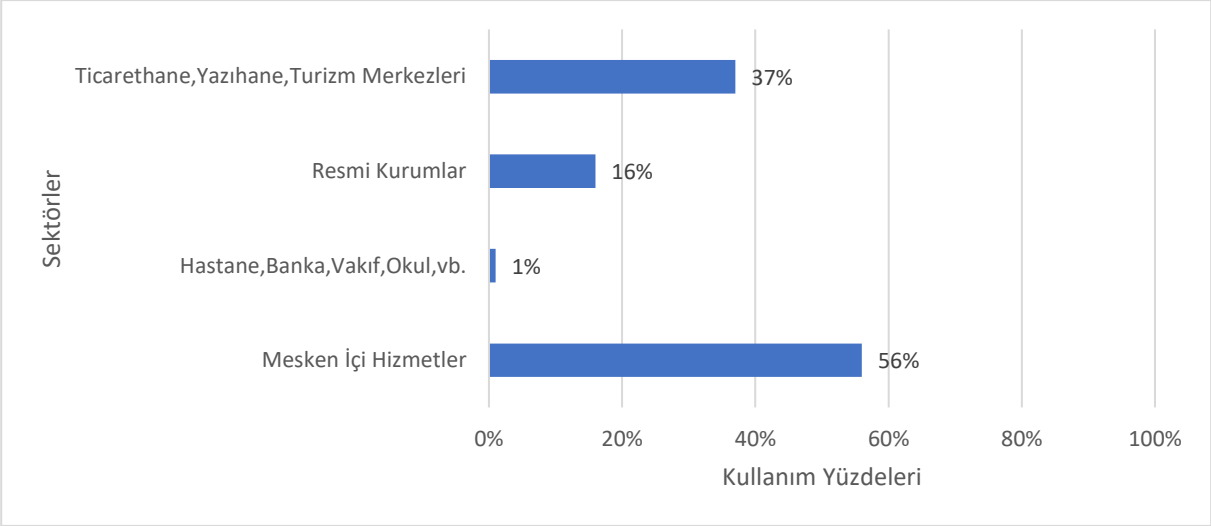
Energy efficiency in populous public buildings

Abstract
Today, the habits of spending leisure time are changing in favour of public places. In the building sector that has an important place in energy consumption, specialists recommend examining the buildings specifically where people are too crowded, such as shopping-centers, public buildings, hospitals, schools etc. In this paper, a review study has been made that deals with the buildings where people are crowded. In the study, the definition and classification of public buildings were made and public buildings are evaluated within the scope of energy efficiency.
Keywords: Energy efficiency in buildings, populous buildings, energy efficiency, public buildings, zero energy buildings

GİRİŞ

Tüm dünyada artan enerji ihtiyacı ile birlikte enerji verimliliği hem çevresel hem de enerji maliyeti açısından önemli bir konu olmaktadır. Binalarda enerji verimliliği, incelenen bir binanın tüm enerji türleri açısından kayıpların en aza indirilmiş ve harcanan enerjinin büyük çoğunluğunun faydalı hale getirilmiş olmasını amaçlar. İnsan yoğunluğunun fazla olduğu binalar, binalarda enerji verimliliği şartlarının özellikle sağlanması gereken yerlerdir. Bu mekanlara örnek olarak bu makalede de bahsedileceği üzere atriumlar, oteller, alışveriş merkezleri, siteler, kamu binaları ve havaalanları verilebilir. Ülkemizin de enerjide dışa bağımlılığı göz önünde bulundurulursa enerji arzının enerji talebiyle denkleştirilmesi ve enerjide dışa bağımlılığın azaltılması Türkiye için enerji planlamasında büyük önem arz etmektedir. İnsan yoğunluğunun yüksek olduğu bölgelerde enerji verimliliğinin sağlanması daha düşük enerji maliyeti getireceğinden ülke ekonomisine katkı sağlar. Türkiye 1990'da 53 milyon TEP enerji talebine sahip bir ülke iken 2010'a geldiğimizde bu enerji talebi 109 milyon TEP seviyesine yükselmiştir. Günümüzde ise 150 milyon TEP seviyelerinde olması beklenmektedir. Türkiye toplam enerji talebinin %70'ini enerjiyi ithal ederek karşılamaktadır. Toplam enerji talebinin %35-%40'lık kısmı binalarda tüketilmektedir. Binalarda kullanılan %35-%40'lık kısımda büyük enerji kayıpları yaşanmaktadır. Bu kayıpların en aza indirilmesi ve enerji verimliliği sağlanabilmesi için "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (BEP) ve Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği (TS825)" gibi çalışmalar 2008 yılında başlatılmıştır. Bu yönetmelikler sayesinde yeni yapılacak binalarda enerji verimliliği standartları sağlanacak ve 2000 yılından önce yapılan binalarda da enerji verimliliği iyileştirme çalışmaları yapılması sağlanacaktır. Türkiye'de nüfusun yaklaşık %60'ı 2000 yılından önce yapılan

binalarda yaşamaktadır. Bu istatistik ele alınırsa BEP ve TS825 çalışmaları gibi binaların enerji verimliliğini artırmaya yönelik çalışmalar sayesinde büyük bir enerji tasarrufu sağlanabileceği açıktır.



Şekil 1. Farklı sektörler için enerji kullanım yüzdeleri

Şekil 1'de Türkiye'deki çeşitli sektörler için, bu sektörlerin toplam enerji tüketimindeki paydaları gösterilmiştir. Bu makalede atriumlar, alışveriş merkezleri, oteller, havaalanları, siteler ve kamu binaları ile ilgili Türkiye'de ve dünyada yapılan çalışmalar ele alınmıştır. Bu çalışmalara ait literatür taraması yapılmış ve çalışmaların sonucunda elde edilen veriler ile enerji kaybına neden olan faktörler, enerji tüketim dağılımları ve enerji verimliliğinin önemi üzerine derleme yapılmıştır.

İNSAN YOĞUNLUĞUNUN FAZLA OLDUĞU BİNALAR

İnsan yoğunluğunun fazla olduğu binalar enerji talebi çok daha fazla olduğu ve neticesinde enerji kayıp potansiyeli fazla olan binalardır. Oteller, alışveriş merkezleri, hastaneler, yurtlar, okullar, siteler bunlara örnek verilebilir. İnsan yoğunluğunun fazla olduğu binalar müstakil konutlara göre çok daha fazla enerji sarfiyatına sahip oldukları için bu binaların enerji verimliliği kapsamında sürdürülebilir olarak inşa edilmesi gerekmektedir.

Atriumlar

İnsanların yoğun olduğu binalarda atriumlar genellikle binaların giriş kısmında bulunur ve üstlendiği görev sebebiyle binaların merkezini oluşturur. Bina içinde hava sirkülasyonunu sağlamak, dış ortam ile iç ortam arasındaki sıcaklık dengesini sağlamak Atriumlar genel olarak fuaye alanları, bina girişleri, sergi holleri, alışveriş merkezi girişi gibi büyük mekanlardır.

İnsan yoğunluğunun fazla olduğu binalarda bulunan atriumlar, bina içinde istenilen konfor şartlarının sağlanması kullanılan enerji miktarının da artmasına sebebiyet vermektedir. Bu konfor şartlarının sağlanabilmesi ve kullanılan enerji miktarının azaltılması amacıyla çeşitli verimlilik çalışmalarının yapılması önem arz etmektedir. Örneğin atriumların dış ortam ile iç ortamı ayıran camlama bölgesine uygun sistemin seçilmesi ile ısınma için kullanılacak enerji tüketimi azaltılır. (Göçer,Tavil, 2008)

Alışveriş merkezleri

Türkiye'de organize perakende sektörü büyüklük açısından AB de 7. ve dünyada 10. Sıradadır.2011 de Türkiye'de 302 AVM faaliyet göstermektedir. Günümüzde ise bu sayı artmaktadır. AVM'ler yıllık ciroları oldukça yüksek olan organize perakende sektörüne ev sahipliği yapan binalardır. Geçtiğimiz yıllarda yaklaşık %25'lik büyüme sağlayan bu sektör, özellikle ısıtma-soğutma, buzdolapları, aydınlatma alanında oldukça yüksek oranda enerji talebine sahiptir. AVM'ler müşteri memnuniyetini sağlamak için konfor şartlarını sağlamak adına ısıtma ve soğutma sistemlerinin yaz kış çalışmaktadır. Satışı artırmak adına aydınlatmaların sürekli kullanılması ile alışveriş merkezleri oldukça yüksek enerji ihtiyacı duymaktadır. AVM'ler bu özellikleri neticesinde enerji tüketim merkezleri haline gelmişlerdir. (Oğur, Taçgün, Denizhan, Erdoğan, Canbazoğlu, 2012)

Türkiye'de harcanan enerjinin %40'ı konutlarda kullanılmakta ve bu %40'lık kısmın %80'i de binaların ısıtma ve soğutma sistemlerinde kullanılmaktadır. Bener şekilde alışveriş merkezlerinde de iklimlendirme giderleri önemli paya sahiptir. Isı kayıplarının engellenmesiyle uzun vadede önemli ölçüde tasarruflar sağlanabilir. Erdoğan ve ark. (2012) çalışmalarında inceledikleri AVM de, iklimlendirme için, 108 adet 4 kişilik hanenin doğalgaz tüketimine eşdeğer enerji tüketildiğini belirtmişlerdir.

Oteller

Turizm sektörü, insanların güven ve konfor içerisinde konaklamalarını sağlamayı amaçlar. Bu sebeple binaların yapımında konfordan ödün verilmeden enerji tasarrufu yapılması gereklidir. Otellerde yüksek enerji ihtiyacı duyulan birimler aydınlatma ve ısıtma kaynaklarıdır. Bu sebeple otellerde enerji tasarrufu sağlanması adına yapılacak çalışmalarda ilk olarak aydınlatma ve ısıtma birimlerinde gerçekleştirilir. Oteller enerji tüketimi konut sektörü enerji tüketimi gibidir. Turizm sektöründen elde edilen gelir %10 artığında bu gelirin etkisi enerji sektöründe %0,8 civarında artış gösterir. Enerji turizmi sektöründe gider kaleminin personel yiyecek ve içecek harcamalarından sonra üçüncü sırada gelir. Ekonomik inceleme yapıldığı nda ise enerji tüketimi yaklaşık olarak %60 ile elektrik %20 ile su %20 ile yakıt olduğu görülmektedir. (Öztürk, Öztürk, Dombaycı, 2018). Tablo1' de Türkiye'deki turizm işletmelerinin genel giderleri gösterilmiştir. Tablodaki bilgiler doğrultusunda turizm işletmelerinin su, teknik servis, yakıt ve enerji gibi giderlerinin toplam yüzdede ne kadar bir paya sahip olduğu ve bu giderlerden ne kadar tasarruf edilebileceği konusunda bilgiler edinilmektedir.

Tablo 1: Turizm tesislerinde genel giderler (Karabulut vd.,2014)

Giderler	**5 Yıldız (%)**	**4 Yıldız (%)**	**Tatil Köyü (%)**
Personel	46,66	47,90	52,06
Yiyecek	21,00	21,67	17,71
İçecek	11,00	9,26	9,16
Yakıt ve Enerji	10,00	9,00	8,40
Su	1,49	1,54	3,62
Teknik Servis	1,01	1,47	3,42
Temizlik Malzemeleri	0,81	0,89	2,96
Diğer	8,03	8,27	2,67

Havaalanları

Havacılık sektörü sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir gelişim hedefi için önemli bir sektördür. Havaalanları insanların yoğun olduğu binalardandır ve enerji tüketimi üst seviyelere ulaşmaktadır. Enerji tüketiminin bu kadar fazla olduğu bir binada kayıpların da fazla olması beklenen bir durumdur. Bunun sebebi ise insanların 24 saat boyunca havaalanlarını kullanması ve konfor şartlarının belirli bir standarttın altına düşürülmek istenmemesidir. Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği'ne (IATA) göre havaalanlarında enerjinin verimli kullanılabilmesi için güç yönetim stratejileri belirlenmeli ve uygun sistemlerin kullanımı teşvik edilmelidir. Örneğin gereğinde fazla ısınmaya neden olan veya elektriği gereksiz yere kullanan ve bunun sonucunda ısı kaybına neden olan mekanların termal kameralar ile izlenmesi, yürüyen merdivenler, otomatik aydınlatma sistemleri gibi akıllı sistemlerin kullanılması ile enerji verimliliği sağlanmış olunur.(Oto, Ankara 2011)

Siteler

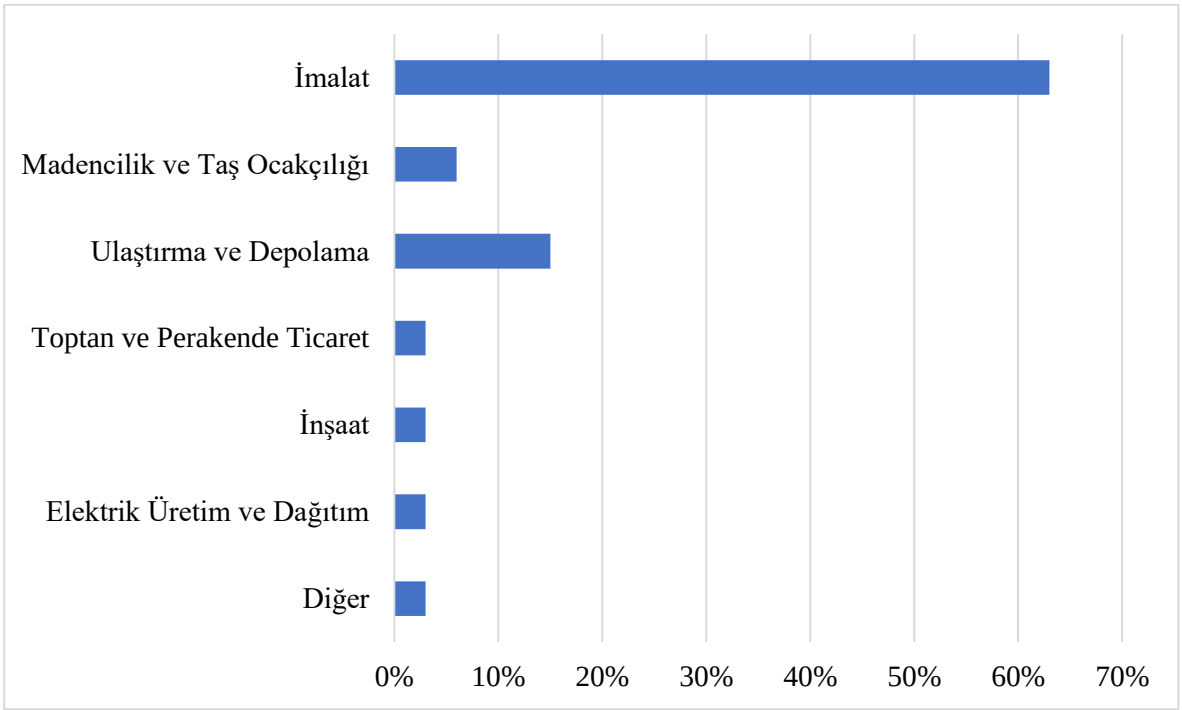
Binalarda enerjinin verimli kullanılmasına ilişkin TS825 Isı Yalıtımı yönetmeliği ilk olarak 1985 yılında yayınlanmıştır. Bu yönetmelik sayesinde hem eski binaların enerji verimliliği belirli bir standartta tutulacak ve yeni binalar da enerji verimliliği yüksek olacaktır. Yalıtım yönetmeliği, Türkiye'nin enerji talebini azaltır. Dolayısıyla enerji ithalatını azaltmaktadır. Bunun sebebi her yıl artan nüfus ve bu artmış nüfusun barınma ihtiyacındaki açıklıktan kaynaklanmaktadır. Yerleşilen bölgenin yüz ölçümü o bölgedeki insan nüfusuna müstakil yaşayabilecekleri alanlar tanımakta yetersiz kalmaktadır. Birden fazla kişinin veya ailenin aynı anda belirli bir bölge içerisinde yaşaması fikri ise beraberinde büyük siteleri ve diğer yaşam alanlarını getirmektedir. Sitelerin ısıtma ve soğutma ihtiyaçları o bölgenin durumuna göre merkezi bir noktadan ya da bireysel olarak karşılanır. Bunun yanı sıra aydınlatmada kullanılacak enerji ihtiyacını artırmak adına doğru cephe seçimi site içerisindeki her bir dairenin özelinde enerji verimliliği sağlar.

Kamu binaları

Günümüzde yapıların sürdürülebilir planlama yöntemleri ve eko tasarım ile yapılması önemlidir. Dünyada yeni yapıların düşük enerji tüketimine sahip olması hedeflenir. Binaların enerji performansını iyileştirmek için Yapılacak olan çalışmaların öncülüğü kamu binalarıdır. Yapı stoklarının enerji tasarruflu olarak yenilenmesi Türkiye için önemlidir.

İnsan Yoğunluğunun Fazla Olduğu Binalarda Enerji Tüketimi Dağılımı

Türkiye'de binalarda kullanılan enerjinin %80'inden fazlası ısıtma-soğutma işlemleri için kullanılmaktadır. Ülkenin değişik bölgelerinde iklimsel şartlara göre ısıtmanın veya soğutmanın yapılabilmesi için gereken enerji miktarları farklılık gösterebilmektedir. Soğutma işlemi ısıtma işlemine oranla 3 veya 6 kat daha maliyetli bir işlemdir. Isıtma soğutmanın dışında sıcak su temini, aydınlatma ve bina içi elektrikli aletlerin kullanımı binalarda enerji talebini oluşturan diğer maddelerdir.(Daş, Akay, 2014)



Şekil 2 Nihai enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımı

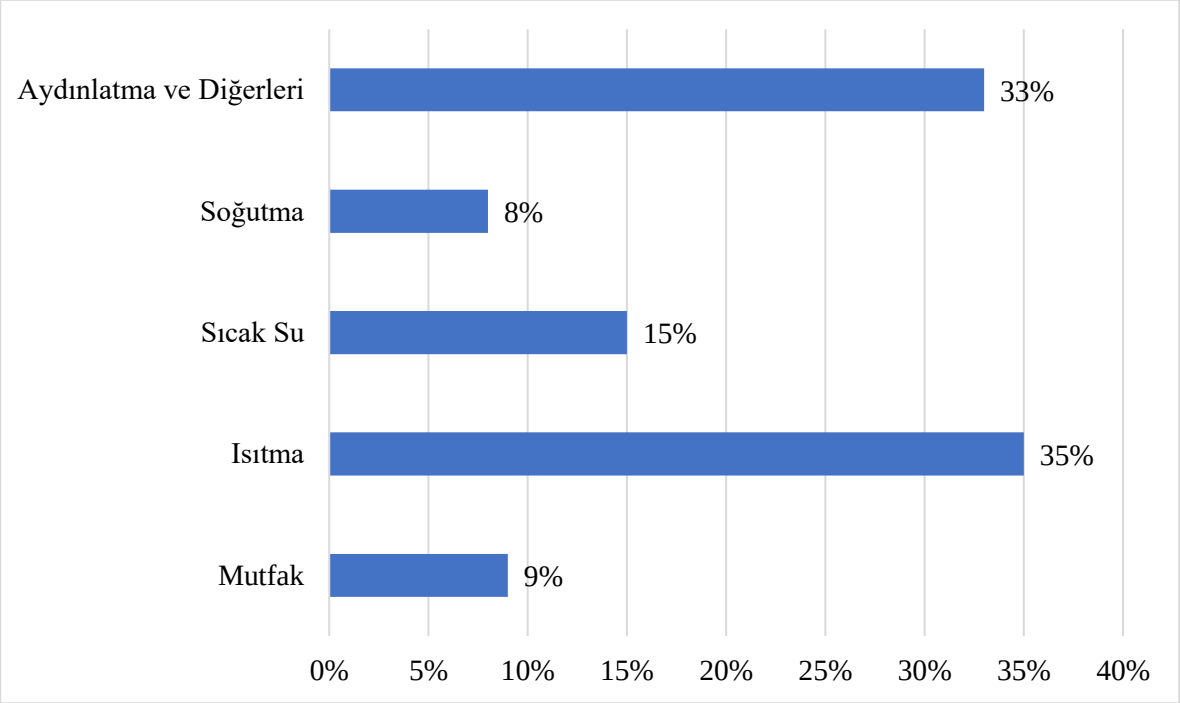
Şekil 2'de gösterildiği gibi birçok iş sektörü arasında toptan ve perakande satış başlığı altında AVM'lerin etkileri oldukça büyüktür. AVM'lerde binanın enerji performansı belirlenip bulunduğu enerji sınıfını korumak için ya da daha üst seviye bir sınıfa geçebilmek için enerji verimliliği çalışmaları yapılmalıdır. Sadece cazibe ve büyüklüğü değil, enerji verimliliğini de göz önüne alarak inşa edilen AVM'lerde enerji verimliliği gözetilmeyen AVM'lere göre sadece ısıtma soğutma maliyetinde %10-%20 oranında tasarruflar sağlanabilmektedir.

Turizm sektörü ele alındığında otellerin enerji talebi toplam enerji talebi içerisinde %10'luk bir paya sahiptir. Sektörel olarak incelendiğinde oteller için de en büyük enerji ihtiyacı ısıtma soğutma enerjisine ve sonrasında aydınlatma enerjisine aittir. Tablo 2'de 5 yıldızlı bir otel için kişi başı ortalama elektrik enerjisi sarfiyatı gösterilmiştir. (Öztürk, Öztürk, Dombaycı, 2018)

Tablo 1. Kişi başı elektrik, su ve yakıt tüketimi miktarları

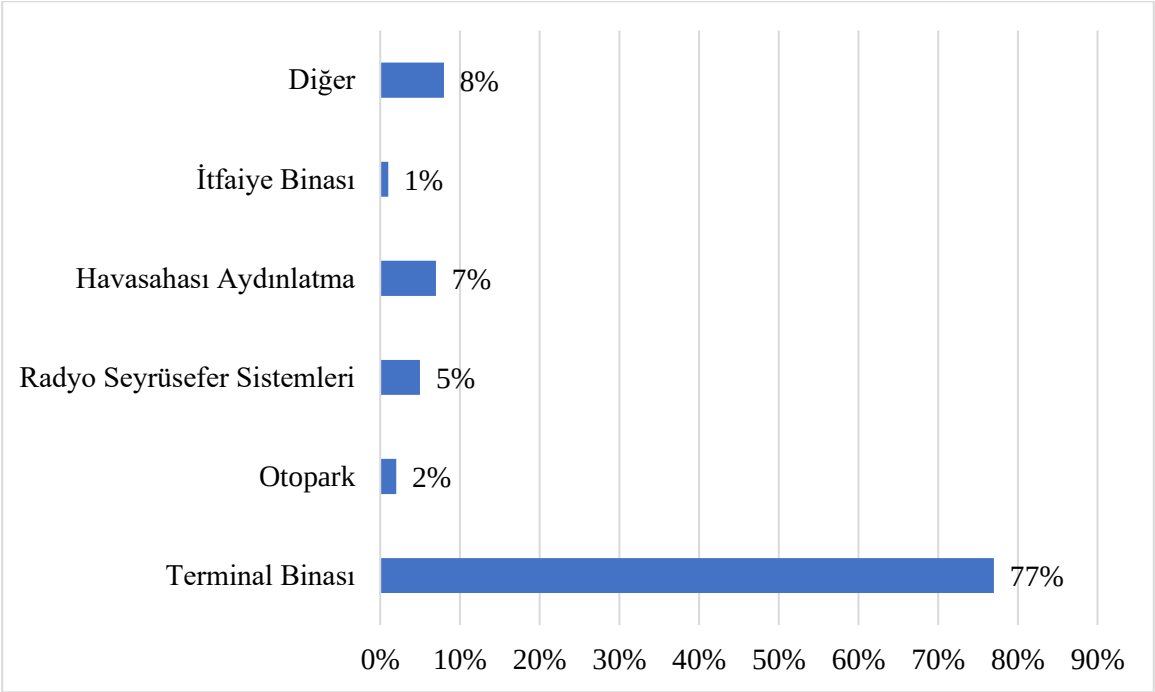
Kişi Başına Elektrik Tüketimi (kWh)	**Kişi Başına Su Tüketimi (Litre)**	**Kişi Başına Fosil Yakıt Tüketimi (Litre)**
21-22	420-440	7-10

Şekil 3'de bir 5 yıldızlı otel içerisinde tüketilen toplama enerjinin hangi alanlarda kullanıldığı gösterilmektedir.



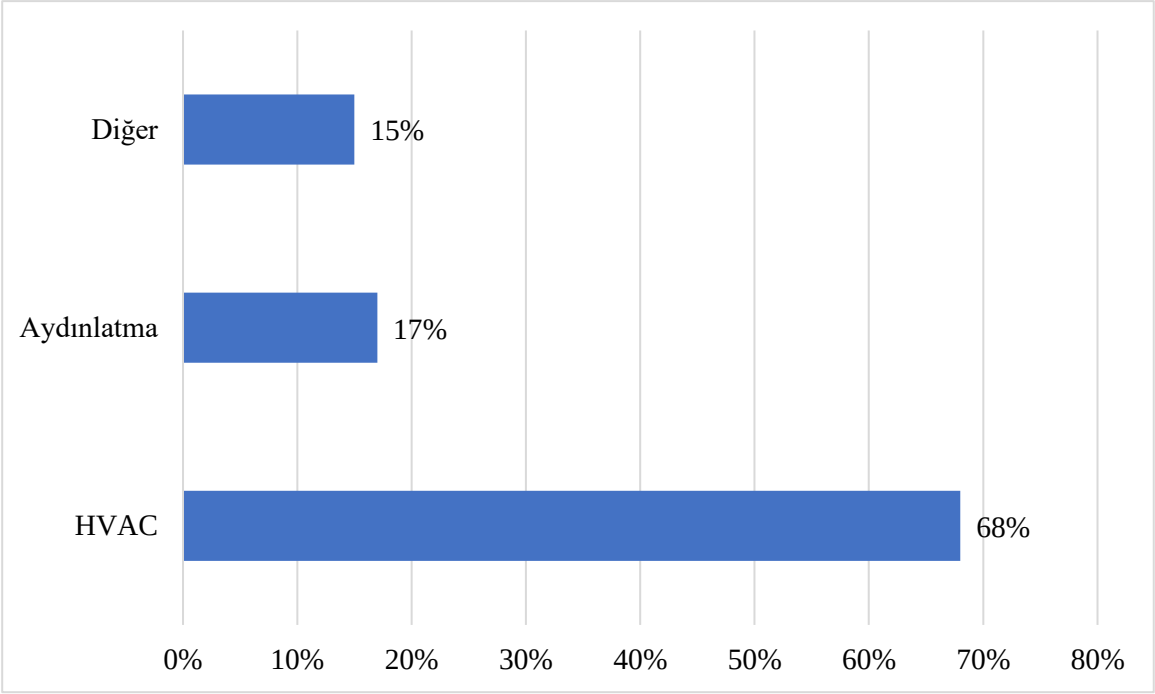
Şekil 0 Enerji tüketiminin bina içerisindeki kullanım yüzdeleri

Enerji tüketim dağılımı açısından en büyük ve en hızlı tüketim havaalanlarınındır. Havaalanlarının enerji tüketim miktarları neredeyse küçük bir şehrin enerji tüketim miktarına eşdeğerdir. Hava alanlarında temelde enerji tüketicileri radyo-navigasyon sistemleri, kontrol kulesi, apron aydınlatması ve pist ışıklandırmalarına aittir. Bunun dışında uçak bakım hangarlarında, meteoroloji istasyonunda ve itfaiye binalarında da büyük miktarda enerji ihtiyacı duyulmaktadır. Bunlar havaalanlarında "Hava tarafı" enerji tüketiciler olarak adlandırılmaktadır. Havaalanı terminal binası , kargo birimi, yolcu bekleme alanları, sosyal alan ise "kara tarafı" enerji tüketici alanlardır.(Akyüz, Altuntaş, Çay, 2017) Şekil 4'te bir hava alanında tüketilen toplam enerjinin hava alanı departmanları arasındaki dağılımı gösterilmektedir.



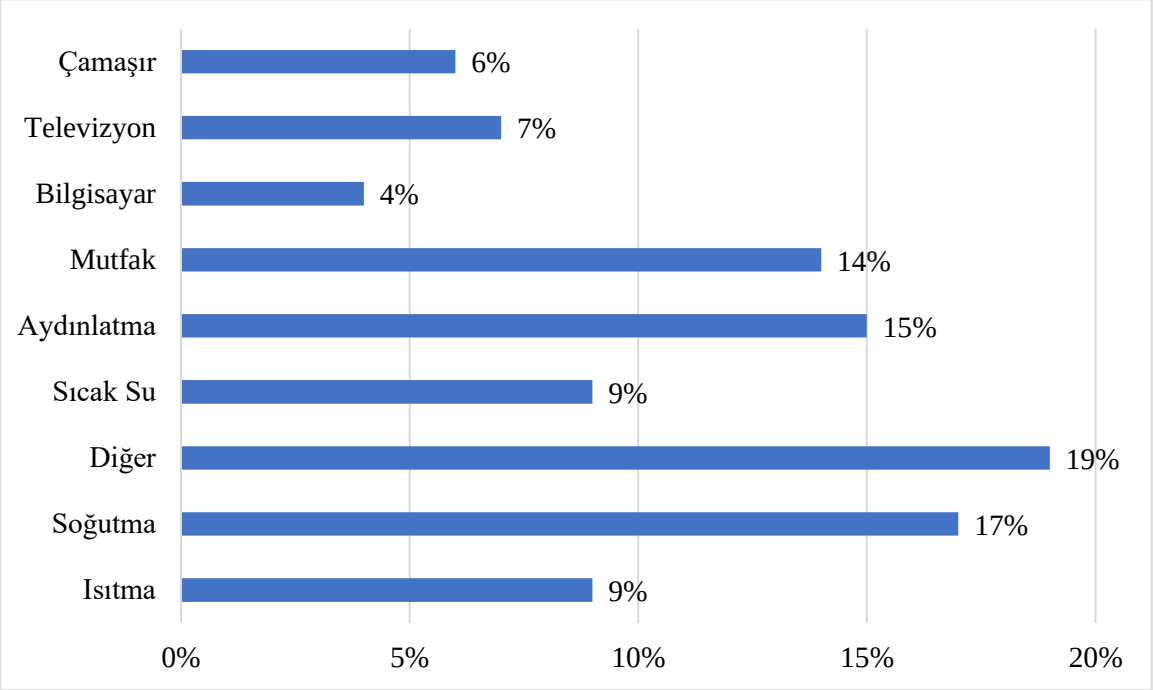
Şekil 4 Hava alanlarında enerji kullanımının departmanlara göre dağılımı

Terminal binasındaki bu yüksek enerji kullanımı kendi içerisinde detaylandırılabilir. Şekil 5'de terminal binası içerisindeki enerji kullanım yüzdeleri ve dağılımları gösterilmektedir.



Şekil 5 Terminal binasında enerji tüketim oranları

Enerji tüketim dağılımlarını siteler açısından incelediğimizde de enerjinin en büyük kısmı yine ısıtma-soğutma sistemleri, sıcak su sağlanması ve aydınlatma aletlerine aittir. Bu durum kamu binaları için de aynıdır. Sayıca oldukça fazla olan siteler ve diğer konutlara enerji etkinlik özelliğinin kazandırılması ve enerji verimli hale getirilmesi hem CO_2 salınım miktarını hem de enerji harcamalarını büyük ölçüde etkilemektedir. Konutlarda elektrik kullanımının dağılımı ve yüzdeleri Şekil 6 aracılığı ile gösterilmiştir.



Şekil 6 Konutlarda elektrik kullanımı oranları

İnsan Yoğunluğunun Fazla Olduğu Binalarda İncelenen Enerji Verimliliği Çalışmaları

Atriumlarda İncelenen Enerji Verimliliği Çalışmaları

Cephe sistemleri içerisinde enerji kaybına en fazla sebep olan sistem cam giydirme sistemidir. Bu sebeple enerji kayıplarını en az da indirip enerjiden en üst düzeyde faydalanmak için sistem araştırmaları sonucu çift cephe sistemleri geliştirilmiştir. İçme dış ortam koşulları ile iklimsel koşullar arasında denge kurabilen Çiftçi darlığı cephe Sistemleri en az enerji kullanabilme özelliğine sahiptir. Binanın ana cephesinin önemli ikinci bir cam cephenin entegre edilmesi sonucu oluşan çift cidarlı cephe sistemleri genel olarak dış yüzeye eklenen bir cam cephe yada cam ile veya iç yüzeye eklenen cam cephe ile oluşturulur. Dış yüzeyde saydam cam, iç yüzeyde ise çift ve low-e veya güneş kontrollü camlar kullanılmaktadır. İç ve dış cephe 20cm ile 2m arası bir mesafe ile birbirinden ayrılmaktadır. Bu boşluk bölgesi hava ile dolu olmaktadır. Bu boşluk içerisindeki hava rüzgâr ses ve ısıya karşı yalıtım görevi görür. Güneşten korunma sağlamak amacı ile bu iki tabaka arasına güneş kırıcı elemanlar yerleştirilmiştir. Güneş yaşının kontrolü güneş ışığı ile doğal aydınlatma doğal havalandırma ve gürültü kontrolü gibi faktörler çift cidarlı cephe sisteminin avantajlarını oluşturur. Bina içerisinde oluşan kirli havayı egzoz etmek amacı ile binanın atrium noktalarında doğal olarak havalandırılması sağlanmıştır. Bu sisteme göre mekanın çatı bölgesini ısıtmak için güneşten yararlanılmaktadır. Isınma ile havanın yükselmesi sonucu kirli hava egzoz edilip pencereler yardımı ile temiz hava alınmaktadır. (Erol, Mayıs 2017)

Alışveriş Merkezlerinde İncelenen Enerji Verimliliği Çalışmaları

Alışveriş merkezlerindeki yüksek enerji kullanımından dolayı tasarruf amaçlı çeşitli sistemler kullanılmaya başlanmıştır. Alışveriş merkezlerinde döner tip ısı değiştirici kullanılması ile temiz hava ihtiyacı fazla olan mekanların kışın %47,5, yazın ise %31,5 gibi bir yaklaşın oran ile ısı geri kazanımı yapıldığı görülmüştür. Tüm yapı için enerji verimliliğine etkisi incelendiğinde ise yaklaşık olarak kışın %25, yazın %15 olduğu gözlemlenmiştir. ASHRAE'nin belirlediği standartlar çerçevesinde mekanların iç bölgelerinin sıcaklıkları kış aylarında 20 °C, yaz aylarında ise 26 °C olması alışveriş merkezlerinde %8-10 oranında enerji tasarrufu sağlanabileceği görülmüştür. Bunun yanı sıra otomatik kontrollü sistemler yardımı ile yaklaşık olarak %12 gibi bir oranda enerji tasarrufu olacağı gözlemlenmiştir.

Bilindiği üzere kışın iç ortamı ısıtmak için harcanan enerji kışın iç ortamı soğutmaya harcanmaktadır. Fakat soğutma için harcanan enerji ısıtma için harcanandan biraz daha fazla olabilmektedir. Mevsimsel geçişler sırasında klimaların Serbest Soğutma modunda çalıştırılması ile %9 oranında enerji tasarrufu sağlanmaktadır.

Otellerde İncelenen Enerji Verimliliği Çalışmaları

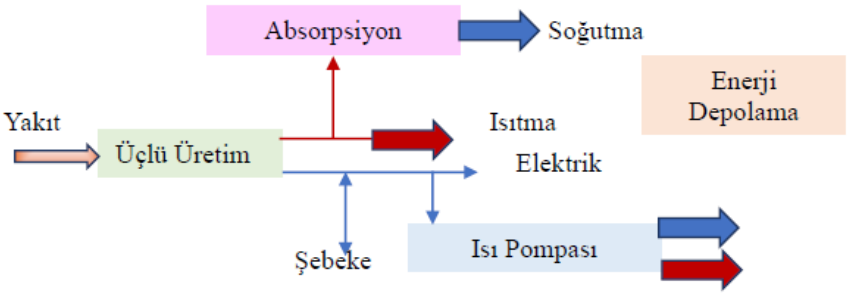
Otellerin günlük elektrik enerjisi tüketiminin büyük bir miktarı aydınlatma araçları tarafından kullanılmaktadır. Bu durum elektrik maliyetini oldukça artırmaktadır. Bu nedenle gün ışığından olabildiğince fazla yararlanılmalıdır. Gün ışığından yararlanmanın haricinde otel içerisinde duvarların, boruların ve kapıların yalıtımı sağlanmalı, camlardan olan ısı kaybını en aza indirmek için pencerelerde çift cam kullanılmalı ve oda içi termostatları ile oda sıcaklıkları otomatik kontrol edilmelidir. Oteller gibi turizm faaliyetlerinin yapıldığı binalarda enerji tüketiminin nasıl ve nerelere, ne zamanlarda olduğunun takibi enerji tasarrufu yapılabilecek alanların belirlenmesi ve bu alanlar üzerine çalışmalar yapılması adına çok önemlidir.(Halbe, 2013)

Dünya genelinde uygulanmakta olan Kyoto Protokolü sözleşmesi 1997 ylında imzalanıp 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Kyoto protokolü kapsamında taraf ülkeler sera etkisine neden olan gazların emisyonunda ve CO_2 emisyonunda emisyon düzeyini 1990'lı yıllar seviyesine düşürmeyi amaçlamaktadırlar ve Türkiye Kyoto Protokolüne taraf olan ülkeler arasındadır.(Alujević, 2006). Kyoto protokolü dışında otelleri baz alan bir başka uygulama "Echo Hotels of the World" tarafından yapılan yıldızlama uygulamasıdır. Bu uygulamada oteller enerji verimliliği ve çevreciliği temel alan 5 farklı konu başlığı altında değerlendirilmekte ve ona göre 1 yıldızdan 5 yıldıza doğru sınıflandırılmaktadırlar. Türkiye'de uygulanmakta olan bir projede ''Beyaz Yıldız''(Yaşanabilir Çevre) Projesi'dir. Beyaz Yıldız Projesi kapsamında daha kontrollü bir tüketim yapılması, turistik işletmelerdeki elektrik, su, enerji, kimyasal ve katı atıkların kontrollü olması, çevre ve doğal kaynakların zarar görmesinin engellenmesi hedeflenmektedir. (Süklüm, 2018) (Yüksekkaya, 2016)

Havaalanlarında İncelenen Enerji Verimliliği Çalışmaları

Havaalanlarının dizaynı sırasında en önemli faktör otomasyon sistemlerinin kurulumu ve enerji tasarrufu için yapılabilecek önlemlerdir. Sistem kurulumu sırasında uluslararası standartlar kadar yerel ve bölgesel konfor öncelikleri de göz önüne alınarak doğru set değerleri girilmelidir. HVAC Sistemi seçilen mahalle sıcaklıklarına uygun frekans ve uygun sayıda ekipman çalıştırır. Mahallenin kullanılmadığı Şartlandırma gerektirmeyen saatlerde bir zaman programlarının uygulanabilmesi yıllık olarak çok fazla tasarrufu getirmektedir. Bu sırada fark basınç sensörleri kullanımı ile klima santrallerindeki kirlilik alarmları ile filtre kirliliklerine müdahale edilebilir. Bunun dışında fark basınç sensörleri mahalleri istenilen de bilen gitmesin sürdürülebilir kılarım kılarak fazla soğutma ve ısıtma ihtiyacı dolmasına engel olur. Bu sayede HVAC sisteminde otomasyon doğru sayı ve devirde istenilen değerlerde çalışmasını ve arızaları Çok kısa sürede müdahale edebilmeyi sağlar. Üretim sisteminin temel aşaması şekil üçte soğutma grubunun yerini Absorbsiyon veya Absorbsiyonlu sistemlerin Alması ile çevreci ve daha verimli olarak üretilen elektrik gücüyle çalıştığını gösterir. (Arkat, İstanbul 2013)

Şekil 7 deki uygulama, Ülkemizde LEED platin sertifikasını ilk alan eser binasında oluşmuştur.



Şekil 7 Üçlü üretim temel şeması

Günümüz havaalanlarında, Kojenerasyon ve ısı pompası gibi cihazlar kazanç iller birimlerinin yerini almaktadır. Günümüzde havaalanı tasarımcıları kojenerasyon ve trijenerasyon sistemleri için sürdürülebilir ve yerinde enerji sağlayıcı olarak tanımlarlar. Bu tip sistemlerin uygun seçimleri ile yenilenebilir enerji sistemleri harmanlanarak değiştirilir ve yıl boyunca yapılacak olan enerji talep analizleri tabanında ki hastalık hesaplara dayandırılır. Trijenerasyon tesislerinde maliyet sistemleri fizibilite çalışmalarında geri ödeme süresi çoğu zaman bir ve dört yıl arasında çıkar ve bir finansmanıyla kurulduğu ilk günden itibaren kazanç olarak dönmektedir. Örneğin bir havaalanı işletmesinde uygulanan trijenerasyon tesisi uygulama sonucu proje maliyeti geri dönüşü 3 yıl 10 ay olarak gerçekleşir. Havaalanı binalarının enerji tüketimi için en önemli bölüm aydınlatmadır. Örneğin Tacoma havaalanında %25, Menderes havaalanında %9.3tür. Enerji tasarrufu için havaalanlarında aydınlatma en iyi fırsatlardan biridir. Verimli aydınlatma çok sayıda çalışma Saati olan

bölgelerde mükemmel performans sağlar. Çeşitli yollarla Elde edilebilecek olan bu iyileştirmeye örnek verecek olursak; Gün ışığı stratejileri, alanlarda varlık algılama sistemlerinin kullanan odalar, uçuşa bağlı olarak aydınlatılmış alanları açma ve kapatma koordinasyonla programlar, elektronik için geleneksel balastlarının değiştirilmesi, stabilizatör enerji ekipmanının kurulum, ışık yayan diyot ışıklarının (LED) kullanılması gibi yapılandırmalar enerji verimliliği açısından iyileştirme sağlar.(Kılkış, 2019)(Alba, Manana, Mayıs 2016)

Sitelerde İncelenen Enerji Verimliliği Çalışmaları

Siteler insan yoğunluğunun fazla olduğu binalara önemli bir örnektir. Çünkü günümüzde yapılan her bina site olarak dizayn edilmektedir. Bu durum göz önüne alındığında ve ülkemizin enerjide dışa bağımlılığı düşünüldüğünde enerji verimliliğini arttırıcı çalışmalar çok büyük önem arz etmektedir. Birkaç farklı sitede yapılan çalışmalar sonucunda gözlemlenen ısı kayıplarının başlıca nedenlerinde binada var olan çatlaklar ve açıklıklar ile kapı ve pencerelerdir. Çatlakların ve açıklıkların doğru ve çevreci malzeme seçimi ile doldurulması, kapı ve pencereler için yalıtımı en üst seviye malzemelerin seçilip kullanılması gerekmektedir.

Isı kayıplarının yanı sıra binalarda elektrik enerjisinin gereksiz yere kullanılmasına da önlemler alınmalıdır. Örneğin binanın boş kısımlarında aydınlatmaların kapanması için akıllı sistemlerin kullanılması yıllık enerji tasarrufunda önemli olacaktır

Kamu Binalarında İncelenen Enerji Verimliliği Çalışmaları

Kamu binalarında bina yönetmeliği için çalışmaları, kontrolleri, sistemlerin kurulumu, ve bakım onarım işlemleri için çalışılacak firmaların, yetkilendirme ve sözleşme gibi belgelerin hazırlanmasında enerji verimliliği çalışmalarının amaçlanması ile İl Enerji Yönetim Birimi kurulmuştur. Binalarda enerji verimliliği çalışmaları altında binalarda yenilenebilir enerji ve kojenerasyon sistemlerinin kullanılmasına ve yaygınlaştırılmasına teşvik edilmelidir. Bursa İl Milli Eğitim Müdürlüğüne bağlı birçok kurumda güneş enerjisi sistemleri vardır. İşletme ve bakımlarının tek bir merkezden yönetilmesi için enerji kooperatifi kurulması planlanmaktadır. Cumhurbaşkanlığı Genelgesi ile kamu binaları enerji yöneticisi görevlendirmekle yükümlüdür. 15 Eylül 2019 tarihinde yayınlanan resmi gazetede kamu binaları için 2023 yılı sonuna kadar asgari %15 oranında enerji tasarrufu sağlama hedefi getirilmiştir. (AYDIN, 2019)

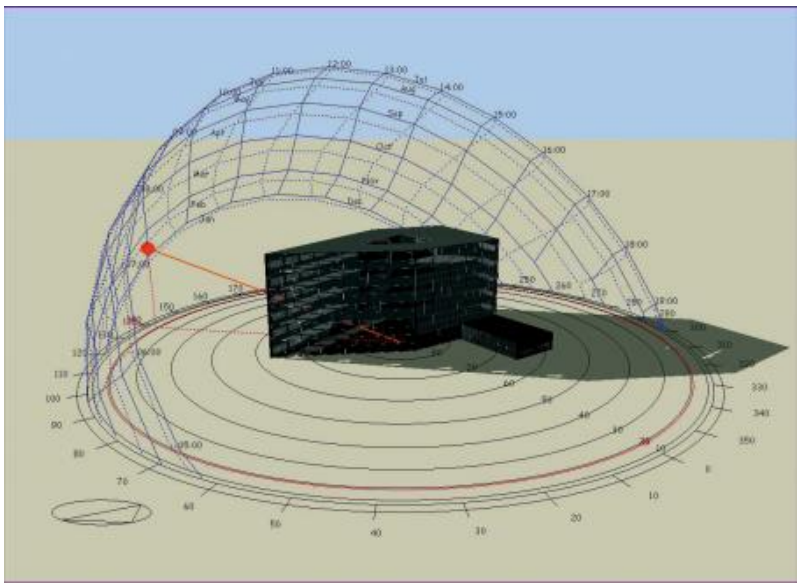
Yapı tasarımında şu adımlar izlenir:

- Mimari gereksinimlerin belirlenmesi,
- Sürdürülebilirlik hedeflerinin belirlenmesi,
- Gereksinimlere göre mimari ön taslağın tasarlanması,
- Binanın pasif, mekanik ve elektrik sistemlerinin belirlenmesi,
- Binanın pasif, mekanik ve elektrik sistemlerinin mimariye entegre edilmesi,
- Önerilen yapısal ve mekanik çözümlerin enerji modellemelerinin ve benzeri analizlerinin yapılması,
- Yapının maliyet analizlerinin yapılması,
- Yapı faydalarının araştırılması,
- Revize edilmiş mimari taslak tasarımı,

Tasarımdaki mekanik ve çevresel özellikler şunlardır:

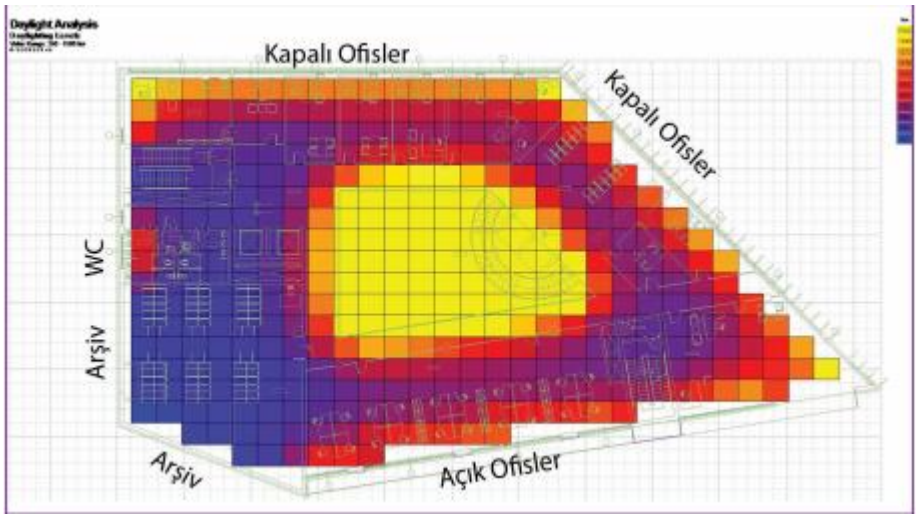
- Doğal aydınlatma analizleri ile cephe optimizasyonu,
- Solar duvar ve güneş bacaları ile ısıtmaya destek,
- Labirent sistemi / Ön soğutma ile soğutma ve ısıtmaya destek,
- Döşemeden soğutma ve ısıtma,
- Chilled Beam üniteleri ile etkin soğutma ve havalandırma,
- Isı geri kazanımı sistemleri,
- Bina otomasyonu ile enerji verimliliği,
- Yeşil çatılar ile desteklenmiş sosyal alanlar,
- Çevre dostu malzeme seçimi,
- Su kullanımında tasarruf.

Kamu binalarının güneş enerjisinden maksimum fayda sağlayabilmesi için yıllık güneş hareketi kayıt altına alınmış ve maksimum enerji potansiyeli olan cepheye doğru konumlandırılmışlardır (Yöntem, 2016). Şekil 8'de bir kamu binasının konumlandırıldığı cepheye göre güneşlenme özellikleri gösterilmektedir.



Şekil 8 Kamu binasının konumlandırıldığı cepheye göre güneş alma eğrileri

Ofis binalarında yıllık enerji tüketiminin yaklaşık %20'si aydınlatma aletleri tarafından oluştuğu için doğal aydınlatma ile odaların aydınlatılması yıl içerisinde önemli miktarda enerji tasarrufu sağlamaktadır. Kış günlerinde güneş ışınlarıyla ofislerin hem ısıtılması hem de doğal aydınlatma ile aydınlatılması ne kadar avantajlı olsa da yaz günleri binanın soğutma yükünün yüksek oranda artmasına neden olan bir faktördür. Bu sebepten bir binanın cam kullanım oranının, güneş kırıcıların yönünün ve boyutunun belirlenmesi için aydınlanma ve enerji sarfiyatı analizleri birlikte kullanılmalıdır.



Şekil 9 Kamu binasının güneşlenme miktarlarına göre yerleşim planı

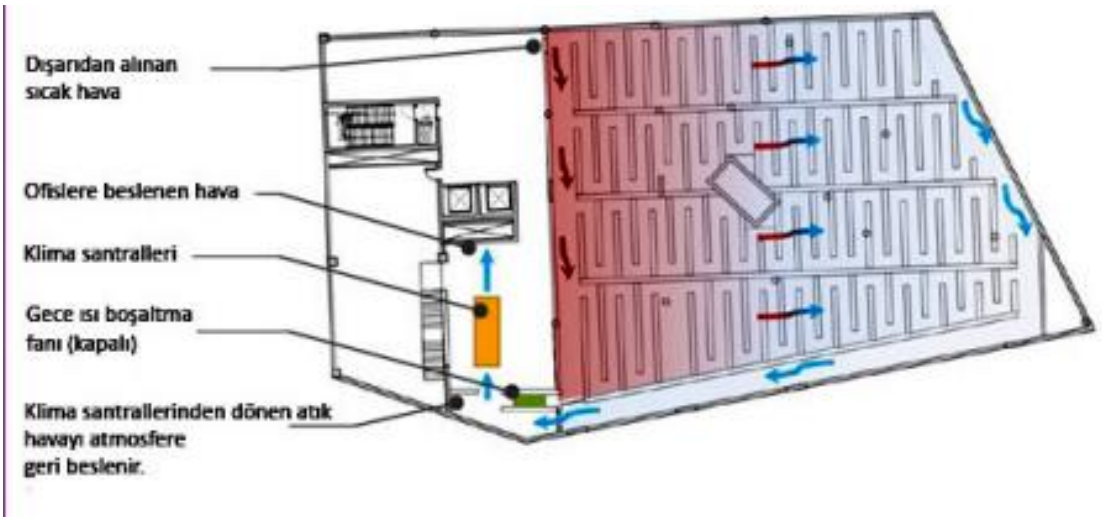
Bilgisayar kullanımı çoğunlukta olan ofisler için gereken aydınlık miktarı 300-500 lux aralığında olmalıdır. Örnek alınan çalışmaya ait Şekil 9'te görüldüğü gibi 300 lux ün altında güneş alan bölgeler lacivert ile gösterilmiştir. Optimum seviyede aydınlık seviyesine sahip alanlar (300-700 lux) şekilde sarı renkle

gösterilmiştir. İyi seviyede güneş almayan konumlara arşiv, WC gibi daha az enerji ihtiyacı olan kısımlar verilirken çalışma alanları olabildiğince iyi aydınlanan yerlerden seçilmiştir.



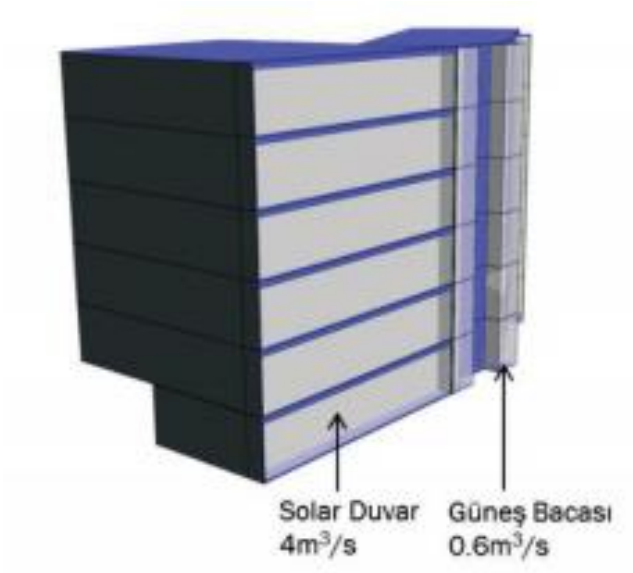
Şekil 10 Labirent sistem için örnek bir çalışma görseli

Binalarda enerji tasarrufu ve enerji verimliliğinin sağlanabilmesi için bir başka yöntem de labirent tasarımıdır (Şekil 10). Labirent sistemi binanın yer altında kalan kısmında duvarların labirent şeklinde konumlandırılması ile oluşturulan bir tür ısı tutma sistemidir. Yaz günlerinde soğutma yapılması gereken zamanlarda, gece düşük sıcaklıkta hava labirente beslenir ve bu soğuk kütlenin gündüz saatlerinde ön soğutma yapması sağlanır. Kısın ısıtma yapılması gereken zamanlarda ise yüksek sıcaklıklı hava labirente beslenir ve gün içerisinde ön ısıtma yapmış olması sağlanır.



Şekil 11 Labirent sistemi çalışma prensibi görseli

Bina cephelerine kurulan güneş enerjisini absorbe ederek bina cephesine temas eden havayı ısıtan delikli metal paneller bir diğer enerji tasarrufu sağlayan yöntemdir (Şekil 11). Güneş duvarı (Solar Wall) sistemi olarak adlandırılan bu sistem ısıttığı havayı binanın havalandırma sistemine besler ve bina havalandırmasının ön ısıtma işleminde kullanılır (Şekil 12).



Şekil 12 Güneş duvarı sistemi

SONUÇ

İnsan yoğunluğu fazla olan binaların neler olduğu tespit edilmiştir. Bu binalardan incelemeye alınacak olanlar için literatür taraması yapılmıştır. Yapılan literatür taramaları sonucunda seçilen insan yoğunluğu fazla binaların spesifik özellikleri, buralardaki enerji kayıplarının nedenleri ve bu kayıpları önlemek adına yapılan çalışmalar literatürde taranıp derlenmiştir. Türkiye'de yıllık gereken enerji miktarının %80'lik payı insan yoğunluğunun fazla olduğu binalara aittir. Türkiye enerji ihtiyacının büyük bir kısmını ithal ettiğinden dolayı yıllık gereken enerji maliyeti yüksektir. Bu maliyeti azaltmaya yönelik incelenen bütün çalışmalar önem arz etmektedir. İnsan yoğunluğu fazla binaların enerji tüketimleri, binalarda enerji verimliliği yönetmeliklerince gerçekleştirilen çalışmalar ile minimum seviyeye indirilmeye çalışılmıştır. Bu sayede talep edilen enerji miktarı azaltılmış ve ithal edilmesi gereken enerjiden tasarruf edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda yapılan çalışmalar incelenmiş ve incelenen her çalışmanın neden önemli olduğu irdelenmiştir.

KAYNAKLAR

Akkurt, G. G. İzmir'de Bulunan Bir Konutta Ölçülen Hava Sızdırmazlık Değerinin Yıllık Isıtma Amaçlı Enerji Tüketimi Üzerine Etkisinin İncelenmesi.

Akmalı Özçiftçi, S. (2010). Ekolojik binalarda enerjinin etkin kullanılmasının irdelenmesi (Doctoral dissertation, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü).

Akyüz, M. K., Altuntaş, Ö., & Çay, V. V. Havalimanı Terminal Binalarında Isı Yalıtımı Ve Isıcamın Enerji Performansına Etkisi. Journal of Aviation, 1(1), 1-7.

Arkat, A. (2013). Bir havalimanında enerji verimliliği ve enerji yönetim sisteminin kurulumunun uygulanması.

Atmaca, M. (2010). Binalarda Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi (Bep-Tr) ile Otel Binalarının Enerji Performansının Değerlendirilmesi (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Aydin, M. (2016). Enerji verimliliğinin sürdürülebilir kalkınmadaki rolü: Türkiye değerlendirmesi. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, *14*(28), 409-441.

AYDIN, Ö. (2019). Binalarda Enerji Verimliliği Kapsamında Yapılan Projelerin Değerlendirilmesi: Türkiye Örneği. *Mimarlık ve Yaşam*, *4*(1), 55-68.

Aydın, Ö. Binalarda Enerji Verimliliği Kapsamında Yapılan Projelerin Değerlendirilmesi: Türkiye Örneği. Mimarlık ve Yaşam, 4(1), 55-68.

Bayraktar, D., & Bayraktar, E. (2016). Mevcut Binalarda Isı Yalıtımı Uygulamalarının Değerlendirilmesi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(1), 59-66.

Bozkurt, A. U. (2008). Yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji verimliliği açısından değerlendirilmesi (Doctoral dissertation, DEÜ Sosyal Bilimleri Enstitüsü).

Budak, E., Cansevdi, B., & Güngör, A. (2013). Su Soğutma Cihazlarında Enerji Verimliliği ve Isı Geri Kazanım.

Costa, A., Blanes, L. M., Donnelly, C., & Keane, M. M. (2012). Review of EU airport energy interests and priorities with respect to ICT, energy efficiency and enhanced building operation.

Dağıtmaç, S. (2014). Toplu Konutlarda Enerji Etkin Aydınlatma Tasarımı Ve Fotovoltaik Panellerin Entegrasyonuna İlişkin Bir Uygulama Çalışması (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
De la Cruz-Lovera, C., Perea-Moreno, A. J., De la Cruz-Fernández, J. L., Alvarez-Bermejo, J. A., & Manzano-Agugliaro, F. (2017). Worldwide Research on Energy Efficiency and Sustainability in Public Buildings. *Sustainability*, *9*(8), 1-20.
Engin, N. (2012). Enerji Etkin Tasarımda Pasif İklimlendirme: Doğal Havalandırma. Tesisat Mühendisliği, 129, 62-70.
Erol, H. (2017). Yüksek binalarda enerji etkin mimari tasarım yaklaşımları ve uygulama örneklerinin incelenmesi (Master's thesis, Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü).
Evren, N. E. Bina Enerji Performansını Artıracak Alternatif Isıtma Sistemi Uygulamalarının Doğal Gaz Ve Elektrik Piyasalarına Etkileri.
Farrou, I., Kolokotroni, M., & Santamouris, M. (2012). A method for energy classification of hotels: A case-study of Greece. Energy and Buildings, 55, 553-562.
Franco, A. (2020). Balancing user comfort and energy efficiency in public buildings through social interaction by ICT systems. Systems, 8(3), 29.
Geray, C. T. D., & Oto, N. Y. Çevresel sürdürülebilirlik ve havaalanları: Esenboğa Havalimanı örneği (Doctoral dissertation, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim Dalı).
GÖÇER, Ö., & TAVİL, A. (2009). Atriyum tipi binalarda enerji tüketimi ve kullanıcı konforuna yönelik performans değerlendirme modeli. İTÜDERGİSİ/a, 7(1).
Gürsan Simla, İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği (SKD Türkiye), Binalarda Enerji Verimliliği Başarı Öykünüz 2, Binalarda Enerji Verimliliği, Aralık 2017
Güven, S., & Pekmezci, P. Konutlarda Enerji Verimliliği. Tüketici Yazıları (V), 61.
Güvenç, M. (2013). Adıyaman ilindeki kamu binalarında enerji verimliliği tekno ekonomik analizi/Techno-economic analysis of energy efficiency in public buildings Adiyaman (Doctoral dissertation).
Halbe, A. (2013). Green energy initiatives in the hotel industry: factors influencing adoption decisions (Master's thesis, University of Waterloo).
Hong, T. (2009). A close look at the China design standard for energy efficiency of public buildings. Energy and Buildings, 41(4), 426-435.
KARABAL, C. İŞLETMELERDE ENERJİ YÖNETİMİ ÇERÇEVESİNDE VERİMLİLİK POTANSİYELİ VE COVID-19 PANDEMİSİ SONRASI İÇİN BİR ÖNERİ. *Uluslararası Akademik Yönetim Bilimleri Dergisi*, *6*(9), 1-9.
Karaca, M., & Varol, Ç. (2012). Konut Alanlarında Enerji Etkinliği: Toplu Konut İdaresi Başkanlığı (Toki) Toplu Konut Projeleri Üzerine Eleştirel Bir Değerlendirme (1). Metu Jfa, 2, 127.
Kılkış, B. Yeşil Havalimanlarında Beraber Isı Ve Güç Sistemleri (Kojenerasyon/Trijenerasyon).
Kundakçı, Ö. (2013). Binalarda Toplam Enerji Harcamalarının Ve Co2 Salım Miktarlarının Azaltılması Amacıyla Bir Toplu Konut Örneğinin Değerlendirilmesi (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
NEBATİ, E., & Ekmekçi, İ. (2018). Alışveriş merkezleri için yeşil bina performans ölçüm model önerisi. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD)*, *4*(3), 241-255.
Ortega Alba, S., & Manana, M. (2016). Energy research in airports: A review. Energies, 9(5), 349.
Orhan, A. K. A. Y., & Mehmet, D. A. Ş. (2014). Bir Alışveriş Merkezinin (Avm) Isıtma Sisteminde Enerji Tüketiminin İyileştirme Olanaklarının Araştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17(1), 37-44.
Öztürk, H. K., Öztürk, H. M., & Dombaycı, Ö. A. (2018). Turizm sektöründe enerji tüketimi ve enerji tasarruf olanakları. Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi, 2(1), 17-28.
RAPORU, O. (2012). DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE ENERJİ VERİMLİLİĞİ.
Sagbaş, A., & Başbuğ, B. (2018). Sürdürülebilir Kalkınma Ekseninde Enerji Verimliliği Uygulamaları: Türkiye Değerlendirmesi.
Sınmaz, S. (2015). Enerji Verimliliği Temasının Türkiye Şehir Planlama Sistemine Entegrasyonu: Lapseki Kenti İçin Bir Yaklaşım. Planlama Dergisi, 15(2), 195-204.
Süklüm, N. (2018). Yeşil otellerin maliyetler açısından değerlendirilmesi. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *11*(1), 375-394.
Süzer, Ö., & Yılmaz, M. Karma Kullanımlı Çok Katlı Konut Yapıları Üzerine Bir Analiz: Yeşil Bina Değerlendirme Kategorileri Bazında Üç Vaka Etüdü.

Şahin Murat, O. Ğ. U. R., TAÇGÜN, E., DENİZHAN, O., ERDOĞAN, A., & CANBAZOĞLU, S. KAYSERİ'DE ÖRNEK BİR ALIŞVERİŞ MERKEZİ (AVM) MERKEZİ KLİMA SANTRALİNİN ENERJİ VERİMLİLİĞİ ESASLI TASARIMI VE EKONOMİK ANALİZİ.

Tekbıyık, G. (2018). Sürdürülebilir mimarlıkta yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, kamu binalarında uygulama yöntemleri ve örneklerinin incelenmesi (Master's thesis, Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü).

Temizer Yöntem Seda, Binalarda Enerji Verimliliğinin Arttırılması için Teknik Yardım, Proje Referans No: EuropeAid/134786/IH/SER/TR Sözleşme No: TR2011/0315.20-01/001 Basım: Mayıs 2016,

Türkoğlu, F. Nevşehir Kapadokya Havalimanı'nın Trijenerasyon Sisteminin Tasarımı.

Yılmaz, A. (2012). Apartmanların dış kabuğuna uygulanan ısı yalıtımının bina enerji performansına etkisi (Konya ve Erzincan örneği) (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Yüksekkaya Tahir, Binalarda Enerji Verimliliğinin Arttırılması için Teknik Yardım Proje Referans No: EuropeAid/134786/IH/SER/TR Sözleşme No: TR2011/0315.20-01/001 Basım: Mayıs 2016,

Zanki Alujevic, V. (2006). Energy use and environmental impact from hotels on Adriatic Coast in Croatia: current status and future possibilities for HVAC systems (Doctoral dissertation, KTH).

ORAL PRESENTATION

Kadmiyumun *Lucilia sericata* Meigen 1826 (Diptera: Calliphoridae) Larvalarının Hemolenf Proteinleri Üzerine Etkileri

Betül Gamze Pehlivan[1*] (*https://orcid.org/0000-0001-5914-6651*), Hülya Altuntaş[2] (*https://orcid.org/0000-0003-4505-0098*), Ferhat Altunsoy[2] (*https://orcid.org/0000-0003-1064-1541*)

[*1]Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye

[2] Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Eskişehir, Türkiye

*bgbayuk@eskisehir.edu.tr

Özet

Çevre kirliliğiyle ilişkili olan ve canlılarda toksik olduğu bilinen önemli ağır metallerden birisi kadmiyumdur. Kadmiyumun ekosistemdeki varlığından en fazla etkilenen canlı gruplarından birisi de böceklerdir. Özellikle *Lucilia sericata* Meigen 1826 (Diptera: Calliphoridae) gibi adli önemi olan böcek türleri üzerinde kadmiyum maruziyetine bağlı olarak biyokimyasal değişimler ortaya çıkabilir. Bu nedenle çalışmamızda *L. sericata*'nın larval besinine farklı konsantrasyonlarda (0,030; 0,060; 0,012; 0,025 mg/gr) kadmiyum uygulanarak, metalin larval hemolenf proteinleri üzerinde kalitatif ve kantitatif etkilerinin olup olmadığı araştırılmıştır. Kadmiyuma besinsel yolla maruz kalan son evre larvalardan elde edilen hemolenf örneklerinde, toplam protein ve SDS-PAGE analizleri yapılmıştır. Düşük dozlarda (0,030; 0,060 ve 0,025 mg/gr) uygulanan kadmiyumun larval hemolenfteki total protein miktarında azalmaya neden olduğu tespit edildi. Ancak 0,012 mg/gr kadmiyum konsantrasyonunda, uygulama yapılmayan gruplara göre, larval hemolenfin total protein konsantrasyonu artmıştır. Larval hemolenf protein profilinden elde edilen sonuçlara göre hemolenfte tespit edilen bazı protein bantlarında kadmiyum uygulamasına bağlı artış olurken bazı bantlarda azalma tespit edildi. Elde edilen veriler kadmiyumun düşük konsantrasyonlarının larval hemolenf proteinleri üzerinde hormetik etkiye neden olabileceğine işaret etmektedir. Böylece adli böceklerle yapılacak entomotoksikoloji araştırmalarında kadmiyum gibi ağır metal stresinin hemolenf proteinleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesinin, önemli bir biyobelirteç olduğunu önermekteyiz.

Anahtar Kelimeler: *Lucilia sericata*, Kadmiyum, Ağır metal, Hemolenf Proteinleri.

Effects of Cadmium on Hemolymph Proteins and PMI Prediction of *Lucilia sericata* Meigen 1826 (Diptera: Calliphoridae) Larvae

Abstract

One of the important heavy metals associated with environmental pollution and known to be toxic to living things is cadmium. Insects are one of the living groups most affected by the presence of cadmium in the ecosystem. In particular, biochemical changes due to cadmium exposure may occur in forensic insect species such as *Lucilia sericata*. For this reason, the current study investigated whether the heavy metal, cadmium had qualitative and quantitative effects on larval hemolymph proteins. We investigated this by applying different concentrations of cadmium (0.030; 0.060; 0.012; 0.025 mg/g) to the larval diet of *L. sericata*. Total protein and SDS-PAGE analyses were performed on the hemolymph of last instar larvae exposed to dietary cadmium concentrations. It was determined that low concentrations (0.030, 0.060, and 0.025 mg/g) of dietary cadmium decrease the amount of total protein in the larval hemolymph when compared to untreated larvae. However, the total protein concentration in larval hemolymph at 0.012 mg/g cadmium increased compared to the untreated group. According to the results obtained from the larval hemolymph protein profile, densitometry of some protein bands detected in the hemolymph increased due to dietary cadmium application, while some bands decreased. The data obtained indicate that low concentrations of cadmium may cause a hormetic effect on the larval hemolymph proteins. Thus, we suggest that determining the effects of heavy metals such as cadmium on hemolymph proteins is an important biomarker in entomotoxicological studies with forensic insects.

Keywords: *Lucilia sericata*, Cadmium, Heavy metals, Hemolymph proteins.

GİRİŞ

Hızla artan sanayileşme, fosil yakıtların ve zirai ilaçların yoğun kullanımı gibi antropojenik etkenler önemli bir çevresel kirletici olan kadmiyumun besin zinciri yoluyla ekosisteme yayılmasına neden olmaktadır (Ortel, 1995a; Florea ve Büsselberg, 2006). Toksik ve mutajenik etkileri olan kadmiyum, canlı dokularında biyobirikime uğramakta ve canlıların biyolojisini olumsuz yönde etkilemektedir (Jensen ve Bro-Rasmussen, 1992; McMurrey ve Tainer, 2003; Hsu ve ark., 2006; Kocaoba, 2018). Yapılan çalışmalar kadmiyumun hücre metabolizmasında doğal süreçte kullanılan metabolitlerin yerine geçerek etki ettiğini göstermektedir (Gregory, 1997). Kadmiyumun membran transport mekanizmasını bozduğu (Tang ve Enger, 1993), DNA zincir kırılmalarını indüklediği; lipidlerin, proteinlerin ve nükleik asitlerin oksidatif hasarına neden olduğu (Mikhailova ve ark.,1997) belirlenmiştir. Ayrıca organizma için oldukça önemli görevleri bulunan enzim ve nörohormonların sentez ve salınımını olumsuz etkileyebildiğini gösteren çalışmalar da mevcuttur (Lijun ve ark., 2005; Ilijin ve ark., 2010).

Kadmiyumun canlılar üzerinde olumsuz etkilerinin görüldüğü en önemli canlı gruplarından biri de böceklerdir. Hem ekosistemdeki ödevleri hem de insanlar tarafından entomotoksikoloji gibi çeşitli alanlarda kullanılmaları nedeniyle biyolojilerini etkileyen faktörlerin iyi bilinmesi ve araştırılması önem kazanmaktadır. Entomotoksikoloji adli vakalarda önemli yeri olan bazı böcek türlerinin toksikolojik kanıt olarak kullanılmasıdır. Böceklerin beslendikleri substratlarda bulunan kirleticileri bünyelerinde biriktirebilmeleri ise toksikolojik analizlerde güvenilir kanıtlar sağlayabileceklerini göstermiştir (Pounder, 1991; Silva ve ark., 2017; Chophi ve ark., 2019). Entomotoksikolojik çalışmalar sadece toksik maddelerin kalitatif ve kantitatif analizine değil, aynı zamanda ölüm sonrası zaman tahmininin (PMI) doğru bir şekilde belirlenmesini sağlayan böcek gelişimi ve sağkalımı üzerindeki etkilerine de odaklanmaktadır. Literatürde kadmiyum gibi ağır metallerin böceklerin biyolojisi üzerine etkilerini gösteren birçok çalışma mevcuttur (Bischof, 1995; Gelegen ve Yeşilada, 2000; Kazimirova ve Ortel, 2000; Shin ve ark., 2001; Moe ve ark., 2001; Wu ve ark., 2006; Mircic ve ark., 2010; Kayış ve Emre, 2012; Emre ve ark., 2013; Xie, ve ark., 2013; Yu ve ark., 2020; Nanda ve Firdaus, 2021). Bu çalışmada ise farklı konsantrasyonlardaki kadmiyumun, kozmopolit ve nekrofag bir adli böcek türü olan *Lucilia sericata*'nın postfeeding larvalarının hemolenf proteinleri üzerine biyokimyasal etkilerinin olup olmadığı araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOD

Ergin bireyler özel sinek kafesleri içerisinde (50 cm X 50 cm X 50 cm), 24 ± 2 ºC sıcaklık ve %60 ± 5 nemde 14 saat aydınlık, 10 saat karanlık periyodu uygulanarak yetiştirildi. Her yetiştirme kabında %5'lik şeker-su karışımı ve günlük olarak değiştirilen sığır akciğeri besin olarak kullanıldı.

Deney grupları için 90 gr akciğer ve 10 ml distile su içinde farklı konsantrasyonlarda (0,030; 0,060; 0,012; 0,025 mg/gr kadmiyum) hazırlanan kadmiyum homojenize edilerek petri kaplarına alındı. Yeni açılmış yumurtalardan 1. instar evresindeki 30 adet larva bu besi yerlerine alındı. Daha sonra bu petriler tabanında yaklaşık 5 cm toprak bulunan büyük akvaryumlar içine alınarak, yukarıda verilen fotoperyodik koşullar altında, larvalar postfeeding evreye gelinceye kadar yetiştirildi. Her 24 saatte bir larvaların ağırlıkları, boyları ve gelişim evreleri (1., 2., ve 3. instar, postfeeding) tespit edildi.

Toksik ağır metallerin uygulanmasından sonra, postfeeding evresine gelmiş olan aynı yaştaki ve ağırlıktaki larvalardan, ağır metal konsantrasyonlarına göre hemolenf örnekleri içinde 0.001mg n-feniltiyoüre bulunan eppendorf tüplere toplandı. Her larvadan 10 µl hemolenf alınmıştır. Toplanan hemolenf örneklerindeki total protein konsantrasyonun belirlenmesi amacıyla Bradford (Boya-Bağlama veya Coomasie brilliant blue) yöntemi kullanıldı (Bradford, 1976). Bu yöntemde Coomassie brilliant blue G-250 boyasının, farklı konsantrasyonlardaki protein çözeltilerinde 595 nm'de mavi renk ortaya koyması esasından yararlanıldı. Hemolenf örneklerindeki protein analizi ise Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Jel (SDS-Page) Elektroforez Yöntemi ile belirlendi (Laemmli, 1970). Bu yöntemde %10'luk ayırma jeli kullanıldı ve her bir kuyucuğa 40 µg örnek yüklendi. Ayrıca Jel Üzerindeki Proteinlerin Densitometrik Analizleri Gel-Pro Analyzer Version:4 programı kullanılarak %99 hassasiyetle tespit edildi.

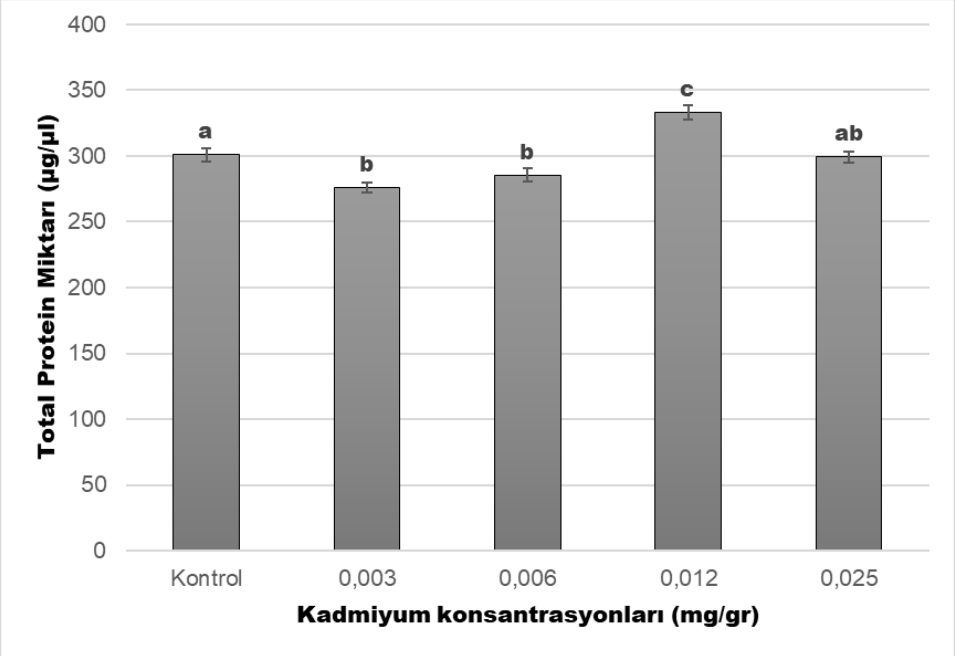
Elde edilen tüm veriler SPSS istatistik programı ile analiz edildi. Verilerin normal (sig>0.05) ve homojen (sig>0.05) dağıldığı tespit edildikten sonra parametrik bir test olan One-Way Anova uygulanarak, LSD (Least Significant Difference) testi ile güvenirlilik analizleri yapıldı (Windows versiyon 18.0, SPSS, 33 Chicago, IL). Deneylerde elde edilen sonuçların %95 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlı olup olmadıkları sınandı ve P <0,05 düzeyinde ise anlamlı olarak kabul edildi

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bir ceset üzerinde veya içinde bulunan Calliphoridae familyasından *Lucilia sericata* gibi sinek türleri genellikle olay mahallinde ilk ortaya çıkanlardır ve çürümenin ileri aşamalarında bile ölüm zamanının tahmini için önemli veriler sağlayabilirler (Wang ve ark., 2008; Braga ve ark., 2013; Byrd, 2019). Ceset dokularında ağır metaller gibi toksik maddelerin bulunması cesetlerden beslenen bu sineklerin dokularında toksinlerin birikmesine neden olur. Yapılan pek çok çalışma kadmiyum stresinin böceklerin biyolojisini, fizyolojisini ve gelişimini etkilediğini göstermektedir (Wu ve ark., 2006, Emre ve ark., 2013, Xie ve ark., 2013, Yu ve ark., 2020, Nanda ve Firdaus, H., 2021). Entomotoksikoloji uygulamalarıyla PMI tahmini yapılırken kullanılan model böceğin ağır metal stresi sonucunda uğradığı değişimlerin tespit edilmesi ise doğru ve güvenilir sonuçlara ulaşılması açısından oldukça önemlidir.

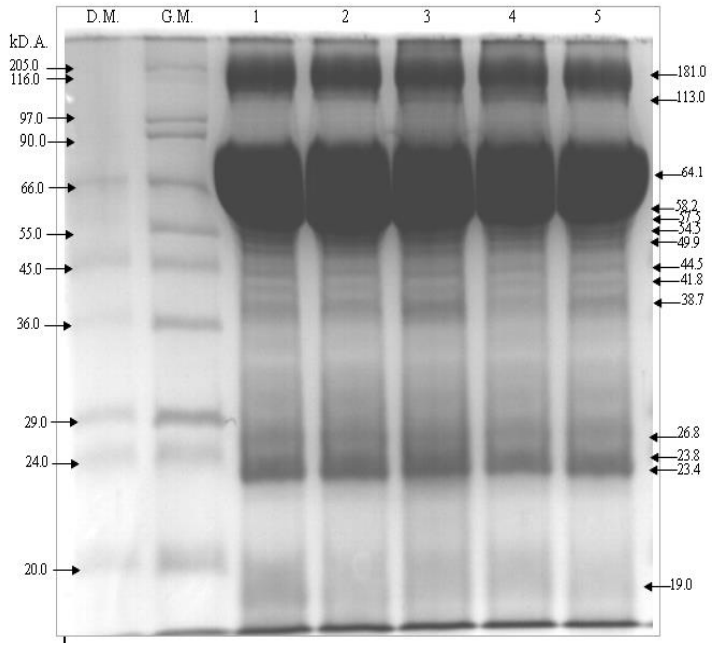
Araştırma sonuçlarımız larval besine eklenen kadmiyumun farklı konsantrasyonlarının postfeeding larval hemolenf proteinleri üzerinde kantitatif yönden etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca kadmiyum konsantrasyonunun artmasıyla larval gelişimin yavaşladığı ve inhibe olduğu gözlemlendi. Özellikle 0,025 mg/gr kadmiyum uygulamasından sonra larval ölümlerin arttığı görüldü.

L. sericata besinine düşük konsantrasyonlarda (0,003 ve 0,006 mg/gr) eklenen kadmiyum, hemolenf protein miktarında azalmaya neden olurken, 0,012 mg/gr konsantrasyonda eklenen kadmiyumun artışa neden olduğu tespit edildi (F: 20,4262, df: 4, 25: P: 0,000). Dozlar arasında karşılaştırma yapıldığında larval hemolenf protein konsantrasyonunun en yüksek seviyeye ulaştığı doz 0,012 mg/gr kadmiyum uygulamasında görüldü (Şekil 1). Bu bulgular larvaların kadmiyum toksisitesine karşı geliştirdiği fizyolojik adaptif tepkimelerinin düşük dozlarda indüklendiğini ve 0,012 mg/gr konsantrasyonunun hormetik doz olabileceğine işaret etmektedir (Calabrese ve Baldwin, 2003; Costantini ve ark., 2010; Kısım ve Uzunoğlu, 2012; Zheng ve ark., 2018).



Şekil1. Kadmiyum uygulanmış *L. sericata* postfeeding larvalarının toplam hemolenf protein konsantrasyonundaki değişimler

Kadmiyum uygulanmış ve uygulanmamış postfeeding larvalarının hemolenfinin ortak protein profiline sahip olduğu ve toksititeye bağlı yeni bir protein bandının ortaya çıkmadığı belirlendi (şekil 2). Ancak protein bantlarının densitometrik analiz sonuçlarında da gösterildiği gibi toksititeye bağlı olarak bazı proteinlerde belirgin bir artış bazılarında ise azalma belirlendi (tablo 1). Özellikle düşük dozlarda artış gösteren bantların temsil ettiği proteinlerin hormesis tepkisi sırasında rol oynayan koruyucu proteinler, antioksidan enzimler ve şaperon proteinlerine ait olduğu düşünülmektedir. Larval yaşamın devamlılığı sırasında ortaya çıkan bu yeni stres koşulunun üstesinden gelebilecek fizyolojik onarım mekanizmalarında rol alan bu proteinlerin ve enzimlerin ekspresyonunda artış meydana gelmiş olabilir (Sorensen ve ark., 2007; Costantini ve ark., 2012). Bu nedenle çalışma sonuçlarımız ileride yapılacak olan moleküler düzeyde araştırmalar için ön bilgi niteliğindedir.



Şekil 2. Kadmiyum uygulanmış *L. sericata* postfeeding larvalarının hemolenf proteinlerinin SDS-PAGE analizi. (1) Kadmiyum uygulanmamış hemolenf, (2) 0,0030, (3) 0,0060, (4) 0,012 (5) 0,025 mg/gr Kadmiyum uygulanmış hemolenf örnekleri ve Standart (G.A): Geniş aralıklı protein standart, Standart (D.A): Düşük aralıklı protein standart.

Tablo 1. Kadmiyum uygulanmış *L. sericata* postfeeding larvalarının hemolenf proteinlerindeki densitometrik farklılıkların kontrol grubundaki larvaların protein değerlerine göre % değişimleri. Kontrol (O.D.): Kadmiyum uygulanmamış hemolenf örneklerindeki densitometrik değerlerdir. +; protein miktarında artış, -; protein miktarında azalma).

Bant No	**Moleküler Ağırlık (kDa)**	**Kontrol (O.D.)**	**0.0030** mg/gr Cd%	**0.0060** mg/gr Cd%	**0.012** mg/gr Cd%	**0.025** mg/gr Cd%
1	**181.0**	2,18	0,81+	3,76-	14,16-	34,40-
2	**113.0**	0,52	5,55+	14,53+	41,17-	41,19-
3	**64.1**	2,29	-0,91+	2,76+	-0,25-	0,38+
4	**58.2**	2,11	7,51+	5,49+	4,83+	3,26+
5	**57.5**	2,02	12,33+	9,96+	3,38+	2,56+
6	**54.5**	0,97	19,29+	5,80+	5,85-	11,10-
7	**49.9**	0,57	4,53+	3,44+	10,97-	9,99-
8	**44.5**	0,34	0,68-	2,59+	15,47-	14,12-
9	**41.8**	0,25	6,45-	2,98+	9,59-	5,86-
10	**38.7**	0,26	0,65-	29,88+	16,06-	6,01+
11	**26.8**	0,34	6,78+	12,88+	5,82-	11,86-
12	**23.8**	0,47	4,51+	11,25+	4,80-	8,54-
13	**23.4**	0,51	5,41+	8,82+	12,96-	6,19-
14	**19.0**	0,14	58,71-	71,89-	45,55-	62,06-

SONUÇ

Çalışma sonuçları kadmiyum uygulamasının doza bağlı olarak değişen oranda *L. sericata* larvalarının hemolenf proteinleri üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Ağır metal stresinin total protein miktarında azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca düşük dozlarda kadmiyum uygulaması immün sistemin adaptif bir cevabı olan hormesis mekanizmasını aktifleştirmiştir. İleride yapılacak moleküler fizyoloji çalışmaları ile bu türün hormesis mekanizması daha iyi anlaşılabilecektir. Adli böceklerin toksik ajanlar karşısında geliştirdikleri hormetik cevapların iyi anlaşılması, ölüm nedeni ve zamanının tahmininde yanılgıya düşülmemesi açısından, oldukça önemlidir. Entomotoksikoloji çalışmalarında sıklıkla kullanılan böcek türlerinin ağır metal stresine karşı geliştirdikleri mekanizmaların belirlenmesi adli uygulamalar açısından fayda sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Bischof C 1995. Effects of heavy metal stress on carbohydrate and lipid concentrations in the haemolymph and total body tissue of parasitized *Lymantria dispar* L. larvae (Lepidoptera). Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology, 112(1): 87-92.

Bradford MM 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical biochemistry, 72(1-2): 248-254.

Braga MV, Pinto ZT, Carvalho Queiroz MM, Matsumoto N, Blomquist GJ 2013. Cuticular hydrocarbons as a tool for the identification of insect species: puparial cases from Sarcophagidae. Acta Tropica, 128(3): 479-485.

Byrd JH, Tomberlin JK (Eds.) 2019. Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations. CRC press.

Calabrese EJ, Baldwin LA 2003. Hormesis: the dose-response revolution. Annual review of pharmacology and toxicology, 43(1): 175-197.

Chophi R, Sharma S, Sharma S, Singh R 2019. Forensic entomotoxicology: current concepts, trends and challenges. Journal of forensic and legal medicine, 67: 28-36.

Costantini D, Metcalfe NB, Monaghan P 2010. Ecological processes in a hormetic framework. Ecology Letters, 13(11): 1435-1447.

Costantini D, Monaghan P, Metcalfe NB 2012. Early life experience primes resistance to oxidative stress. Journal of Experimental Biology, 215: 2820-2826.

Emre I, Kayış T, Coşkun M, Dursun O, Çoğun HY 2013. Changes in antioxidative enzyme activity, glycogen, lipid, protein, and malondialdehyde content in cadmium-treated *Galleria mellonella* larvae. Annals of the Entomological Society of America, 106(3): 371-377.

Florea AM, Büsselberg D 2006. Occurrence, use and potential toxic effects of metals and metal compounds. Biometals, 19: 419-427.

Gelegen L, Yeşilada E 2000. *Drosophila melanogaster*'in Bazı Gelişimsel Özellikleri Üzerine Kadmiyum Nitratın Etkisi. TÜBİTAK Türk J Biol, 24:585-591.

Gregory JL 1997. The effect of cadmium on cytosolic free calcium, protein kinase and collagen synthesis in rat osteosarchoma (Ros17/2.8) Cells. Toxicology and Applied Pharmacology, 143: 189-195.

Hsu MJ, Selvaraj K, Agoramoorthy G 2006. Taiwan's industrial heavy metal pollution threatens terrestrial biota. Environmental Pollution, 143: 327-334.

Ilijin L, Peric-Mataruga V, Radojicic R, Lazarevic J, Nenadovic V, Vlahovic M, Mrdakovic M 2010. Effect of cadmium on protocerebral neurosecretory neurons and fitness components in *Lymantria dispar* L. Folia Biologica (Krakow), 58: 91-99.

Jensen A, Bro-Rasmussen F 1992. Environmental cadmium in Europe. Reviews of environmental contamination and toxicology, 101-181.

Kayış T, Emre I 2012. Ağır metal stresinin *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nin protein ve glikojen sentezine etkileri. Ekoloji, 21(83): 61-67.

Kazimírová M, Ortel J 2000. Metal Accumulation by *Ceratitis capitata* (Diptera) and Transfer to the Parasitic Wasp *Coptera occidentalis* (Hymenoptera). Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal, 19(7): 1822-1829.

Kısım A, Uzunoğlu S 2012. Hormesis: Toksik ajanların düşük dozlarına uyum sağlamada öncül fenomen. J Forensic Med, 26(3): 180-190.

Kocaoba S 2018. Besinlerle Alınan Ağır Metaller ve Canlılar Üzerine Etkisi. Arısoy M, editör. Besin Kirliliği ve İnsan Sağlığına Olan Etkileri. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 25-37.

Laemmli UK 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature, 227(5259): 680-685.

Lijun L, Xuemeia L, Yaping G, Enbo M 2005. Activity of enyzmes of the antioxidative system in cadmium treated *Oxya chinensis* (Orthoptera: Acridoidae). Environmental toxicology and Pharmacology, 20: 412-416.

McMurray CT, Tainer JA 2003. Cancer, cadmium and genome integrity. Nature Genetic, 34: 239-241.

Mikhailova MV, Littlefield NA, Hass BS, Poirier LA, Chou MW 1997. Cadmium-induced 8-hydroxydeoxyguanosine formation, DNA strand breaks and antioxidant enzyme activities in lymphoblastoid cells. Cancer Letters, 115: 141-148.

Mircic D, Jankovic Tomanić M, Nenadovic V, Franeta F, Lazarevic J 2010. The effects of cadmium on the life history traits of *Lymantria dispar* L. Archives of Biological Sciences, 62(4): 1013-1020.

Moe SJ, Stenseth NC, Smith RH 2001. Effects of a Toxicant on Population Growth Rates: Sublethal and Delayed Responses in Blowfly Populations. Functional Ecology, 15:712-721.

Nanda KP, Firdaus H 2021. Dietary cadmium (Cd) reduces hemocyte level by induction of apoptosis in *Drosophila melanogaster*. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, 250: 109188.

Ortel J 1995a. Accumulation of Cd and Pb in successive stages of *Galleria mellonella* and metal transfer to the pupal parasitoid *Pimpla turionellae*. Entomologia Experimentalis et Applicsts, 77(1):89-97.

Pounder DJ 1991. Forensic entomo-toxicology. Journal of the Forensic Science Society, 31(4): 469-472.

Shin BS, Choi RN, Lee CU 2001. Effects of cadmium on total lipid content and fatty acids of the greater wax moth, *Galleria mellonella*. The Korean Journal of Ecology, 24(6): 349-352.

Silva EI, Wilhelmi B, Villet MH 2017. Forensic entomotoxicology revisited- towards professional standardisation of study designs. International journal of legal medicine, 131(5): 1399-1412.

Sorensen JG, Kristensen TN, Kristensen KV, Loeschcke V 2007. Sex specific effects of heat induced hormesis in Hsf-deficient *Drosophila melanogaster*. Experimental Gerontology, 42: 1123-1129.

Tang N, Enger MD 1993. Cd($^{2+}$) induced c-myc mRNA accumulation in NRK-49F cells is blocked by the protein kinase inhibitor H7 but not by HA1004, indicating that protein kinase C is a mediator of the response. Toxicology, 81(2):155-164.

Wang J, Li Z, Chen Y, Chen Q, Yin X 2008. The succession and development of insects on pig carcasses and their significances in estimating PMI in south China. Forensic Science International, 179(1): 11-18.

Wu GX, Ye GY, Hu CUI, Cheng JA 2006. Accumulation of cadmium and its effects on growth, development and hemolymph biochemical compositions in *Boettcherisca peregrina* larvae (Diptera: Sarcophagidae). Insect Science, 13(1): 31-39.

Xie C, Wu JW, Liu LY, Li L, Guo G 2013. Effects of multigenerational cadmium stress on cadmium and free amino acid in hemolymph of the *Musca domestica* larvae. Journal of Environment and Health, 10: 009.

Yu L, Chen X, Wei Y, Ding Y, Wang Q, Wang S, Tang B, Wang, S 2020. Effects of long-term cadmium exposure on trehalose metabolism, growth, and development of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). Ecotoxicology and Environmental Safety, 204: 111034.

Zheng X, Gao Y, Li W, Wang S 2018. iTRAQ-based quantitative proteomic analysis identified Eno1 as a cadmium stress response gene in *Propsilocerus akamusi* (Tokunaga) hemolymph. Ecotoxicology and environmental safety, 165: 126-135.

ORAL PRESENTATION

Parametric study of CsPbBr3 perovskite single-crystals synthesized at the solution-nucleation border

Cansu Akyel[1*] (*ORCID:0000-0003-3509-998X*), Murat Özen[1] (*ORCID: 0000-0002-3589-2059*), Songül Akbulut Özen[2] *(ORCID: 0000-0001-8025-2141)*

[*1]Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Chemistry, Bursa, Turkey
[2]Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Physics, Bursa, Turkey

*Corresponding author e-mail: cansu.akyel@btu.edu.tr

Abstract
In this study, the synthesis of $CsPbBr_3$ perovskite single-crystals was studied by two different wet-chemical processes: the hydrobromic solution method and the antisolvent vapor crystallization (AVC) method.
$CsPbBr_3$ perovskite single-crystals were produced in a hydrobromic solution at controlled cooling and constant temperature conditions. Nucleation and growth of $CsPbBr_3$ single-crystals at the controlled cooling conditions was determined to be more controllable for relatively small temperature differences (i.e., start-end temperatures). Larger temperature differences resulted in the formation of multiple $CsPbBr_3$ nuclei. Addition of $CsPbBr_3$ seeds to the precursor solution was successful in producing relatively larger crystals. Single-crystal growth is promoted in a narrow concentration range for a specific temperature. Hence, a solubility curve was created with CsBr and $PbBr_2$ precursors for the purpose of determining the narrow single-crystal precipitation range. In this way polycrystalline precipitation and multiple nuclei formation was prevented. $CsPbBr_3$ single-crystals with a size of 5 mm x 2 mm x 1 mm were produced without seeding in only 10 days in a hydrobromic acid solution. Constant temperature conditions resulted in $CsPbBr_3$ single-crystals without multiple nuclei formation. Controlled cooling and constant temperature conditions both resulted in phase pure orthorhombic $CsPbBr_3$ single-crystals with cubic or hexagonal morphologies.
In the AVC method, a single-crystal of $CsPbBr_3$ with 7 mm x 1 mm x 1 mm dimensions was obtained by using DMSO as solvent and methanol as antisolvent. Although larger needle-like $CsPbBr_3$ crystals were formed at higher precursor concentrations in the AVC method, secondary $PbBr_2$-DMSO phase were also observed.
The AVC method did produce larger $CsPbBr_3$ single-crystals in relatively smaller time scales. However, $PbBr_2$-DMSO phases were also observed in the AVC method. On the other hand, smaller but phase-pure orthorhombic $CsPbBr_3$ single-crystals with high transparency and relatively lower defects were formed in hydrobromic acid solutions.
Keywords: $CsPbBr_3$, Perovskite, Single-Crystal, Wet Chemical Synthesis

INTRODUCTION

The need for room temperature operated X -and gamma-ray radiation detectors is becoming more and more important every day, not only for scientific purposes but also for our society. For example, radiation detectors may be used in nuclear (medicine) imaging, radioactivity monitoring, security etc. and are hence crucial for the welfare of modern society (Stoumpos et al., 2013).

Present commercial semiconductor photodetectors, such as CdTe and CdZnTe, are designed from single-crystal ingots formed as a result of high heat treatments. Superior photodetector properties have been reported for perovskite materials with relatively high absorption, high resistivity, and high charge carrier-charge-life. (Stoumpos et al., 2013).

One of the most prominent perovskite materials that has been investigated for its optoelectronic effects are the hybrid organic perovskites. Although hybrid perovskites possess superior properties such as large absorption coefficient, high charge carrier mobility, long electron hole diffusion and tunable band gap hybrid perovskites are known to be unstable at high temperatures due to the volatile nature of organic cations (Liang, Liu, & Jin, 2017).

Inorganic perovskite materials such as metal lead halides ($MPbX_3$; M = Cs^+, X = Cl^-, Br^-, I^-) can be preferred for X-ray and gamma detectors due to their wide band gap (>2.0 eV) and large crystal production. Inorganic metal halide perovskites are emerging as an alternative to hybrid perovskites due to their chemical stability, wide energy range in the spectrum and tunable band gap.

Perovskite devices based on polycrystalline materials have low performances due to the existence of many voids, grains boundaries, and surface defect states inside the active perovskites layer. Single-crystal perovskites have been developed largely because of their low trap density and no the absence of grain boundaries in them (Tailor & Satapathi, 2020). The need for large, high-quality single-crystalline perovskites is essential to enable research into their practical applications.

Classical solid-state methods such as the Czochralski and Bridgman (Yu et al., 2020) (Li et al., 2018) (Dang, Ju, Wang, & Tao, 2016) are known to produce large crystals, but these techniques pose limitations such as phase-purity due to temperature dependent crystalline phase transformations. Another limitation of the solid-state methods is its relatively high processing temperature. In this regard, wet chemical methods may offer facile production of photodetector materials due to their low-temperature and ambient pressure conditions.

Centimeter-sized $CsPbBr_3$ single-crystal synthesis is possible at relatively low temperatures. The hydrobromic solution method (Dirin, Cherniukh, Yakunin, Shynkarenko, & Kovalenko, 2016), antisolvent vapor crystallization method (Rakita et al., 2016), (Zhang et al., 2017), (Chen et al., 2018), (Li et al., 2018) and inverse temperature crystallization (Zhumekenov et al., 2016), (Li et al., 2018) are the most important of the solution-based methods.

The AVC method utilizes the different solubility of perovskite in different solvents for crystal growth. Rakita's team (Rakita et al., 2016) obtained $CsPbBr_3$ single crystals by a modified AVC method. In this method, CsBr and $PbBr_2$ were dissolved in DMSO at 50°C and acetonitrile and methyl alcohol were used as antisolvent. In this study, a pre-saturation step was added to remove undesirable Cs_4PbBr_6. pure $CsPbBr_3$ perovskite crystals were obtained in millimeter size. Zhang et al. obtained a phase diagram of the final product with five regions by adjusting the molar ratio of $PbBr_2$ and CsBr, including Cs_4PbBr_6, $CsPbBr_3$, and $PbBr_2{\cdot}2[(CH_3)_2SO]$ single phase region and mixed-phase region. A $CsPbBr_3$ crystal of size 42 mm x 5 mm x 3 mm was obtained by using methyl alcohol diluted with DMSO as the antisolvent (Zhang et al., 2017).

Hydrohalic solutions can provide easy production of high-quality single-crystal perovskites. Su et al. obtained orange $CH_3NH_3PbBr_3$ single-crystals with sizes of roughly 5 mm produced over a period of 10 days by lowering the solution temperature from 70°C to 50°C (Su, Chen, & Lin, 2015). Dang et al. successfully grew a 10 x 10 x 8 mm black and shiny crystal of $CH_3NH_3PbI_3$ at the bottom of the flask after a few days by lowering the solution temperature from 65°C to 40°C (Dang et al., 2015). Lian et al. obtained small angular crystals of 3 mm in size by lowering the solution temperature from 100°C to 57°C. They fixed a single-crystal to a platinum wire end and placed them at the bottom of the precursor solution and grew a rhombic dodecahedral $MAPbI_3$ single-crystal with a size of 12 mm x 12 mm x 7 mm (Lian et al., 2015).

As far as the authors' knowledge, a detailed parametric study of $CsPbBr_3$ perovskite single-crystals in hydrohalic solutions is lacking in literature. In addition, the differences between solvent-based and water-based methods are not mentioned. In this study, the synthesis of $CsPbBr_3$ crystals was investigated by the AVC method and hydrobromic solution method.

MATERIALS AND METHODS

Materials

Cesium (I) Bromide (CsBr, Alfa-Aesar, 99%), lead (II) bromide ($PbBr_2$, Alfa-Aesar, 98+%), hydrobromic acid (HBr, Carlo Erba, aq.48%), dimethyl sulfoxide (DMSO, Carlo Erba, 99.5%), methyl alcohol (MeOH, Riedel, 99.7%) were used as received without further purification.

Hydrobromic Solution Method

In the controlled cooling method, precursor solution was first prepared in a glass vial. Precursor solution were obtained by dissolving CsBr and $PbBr_2$ mole ratio of 1.5 in HBr solution with continuous stirring at suitable temperature. The vial was sealed with a silicone stopper and heated in an oil bath to above saturation temperature. (Figure 1a) After the precursor was completely dissolved, it was cooled to saturation temperature with a cooling rate of 0.05°C min^{-1} Then the temperature was lowered at a slower rate (0.005°C min^{-1} to avoid multinucleation. Controlled cooling was carried out in an oven to ensure the homogeneity of the temperature. The obtained single-crystals were washed HBr. In order to examine the effect of temperature on the controlled

cooling method, controlled cooling was carried out at different temperature ranges. In the constant temperature method, CsBr and $PbBr_2$ precursors were kept at constant temperatures between 30°C and 90°C after dissolving in HBr.

Antisolvent Vapor Crystallization (AVC)

The AVC approach requires a slight excess of Pb over Cs. $CsPbBr_3$ single-crystals were obtained by dissolving $PbBr_2$ and CsBr mole ratio of 1.5 in 2 ml of DMSO solution with continuous stirring at room temperature. A transparent solution was obtained after all the raw materials were dissolved. 4 ml of clear precursors were put in the inner container and 40 ml of antisolvent (50% MeOH + 50% DMSO) was added in the outer container. Crystals were grown upon the slow diffusion of methyl alcohol into the precursor solution (Figure 1b). This growing process lasted several days depending on the total molarity of the precursors.

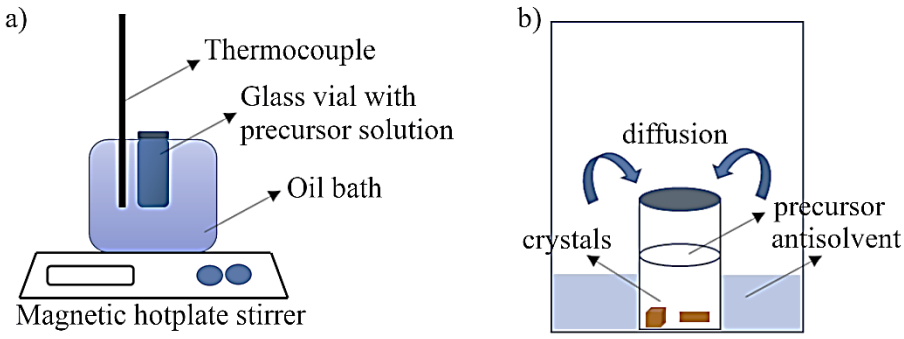


Figure 1. (a) The precursor solution was prepared with an oil bath on a heated magnetic stirrer. (b) Schematic diagram of the antisolvent diffusion crystallization (AVC) process.

Instrumental

The Cs, Pb, Br contents in the prepared single-crystals were analyzed by a Rigaku supermini200X-ray Fluorescence (XRF) Spectrometer.

The obtained $CsPbBr_3$ single-crystals were visually examined with a Leica M125 light microscope.

RESULTS AND DISCUSSION

Precipitation occurs rapidly from supersaturated solution where the concentration of a compound exceeds its solubility. Cooling crystallization is used if the solubility decreases significantly with temperature. Often the solubility increases when a system is heated. The solubility of perovskite materials using hydrohalic solutions (HCI, HBr and HI) as solvents will decrease by lowering the solution temperature and single-crystal perovskites can be produced. The crystal size varies depending on the solution cooling rate. Small sized crystals are formed as high cooling rate will trigger rapid nucleation. However, because the slow cooling rate will trigger nucleation less, large crystals are formed (Tailor & Satapathi, 2020). Poglitsch and Weber have reported this technique for the first time more than 22 years ago (Poglitsch & Weber, 1987). Single-crystal growth experiments were conducted at the solution-nucleation border at constant temperature or controlled cooling conditions.

Thermodynamically speaking, single-crystal formation and growth are promoted in a narrow solute concentration area at a specific temperature. For this reason, solubility plots were created for $CsPbBr_3$ crystals in HBr. The solubility graph that was obtained showed a linear relationship of $CsPbBr_3$ concentration with increasing temperature. By determining the required amount of precursor at a specific temperature, the formation of multiple nuclei and polycrystals was avoided.

In this work, precursor solutions were prepared for a particular working temperature, but the experiment was started above the working temperature in order to redissolve any accidental nuclei formation. Next, the precursor solution was gradually cooled to the working temperature. The most important aspect of crystallization is undoubtedly temperature and the uniformity thereof. A slight deviation from the predetermined working temperature resulted in multiple nuclei formation.

In the controlled cooling method, nucleation is more controllable when the temperature range is small (80°C→40°C, 60°C→40°C). Microscope pictures are shown in figure 2a-b. As the temperature range increased (80°C→26°C, 60°C→26°C) it became more difficult to control the nucleation and many small

crystals were observed. In the controlled cooling method, even at an extremely low cooling rate of 0.005°C min^{-1} at high temperatures, the equilibrium was constantly disturbed and nucleation was triggered, resulting in multiple nuclei. The crystal obtained by the controlled cooling method have highly faceted with hexagonal morphologies.

In the constant temperature method, the temperature of the solution was kept constant at 80°C, 60°C and 40°C for 10 days. Microscope pictures are shown in figure 2c-e. Single-crystals of <1mm in size were observed at 80°C and 40°C. Up to 5 mm clear $CsPbBr_3$ single crystals were obtained in 10 days at 60°C. At high temperatures, defects in the single-crystal become visually apparent due to the thermal energies of the ions. Defects can be observed much more clearly in single-crystals at 80°C. These defects are also evident on the crystal surfaces of single-crystals obtained at 60°C. Due to the relatively lower thermal energy at 40°C, the resulting single-crystal is clear. When both controlled cooling method and constant temperature method were compared, it was observed that nucleation was more controllable for constant temperature conditions.

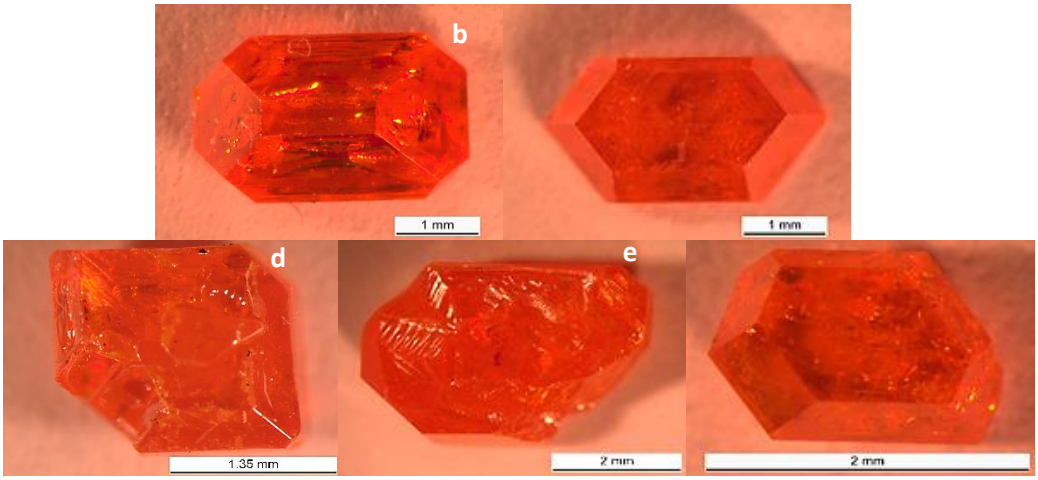


Figure 2. (a) $CsPbBr_3$ single-crystals obtained by the controlled cooling experiments: (a) 80°C→40°C, (b) 60°C→40°C and by the constant temperature experiments: (c) 80°C, (d) 60°C and (e) 40°C.

The principle of the AVC method is based on the different solubility of perovskite in different solvents. One of the solvents used in this method should dissolve the raw material very well and the other solvent should dissolve very little. Furthermore, these two solvents must be mutually soluble. $CsPbBr_3$ crystals can crystallize at room temperature. In addition, when the antisolvent is heated, the diffusion rate may increase, accelerating the crystal growth process.

$CsPbBr_3$ single-crystal with different molarities was obtained at room temperature by using dimethyl sulfoxide as solvent and methyl alcohol antisolvent. An elongated white rod-like structure, defined as the $PbBr_2$-DMSO complex, was formed at high molarities. White crystals that prevent further growth of $CsPbBr_3$ crystals can be removed by heating below 40°C. It was observed that $PbBr_2$-DMSO complex was inhibited at molarities close and below the solubility border. At 0.35 M and 0.25 M the white $PbBr_2$-DMSO was not observed. Furthermore, at 0.25 M no product was formed at all, most probably because the total concentration of the precursor solutes was far from the solubility border. The experiments are summarized in the table (Table 1).

If we compare the AVC method and hydrobromic solution methods in terms of growth rate, the AVC method is faster than the HBr method. Crystal with a size of 2 mm x 1 mm x 1 mm in 3 days was obtained by the controlled cooling method and crystal with a size of 5 mm x 2 mm x 1 mm in 10 days by the constant temperature method, while 7 mm x 1 mm x 1 mm crystals was obtained in 1 day by the AVC method. In terms of clarity, single-crystals obtained by the hydrohalic solution method are clearer. In the AVC method, structural defects are more visible due to rapid crystallization.

XRF technique was used for elemental analysis of the $CsPbBr_3$ single-crystals. In the hydrohalic solution method, the mol% ratio of Cs:Pb:Br was determined to be 13.4:11.8:58.1, respectively. Excess Cs seen in hydrohalic solution method could be due to the high Cs/Pb ratio of 1.45 in the initial precursor solution.
XRF showed Cs-excess that might point to the presence of Cs_4PbBr_6, but the presence of secondary cesium lead bromide phases (such as $CsPb_2Br_5$, Cs_4PbBr_6) were not detected in XRD, though, they could be present below the instruments' detection limit. In the AVC method, the ratio of Cs:Pb:Br was determined to be

11.9:18.8:62.0. Excess Pb seen in the AVC method could be due to the high Pb/Cs ratio of 1.5 in the initial precursor solution.

Figure 3 shows the UV-Vis diffuse reflectance spectroscopy measurements of a $CsPbBr_3$ single-crystal obtained by the hydrobromic solution method (Figure 3a) and the AVC method (Figure 3b). The insets are the Kubelka-Munk (KM) plots. The band gap energies (E_g) were found by fitting the linear part of the KM-plots. The E_g values were found to be in agreement with literature (Zhang et al., 2017).

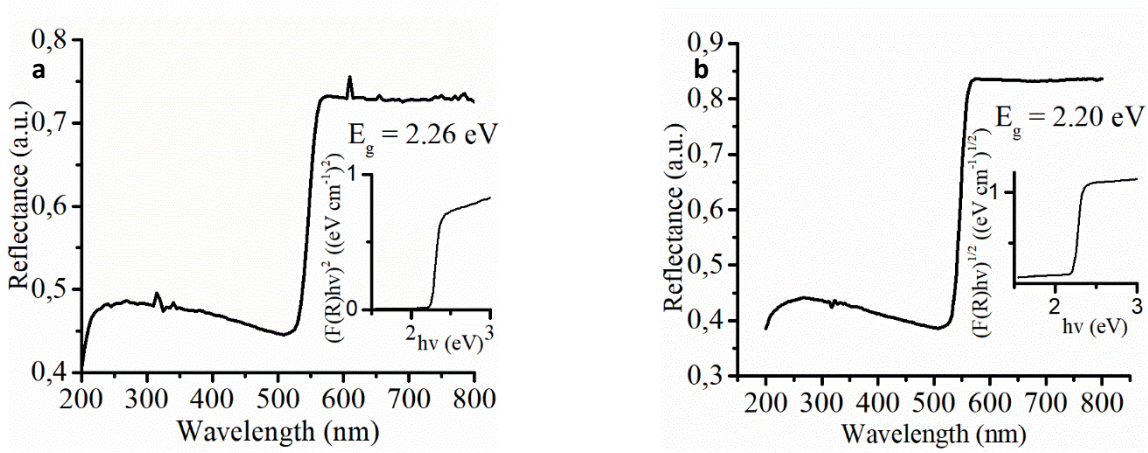
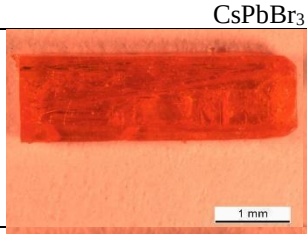
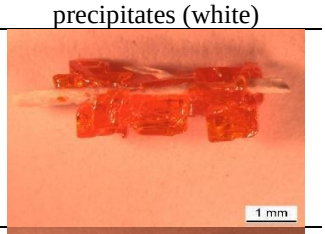
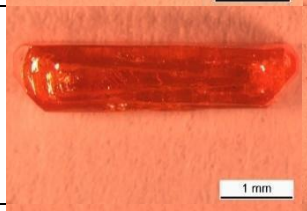
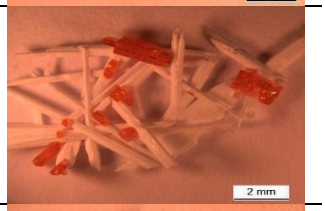
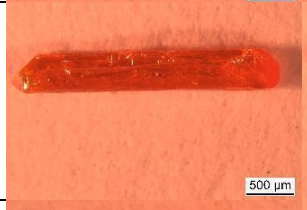
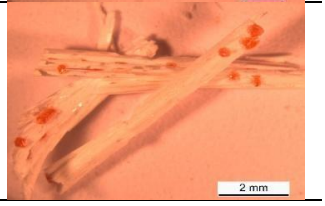
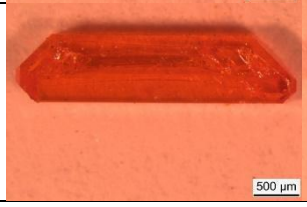


Figure 3. UV-Vis reflectance measurement of $CsPbBr_3$ single-crystal obtained by (a) the hydrobromic solution method and (b) the AVC method. The linear parts of the Kubelka-Munk plots (inset) gave bandgap energies of (a) 2.26 eV and (b) 2.20 eV.

Table 1. $CsPbBr_3$ single-crystals obtained by the AVC method at room temperature with Pb:Cs of 1.5

Time	[Cs] + [Pb]	$CsPbBr_3$ crystals	$PbBr_2$-DMSO precipitates (white)
1 day	0.75 M		
1 day	0.65 M		
1 day	0.55 M		
1 day	0.45 M		
4 day	0.35 M		

CONCLUSION

To the author's knowledge, a detailed parametric study of $CsPbBr_3$ perovskite single-crystals obtained from hydrohalic solutions and solvents is lacking in the literature. In this study, hydrohalic solution method (controlled cooling method, constant temperature method) and AVC method were used to grow $CsPbBr_3$ single-crystals.

The formation of pure-phase orthorhombic $CsPbBr_3$ single-crystals by the hydrohalic solution method was achieved by using the Cs/Pb ratio of 1.45 in the precursor solutions. In the AVC method, pure $CsPbBr_3$ single-crystals were obtained when the Pb/Cs ratio was 1.5.

In the hydrohalic solution method, the formation of multiple nuclei can be avoided by precise temperature control and slow cooling rate (0.005°C min^{-1}). In the AVC method, the formation of multiple nuclei can be prevented by a slow diffusion rate.

$CsPbBr_3$ single-crystal with a size of 2 mm x 1 mm x 1 mm was obtained in 3 days by the controlled cooling method and crystal with a size of 5 mm x 2 mm x 1 mm in 10 days by the constant temperature method, while 7 mm x 1 mm x 1 mm crystals were obtained in 1 day by the AVC method.

Phase transitions from cubic to tetragonal at around 130°C and from tetragonal to orthorhombic phase at around 88°C were successfully avoided by working at low temperatures in both methods.

ACKNOWLEDGEMENT

The research was funded by Bursa Technical University-Scientific Research Projects Fund under grant number 182N26 and 200Y015.

REFERENCES

Chen, F., Xu, C., Xu, Q., Zhu, Y., Zhu, Z., Liu, W., … Shi, Z. (2018). Structure Evolution of CH3NH3PbBr3 Single Crystal Grown in N,N-Dimethylformamide Solution. *Crystal Growth & Design*, *18*(5), 3132–3137. https://doi.org/10.1021/acs.cgd.8b00256

Dang, Y., Ju, D., Wang, L., & Tao, X. (2016). Recent progress in the synthesis of hybrid halide perovskite single crystals. *CrystEngComm*, *18*(24), 4476–4484. https://doi.org/10.1039/C6CE00655H

Dang, Y., Liu, Y., Sun, Y., Yuan, D., Liu, X., Lu, W., … Tao, X. (2015). Bulk crystal growth of hybrid perovskite material $CH_3NH_3PbI_3$. *CrystEngComm*, *17*(3), 665–670. https://doi.org/10.1039/C4CE02106A

Dirin, D. N., Cherniukh, I., Yakunin, S., Shynkarenko, Y., & Kovalenko, M. V. (2016). Solution-Grown CsPbBr3 Perovskite Single Crystals for Photon Detection. *Chemistry of Materials*, *28*(23), 8470–8474. https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.6b04298

Li, S., Zhang, C., Song, J.-J., Xie, X., Meng, J.-Q., & Xu, S. (2018). Metal Halide Perovskite Single Crystals: From Growth Process to Application. *Crystals*, *8*(5), 220. https://doi.org/10.3390/cryst8050220

Lian, Z., Yan, Q., Lv, Q., Wang, Y., Liu, L., Zhang, L., … Sun, J.-L. (2015). High-Performance Planar-Type Photodetector on (100) Facet of MAPbI3 Single Crystal. *Scientific Reports*, *5*(1), 16563. https://doi.org/10.1038/srep16563

Liang, J., Liu, J., & Jin, Z. (2017). All-Inorganic Halide Perovskites for Optoelectronics: Progress and Prospects. *Solar RRL*, *1*(10), 1700086. https://doi.org/10.1002/solr.201700086

Poglitsch, A., & Weber, D. (1987). Dynamic disorder in methylammoniumtrihalogenoplumbates (II) observed by millimeter-wave spectroscopy. *The Journal of Chemical Physics*, *87*(11), 6373–6378. https://doi.org/10.1063/1.453467

Rakita, Y., Kedem, N., Gupta, S., Sadhanala, A., Kalchenko, V., Böhm, M. L., … Hodes, G. (2016). Low-Temperature Solution-Grown CsPbBr3 Single Crystals and Their Characterization. *Crystal Growth & Design*, *16*(10), 5717–5725. https://doi.org/10.1021/acs.cgd.6b00764

Stoumpos, C. C., Malliakas, C. D., Peters, J. A., Liu, Z., Sebastian, M., Im, J., … Kanatzidis, M. G. (2013). Crystal Growth of the Perovskite Semiconductor CsPbBr3: A New Material for High-Energy Radiation Detection. *Crystal Growth & Design*, *13*(7), 2722–2727. https://doi.org/10.1021/cg400645t

Su, J., Chen, D. P., & Lin, C. T. (2015). Growth of large CH3NH3PbX3 (X=I, Br) single crystals in solution. *Journal of Crystal Growth*, *422*, 75–79. https://doi.org/10.1016/j.jcrysgro.2015.04.029

Tailor, N. K., & Satapathi, S. (2020). The impact of Cs3Bi2Cl9 single crystal growth modality on its symmetry and morphology. *Journal of Materials Research and Technology*, *9*(4), 7149–7157. https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.04.097

Yu, J., Liu, G., Chen, C., Li, Y., Xu, M., Wang, T., … Zhang, L. (2020). Perovskite CsPbBr3 crystals: Growth and applications. *Journal of Materials Chemistry C*, *8*(19), 6326–6341. https://doi.org/10.1039/D0TC00922A

Zhang, H., Liu, X., Dong, J., Yu, H., Zhou, C., Zhang, B., … Jie, W. (2017). Centimeter-Sized Inorganic Lead Halide Perovskite CsPbBr3 Crystals Grown by an Improved Solution Method. *Crystal Growth & Design*, *17*(12), 6426–6431. https://doi.org/10.1021/acs.cgd.7b01086

Zhumekenov, A., Saidaminov, M., Haque, M. A., Alarousu, E., Phukan Sarmah, S., Banavoth, M., … Bakr, O. (2016). Formadinium Lead Halide Perovskite Crystals with Unprecedented Long Carrier Dynamics and Diffusion Length. *ACS Energy Letters*, *1*, 32–37. https://doi.org/10.1021/acsenergylett.6b00002

ORAL PRESENTATION

Biyogaz motorlu kojenerasyon sistemleri

Göksu Çıracı[1] *(https://orcid.org/0000-0002-9170-1229,)* Esra Sıkan[1] (*https://orcid.org/0000-0001-9539-8063*) Ümit Ünver[2*](*https://orcid.org/0000-0002-6968-6181*)

[1]Yalova Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Yalova/Türkiye
[2]Yalova Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, Yalova/Türkiye

[*]umit.unver@yalova.edu.tr

Özet

Fosil yakıtların çevreye verdiği zararlar ve yakıtta dışa bağımlı oluşumuz enerji verimliliği ve tasarrufu kavramlarına daha fazla önem gösterilmesine neden olmuştur. Bu çalışma, verimli enerji üretimi sağlayan kojenerasyon sistemlerinin araştırıldığı bir derlemedir. Çalışmada kojenerasyon sistemlerinin çeşitleri ve avantajlarından bahsedilmiştir. Çalışmada hem daha çevreci hem de yerli imkanlarla üretilebilecek bir yakıt olan biyogazın özelliklerinden bahsedilmiş ve kojenerasyon sistemlerinde kullanılmasının doğalgaza oranla daha ucuz bir yol olduğu belirtilmiştir. Biyogaz motorlu kojenerasyon sistemlerinde kullanılacak motor çeşidinin sistem verimi üzerindeki etkileri tablolar yardımıyla karşılaştırılmıştır. Sistem seçimi yaparken nelere dikkat etmemiz gerektiği ve fizibilite analizinde önemli olan noktalar belirtilmiştir.
Anahtar Kelimeler: Kojenerasyon, Biyogaz, Sıfır Enerji Binalar, Yeşil Binalar, Yenilenebilir Enerji.

Biogas engine cogeneration systems

Abstract

The damage caused by fossil fuels to the environment and our dependence on foreign fuels have led to more emphasis on the concepts of energy efficiency and savings. This study is a review of cogeneration systems that provide efficient energy production. In the paper, the types and advantages of cogeneration systems are mentioned. The properties of biogas, which is an environmental fuel that can be produced with domestic resources, are mentioned. It is stated that, the use of biogas in cogeneration systems is a cheaper way than natural gas. The effects of the engine type to be used in biogas powered cogeneration systems on the system efficiency are compared tabular. Selection criterion of a biogas system and the important points of the feasibility analysis are stated.

Keywords: Cogeneration, Biogas, Zero Energy Building, Green Buildings, Renewable Energy

1. Giriş

Enerji güvenliği her ülke için çok önemlidir. Enerjide dışa bağımlılığı azaltma enerji güvenliği için atılacak ilk ve önemli adımlardan biridir. Bu konuda yerli-yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve enerji tasarrufu konusunun önemi gün geçtikçe daha önemli hale gelmektedir (Çıtak, 2016). Enerji tasarrufu konfordan ödün vermeden birim hizmet veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılmasıdır (Aydın, 2016, Demir vd., 2020). Ülkemizde endüstriyel tesislerde yıllık ortalama olarak 3,7 milyon TEP' e denk gelen bir enerji tüketimi vardır. Yapılan araştırmalar bu tüketilen enerjinin %30'u kadarını tasarruf edebileceğimizi göstermektedir (Kanoğlu, 2010, Erbıyık, 2021).

Hem ısı hem elektrik enerjisini aynı anda üreten ve enerji verimliliğini sağlayan birleşik ısı ve güç santrallerinin (kojenerasyon) kullanımı, endüstriyel ve sosyal tesislerde kullanılmak üzere enerji tasarrufu konusunda iyi bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır (Çallı ve Bala, 2002, Unver ve Kilic, 2017). Kojenerasyon sistemlerinde daha az yakıt kullanarak daha çok enerjiyi üretebilmektedirler (Kaplan ve Büker, 2019, Unver ve Kılıç, 2007).

Fosil yakıtların yanı sıra biyogazla da çalışabilen kojenerasyon sistemleri ülkemiz için oldukça önemli bir yere sahiptir. Hem yerli yakıt olup dışa bağımlılığı azaltması hem de doğalgaza göre daha çevreci olması biyogazı tercih edilen bir yakıt haline getirmektedir (Çalışkan, 2009). Bu tesislerin kurulumu konusundaki teşvikler sayesinde de kurulum gücü gün geçtikte artmaktadır (Karanfil vd, 2021).

2. Kojenerasyon Sistemleri

Geleneksel enerji üretiminde, hem iletim hatlarında hem de atık ısı veya diğer nedenlerden çok fazla kayıp yaşanmaktadır. Bu kayıplar ortalama olarak %65 civarındadır (Gül ve Bekir, 2015). Kayıpları azaltmak adına kullanılan kojenerasyon sistemlerinde atık ısı sisteme tekrar kazandırılarak faydalı ısı elde edilir, böylece enerji üretim verimi arttırılır (El Bassam ve Schlichting, 2013, Yılmazoğlu vd 2021). Ayrıca kojenerasyon sistemlerinde elektrik üretimiyle eş zamanlı kızgın buhar da üretilmektedir (Meriç, 2019, Ünver ve Kılıç, 2005). Bu sistemlerin birçok avantajı bulunmaktadır. Bu avantajlardan bazıları; kojenerasyon sistemlerinin kolay kuruluyor olması, yakıt tüketimlerinin yalnızca elektrik üreten sistemlere göre daha az olması ve emisyon salınımlarının düşük olmasıdır (Mancarella, 2009, Unver ve Kılıç, 2014).

Kojenerasyon sistemlerinde kullanılan yakıtlar çeşitlidir. Bu yakıtlardan bazıları doğalgaz, biyogaz, propan, hidrojen, odun gazı, çöp gazı ve dizel yakıtlar olarak sıralanabilir (Üçgül ve Elibüyük, 2015). Kojenerasyon sistemlerinde en yaygın kullanılan yakıt doğalgazdır. Doğalgazın karbon miktarı düşük ve hidrojen miktarı yüksektir. Bu nedenle diğer fosil yakıtlara oranla daha çevreci olduğu söylenebilir (Onovwiona ve Ugursal, 2006). Yalnızca elektrik üreten gaz türbini çevrimlerinde verim yaklaşık %30-40 civarındadır. Kojenerasyon sistemlerinde ise bu oran %80-90'a kadar çıkabilmektedir. Bu sistem, yakıtı elektrik ve ısıya dönüştürmek için seçilebilecek en verimli seçeneklerden biridir. Kojenerasyon sistemleri kullanarak enerji üretim maliyetlerini %40 oranında azaltmak mümkündür. Böylelikle azami tasarruf sağlanmaktadır (Pravadalıoğlu, 2012). Büyük ticari işletmeler, oteller, hastaneler, alışveriş merkezleri ve okullar daha verimli enerji üretimi için kojenerasyon sistemlerini kullanmayı tercih etmektedirler (Bhatia, 2014). Bu sistemler ilk yatırım maliyetlerini yaklaşık 1.5-6 sene arasında karşılamaktadırlar (Işık ve İnallı, 2005). Kojenerasyon sistemleri en çok tekstil endüstrisinde kullanılmaktadır. Onu, binalarda kullanılan kojenerasyon takip etmektedir. Binalarda uygulanan kojenerasyon sistemlerinde %30'dan fazla doğal gaz tasarrufu yapıldığı görülmüştür. Hastane binalarında kullanılan soğutma ünitesi yatırım maliyetini arttırsa da sistemin geri ödeme süresini azaltmaktadır. Endüstriyel kojenerasyon sistemleri, tüm yıl boyunca yüksek ısı ve elektrik ihtiyacını karşılamak için uygun bir sistemdir. Bu yüzden endüstrileşmiş ülkelerde, kojenerasyon daha çok tercih edilmektedir (Çalapkulu, 2020, Unver vd., 2018).

2.1. Türkiye'de ve Dünyada Kojenerasyon Sistemleri

Ülkemizde oluşan ekonomik krizlerle beraber enerji tüketiminde tasarruf ön plana çıkmaya başlamıştır. Bu nedenle kojenerasyon santralleri 2000 yılında elektrik enerjisinin yalnızca %12'sini karşılarken 2003 yılında %16 civarına çıktığı görülmektedir. Bu oran gün geçtikçe artmış, ve artmaya da devam etmektedir (Gün, 2009).

Türkiye kojenerasyon derneğinin 2019 raporuna göre ülkemizde lisanslı ve lisanssız kojenerasyon sistemlerinin kurulu gücü 3.921 MWe'dir. Bu tesislerin toplam verim değerleri ise ortalama olarak %85'tir. Kojenerasyon teknolojisine sahip olmayan tesislerin kurulu gücü ise 21.457 MWe' dir ve ortalama verimleri yaklaşık %52 civarındadır. İletim ve dağıtım kayıplarıyla birlikte bu oran düşmektedir. Kojenerasyon sistemlerinin yüksek verimliliği ve yakıt tasarrufu sayesinde bütün tesislerde kullanıldığı sürece yıllık ortalama 1.939.509.906 Sm^3 /yıl kadar doğalgaz ithalatından tasarruf edileceği öngörülmektedir. Tasarruf edilecek miktar yaklaşık 480 milyon USD değerine denk gelmektedir. Yakıtların az kullanılması sayesinde karbondioksit salınımı da azalmış olacaktır (Armağan, 2020).

Kojenerasyona verilen önem dünyada da gün geçtikçe artmaktadır. Birçok ülke için kojenerasyon yeni bir uygulama değildir. Ancak karbon salınımını azaltması ve verimli olması nedeniyle ülkeler bu konuda teşviklerini arttırmış ve politikalarında kojenerasyon sistemleri e yer vermişlerdir (Kavak, 2005).

2.2. Kojenerasyon Çeşitleri

Kojenerasyon sistemleri üst çevrim (topping cycle) ve alt çevrim (bottoming cycle) olarak ikiye ayrılırlar. Üst çevrimde, yüksek sıcaklıktaki bir akışkan (egzoz gazı) ile bir gaz türbini tahrik edilerek elektrik elde edilir. Alt çevrimde ise yüksek sıcaklıktaki ısı enerjisi ilk önce prosesler için kullanılır. Proseslerden çıkan sıcak gazlar doğrudan bir gaz türbininde veya bir atık ısı kazanında buhar üretmek suretiyle buhar türbininde, elektrik üretmek için kullanılırlar (Yöntem, 2011, Ünver, 2004). Kojenerasyon terimi çok çeşitli teknoloji ve uygulamaları kapsamaktadır. Kojenerasyon tesisi çeşitleri:

A) Buhar Türbinli Kojenerasyon Sistemleri

Tesisteki gaz türbini; gaz motoru ve dizel motor atığından ya da direkt bir buhar kazanından elde edilen buharın buhar türbininden geçirilmesi ile enerji üretilir. Buhar türbinlerinin kullanılmasının önemli avantajı, kömür, doğal gaz, petrol ve biyokütle gibi çok çeşitli geleneksel ve alternatif yakıtların kullanılmasına olanak sağlamasıdır (Santos vd, 2016).

B) Gaz Türbinli Kojenerasyon Sistemleri

Gaz türbini kojenerasyon sistemleri sahadaki enerji ihtiyacının tamamını veya bir kısmını üretebilmektedir. Yüksek sıcaklıkta salınan egzoz gazını tekrar kullanıma sokarak soğutma veya ısıtma sistemlerinde kullanabilir. Gaz türbini sistemlerinde genellikle yakıt olarak doğal gaz kullanılmaktadır. Ayrıca, dizel ve akaryakıtta kullanılabilmektedir. Gaz türbini çalışmaya başlama süresi kısadır ve aralıklı çalışan santrallerle uyumludur (Heessen, 2019, Unver vd., 2018).

Genelde gaz türbininin gaz motoru ya da dizel motor ile birlikte kullanımı kombine çevrim sistemi olarak adlandırılmaktadır (Kılkış, 2019).

C) Mikro Kojenerasyon Sistemleri

Kojenerasyon sistemleri, güç ve ısının bir arada üretilmesini içerir. Geri dönüştürülmüş ısı ticari ve endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır. Elektrik üretimi verimliliğinin ortalama %35 olduğu geleneksel sistemlerde geriye kalan %65'lik enerji, atık ısı olarak dışarı atılırken; mikro kojenerasyon sistemlerinde elektrik üretimi en az %40 verim ile gerçekleştirilebilir ve %60'lık atık ısı, sıcak su ve ısınma gereksinimlerinde kullanılır (Akar vd., 2009).

D) Yakıt Hücreli Kojenerasyon Sistemleri

Yakıt hücreleri anot, katot ve elektrotları birbirinden elektrolit tabakası ayırır. Elektrotlarda gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar sonucunda üretilen elektronlar dış bir devreden dolaşarak doğru akım (DC) üretilir. (Karanfil, 2020).

Mikro kojenerasyon sistemlerinde genellikle uygulanan yakıt hücresi çeşitleri polimer elektrolit membran yakıt hücreleri (PEMYH) ve katı oksit yakıt hücreleridir (KOYH) (Arsalis, 2019). KOYH'leri yüksek sıcaklıklarda çalışarak dahili reforma, daha fazla yakıt esnekliğine, yakıt bileşimindeki değişikliklere ve kojenerasyon uygulamalarına daha az duyarlılığa ve atık ısıdan elektrik üreten çevrimlerle kombinasyonlara olanak sağlamaktadır (Milcarek vd., 2017).

Yakıt hücreli kojenerasyon sistemlerinin yatırım maliyetinin fazla olması geleneksel teknolojiler açısından hala en önemli dezavantajdır (Loreti vd., 2019).

E) İçten Yanmalı Motorlu Kojenerasyon Sistemleri

İçten yanmalı (IC) motorlar kullanılarak yapılan kojenerasyon sistemleri, gaz ve buhar türbinli sistemlere göre yüksek güç üretim verimliliğine sahiptir. Geri kazanım için iki ısı kaynağı vardır: yüksek sıcaklıkta egzoz gazı ve düşük sıcaklıkta motor soğutma suyu sistemidir. İçten yanmalı motorların kullanıldığı kojenerasyon sistemi motorun hızlı senkronize olması, iyi yük takip kabiliyetinin olması ve çalışma esnekliği gibi avantajlar sunmaktadır. Isı geri kazanımı daha küçük sistemler için oldukça verimli olabileceğinden, bu sistemler daha küçük enerji tüketen tesislerde tercih edilmektedir (Onovwiona vd., 2007).

Dizel Motoru; Dizel motorunda hava, gaz motorunda olduğundan daha yüksek basınçla sıkıştırılır. Bu nedenle vuruntu tehlikesi yoktur. Yüksek sıkıştırma oranı ve daha fazla genişleme sebebi ile dizel motorun mekanik verimi gaz motorundan daha yüksektir (Hazar ve Öner, 2007).

Gaz Motoru; Otto çevrimine dayanır. Çalışma performansları oldukça iyidir. Genel bakımlar ve işletmesi kullanıcının kendi ekiplerince yapılabilmektedir (Akmandor ve Okur, 2017). Genelde elektrik ihtiyacının ısı ihtiyacından daha fazla olduğu alanlarda kullanılır. Çünkü bu sistemler diğerlerine göre biraz daha düşük sıcaklıkta atık ısı üretirler (Sipila, 2016). Tatil köyü, toplu konutlar, büyük oteller gibi mekânlar da daha fazla uygulanmaktadır (Olcha and Garcia, 2019).

Gaz motorlarında, atık ısının 2/3'ü ceket soğutmasından, 1/3'ü ise egzoz gazından geri dönüştürülmektedir. Buna ek olarak, motor üzerindeki yağın soğutulması yoluyla elde edilen ısı geri kazanılır. Bu yolla elde edilen termal enerji düşüktür. Intercooler olarak da bilinen bu ılık su, musluk suyu ısıtması gibi düşük sıcaklık uygulamalarında kullanılır (Calise vd, 2015).

Gaz motorlu kojenerasyonun genel özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- Düşük devirde çalışırlar.
- Otto çevrimine sahiplerdir.
- Çok silindirli yapıları vardır.
- Genellikle 50-3500 kW aralığında enerji üretirler.
- Isıdan çok elektrik ihtiyacının olduğu yerde kullanılırlar.
- Yüksek güç gerektirmeyen işletmelerde kullanılırlar.
- Kesintisiz ve yüksek verimlidir.
- Düşük yatırım maliyetlidir..
- Düşük güç kapasitelidir.
- Düşük azot oksit emisyonuna sahiptir.

İşletme ve bakım maliyeti yüksektir (Zor vd, 2015).

Doğalgazdan farklı olarak; kanalizasyon gazı, çöp gazı, propan, kok gazı ve biyogaz da yakıt olarak kullanılabilmektedir. Atık gaz türleri başka bir işleme ihtiyaç duyulmadan direkt yakılarak elektrik üretiminde kullanılabilmektedir (Akdeniz vd, 2007).

3. BİYOGAZ

Biyogaz çeşitli organik maddelerden veya organik atıklardan üretilebilen bir enerji kaynağıdır (Weiland, 2010). Biyogaz organik bileşikteki atıkların anaerobik fermantasyonu sonucunda oluşur. Yapıları renksiz, kokusuz ve havadan hafiftir. Biyogaz saf bir gaz değildir (Bilgili vd, 2011). İçeriklerinde %40-70 metan gazı, %30-60 CO_2, %0-3 arasında hidrojen sülfür ve çok az miktarda hidrojen ve azot vardır (Kasap vd, 2012). Bu oranlar biyogazı oluşturan organik maddelerin içeriğine göre değişiklik göstermektedir. Biyogaz içeriğindeki yoğun metan bulunması dolayısıyla doğalgaza yakın özellikler göstermektedir ve yakıt olarak doğalgaz yerine kullanılabilmektedir (Deviren, 2017).

Türkiye'de biyogaz motorlu kojenerasyon sistemleri kullanım alanlarına göre tesis sayıları ve toplam güçleri aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Tablo 1 Türkiye'deki Biyogaz Tesisi Kurulu Gücü (EPDK, 2019).

Tesis türü	Tesis adedi	Toplam güç (MW)	Pay(%)
Atık su arıtma	**29**	**44**	**10**
Organik Atık	**35**	**80**	**18**
Katı Atık depolama	**70**	**320**	**72**
Toplam	**134**	**444**	

Biyogaz tesisindeki fermantasyon sonucunda ortaya çıkan biyogaz, metan dışındaki gazlardan arıtılarak direkt enerji kaynağı olarak kullanılabilir. İşletme ihtiyaçlarını karşılamak için üretilen elektriğin bir kısmı işletme içinde kullanılmakta ve kalan elektrik fazlası şebekeye satılabilmektedir (Savaş, 2018).

Biyogazın Isıl Değeri: 4700-5700 kcal/m^3 'dür. Bir m^3 biyogaz 4.7 kWh elektrik enerjisine eşittir, bu da 0.62 litre gazyağı, 1.46 kg odun kömürü, 3.47 kg odun, 0.43 kg bütan gazı, 12.3 kg tezek, 0.66 litre motorin, 0.75 litre benzin, 0.25 m^3 propan yakıtlarına denktir (EVÇED, 2014).

Biyogaz elde etmek için organik maddeler kullanılır. Genel olarak kullanılan organik maddeler: Tarımsal atıklar, çay atıkları, hayvan gübreleri ve çöp gazıdır. Bunların yanında kullanılan diğer kaynaklar ise; keten, kenevir, dökülmüş ağaç yaprakları, gıda atıkları ve organik endüstriyel atık sular olarak sıralanabilir (Pravadalıoğlu, 2012). Biyogaz temiz ve çevreci bir yakıt seçeneğidir. Aynı zamanda ülkemizdeki atıkların geri dönüşümünü sağlamak için oldukça iyi bir yöntemdir (Sertkaya ve Yılmaz, 2017).

4. Biyogaz Motorlu Kojenerasyon sistemleri

Biyogaz motorlu kojenerasyon, biyogazın gaz motorunda yakılarak; kullanılabilir ısının ve motoru jeneratöre entegre ederek elektrik enerjisinin eş zamanlı üretilmesidir (Zor, vd, 2015).

Gaz motorları, özel olarak gazla çalışmaları için tasarlanmış motorlardır. Gazlı benzinli motorlar biyogazda minimum %45 metana ihtiyaç duyarlar.

4.1. Biyogaz Kojenerasyon Sistemlerinin Yakıt Kaynağı Çeşitleri

A- Hayvansal Atıklar ve Bitki Atığı Uygulamaları

Bu tür tesislerde organik maddelerin çürütülmesi ya da fermantasyonu ile biyogaz üretilir. Tesislerdeki ana madde yaygın olarak çamur ya da katı yapıdaki atıklardır. Büyükbaş ve küçükbaş tüm hayvanlardan elde edilen gübreler hayvansal atık olarak adlandırılır. Yapılan bir çalışmada Türkiye'deki yalnızca kanatlı hayvanların yaş gübresinden elde edilebilecek enerji miktarının yaklaşık 13 milyar MJ elektrik enerjisine eşdeğer olduğu görülmüştür. Bu durum hayvan gübrelerinin yakıt olarak kullanılmasını desteklemektedir (Yılmaz, 2019). İşlenmemiş bitki veya gıda endüstrisi atıkları ise genellikle kofermantasyon için kullanılır. Kullanılan organik maddeler bu yöntemler ile metan gazına dönüştürülür (Yeşilkaya, 2013). Biyogaz reaktörü çıkışında bulunan ayırıcı ile sıvısı alınan kompost ise, oksijenli çürütücü ve kurutma gibi işlemler sonrasında yüksek kaliteli gübre olarak kullanılabilir (Yağlı ve Koç, 2019).

B-Kanalizasyon Gazı Uygulaması

Kanalizasyon arıtma tesislerinden elde edilen biyogaz yaygın olarak ısı ve elektrik üretimi için kullanılmaktadır. Kanalizasyon kaynaklı biyogaz içerisinde yaklaşık %55-65 metan bulunmaktadır (Rasi vd, 2007). Diğer biyogaz üretim kaynaklarına göre daha ekonomiktir. $6m^3$ kanalizasyon gazından yaklaşık 1 kWh elektrik ve 1,2 kWh ısı enerjisi üretilebilmektedir (Sevinç, 2018).

C-Çöp Gazı Uygulaması

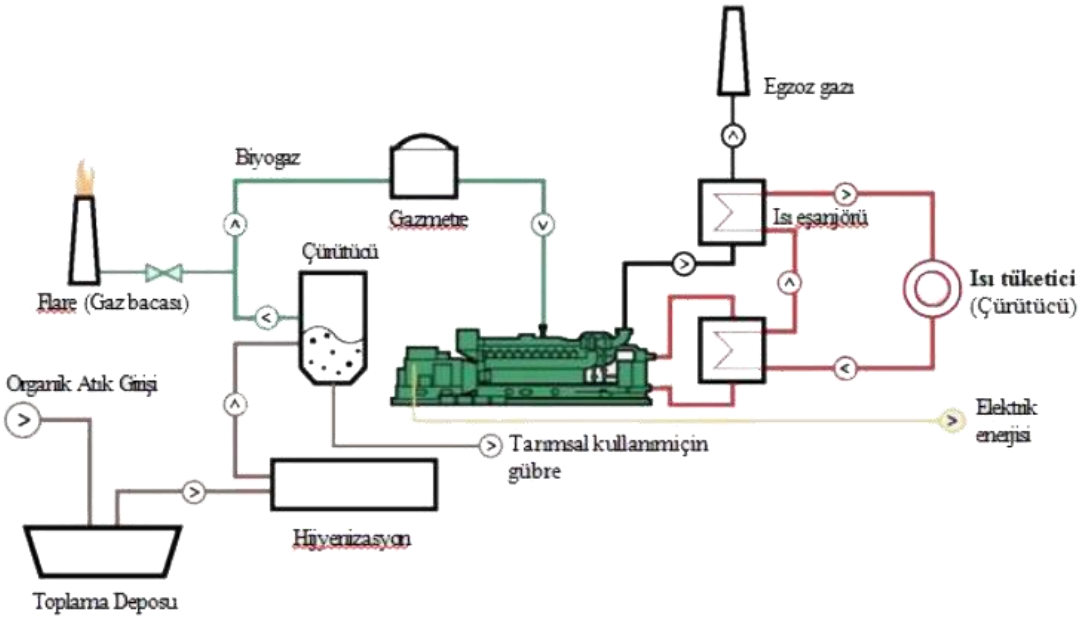
Depolama gövdesinde birikmiş olan atıklardan yüksek miktarda metan ve karbondioksit bulunan gaz üretimi yapılır. Üretilen gaz, sondaj yardımıyla dışarıya çekilip depolanır. Gazın metan içeriği %40'ın altındaysa, 1200 ºC'deki yüksek sıcaklık yanma bacalarında yakılır. Böylece metanın doğaya emisyonu önlenir. Gazın metan içeriği %40 veya daha fazla ise, desülfirizasyon sisteminde hidrojensülfür içeriği giderildikten sonra, gaz motora gönderilir ve kojenerasyon tesisinde elektrik ve ısı enerjisi elde edilir (Alkan, 2013).

Çöp gazı kojenerasyon santrallerinin önemli özelliklerinden biri de çöplerin toplandığı yerlerde pis koku, yangın ve patlamayı engellemesidir. Ayrıca gaz sızıntısı gibi olayları da önlemektedir (Yılmaz, 2017). Biyogazın bulunmadığı durumlarda gazlı motorlar diğer gaz türleriyle de çalıştırılabilir. Biyogaz için gaz kontrol hattına bir de, yedek gaz için ayrı bir hattın kurulması gerekmektedir (TCÇŞB, 2009).

Biyogazın içeriğindeki yüksek oranlı metan gazı kaliteli bir yakıt olduğu için içten yanmalı gaz motorlu kojenerasyon sistemlerinde yakıt olarak kullanılabilir (Mastafai vd, 2008). Türkiye'de bu sistemlerin endüstri alanındaki kullanımını arttırmak için teşvikler mevcuttur. Örneğin devlet biyogaz motorlu kojenerasyon sistemlerinin ürettiği elektrik enerjisini 0,133 $/kWh alım garantisi vermektedir. Bu teşvik biyogaz kojenerasyon sistemlerinin Türkiye'deki kullanımını arttırmaktadır (Işık ve İnallı, 2005).

Biyogaz doğal gaza göre daha çevreci ve yerli bir yakıttır. Bu biyogazı doğalgaza göre daha avantajlı hale getirmektedir. En önemli avantajlarından biride maliyettir. Ocak 2020 tarihinde konutlar için doğalgazın satış fiyatı BOTAŞ tarafından (vergiler hariç) 1,25165 TL/Sm^3 olarak belirlenmiştir. Bu fiyat sanayide 1,550 TL/Sm^3 iken elektrik üretimi için ise 1,251 TL/Sm^3 'te sabit tutulmuştur (Yanık, 2020). Biyogazın yalnızca üretim maliyeti bulunmaktadır. Abuşoğlu (2012), çalışmasında 1000 kWh elektrik üretimi için biyogaz kullanım maliyetinin doğalgazdan 50-60 TL civarında daha uygun olduğunu hesaplamıştır. Yüksek miktarda enerji tüketen tesislere göre karşılaştırıldığında, biyogazın doğalgaza göre çok daha ucuz bir yakıt olduğu ortaya çıkar.

Şekil 1 de biyogaz motorlu bir kojenerasyon sistemi genel hatlarıyla anlatılmıştır. Kullanılacak olduğu alan ve yakıta göre sistem adımları değişiklik gösterebilmektedir.



Şekil 1 Biyogaz Motorlu Kojenerasyon Sistemi Şeması (Akar, 2017).

Kojenerasyon santralinde güç çevrimi olarak, Rankine çevrimi, Brayton çevrimi veya birleşik gaz-buhar çevrimi kullanılmaktadır. Yukarıdaki şekilde kojenerasyon çevrimi en genel hatlarıyla verilmiştir. Çevrim içerisinde yoğuşturucu bulunmamaktadır. Bu nedenle çevreye atık ısı atımı çok az olur. Kazanda buhara verilen enerjinin büyük bir bölümü proses ısısı veya elektrik gücü olarak kullanılmaktadır (Çengel, 2008).

Biyogaz motorlu kojenerasyonun başlangıç çalışma prensibi benzinli motorlardaki gibidir. Yakıt emme valflerine gönderilmeden önce hava ile karıştırılır (Gholizadeh, 2019). Biyogaz içeriğinde sülfür bulunmaktadır. Ancak sülfürün varlığı çevre koruma yönetmeliğince kabul edilemez. Bu yüzden biyogaz önce sülfür ayırma birimine gönderilir.

Biyogaz motorlu kojenerasyon sistemlerinde üretilen enerji çeşitli şekillerde kullanılabilmektedir. Üretilen ısı enerjisi ise biyogaz üretim sistemi içerisinde fermante için gerekli olan ısı ve sera ısıtmasında kullanılabilir. Ayrıca yakınlardaki merkezi ısıtma sistemine entegre edilebilir veya soğuk su elde etmek için kullanılabilir**.**

Kurulan Kojenerasyon sistemlerinin kapasite seçimi oldukça önemlidir. Kurulacak olan biyogaz motorlu kojenerasyon sistemlerinin kapasite seçimi yapılırken dikkat edilmesi gereken birçok parametre bulunmaktadır. Bu nedenle yapılacak fizibilite çalışması oldukça önemlidir. Öncelikle kurulum yapacağımız tesisin son bir veya iki yıl içindeki elektrik ve ısıl enerji tüketimleri hesaplanmalı, enerji ihtiyacı belirlenmelidir. Kojenerasyon sistemindeki atık ısının nasıl değerlendirileceği de oldukça önemlidir. Sistemin verimi bu kullanıma bağlı olarak değişmektedir. Bu yüzden ihtiyaç olan ısı enerjisi iyi belirlenmelidir (Tokgöz ve Özgün, 2019). Kojenerasyon sisteminin kapasitesi belirlenirken o an ki ihtiyaçlar göz önünde bulundurulmalıdır. İleriye dönük olarak seçilen gereğinden büyük kapasiteli sistemler yatırımlar gerçekleşip tesis büyüyene kadar sistemin düşük verimde çalışmasına neden olur. Bu durum geri ödeme süresinin uzamasına ve karlılığın düşmesine neden olur (Hacıoğlu, 2019). Yatırım maliyeti ve sistem kurulduktan sonra yapılacak tasarruf iyi hesaplanmalıdır. Yatırım maliyeti sırasında; inşaat giderleri, sigorta, ünite maliyeti, işletme giderleri gibi masraflar göz önünde bulundurulmalıdır. Yatırım maliyeti ve yıllık tasarruf miktarı oranı amortisman süresi hesabında kullanılır. Fizibilite sonunda sistemin ekonomik olup olmadığına karar verilir ve sistem buna göre kurulur (Erdem vd, 2004).

Günümüzde endüstride enerji hammadde olarak kabul edilir. Bu yüzden, enerji maliyeti, hem üretim hem de tüketimde en aza indirilmelidir (Unver ve Kılıç, 2007). Klasik sistem yerine biyogaz motorlu kojenerasyon sistemlerini tercih edilmesindeki en büyük sebep daha az yakıt harcanması ve daha çevreci oluşudur. Bu sistemlerde kullanılan pistonlu bir gaz motorunun yaklaşık %35-40'lık kısmı mekanik güce, %30-35'i motor gömlek ısısına, %25-30'luk kısmı egzoz ısısına, %7-10'luk kısmı radyasyonla kayıp enerjiye dönüşmektedir. Biyogazın enerji yoğunluğu 4.70 kWh/m^3 tür (Gümüşçü ve Uyanık, 2010). Çevrim verimi %90 olan biyogaz ünitesinden 1 m^3 biyogazdan yaklaşık 4.23kW elektrik ve ısı enerjisi üretilebilir, üretilen enerjinin birim maliyeti ise yaklaşık 7.5-8 krş/kWh olarak belirtilmektedir. Kojenerasyon sistemleri diğer sistemlere göre %64 oranında daha az yakıt tüketmektedir (Kas, 2012).

Biyogaz motorlu kojenerasyon sistemlerinin verimini artırmak için motor parametrelerinde yapılan küçük değişimlerin; turbo makine, hidrolik ayırıcı gibi diğer parçalar üzerinde yapılan büyük geliştirmelere kıyasla verim üzerindeki etkisinin çok daha fazla olduğu görülmüştür (Doseva ve Chakyrova, 2015).

Kojenerasyon sisteminde motor seçimi oldukça önemlidir. Kullanılan pek çok içten yanmalı motor çeşidi mevcuttur. Kullanılacak olan sisteme ve çalışma güç aralığına bakarak en doğru motor seçimi yapılmalıdır. Aşağıdaki tabloda sistem için kullanılabilecek bazı motorlar maliyet ve verim açısından karşılaştırılmıştır.

Tablo 2 Biyogaz motorlarının maliyet ve verim karşılaştırması (Kabouris vd, 2011).

Motor çeşidi	**ICE(içten yanmalı)**	**Stirling**	**Gaz türbini**
Net elektrik kapasitesi (KW başına)	1,335	40	1,037
Elektriksel verim(%)	39.3	26	24
Toplam kurulum maliyeti	$5,215,000	$5,608,000	$5,796,000
Enerji üretiminde yıllık kazanç ($/yıl)	$1,076,000	$787,000	$835,400

Tablo 2 de içten yanmalı motorlar (ICE), Stirling motorları ve gaz türbinleri özellikleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Kabauris vd. (2011) tarafından gerçekleştirilen çalışmada içten yanmalı motorun, diğer seçeneklerle karşılaştırıldığında verim ve ilk yatırım maliyeti açısından daha avantajlı olduğu görülmüştür.

Tablo 3 de Janbacher biyogaz motorlu kojenerasyon sistemleri için kullanılabilecek içten yanmalı motorların çalışma aralığı, verimi gibi özellikleri verilmiştir.

Tablo 3. Biyogaz motorlu kojenerasyon sistemleri için kullanılabilecek motor çeşitleri ve özellikleri (Jenbacher, 2019).

İçten yanmalı motor çeşidi	Tip2 JMS 208 motor	Tip3 JMS 320 motor	Tip4 JMC 420 motor	Tip6 J620 motor
Elektrik dönüşüm verimi(%)	%46.4	%41.1	%42.2	%43
Çalışma güç aralığı	250-350 kW	600 - 1.100 kW	800-1500kW	1,5-4,4 MW
Devir hızı(rpm)	1500-1800	1500-1800	1500-1800	1500-1800
Kullanım saati(h)	60.000 h	56.000h		60.000h

Türkiye'de bazı firmalar, gaz motorlu kojenerasyon ve trijenerasyon santralleri kurulumu yapmaktadır. Bu şirketlerin Ocak 2015 itibariyle alınan verilere göre doğal gaz tabanlı yakıtlarla çalışan gaz motorlu kojenerasyon ve trijenerasyon santrallerinin toplam kurulu gücü 822,020 MW'tır (Zor, 2015).

Motor seçimi yapılırken ömrüne de dikkat edilmelidir. Motorun sistem içinde kullanış şekli de ömrünü etkilemektedir. Motoru düşük yükte çalıştırmak aşırı ısınmaya neden olur. Motor ömrünün kısalmasına yol açar. Yıllık kullanım süresi 800 saatten az olan motorlar karlı olmayabilir. Kullanılacak sistemle motor verimliliğine karar vermek için sistemin toplam verimi dikkate alınmalıdır (BTSB, 2015).

Biyogaz motorlu kojenerasyon sistemlerinin çalışma maliyetlerini hesaplayabilmek için işletme maliyetleri ve tersinmezliklerden kaynaklanan ekserji yıkım maliyetlerinin birlikte hesaplanması önerilir. Çünkü sistem ekserjisi, enerjinin kalitesini gösterir ve herhangi bir gerçek süreç boyunca korunan bir özellik değildir. Bu nedenle sistem üzerinde yapılacak ekserji analizi oldukça önemlidir (Kurt ve Abuşoğlu, 2019). Gaz motorları sistem içinde ekserji yıkımının en fazla yaşandığı bölümdür. Yüksek ısı kayıpları ve tersinmezlik yüzünden sistemin toplam ekserji yıkımının yaklaşık %73.6'sı bu bölümde gerçekleşmektedir (Akdeniz, 2007). İsa vd (2018) çalışmalarında, çamur stabilizasyonu ile üretilen biyogazın yakıt olarak kullanıldığı bir kojenerasyon

sisteminin ekserji maliyetini hesaplamışlardır. 1 kW elektrik üretmek adına 0.387 m^3 biyogaz yakıtı kullanılması gerekmektedir. Motora giren hava-yakıt ekserji toplamı 4054 kW olarak ölçülmüştür. %73 yıkım oranı ile sistem içindeki en yüksek ekserji yıkım maliyetinin 77.83$/saat ile gaz motorunda oluştuğu belirlenmiştir (İsa vd, 2018).

4.2. Biyogaz Yakıtlı Kojenerasyon Sistemlerinin Faydaları

Biyogaz; yaygın olarak bilinen fosil yakıtlara alternatif yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Yan ürün olan üretilen ısının çürütücülerde kullanılması ile çevrim yüksek verim ile çalışmaktadır. Isı fazlası olma durumunda işletme binaları veya tesis sınırında bulunan seraların ısıtılması da sağlanabilir.

Metan gazı küresel ısınmayı CO_2 gazından çok daha fazla etkilemektedir. 1 kg $C0_2$ sera etkisi = 1GWP iken 1 kg CH_4'ün sera etkisi= 21GWP'dir. Biyogaz motorlu kojenerasyon santrallerinde metan gazı CO_2 + H_2O ya dönüştüğünden, sistem gaz atıkların sera etkisini düşürmektedir. 1 MW elektrik enerjisi üreten bir biyogaz kojenerasyon tesisi yaklaşık 432 m^3/saat biyogaz tüketmektedir. Eğer bu gaz yakılmadan atmosfere salınacak olursa (Hu= 5,5 kW/m^3 kabul edilirse) yaklaşık 3.300 kg CO_2' ye eşdeğer sera etkisi yaratılmış olunur. Ancak kojenerasyon sisteminde CH_4 gaz motoru içinde yakılırsa, ısı ve elektriğe dönüştürülen biyogazın sera etkisi de 440 kg CO_2'e dönüştürülmüş olur. Böylelikle emisyon gazları azaltılır ve daha çevreci bir üretim gerçekleşir (Şenol vd, 2017).

Kojenerasyon sistemlerinin ekonomik ömürleri 100.000 ila 150.000 saat, yaklaşık 12-20 yıldır. Sistemin tam yükte yıl boyunca kesintisiz çalışması, karlılığı maksimum yapmakta ve yatırımın geri ödeme süresini kısaltmaktadır (Çalık, 2019).

Almanya'da 2009 yılında yaklaşık 4.500 işletmede biyogaz motorlu kojenerasyon sistemleri ile elektrik üretimi yapılmıştır. Bu sistemler verim ve emisyon oranı bakımından incelendiğinde enerji maliyetlerinde bir yıl içinde %70 civarında tasarruf sağladığı ve önceki emisyon salınımının yarısı kadar CO_2 salınımı olduğu gözlemlenmiştir. Araştırmalara göre 2030 yılında Almanya'da 100 milyar kWh biyogaz üretilmesi bekleniyor. Bu değer, günümüzde kullanılan doğal gaz miktarının %10'unu oluşturacaktır (Çakır, 2009).

DEĞERLENDİRME

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yere sahip olan Biyogaz, coğrafyanın özelliklerine göre herhangi bir organik kaynaktan üretilebilir. 2019 yılına kadar ülkemizde toplam 444 MW gücünde tesis işletmeye alınmıştır. Biyogazla enerji üretimi için içten yanmalı motorlarda kullanılabilir. Bu tür tesislerinin elektrik verimleri %40 ın üzerine, faydalı kullanım ömürleri ise 20 yıla kadar çıkabilmektedir. Biyogaz teknolojisinden kojenerasyon şeklinde faydalanılması durumunda hem çevreye hem de enerjide dışa bağımlılığın azaltılmasına önemli katkılarda bulunulacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

Abuşoğlu, A., Demir, S., ve Kanoğlu, M. (2013). Biyogaz beslemeli gaz motorlu bir kojenerasyon sisteminin termoekonomik analizi. Isı Bilimi Ve Tekniği Dergisi, sayfa: 9-21.

Akar, S. (2017). Biyogaz yakıtlı kojenerasyon uygulamaları. Türk Kojenerasyon ve Temiz Enerji Teknolojileri Derneği. ICCI 2017.

Akar, E., Genç F., Sağlam, G., Baranak M., Korkmaz, Ö. C., Obut, S. ve Akgün, F. (2009). Evsel mikro kojenerasyon uygulamaları ile enerji verimliliğinin artırılması. II. Enerji Verimliliği Kongresi, 9-11 Nisan 2009, Kocaeli. Bildiriler Kitabı, Yayın No: E/2009/490, s: 109-124.

Akmandor, İ.S., ve Okur, M. (2017). Özgün turbo-döngüsel motor tasarımı, imalatı ve performans değerleri. Sürdürülebilir Havacılık Araştırmalar Dergisi, cilt. 2 (sayı 1), sayfa: 19-25.

Akdeniz, N., İlhan, C., D., Üçgül, İ., Acar, M., ve Bayhan, M. (2007). Doğalgazlı kojenerasyon sisteminin termodinamik analizi ve Süleyman Demirel üniversitesi örneği.

Akdeniz, N. (2007). Doğal gazlı kojenerasyon sisteminin ekserjetik analizi. (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.

Alkan, R. (2013). Fizikokimyasal ve biyoteknolojik metodlar kullanılarak biyogazdan hidrojen sülfürün giderilmesi. Mesleki Bilimler Dergisi. 2(1):35–43.

Armağan, T. (2020), Dağıtık enerji sistemleri (decentralızed grıd) ve dağıtık enerji sistemlerinde kojenerasyon ile bölgesel ısı sistemlerinin önemi. Kojenerasyon Bülteni Dergisi, (sayı 4), sayfa:14, ISSN - 2667-5196.

Arsalis, A. (2019) A comprehensive review of fuel cell-based micro-combined-heat-and-power systems, Renewable and Sustainable Energy Reviews 105, 391–414.

Aydın, M. (2016). Enerji verimliliğinin sürdürülebilir kalkınmadaki rolü. Yönetim Bilimleri Dergisi, 14(28), 409-441.

Bhatia, S. C. (Ed.). (2014). Advanced renewable energy systems,(Part 1 and 2). CRC Press, 490-508

Bilgili, V., Yaldız, O., ve Bilgili, A. (2011). Kompost ve biyogaz tesisi fizibilite raporu. Şanlıurfa.

BTSB (2015). T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Verimlilik Genel Müdürlüğü,. Elektrik Motorlarında Enerji Verimliliği. Ankara.
Calise, F., Cremonasi, C., Vastogirardi, G., and Accadia, M.D. (2015). Technical and economic analysis of a cogeneration plant fueled by biogas produced from livestock biomass. Energy Procedia, 82, 666 – 673.
Çakır, D. (2006). Gaz türbinli kojenerasyon sistemlerindeki olarak incelemeden geçirilmesi (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
Çalışkan, Ş. (2009). Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılık ve enerji arz güvenliği sorunu. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (25), 297-310.
Çallı, İ., ve Bala, H. (2002). Kojenerasyon ve Kemerburgaz çöp arıtma tesisindeki uygulaması. SAU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 6(2), 46-50.
Çıtak, E., ve Pala, P.B. (2016). Yenilenebilir enerjinin enerji güvenliğine etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitütüsü Dergisi, (25), 79-102.
Çalapkulu, S. R. (2020). Kojenerasyon Sistemleri ve Trijenerasyon Sistemleri. Mühendis ve Makine, 53-62.
Çalık, Ö. (2019). Bölgesel ısıtmanın kombine çevrim santrallerinde verimlilik etkisi. Kojenerasyon Bülteni Dergisi, (sayı 2), sayfa: 16.
Çengel, Y., ve Boles, M.A. (2008). Kojenerasyon. Termodinamik mühendislik yaklaşımıyla kitabı, 5. baskı, İzmir: İzmir Güven Yayınevi.
Demir, H , Çıracı, G , Kaya, R , Ünver, Ü . (2020). Aydınlatmada Enerji Verimliliği: Yalova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Durum Değerlendirmesi. Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering, 25 (3), 1637-1652
Deviren, H., İlkılıç, C., ve Aydın, S., (2017). Biyogaz üretiminde kullanılabilen materyaller ve biyogazın kullanım alanları. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi. 7 (2/2): 79-89.
Doseva, N., and Chakyrova, D. (2015). Energy and energy analysıs of cogeneratıon system with biogas engines. Journal of Thermal Engineering, volume. 1 (issue 3), page: 391-401.
El Bassam, N., Maegaard, P., & Schlichting, M. (2013). Distributed renewable energies for off-grid communities: strategies and technologies toward achieving sustainability in energy generation and supply. Newnes, 245-258
Erbıyık, H., Çatal, T., Durukan, S., Topaloğlu, D.G., Ünver, Ü., (2021) Assessment of Yalova University Campus According to LEED V.4 Certification System. Environmental Research and Technology. 1(2), 1-17
Erdem, H.H., Sevilgen, S.H., Çetin, B., ve Akkaya, A. (2004). Kojenerasyon sistemlerindeki yakıt fiyatlarının ve birim yakıt maliyetlerinin analizi. Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, sayfa: 128-138.
EVÇED, (2014). Kojenerasyon Değerlendirme Raporu. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.
Gholizadeh, T., Vajdi, M., and Rostamzadeh, H. (2019). A new biogas-fueled bi-evaporator electricity/cooling cogeneration system: Exergoeconomic optimization. Energy Conversion and Management Journal, volume. 196, page: 1193-1207.
Gül, Ö., ve Beltir, V. (2015). Bir ticari işletmede kurulacak kojenerasyon veya trijenerasyon sistemlerinin ekonomik analizi. IV. Elektrik Tesisat Ulusal Kongre Ve Sergisi Bildirileri, İzmir. https://www.emo.org.tr/ekler/d0a908a45fb9df6_ek.pdf
Gümüşçü, M., ve Uyanık, S. (2010). Güneydoğu Anadolu Bölgesi Hayvansal Atıklarından Biyogaz ve Biyogübre Eldesi. Tesisat Mühendisliği Dergisi, sayfa: 59-65.
Gün, R. (2009). Kojenerasyon sistemlerinin ekonomik analizi ve uygulama.(Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
Hacıoğlu, L. (2019), Lisanssız kojenerasyon santrali işletmeye açılıncaya kadar yapılması gereken işler, Kojenerasyon Bülteni, (sayı: 02), sayfa: 20.
Hazar, H., Öner, C. (2007). CrN kaplamanın bir dizel motoru üzerindeki etkileri.
Heesen, F., (2019). An interdisciplinary analysis of heat energy consumption in energy-efficient homes: essays on economic, Technical and Behavioral Aspects, volume. 77, page: 260-264.
Işık, E., & İnalli, M. (2005). Kojenerasyon ve bölgesel ısıtma sistemlerindeki gelişmeler. Mühendis ve Makina, 46(550), 22-29.
Isa, N.M., Tan, C.W., ve Yatim, A.H.M., (2018). A comprehensive review of cogeneration system in a microgrid: A perspective from architecture and operating system. Renewable and Sustainable Energy Reviews, volume 81, part 2, Page: 2236-2263.
Jenbacher. (2019). Topkapı endüstri malları ticareti A.Ş.
Kabouris, J., Forbes, R.H., Shea, T., ve Engelmann, M. (2011). Biogas Cogeneration System Sizing and Payback Based on Weekly Patterns of Anaerobic Digestion and Biosolids Dryer Operation. DOI:10.2175/193864711802862789
Kanoğlu, M. (2010). Enerji verimliliği örnekleri projeleri. Gaziantep. http://www.pw.com.tr/ss/upload/upload2263.pdf
Kaplan, M., ve Büker, M.S. (2019). Konutlarda paket tipi kojenerasyon ile yerinde enerji üretimi - Konya şartlarında uygulama. Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi, 7(4), 749-767, DOI: 10.36306/kojes.654923.
Karanfil, G., Göçen, B., İnanç, F., Karayel, H. C. ve Ünver, Ü. (2021). Evsel Kojenerasyon Sistemleri. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (25), 198-206. DOI: 10.31590/ejosat.889188
Karanfil, G., Ener Ruşen, S., Poyraz, Ş.N., Can, M. (2020) Atık Isı Geri Kazanım Sistemleri ve Isıl Verim Parametrelerinin Deneysel İncelenmesi, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 19, 127-137.
Kas, Ö. (2012). Isıtma, soğutma, klima ve sıhhi tesisat Dergisi, sayfa: 30-33.

Kasap, A., Aktaş, R., Dulger, E., (2012). Economic and Environmental Impacts of Biogas, Tarım Makinaları Bilimi Dergisi. 8 (3), 271-277.
Kavak, K. (2005). Dünyada ve Türkiye'de enerji verimliliği ve Türk sanayisinde enerji verimliliğinin incelenmesi. (Uzmanlık tezi). Ankara.
Kılkış, B. 2019. Yeşil Hava Limanlarında Beraber Isı ve Güç Sistemleri, Termodinamik Dergisi, Sayı 318,62-74. Pravadalıoğlu, S. (2012). Kojenerasyon Sistemleri ile Yerinde Enerji Üretimi. Türk Tesisat Mühendisleri Derneği, Isıtma, Soğutma, Havalandırma, Klima, Yangın ve Sıhhi Tesisat Dergisi , 77 , 24-28.
Kurt, Ö.F., ve Abuşoğlu, A. (2019). Biyogaz motorlu bir birleşik ısı ve güç üretim sisteminin genetik algoritma yöntemi ile optimizasyonu. Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, cilt. 4 (sayı 1), sayfa: 109-116.
Loreti, G., Facci, A.L., Peters, T., Ubertini, S. (2019) Numerical modeling of an automotive derivative polymer electrolyte membrane fuel cell cogeneration system with selective membranes, International Journal of Hydrogen Energy, 44, 4508-4523.
Mancarella, P. (2009). Cogeneration systems with electric heat pumps: Energy-shifting properties and equivalent plant modelling. Energy Conversion and Management, volume. 50(8), 1991-1999.
Meriç, G. (2019). Petrol rafinesinde kojenerasyonla buhar üretiminin önemi. Türkiye Kojenerasyon Derneği.
Milcarek, R.J., Ahn, J., Zhang, J. (2017) Review and analysis of fuel cell-based, microcogeneration for residential applications: Current state and future opportunities, Science and Technology for the Built Environment, 23, 1224-1243.
Mustafai, N. N., Raine, R.R., and Bansal, P.K. (2008) the use of biogas in internal combustion engines: A review. ICES2006-1306, s: 225-234. DOI: 10.1115/ICES2006-1306
Olcha, A.S. and Garcia, M.P. (2019). Cogenerstion systems, Buildings 2020, 213-254. DOI: 10.24427/978-83-65596-73-4_7.
Onovwiona, H.I., and Ugursal, V.I. (2006). Residential cogeneration systems: review of the current technology. Renewable and Sustainable Energy Reviews, (10), 389-431.
Onovwiona, H.I., Ugursal, V.I., and Fung, A.S. (2007). Modeling of internal combustion engine based cogeneration systems for residential applications. Applied Thermal Engineering, 27, 848-861.
Pravadalıoğlu, S. (2012). Kojenerasyon Sistemleri ile Yerinde Enerji Üretimi. Türk Tesisat Mühendisleri Derneği, Isıtma, Soğutma, Havalandırma, Klima, Yangın ve Sıhhi Tesisat Dergisi, 77, 24-28.
Rasi, S., Veijanen, A., and Rintala, J. (2007). Trace compounds of biogas from different biogas production plants, Energy, volume. 32 (issue 8), page: 1375–1380.
Santos, R.G., Faria, P.R., Silva, J.A.M., and Orrego, D.F., (2016), Thermoeconomic modeling for CO2 allocation in steam and gas turbine cogeneration systems, Energy, 117(2), 590-603.
Savaş, A.Ö. (2018). Organik atıkların kullanıldığı 1000 başlık bir biyogaz tesisinin projelendirilerek imalat ve üretim maliyet analizlerinin belirlenmesi. (Yüksek lisans tezi). Uludağ Üniversitesi, Bursa.
Sertkaya, G., ve Yılmaz, M. (2017). Hatay ili örtüaltı organik domates yetiştiriciliğinde bazı begomovirüslerin enfeksiyon oranları ile doğal taşınması ve diğer konukçularının araştırılması, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 22 (1): 1-15.
Sevinç, E. (2018). Enerji verimliliğinde kojenerasyon Sistemleri. Enerji Zamanı Dergisi, (1), 26-27.
Sipilä, K. (2016). Cogeneration, biomass, waste to energy and industrial waste heat for district heating. Advanced District Heating and Cooling (DHC) Systems, page: 45-73.
Şenol, H., Elibol, E.A., Açıkel, Ü., Şenol, M. (2017). Türkiye'de Biyogaz Üretimi İçin Başlıca Biyokütle Kaynakları. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, cilt. 6 (sayı 2), sayfa: 81-92.
T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2009) Biyogaz klavuzu.
Tokgöz, N., ve Özgün, Ö. (2019). Atık ısı geri kazanım sistemlerine yönelik literatür araştırması ve sanayiden örnek vaka incelemesi. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, cilt. 34 (sayı 2), sayfa: 57-72.
Unver, U., Kılıç, M., (2007). Second Law Based Thermoeconomıc Analysıs Of Combıned Cycle Power Plants Consıderıng The Effects Of Envıronmental Temperature And Load Varıatıons, Int. J. of Energy Research, 31 (2), 148-157 (DOI: 10.1002/er.1239).
Unver, U., Kılıç, M., (2014) Performance Estimation of GasTurbine System via Degree-Day Method, Progress in Exergy, Energy, and the Environment. SPRINGER 2014, Part II: Energy.pp 553-558. DOI:10.1007/978-3-319-04681-5_51
Unver U and Kilic M., (2017) Influence of environmental temperature on exergetic parameters of a combined cycle power plant. International Journal of Exergy. 22(1), 73-88. DOI: 10.1504/IJEX.2017.10001110
Unver U., Kelesoglu, A., Kilic, M., (2018) A Novel Method for Prediction of Gas Turbine Power Production: Degree-Day Method. Thermal Science, Vol. 22, Issue Suppl. 3, pp: 809-817. https://doi.org/10.2298/TSCI170915015U
Unver U., Ozkara G., Bahar E.M. (2018) A Design Approach for Cooling Gas Turbine Intake Air with Solar-Assisted Absorption Cooling Cycle. In: Nižetić S., Papadopoulos A. (eds) The Role of Exergy in Energy and the Environment. Green Energy and Technology. pp 125-137, Springer, Cham
Üçgül, İ., & Elibüyük, U. Üniversite Yerleşkeleri İçin Doğalgazlı Trijenerasyon Sisteminin Değerlendirilmesi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 3(2), 105-109.
Ünver, Ü., 2004. Doğalgaz Çevrim Santralinin Meteorolojik Şartlara Bağlı Olarak Termodinamik Analizi. Doktora Tezi, Bursa.165 s

Ünver, Ü., Kılıç, M., (2005) Çevre Sıcaklığının Bir Kombine Çevrim Güç Santralinin Performansına Etkisi, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 10(1), 49-58.
Weliand, P. (2010). Biogas production: Current state and perspectives. Applied Microbiology and Biotechnology. 85 (4): 849-860.
Yağlı, H., ve Koç, Y. (2019). Hayvan gübresinden biyogaz üretim potansiyelinin belirlenmesi: adana ili örnek hesaplama, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, cilt. 34 (sayı 3), sayfa: 35-48
Yanık, E. (2020), IEA Küresel Enerji Yatırımları 2020 Raporu, Aylık Enerji Bülteni Dergisi, sayfa: 4.
Yeşilkaya, M.Ş. (2013). Hayvansal artıklardan biyogaz üretimi ve benzinli motorlarda kullanılabilirliğininin deneysel araştırılması, (Yüksek Lisans Tezi). Fen Bilimleri Enstitüsü, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
Yılmaz, A. (2019), Türkiye'de biyogaz üretimi ve kurulu santrallerin ürettiği elektrik enerjisi, ID: 2019.4.1.5A02112.
Yılmaz, A., Ünvar, S., Koca, T., ve Koçer, A. (2017). Türkiye'de biyogaz üretimi ve biyogaz üretimi istatistik bilgileri, DOI: http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2017.12.4.2A0129
Yılmazoğlu, M., Timoçin, A., Şenlik, A., Al, K. ve Ünver, Ü. (2021). Enerji Verimli Binalar İçin Yakıt Pili Kojenerasyon Sistemlerinin İncelenmesi . El-Cezeri, 8 (2), 766-781 . DOI: 10.31202/ecjse.875033
Yöntem, M. A. (2011). Küçük ölçekli kojenerasyon sistemlerinin verimliliğinin incelenmesi. (Yüksek lisans tezi). Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta
Zor, K., Teke A., Çelik, Ö., ve Barghı Latran, M. (2015). Türkiye'de gaz motorlu kojenerasyon santralleri ile elektrik enerjisi üretimi.
Zor, K., Teke, A., ve Çelik, Ö. (2015). Biyogaz Motorlu kojenerasyon santralleri ile yenilenebilir enerji üretimi. IV. Elektrik Tesisat Ulusal Kongre ve Sergisi, 21-24 Ekim 2015 İzmir. Bildiriler Kitabı 1-7.
Zor, K. (2015). Developing a software program to determine the optimal capacity rating of cogeneration and trigeneration plants driven by gas engines for unlicensed generation of electricity, (Yüksek lisans tezi). Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Çukurova Üniversitesi, Adana.
Börjesson, P., and Berglund, M. (2006). Environmental systems analysis of biogas systems—Part I: Fuel-cycle emissions. Biomass and Bioenergy, volume. 30 (issue 5), page: 469-485. DOI: 10.1016 / j.biombioe.2005.11.014.

ORAL PRESENTATION

The importance and applications of reactive power compensation in PV power systems

Altan KALAY [1*] (https://orcid.org/0000-0002-4930-7172.*org*) , Koray ÜLGEN[2] (https://orcid.org/0000-0002-9560-1727), Ali AĞÇAL[3] (https://orcid.org/0000-0003-0965-4038)

[1*] Muğla Sıtkı Koçman University, Yatağan Vocational School, Muğla, TURKEY

[2] Ege University, Solar Energy Institute, Bornova, İzmir, TURKEY

[3] Süleyman Demirel University, Engineering Faculty, Electric-Electronic Engineering, Isparta, TURKEY

* altankalay@mu.edu.tr

Abstract

In a PV-based power system, energy quality and energy efficiency can be considered critical issues. In this regard, while designing PV systems, applications are carried out to ensure power quality and energy efficiency. Some of these applications are active harmonic filtering and reactive power compensation. When PV power systems are connected to the grid or directly to the load, inductive or capacitive loads demand reactive power. Reactive power is not converted into work by the receivers, and they create heat and energy loss on the system hardware. For this reason, reactive power control is carried out in power systems through reactive power compensation. In this paper, the energy efficiency to be obtained by applying the reactive power compensation method and techniques used in PV systems are explained.
Keywords: PV Systems, reactive power compensation, power factor, energy efficiency, d-STATCOM

INTRODUCTION

Reactive power requirement in loads and networks brings extra load on power systems and system components and decreases power quality. Because the reactive power in the system will create an additional heat effect as it puts unnecessary load on the system components and will cause a decrease in the total system efficiency. At the same time, the extra reactive power in the system will bring more costs in terms of installation and operation of the system, as the use of more significant powerful components is required in the system (Kahn and Baldick, 1994). To avoid this situation, it is necessary to control the electrical phase difference between current and voltage. Because of this reason, monitoring and controlling voltage and power factors are some main aims of power engineering (Bernáth and Mastný 2012).

The most fundamental determinant parameter of phase difference in electrical systems is the power coefficient. The fundamentals of many compensation systems are designed based on the mathematical modelling of load and other system components. Reactive power problems are always related to the voltage profile, power factor, losses and stability of power systems (Ayalew et al., 2019). Reactive power compensation is essential for grid voltage needs and required power quality in PV power systems. Due to frequent variations of some loads (harmonic and reactive) connected, power quality issues occur.

Thus, the requirement of reactive power compensation in the micro-grid is necessary to compensate for the supply and load side disturbances. Most of the loads are inductive loads requiring reactive power because of low-value power factors (Siddalinga et al., 2013). Inductive loads such as induction motors, capacitive loads such as UPS consume reactive power and active power due to their energy source characters. The system's increase in reactive power consumption will also cause the power factor ($cos\ \varphi$) to decrease. Power factor adjustment decreases the efficiency as it increases thermal losses if used in long-distance energy transmissions. İnstead will be more efficient to RPC as close to the load as possible. Low power factor has some effects on transmission lines as listed below (Ganiyu et al., 2015, Marsteller, 2018, Choi, 1998.);

1. The transformers at power stations and sub-stations draw the magnetizing current
2. More power with low power factor flow through the systems.
3. The generated KVA and KW capacities will have a low power factor. The efficiency of the generator is decreased.

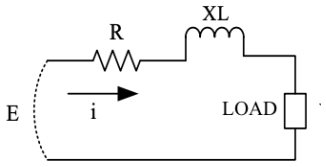
4. The transformers connected to transmission lines and distribution feeders will have the effect of the decrease in kW capacity with the reduction in power factor and an increase in line voltage; thus, transformers are adversely affected.
5. Low power coefficient affects switchgear and busbar: the cross-sectional area of busbars and the contact bars account for the same amount of power to be delivered at low power factors.

In medium voltage (MV) distribution systems, the most reactive power compensation is done with classic (passive) technologies (Vlahinić et al., 2019). New technologies such as static variable compensator (SVC), static synchronous compensator (STATCOM) is mainly used in high voltage (HV) transmission systems. The D-STATCOM is simply presented by a reactive power injection model (Rezaeian-Marjani et al., 2020). However, there are cases where the use of grid-connected photovoltaic (PV) system inverters is recommended for reactive power generation in distribution systems (Braun, 2008)

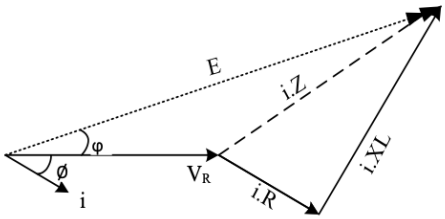
MATERIAL AND METHOD

PV Systems have various modes of operation, such as grid-connected and stand-alone. Therefore, different RPC techniques are applied in other PV systems. For example, since PV systems with Stand-Alone, micro-grid feature feed loads with specific characteristics, the RPC design to be developed in these systems is carried out depending on the load characteristics and parameters. In this study, different RPC techniques in other PV systems are discussed.

System parameters data is obtained through the necessary modelling and equations for RPC. The equations and diagrams analyzed here also form the basis of all RPC techniques. Current-voltage and power phasor diagrams before and after shunt RPC application in the system are as follows (Fig. 1,2,3);

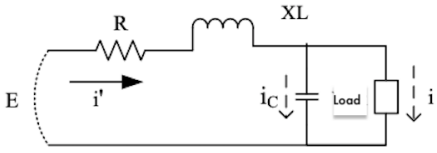


(a)

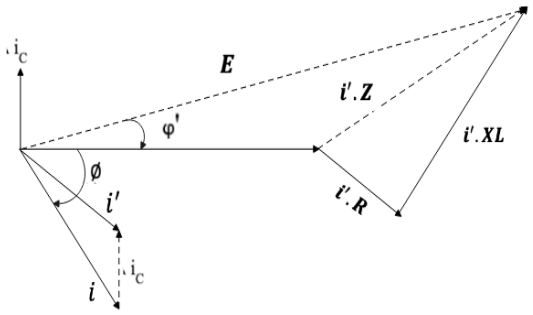


(b)

Figure 1. (a) Single-line diagram of an uncompensated transmission line, (b) An Uncompensated Single-Transmission line Phasor diagram.



(a)



(b)

Figure 2. (a) Single-line Diagram of a Shunt RPC Transmission Line, (b) Single Line Diagram of a Shunt Compensated Phasor diagram.

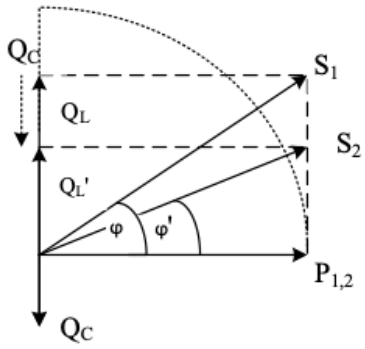


Figure 3. RPC Process Power's diagram

The terms specified in Figure 3 are calculated with the following equations' help.

$$S_1 = \sqrt{(P_1^2 + Q_L^2)} \quad (1)$$

$$S_2 = \sqrt{(P_2^2 + Q_{L'}^2)} \quad (2)$$

$$P_1 = \sqrt{3}.u.i.cos\ cos\ \varphi \quad (3)$$

$$P_2 = \sqrt{3}.u.i'.cos\ cos\ \varphi' \quad (4)$$

$$Q_C = P_{1,2}.(tg\ \varphi - tg\ \varphi') \quad (5)$$

$$Q_t = i^2\ .R.t \quad (6)$$

$$i = \frac{\sqrt{P_1^2+Q_L^2}}{V_1} \quad (7)$$

$$i' = \frac{\sqrt{P_2^2+Q_{L'}^2}}{V_2} \quad (8)$$

$$ccc = \frac{i-i'}{i'} \quad (9)$$

The meanings of the terms mentioned in the above equations are explained below.
P_1, P_2; active power without and with RPC, ΔQ_c; RPC capacitor value (supplied by capacitors), Q_L, Q_L'; reactive power without and with RPC, S_1, S_2; apparent power without and with RPC, i, i'; line current without and with RPC, Q_T; thermal energy, ccc; system current carrying capacity, φ, φ'; phase angle without and with RPC.

Firstly; A micro-scale, stand-alone PV system with RPC applied and feeding a 1.1 kW 3-phase motor is investigated. Since the system specifically feeds a load, RPC control algorithms are based on the electrical characteristics and parameters of the load. Subsystem designs obtained in previous networks combined in this network and Simulink modelling of the system as a whole was obtained (Fig.5). Designed electrical circuits, performance data obtained before and after the RPC due to the simulation were the basis for the experimental setup.

The RPC process in this system was carried out in 3 different stages. These are (Kalay, 2021);

1. Measuring and analyzing the reactive power and circuit power factor demanded by the load.
2. Designing the RPC system necessary for the system.
3. Obtain the necessary optimization by applying RPC to the total system (Figure 4).

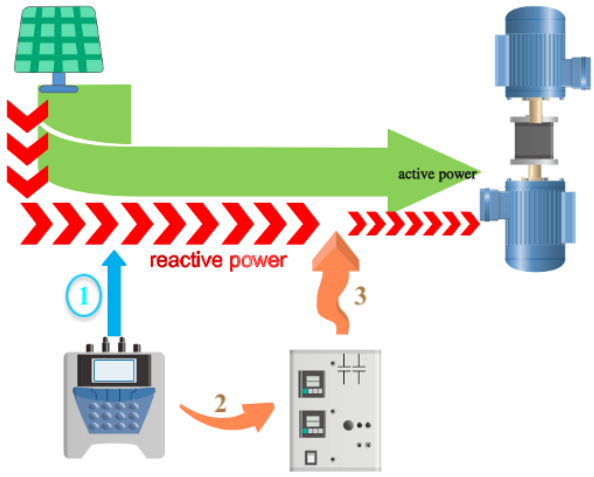


Figure 4. RPC Steps on Stand-Alone System

After the method was determined in the study review, mathematical modelling of all the components that make up the system was developed (Kalay et al., 2021). The infrastructure that would form the basis for MATLAB-Simulink modelling studies was created (Figure. 5).

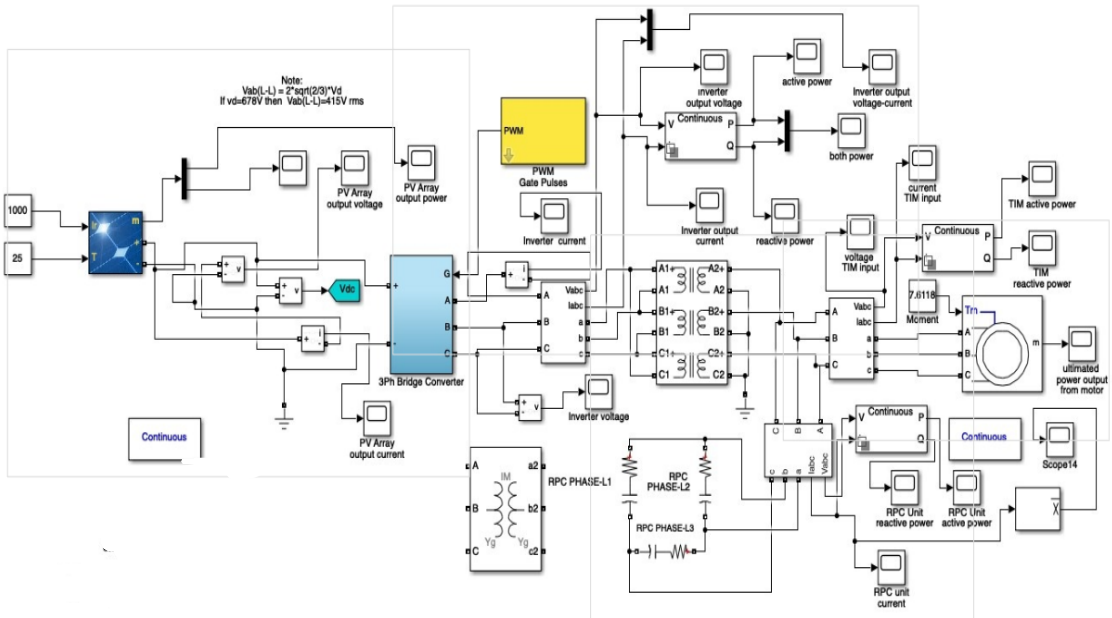


Figure 5. Simulink Modelling of General System

The second study is the RPC applied in the PV SYSTEM, grid-connected and performs a local load supply. When evaluated in terms of grid-connected systems, loads fed directly by the grid are generally inductive

loads. Such loads tend to consume inductive-reactive power. Here, the voltage source converter (VSC, d-STATCOM) RPC technique applied in a grid-connected PV system, whose primary function is to transfer the active power it produces to the grid, is reviewed. d-STATCOM performs the RPC operation by regulating the amount of reactive power or voltage absorbed from the power system (Figure 6). Due to faster response and less dependence on voltage terminal voltage value, STATCOM has better performance than SVC (Han et al., 2021).

The d-STATCOM control strategy consists of 2 parts; link DC link voltage and internal control loop. A method based on instantaneous reactive power theory has been followed (Hui et al., 2016).

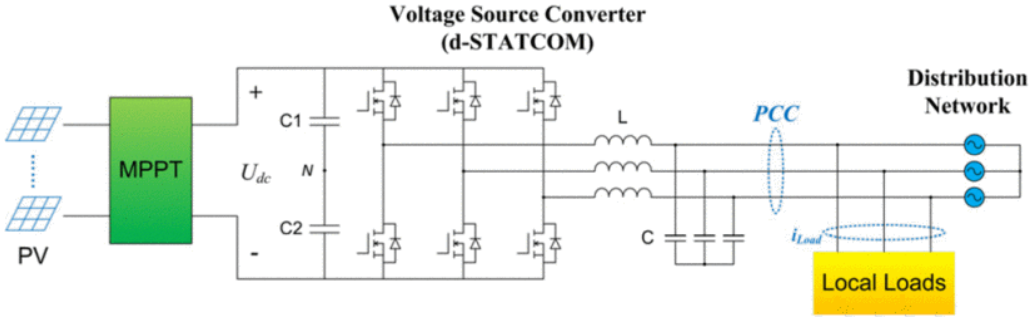


Figure 6. System Structure

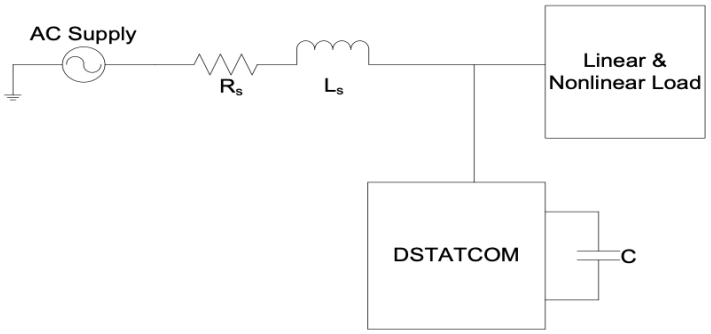


Figure 7. Schematic of a D-STATCOM control.

The major components of a DSTATCOM are shown in Figure 7. It consists of a dc capacitor, three-phase inverter (IGBT, thyristor) module, ac filter, coupling transformer and a control strategy (Baggini, 2008).

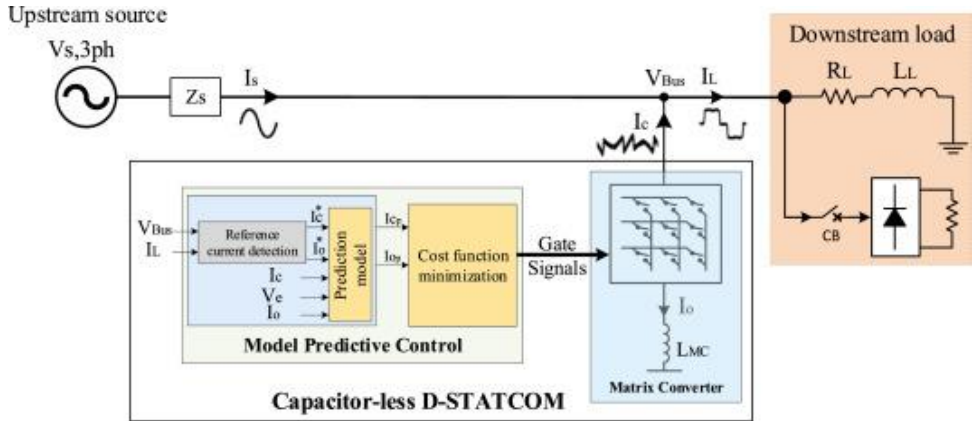


Figure 8. Applying Schematic diagram of d-STATCOM.

Nine bidirectional switches, a three-phase input filter and an output choke connected to the output side of the converter Figure 8 show additional details of the system and the proposed capacitor-less D-STATCOM. The D-STATCOM in the figure consists of the MC unit connected to the output chokes, and the controller unit consists of the reference current generator and the MPC. The MATLAB-Simulink modelling designed for this system can be seen in figure 9 (Wesam et al., 2020).

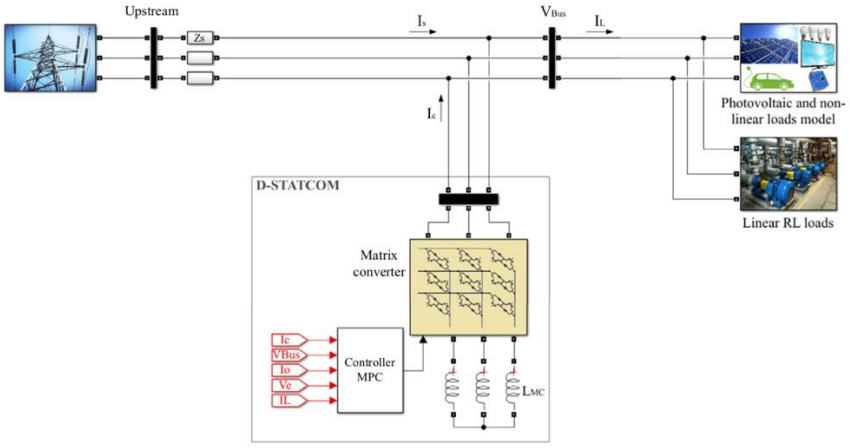


Figure 9. Simulation Model of the System.

Last, in some grid-connected PV Systems, a specific RPC application is not performed. Because some inverters provide reactive power generation, all distributed generators connected to the distribution system can generally supply reactive power through power inverters. This possibility has been considered in many grid revisions; thus, many PV inverters currently on the market can supply reactive power.

Several potential advantages of generating reactive power by PV inverters concerning passive solutions can be emphasized:

- Inverters can generate both inductive and capacitive power,
- The generated power can be adjusted sensible and fast when needed,
- There is no need for additional investment costs if existing inverters are used.

RESULTS AND DISCUSSION

As a result of the stand-alone PV System RPC modelling and simulation process, the result values of the experimental RPC application of the system were obtained. The experimental setup was carried out at the last stage, and the final study results were reached. Thus, the RPC process was finalized, an increase was achieved in system performance due to the current carrying capacity of the system. The curve outputs of the system performance and the mathematical function equation of this development are shown in Figure 10.

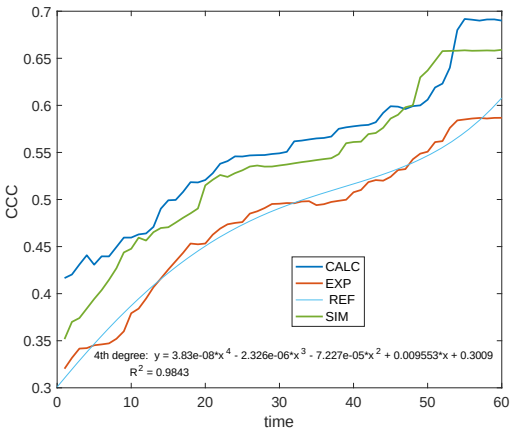
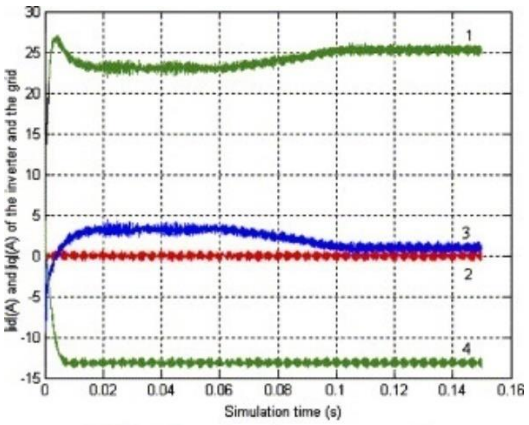


Figure 10. Current Carrying Capacity Curves and Mathematical Functions.

When the grid-connect PV System simulation modelling results where RPC is provided by inverters only are reviewed, it considers active and reactive currents can be controlled, respectively, making it possible to realize active power supply and RPC simultaneously.

Here, RPC simulation is provided directly by the inverter in grid-connected PV systems. The inverter current divides the current into two parts as active and reactive currents. Curves 1 and 3 show that when the photocurrent of the PV array decreases, the grid's active current increases while the inverter's active current

decreases. The reactive current produced by the inverter is equal to that of the load and ensures that the reactive current of the grid is zero. In addition, this reactive current is not affected by variable solar energy.



1,2-The active and reactive components of the grid current.

3,4-The active and reactive components of the inverter current

Figure 11. Active and reactive currents of the inverter

In Figure 11, active current increases while reactive current decreases. However, the amplitude of the output current does not change, so when the output of the inverter reaches a steady-state, the entire output capacity of the inverter remains unaffected (Huajun et al., 2005).

Fig. 12 shows the simulation results of source voltage and current before and after D-STATCOM is connected. It can be noticed that the D- STATCOM is connected at t 1⁄4 0.1, and the D-STATCOM was able to provide the required compensation to make the source current sinusoidal (Rohouma et al., 2020).

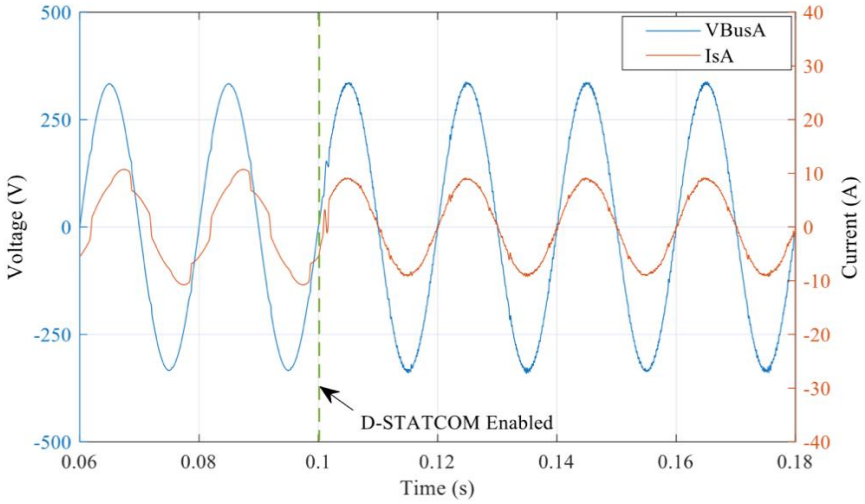


Figure 12. Simulation results of the source voltage (VBusA) and current (IsA) with nonlinear and linear loads. After the D-STATCOM is enabled, the source current is in-phase with the source voltage and distortion-free.

CONCLUSION

If compensation is required for a stand-alone PV system, compensation operations can be performed individually or centrally based on loads. Although traditional techniques are widely used in these applications, faster and more effective results can be obtained with power electronics-based switching technologies such as an operating system with a thyristor or IGBT.

Simulation and experimental results of the different use cases presented in this paper show that the proposed capacitor-less D- STATCOM can provide the required power factor correction and harmonic mitigation to the nonlinear loads connected at the low voltage side of the distribution network. This design also performs active harmonic filtering; it emerges as another factor that increases system performance and power quality. Although solar inverters perform the compensation process in some PV systems, this situation brings some losses in

itself. Specific reactive losses in PV inverters will depend on inverters' efficiency curves, generated active power and set power factor.

Regardless of which operating system a PV system has (grid-connected, stand-alone), applying RPC will inevitably increase system efficiency, system uptake carrying capacity, and overall system performance. However, different RPC techniques can be used according to other operating PV operating modes and different load regimes. Developing the RPC technique according to the designed system is a decisive factor in system optimization.

REFERENCES

A.A Ganiyu. O. O Olawale., "Research Article; Effect of Reactive Power Flow on Transmission Efficiency and Power Factor", *International Journal of Recent Scientific Research, Vol.6, Issue 7*, 2015, pp.5249-5253

A. Baggini, "Handbook on power quality," John Wiley & Sons, New Jersey, USA, 2008.

A. Kalay, K. Ulgen, A. Ağçal, A. (2021). Reactive Power Compensation Based Optimization of Micro-Scale Stand-Alone Photovoltaic Systems. Mugla Journal of Science and Technology, 7 (1),2021, 25-35. DOI: 10.22531/muglajsci.824451

A. Kalay, Optimization of a Stand-Alone PV System Feeding a 1 kW Value Asynchronous Motor by Digital Compensation Way, PhD Thesis, Ege University, İzmir, Turkey, 2021.

Braun, M. Provision of Ancillary Services by Distributed Generators Technological and Economic Perspective. PhD Thesis, University of Kassel, Kassel, Germany, 2008.

E. Kahn, R. Baldick, "Reactive power is a cheap constraint", *The Energy Journal, Vol.15, No 4*, 1994, pp.191- 201.

F. Ayalew, S. Hussen, G.K. Pasam 2019. Reactive Power Compensation: A Review. International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology, 2019 Vol. 3, Issue 11, ISSN No. 2455-2143, Pages 1-7

F. Bernáth, P. Mastný 2012. Power Factor Compensation of Photovoltaic Power Plant, Available at: https://core.ac.uk/reader/295548557 [17.10.2021].

G.F Marsteller, "Analytical notes on the economics of power factor correction", Journal of the Institution of Electrical Engineers, Vol.6, No.6, pp.975-983, 2008.

J.Y Choi, S. Rim, J. Park, "Optimal real-time pricing of real and reactive powers", *IEEE Transactions on power systems, Vol.13, No 4*, 1998, pp.1226-1231.

J. Han, S. Khushalani- Solanki, J. Solanki and J. Schoene, "Study of unified control of STATCOM to resolve the Power quality issues of a grid-connected three-phase PV system," 2012 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies (ISGT), 2012, pp. 1-7, DOI: 10.1109/ISGT.2012.6175773.

L. Hui, Y. Huang and J. Lu, "Reactive power compensation and DC link voltage control using Fuzzy-PI on grid-connected PV system with d-STATCOM," 2016 IEEE PES Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC), 2016, pp. 1240-1244, DOI: 10.1109/APPEEC.2016.7779691.

S. Vlahinić, D. Franković , V. Komen and A. Antonić 2019. Reactive Power Compensation with PV Inverters for System Loss Reduction, Energies 2019,12,4062.

S. Rezaeian-Marjani, S. Galvani, V. Talavat, M. Farhadi-Kangarlu, Optimal allocation of D-STATCOM in distribution networks including correlated renewable energy sources, International Journal of Electrical Power & Energy Systems, Volume 122,2020,106178.

Siddalinga. S. Nuchhi, B. S. Raghavendra, Dr S. G. Ankaliki, "Effect of Reactive Power Compensation on Voltage Profile", *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)ISSN: 2278-0181www.ijert.org Vol. 2 Issue* 6, 2013.

Y. Huajun, P. Junmin, A. Xiang, A multi-function grid-connected PV system with reactive power compensation for the grid, Solar Energy, Volume 79, Issue 1, 2005, Pages 101-106.

W. Rohouma, & R. Balog, & A. Peerzada, & Begovic, M.. (2019). D-STATCOM For Harmonic Mitigation In Low Voltage Distribution Network With High Penetration of Nonlinear Loads. Renewable Energy. 145. 10.1016/j.renene.2019.05.134.

ORAL PRESENTATION

Patlayıcıların Detonasyon İncelemelerinde Kullanılan Plaka Hızlandırma Testi için Düzlemsel Şok Dalga Oluşumuna Düzlemsel Dalga Merceği Geometrisinin Etkisi

Sadık Samet BALKOCA[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9937-2335*),
Şenol BAŞKAYA[2] (*ORCID: https://orcid.org/*0000-0001-9676-4387)

[*1] Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Savunma Sanayii Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü, Ankara, TÜRKİYE
[2] Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Ankara, TÜRKİYE

*Sorumlu yazar e-mail:samet.balkoca@gmail.com

Özet
Patlayıcıların detonasyonu ve katı malzemelerin yüksek basınç yükü altındaki davranışlarını incelemek için farklı yaklaşımlar kullanılmaktadır. En etkin yöntemlerden biri plaka hızlandırma yöntemidir. Düzlemsel dalga merceği (PWL), plaka hızlandırma testlerinin ateşleme sisteminde düzlemsel şok dalgası elde edilmesi için kullanılır. Düzlemsel dalga merceği tasarımında çalışılan yöntemlerden biri de kolay ve ucuz olması nedeniyle inert malzemeden dalga şekillendirici kullanımıdır. Bu çalışmanın amacı, inert malzemeden üretilen dalga şekillendirici geometrisinin plaka deformasyonuna etkisinin incelenmesidir. Üretilen şok dalgası, ateşleme sistemi içerisinde bulunan dalga şekillendiricisi üzerinden plakaya iletilerek hızlandırılan plakanın uçuşu sırasında şekil değişimi incelenmiştir. Bunun için teflon malzemeden yarı küresel dalga şekillendirici ve koni biçimindeki polimer malzeme içerisine dökülmüş yüksek enerjik malzeme kullanılmıştır. Düzlemsel dalga merceğine ait dalga şekillendirici geometrisi modellenerek hidrodinamik akış çözücü paket programı olan SPEED yazılımında plaka hızlandırma testinin simülasyonları yapılmıştır. Farklı yarı küresel genişlikleri denenerek SPEED hidrokodunda metal plakanın kenar ve merkez arasındaki süre farkları zamana bağlı olarak karşılaştırılmıştır.
Anahtar Kelimeler: Düzlemsel dalga, şok dalgası, plaka hızlandırma, detonasyon.

Abstract
To define explosive detonation and solid material behaviour under high pressure load, different approaches are used. One of the most effective methods is plate acceleration. Plane wave lens (PWL) is used to form planar shock wave in firing systems for plate acceleration tests. One of the most attractive areas for working on plane wave lens design is to use a wave shaper made of an inert material, since it is cheap and easy to produce . The purpose of the paper is to review wave shaper geometry effects on plate deformation in plate acceleration tests. The produced shock wave, which is transmitted through the wave shaper to the plate, the plate deformation is reviewed during this flight. For this purpose, a semispherical wave shaper made of an inert material and conical booster liner made of a polymer material, in which a high energy explosive is placed was used. By modelling the geometry of the wave shaper of the plane wave lens, plate acceleration tests were simulated in a hydrodynamic computational fluid solver software, SPEED. Time differences of the plate center and edge position were compared in SPEED simulations for different semispherical diameters of the wave shaper.
Keywords: Planar wave, shock wave, plate acceleration, detonation.

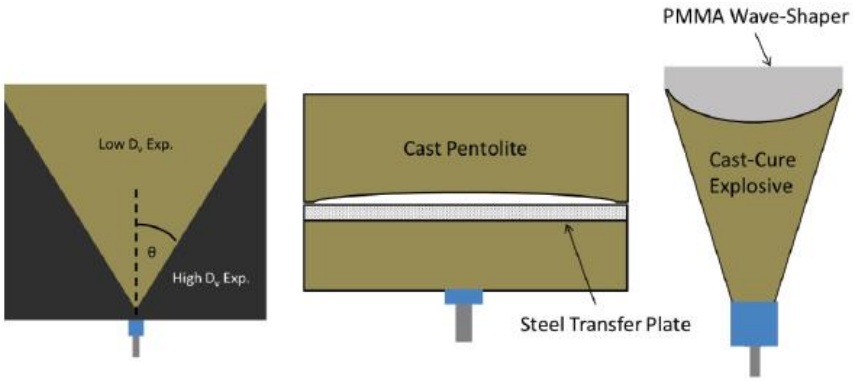
GİRİŞ

Plaka hızlandırma yöntemi kullanılarak literatürde pek çok çalışma yapılmıştır. Patlayıcı hal denklemleri ile metal malzeme hal denklemleri ve mukavemet modelleri elde edilmiştir (Rohr ve ark., 2004). Patlayıcıların detonasyon sonrası davranışları oldukça karmaşıktır ve genellikle detonasyon sonrası gaz ürünlerinin hızlandırdığı metal parçacıkların hız geçmişi kullanılarak elde edilir. Detonasyon dalgasının plaka yüzeyine ulaşması sonucu hızlanmaya başlayan plaka, detonasyon ürünlerinin genleşemeye devam etmesi sonucu yeni şok dalgaları oluşarak hızlanmaya devam eder. Hızlanmaya başladığı andan itibaren en yüksek hızının %99'una kadar olan hız geçmişi detonasyon ürünlerinin hal denklemlerinin belirlenmesi için kullanılmaktadır. Başta Alüminyum katkılı patlayıcılar olmak üzere literatürde bu konuda pek çok çalışma yapılmıştır (Liu ve ark., 2018). Ayrıca metal malzemelerin yüksek basınç altında davranışını belirlemek için de metal plaka önünde patlayıcı infilak ettirilebilir. Bir metal yüzeyinde bulunan patlayıcı infilak ettirilmesi sonucu oluşan

detonasyon dalgası metal yüzeye çarptığı anda basınç seviyesi 20-30GPa değerine ulaşabilir. Plaka içerisine iletilen şok dalgası 0.01-10μs gibi kısa bir zamanda geçerek malzeme mukavemet değerinin çok üzerine çıkar ve metal plakanın hızı birkaç km/s hıza ulaşabilir. Şok dalgasının malzemede ilerlediği zaman içerisinde $10^6 s^{-1}$ gibi yüksek gerinim hızları için metal malzeme karakterizasyonu yapılabilir (Yadav ve ark., 1988). Ayrıca detonasyon sonrası ürün gazların genleşerek plakayı hızlandırmaya devam etmesi sonucu plaka hız geçmişi detonasyon ürünlerinin genleşme enerjisi ve hal denklemi parametrelerinin elde edilmesinde kullanılmaktadır.

Patlayıcı sistemlerinde, detonasyon dalgası kararlı değildir ve küresel olarak ilerler. Bu nedenle plaka yüzeyinin şok dalgası ile ilk karşılaştığı nokta merkez noktasıdır ve zamanla uç noktalarına doğru ilerleyerek pozisyon farkı oluşmasına neden olur. Metal plaka artık düzlemsel değil, konveks şeklinde ilerler. Metal malzeme karakterizasyon çalışmalarında, düzlemsel olmayan dalga yüzeye çarptığında hedef plakanın çapı, hızlandırılan plakanın çapından çok küçük olmadığı sürece düzgün 1-boyutlu akış için hassas bir ölçümden söz edilemez. Ayrıca, şok Hugoniot, detonasyon oluşum mesafesi ve şok kimyası gibi birçok detonasyon probleminde ölçüm sonuçlarının sağlıklı alınabilmesi ve yeni patlayıcıların karakterize edilmesi için şok dalgasının düzlemsel oluşması gerekir. Patlayıcı karakterizasyon çalışmalarında kullanılan interferometrik yöntemler için gönderilen lazer ışınının geri yansıyarak cihazda üretilen ikinci bir ışın ile karşılaştırılması sonucu girişim oluşmaktadır. Bu girişimdeki değişimin ölçümü ile plaka hızı ölçülür. Ancak düzlemsel olmayan şok dalgasının çarpması sonucu plaka üzerinde deformasyonların meydana gelmesiyle plaka yansıtıcılığı bozulur. Hassas bir hız geçmişinin alınabilmesi için yansıtıcılığın bozulmaması gerekir. Bu gibi problemleri ortadan kaldırmak için düzlemsel dalga merceği (*ing. Plane Wave Lens/Plane Wave Generator*) yaygın olarak kullanılmaktadır. PWL, patlayıcıların detonasyon dalgasını kontrol etmek için yaygın olarak kullanılan bir parçadır.

Düzlemsel dalga elde edilebilmesi için çoklu detonasyon noktası, patlayıcı içerisinde hava boşluğu bırakılması, patlayıcılar arasında inert malzeme koyulması ve farklı detonasyon hızlarına sahip patlayıcı kullanılarak hazırlanmak üzere çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Hava boşluğu bırakılarak hazırlanan PWL için patlayıcının şekillendirilmesi gerekmektedir (Forrest ve ark., 2018). Sadece hava boşluğu kullanılan tipleri için patlayıcıyı şekillendirmek gerekir. Düzlemsel dalga elde etmek için en etkin yollardan biri de farklı detonasyon hızlarına sahip patlayıcıların kullanılmasıdır. Fiziksel özellikleri birbirine yakın olan patlayıcılar üst üste farklı geometrik ölçülerde dökülerek üretilir. Herhangi bir yansıma oluşmadan geometriye bağlı olarak düzlemsel bir dalga oluşturulur (Khalid ve ark., 2018). Ancak üretim yöntemi oldukça zor ve maliyetlidir. Literatürde üretim ve kullanım kolaylığı açısından en uygun lens çeşidi, inert malzeme ile hazırlanan dalga şekillendiricidir (Fritz ve ark., 1990).



Şekil 1. Düzlemsel dalga elde etmek için kullanılan bazı PWL gösterimleri (Forrest ve ark., 2018).

MATERYAL VE METOT

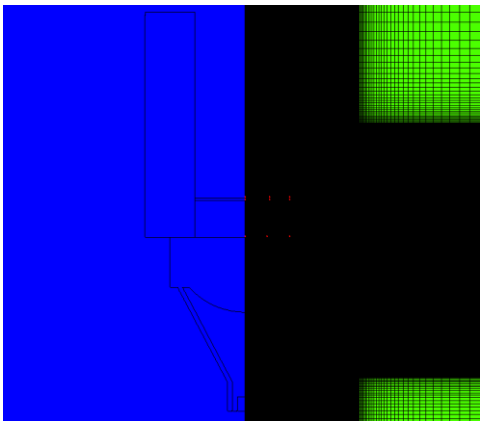
Düzlemsel dalga merceği, yemleme şarjı adı verilen, hassasiyeti daha yüksek enerjik malzemenin içine yerleştirildiği koni şeklinde polimer kılıf ve inert dalga şekillendiriciden oluşmaktadır. İdeal dalga şekillendirici boyutlarının bulunması için farklı geometri kombinasyonlarının üretilmesi ve test edilmesi gerekmektedir. Bu da zaman kaybı ve maliyet artışına neden olmaktadır. Geometri modellerinin sayısal akış paket programlarına hassas olarak çözümlenmesi yaygın olarak yapılmaktadır. Bu çalışmada, 2-boyutlu sayısal

çözücü programı, SPEED (Shock Physics Explicit Eulerian/Lagrangian Dynamics) yazılımı kullanılarak farklı geometri ve model çözümlemeleri yapılmış, sonuçların karşılaştırılmasıyla ideal boyutların elde edilmiştir.

Sistemdeki yemleme şarjı, detonatör tarafından ateşlenerek zincir başlatılmaktadır. Koni çapı, patlayıcı ve plakadan daha büyük olduğunda küresel şok dalgasının plakaya etkisi daha az olmaktadır. Bu nedenle koni şeklindeki yemleme şarjı kılıfı boyutları, literatürdeki plaka hızlandırma test düzenekleri baz alınarak seçilmiştir. Koni şeklindeki ateşleme sisteminin en geniş çapı Ø50mm ve en küçük çapı ise detonatör çapına uygun olarak Ø10mm alınmıştır. Boyu ise 50mm olarak seçilmiştir. 50mm boy, patlayıcının kararlı detonasyonu için yeterli bir mesafedir. Ayrıca yemleme şarjı kılıfının malzemesi ise şok dalgasının oluşturacağı yansımaları engellemek için Teflon malzemeden üretilmiştir. Malzemenin Teflon olarak seçilmesinin bir diğer nedeni yoğunluk ve ses hızı gibi malzeme özelliklerinin şok dalgası iletimi için uygun olmasıdır. Yemleme şarjı için yüksek enerjik malzeme C4 kullanılmıştır. C4 patlayıcısı uygulamalarda tek başına detonatörle ateşlenebilmesi, hızlı şekillendirilebilmesi nedeniyle tercih edilmektedir. Ayrıca analiz modellemesi için gerekli fiziksel özellikleri ve parametrelerinin literatürde doğrulanmış olması açısından uygundur. Dalga şekillendiriciler için yastık olarak adlandırılan düzgün silindirik kısmın kalınlığı 20mm olarak sabit alınmıştır. Bu kalınlıkta alınmasının sebebi yemleme şarjının infilakı sonrası oluşan dalgaların kararlı hale gelmesi ve oluşan gazların plaka hızlanması üzerinde etkisinin az olmasının istenmesidir. Plaka hızlandırma sistemine yönelik etkilerin karşılaştırılması için çözümleme modellerinin digger kısımlarında çelik silindirik gövde, ana patlayıcı ve hızlandırılan OFHC bakır plaka bulunmaktadır.

Analiz modellerinde tüm parçalar Euler çözücüsü ile modellenmiştir. Modeller eksenel-simetrik yapıda olduğundan çözüm hızı ve kolaylığı açısından simetri ekseni boyunca yarım olarak modelleme yapılmıştır. Euler çözüm alanı 300x120mm olarak belirlenmiş, çözüm alanı sınırlarına yansıma olmaması için serbest akış tanımlaması yapılmıştır.

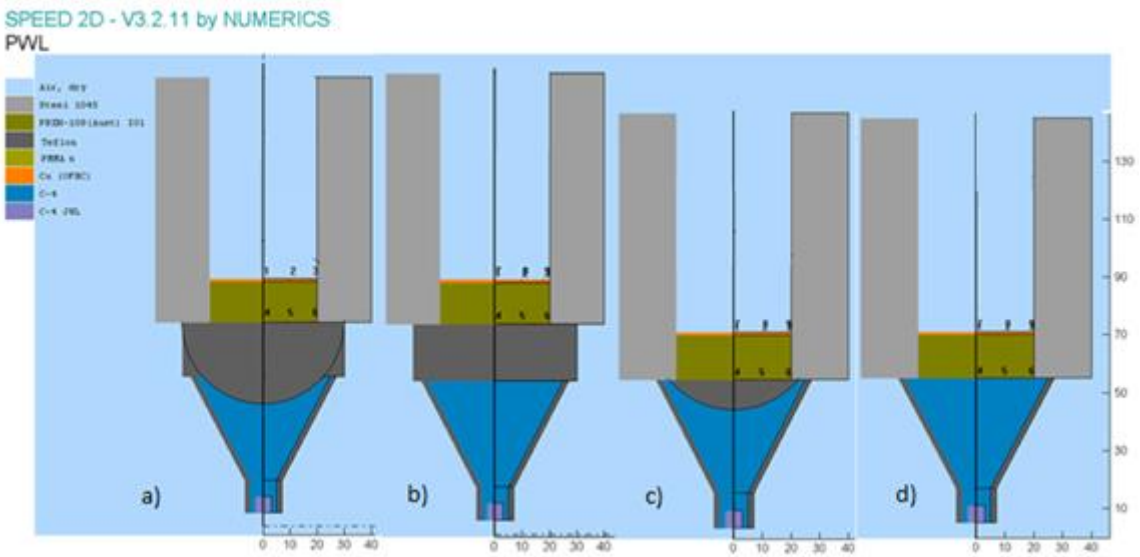
Detonasyon teorisi gereği oldukça ince bir hat üzerinde gerçekleşmektedir. Bu bölgede büyük boyutlardaki elemanlar hesap hatasına, hassas olmayan sonuçlar alınmasına veya sonuçların ıraksamasına neden olabilir. Bu nedenle detonasyon sırasında çözücü hatası alınmaması için ilk ateşleme noktası ve veri alınacağı noktalardaki ölçümün hassas olması açısından x ve y-düzleminde 0.2mm eleman boyutu belirlenmiştir. Elemanların daha küçük yapılması zaman adım aralıklarının azalmasına ve hesaplama zamanlarının artmasına neden olacağından bu bölgenin dışında, çözüm alanı sınırlarına kadar programın otomatik ölçekleme faktörü ile 10 katına kadar düzenli olarak çıkmaktadır. Çözümleme modeli için oluşturulan ağ boyutları aşağıda Şekil 2 ile gösterilmiştir.



Şekil 2. PWL ağ örgü yapısı

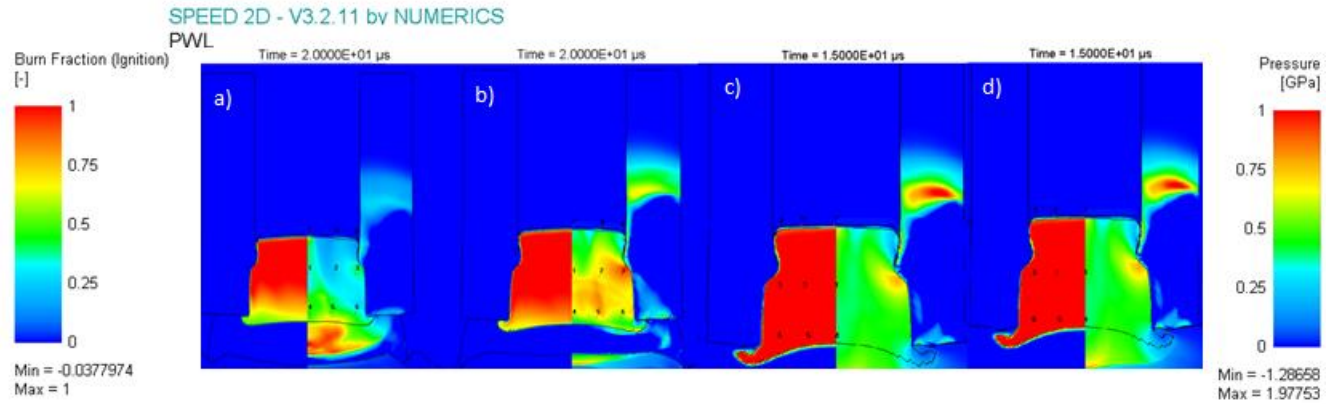
Dalga şekillendiricinin geometrik biçim analizi

Öncelikle dalgayı şekillendiricinin genel geometri biçimleri belirlenmiş ve dalga yapısına etkisi bakımından genel değerlendirme yapılmıştır. Bunun için yarı küresel ve düzlemsel dalga şekillendiriciler ile dalga şekillendirici olmayan durumlardaki modeller olmak üzere toplam 4 farklı oluşturulmuştur. Bunlar sırasıyla: Ø30mm çaplı yarı küresel ve düz silindirik kısımı birlikte içeren, yalnızca düz silindirik kısmı, yalnız yarı küresel kısmı içeren ve dalga şekillendirici olmayan modeldir. SPEED yazılımıyla yapılan bu modeller 2-boyutlu ve eksenel simetrik olarak hazırlanmıştır. Konik ateşleme sistemi ile farklı dalga şekillendiriciler için çözümleme modelleri Şekil 3 ile verilmiştir.



Şekil 3. Koni ateşleme sistemi 2-boyutlu model görüntüsü a) Model-1, b) Model-2, c) Model-3, d) Model-4

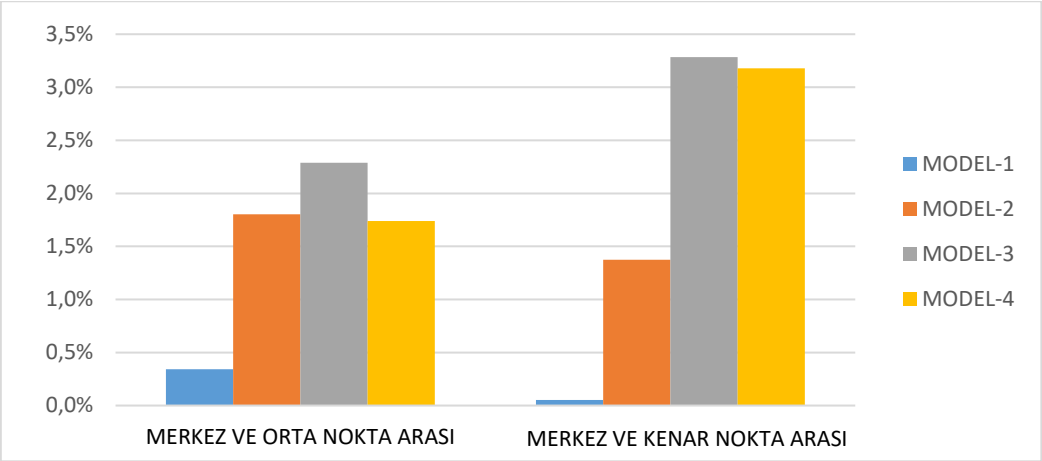
Şok ateşlemesinin oluşması ve detonasyon dalgasının ilerlemesi için patlayıcı hal denklemi olarak JWL hal denklemi kullanılmıştır. Dalga şekillendirici, OFHC bakır plaka ve silindir gövde gibi malzemeler için Mie-Gruneisen hal denklemi, mukavemet modeli olarak Johnson-Cook modeli kullanılmıştır. Bu modellerin parametreleri SPEED yazılımının literatürdeki çalışmalardan hazırlanmış veri tabanından alınmıştır. Konik şekilli ateşleme sistemleri için çözümlemeler sonucunda akış modellerinin yanma oranı ve basınç görüntüleri aşağıda Şekil 4 ile verilmiştir.



Şekil 4. Konik şekilli ateşleme sistemi için yanma oranı ve basınç dağılımları a) Model-1, b) Model-2, c) Model-3, d) Model-4

Çözümleme sonucunda elde edilen görüntüler yaklaşık 20µs sonra alınan çözümleme görüntüleridir. Görüntülerin farklı konumlarda olması modelleme yapılırken dalga şekillendirici görevi yapan polimer malzemelerin farklı tasarımlar ile modellenmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Bu hidrokod çözümleme görüntülerinin (ing. Contour) sol yarısı patlayıcının yanma oranının bilgisini, sağ yarısı ise basınç bilgisini vermektedir. Dalga şekillendirici malzeme kalınlığı arttıkça ateşleme sisteminde oluşan şok dalgasının ana patlayıcıya ulaşması geciktiğinden aynı zamanda alınan görsellerdeki plaka konumları farklıdır.

Analizler sonucunda modeller için bükülme oranları üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Bu oranlar plaka üzerindeki veri noktalarının pozisyonlarına göre yapılmıştır. Plaka üzerindeki veri noktaları; plaka merkezinde (1), plaka kenarında (3) ve ikisi arasındaki noktaya (2) yerleştirilmiştir. 1-2 noktaları arası ve 1-3 noktaları arasındaki farklar merkez noktası olan 1 noktası referans alınarak karşılaştırması yapılmıştır. Modellere ait bu karşılaştırma sonucundaki grafik aşağıda Şekil 5 ile verilmiştir.

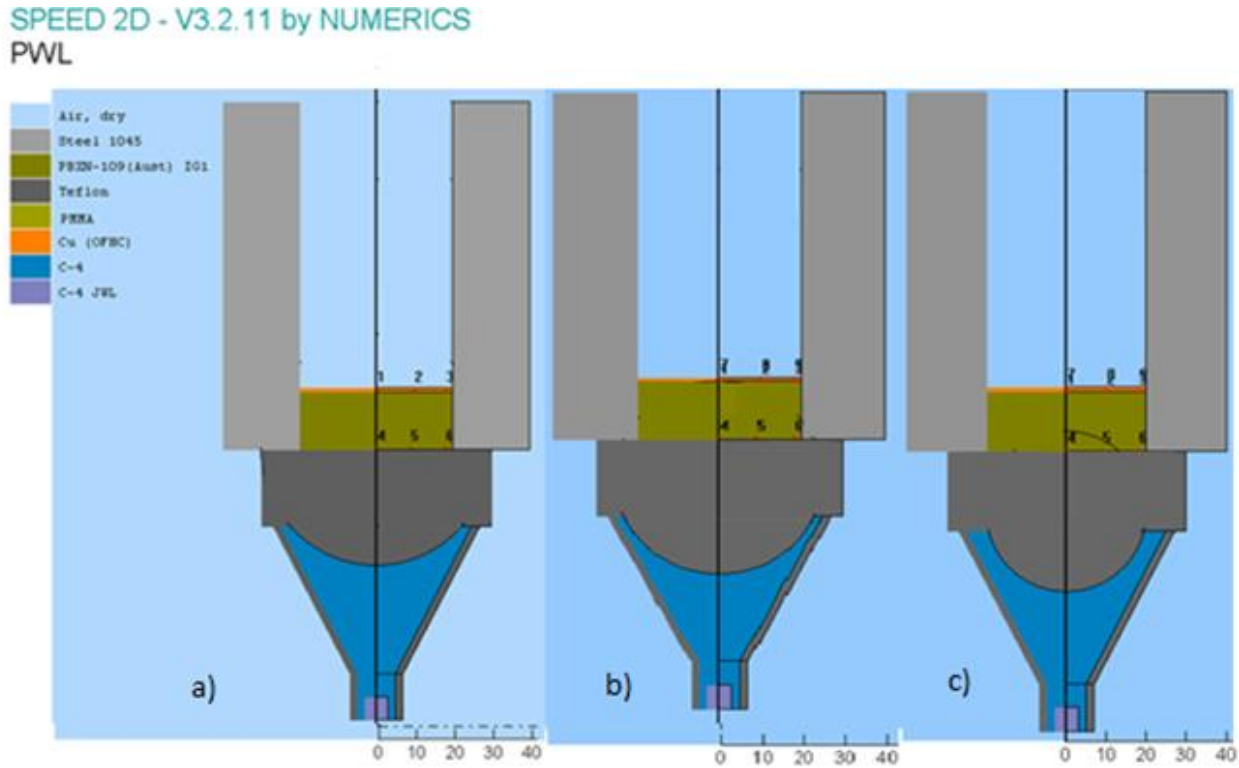


Şekil5. Plaka üzerindeki bükülme oranlarının konum farkları ile değişimi

Çözümlemeler sonucunda plaka üzerindeki noktaların pozisyon farkları en düşük olan model, yarı küresel ve düzgün silindirik kısım içeren modele aittir. Yarı küresel kısım detonasyon dalgasının eğrisine simetrik şekilde konumlanarak dalganın en hızlı noktası ile en yavaş noktası arasındaki pozisyon farkını tersine çevirerek düzeltme sağlamıştır. Ancak plaka hızlandırma testlerindeki ölçüm zamanı dikkate alındığında, yarı küresel kısmın çapı ve konumu ayarlanarak plakadaki düzlemselliğin daha uzun zaman boyunca sağlanması istenmektedir.

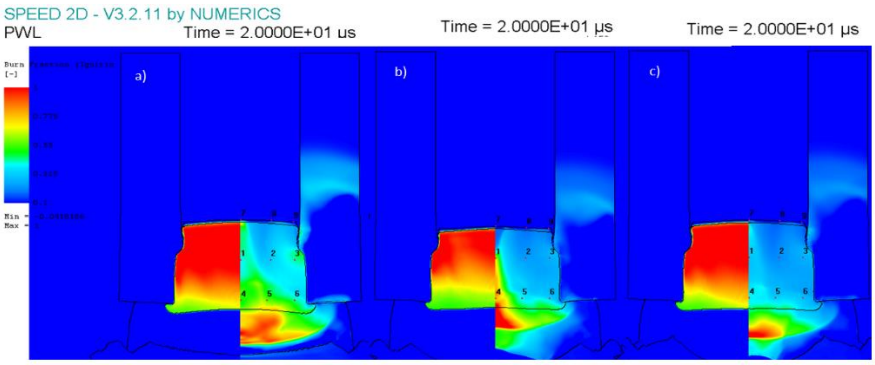
Dalga şekillendirici için küre çapı analizi

Dalga şekillendiricinin konik şekilli yemleme şarjı kılıfı içerisinde konumlandırılması için oldukça kısıtlı bir alan mevcuttur. Bu alan içerisinde yarı küresel kısmın çapları arasındaki farkı görmek için 3 farklı çap seçilmiştir. Bu çaplar sırasıyla Ø30mm, Ø25mm ve Ø20mm boyutlandırılmış olup ayrıntılar Şekil 6'da gösterilmiştir.



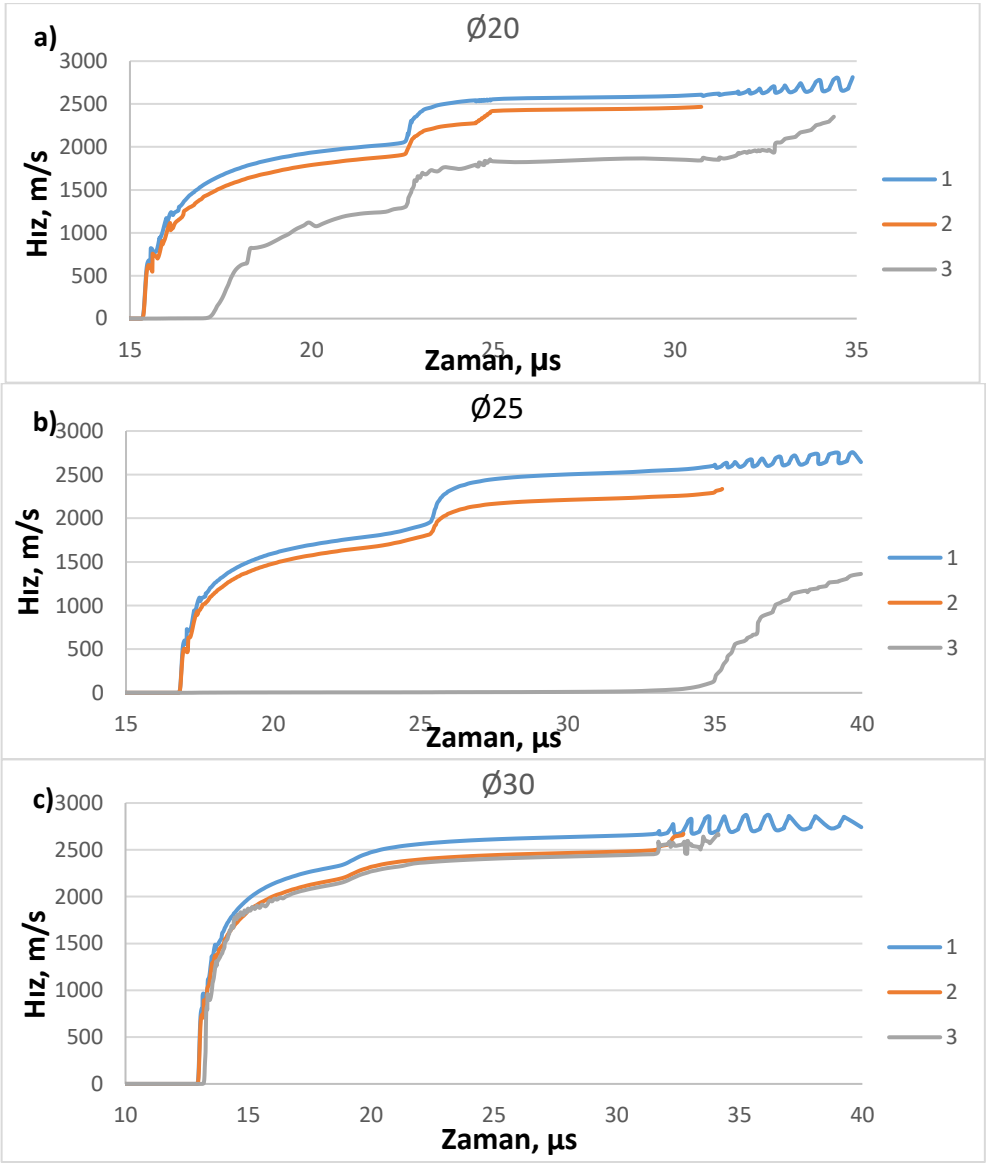
Şekil 6. Koni şekilli ateşleme sistemi için farklı küre çapı model görüntüleri a) Ø30 b) Ø25 c) Ø20

Çözümleme sonucunda oluşan görüntüler aşağıda Şekil 7 ile verilmiştir.



Şekil 7. Konik şekilli ateşleme sistemi için farklı küre çaplarında düzlemsel şok dalgası dağılımları a) Ø30 b) Ø25 c) Ø20

Çözümleme modellerinde metal plakanın orta noktası (1), gövde cidarına en yakın noktası (3) ve ikisi arasındaki noktalara (2) duyargalar yerleştirilmiştir. Bu duyargalardan y-ekseni boyunca alınan zamana bağlı hız verileri Şekil 8 ile aşağıda verilen grafiklerde gösterilmiştir.



Şekil 8. PWL için farklı küre çapı analiz sonucu plaka üzerindeki duyargalara ait hız-zaman grafikleri a) Ø20 b) Ø25 c) Ø30

Bu grafikler incelendiğinde plakanın merkezi, plakanın kenarı ve ikisi arasındaki bölgenin hız farkı en az olan Ø30mm çapında küre kullanılarak modellenen dalga şekillendiricidir. Diğer küre çapları için bu hız farkları zamanla açıldığından bu bölgelerdeki pozisyon farkı da giderek artmaktadır. Analiz sırasında yemleme şarjı üzerinden gelen çok dalgası, dalga şekillendirici ile karşılaştığında merkezde geride kalarak uçlarda daha ilerde ilerlemektedir. Ancak ana patlayıcı üzerine geldiğinde düzleşme gözlenirken ana patlayıcı içerisine geçen şok dalgası merkezde yansıma yaparak merkezde daha ileri geçmekte ve uçlar nispeten geride kalmaktadır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Koni şeklindeki yemleme şarjı kılıfı ile hazırlanan her iki çözümleme sisteminde de yaklaşık olarak düzlemsel sayılabilecek dalganın elde edilebileceği görülmüştür. Ancak az da olsa plaka üzerinde farklı deformasyonların oluşması, plaka uçuşu sırasındaki ölçüm yapılmasını engellemesi nedeniyle dalga şekillendiricinin en uygun geometrisi belirlenmiştir. Modellemeler yapılırken ateşleme sisteminin kullanılacağı nihai silindir gövde ve bakır plakaya da yer verilmiştir. Bu sayede ölçüm sırasında bu parçalardan gelen yansımaların etkisi altında değerlendirme yapılmıştır.

Çalışmada öncelikle farklı dalga şekillendirici modelleri ve dalga şekillendirici olmayan model arasında karşılaştırma yapılmıştır. Plaka üzerindeki veri noktalarından alınan ilk konum değişme anı, harekete başlama ve hareket sırasında plaka hızının %99'una ulaşma anı ise bitiş zamanı olarak belirlenmiştir. Karşılaştırmalar başlama, bitiş ve ikisi arasındaki zamanlarda alınan konum verilerinin ortalaması hesabı üzerinden yapılmıştır.

Seçilen ateşleme sistemi genel özellikleri için plaka üzerinden alınan hız geçmişleri arasındaki farkların verildiği Şekil ile gösterilen grafik incelendiğinde düzgün silindirik kısımla birlikte yarı küresel dalga şekillendirici en iyi sonucu vermiştir. Bu modele ait çözümlemedeki plaka incelendiğinde eğrilik yüzdesi %0,5'in altında kalmıştır.

Ateşleme noktasından dalga şekillendirici merkezine olan mesafe, kenarlara gidildikçe artması nedeniyle kenarlardaki patlayıcı miktarının da düzgün bir şekilde giderek artması gerekmektedir. Ancak bu yapılırken yarı küresel şeklin merkez konumu da oldukça önemlidir. Eğer yarı küresel şekil merkezi yemleme şarjının içinde kaldıysa veya başka bir deyişle küresel parçanın yarıdan fazlası patlayıcı içindeyse, dalga şekillendirici merkezinden kenarlara gidildikçe patlayıcı miktarı önce artacak daha sonra hızla azalacaktır. Bu da düzensiz dalga oluşumuna sebep olur. Şekil b) ile verilen Ø25mm küre çaplı modelde bunun bir örneği görülebilir. Bu model ile yapılan çözümleme sonuçları Şekil ile verilmiştir. a) ve b) modellerinde metal plakanın veri noktalarındaki hız geçmişi ıraksarken c) modelindeki noktaların birlikte hareket ettiği görülmektedir.

SONUÇ

Sonuç olarak analiz yöntemi ile test maliyetleri düşürülmüş ve önemli ölçüde zaman kazanımı sağlanarak sonuca gidilmiştir. Ucuz olması ve üretim kolaylığı sebebiyle inert malzeme ile hazırlanan düzlemsel dalga merceği metal plaka hızlandırma testlerinde plaka deformasyonunu azaltmak için iyi bir sonuç vereceği tahmin edilmiştir.

KAYNAKLAR

Rohr I, Nahme K, Thoma K, 2004, Material characterization and constitutive modelling of ductile high strength steel for a wide range of strain rates. International Journal of Impact Engineering, 31: 401-403.

Liu D, Chen L, Wang C, Wu J, 2018, Aluminum acceleration and reaction characteristics for aluminized cl-20-based mixed explosives, Propellants Explosive Pyrotechnic, 43:543-551.

Yadav H.S, and Gupta N.K, 1988, Flyer plate motion and its deformation during flight, International Journal of Impact Engineering, 1:71-83.

Forrest R, Paul M, Harold W, 2018, Simple explosive plane wave booster designs for 1-D shock experiments, AIP Conference Proceedings, 160027-1–160027-5.

Khalid N, Arshad H, 2018, Development of a matlab code for plane wave lens and its validation by Autodyn-2D, Engineering Technology & Applied Science Research, 6:3614-3618.

Fritz J.N, 1990, A Simple plane-wave explosive lens, Los Alamos National Laboratory, Tech. Rep. LANL, LA-11956-MS.

ORAL PRESENTATION

Powder Metallurgical Production and Characterization of Graphene/Al-5.5%Cu Composites

Berk Şenyurt* (*ORCID: 0000-0002-9904-8885*), Kübra Çankaya, Nazlı Akçamlı (*ORCID: 0000-0002-8638-3756*)

Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Metallurgical and Materials Engineering, Bursa, Turkey.

*Corresponding author, E-mail: berk.senyurt@btu.edu.tr

Abstract

Aluminum matrix composites (AMCs) are highly demanded materials due to their lightweight, good strength, corrosion and wear resistance properties. Among all the reinforcement materials used for AMCs, graphene has very promising properties such as superior strength and thermal conductivity. In this study, Al-5.5Cu matrix composites with graphene nano platelets (GNP) addition were fabricated via a powder metallurgy process including high-energy ball milling and pressureless sintering steps. The effects of milling duration and GNP amount on the microstructural and mechanical properties of composite powders and bulk composites were investigated. Characterization studies were carried out to investigate physical, structural and mechanical properties via X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), Archimedes' Density method and microhardness test, respectively. According to the XRD and SEM analyses results, GNP/Al-5.5Cu composite powders were successfully fabricated. It was determined that the hardness of sintered composites reached to a maximum of 128 HV, by showing a gradual increase by the increasing graphene amount.

Keywords: Aluminum matrix composites, Graphene, Microstructural and mechanical properties.

INTRODUCTION

The interest in aluminum matrix composites (AMCs) has increased from past to present due to their low density, high wear and corrosion resistance and high strength properties (Ejiofor and Reddy, 1997). Al-Cu alloys are light-weight and high strength materials with additional high wear and corrosion properties, thereby they are proper candidates to replace steel in special industrial applications (Torralba et. al., 2003; Mertdinç et. al., 2021). AMCs are mostly reinforced with ceramic particles such as B_4C, Al_2O_3, CeO_2 etc. Moreover, carbon-based materials such as carbon nanotubes (CNT) and graphite are used as reinforcement materials. However, graphene is a very promising reinforcement material due to its superior properties such as high surface area (2630 $m^2.g^{-1}$), high Young's Modulus (1 TPa), thermal conductivity (5000 $W.m^{-1}.K^{-1}$), and strength (130 GPa) (Kumar and Xavior, 2014; Hamzah et al., 2017).

Because of its low process temperature, high densification rates, and ability to produce near net-shaped products, mechanical alloying (MA) followed by a sintering process is one of the most suitable manufacturing process for AMCs. MA enables to obtain metastable and non-equilibrium phases at room temperature, which cannot be obtained with conventional production techniques and extends the solid solubility limits. High-energy ball milling also produces a finer grain structure and a more uniform distribution of reinforcing elements throughout the structure. Secondary particle dispersion and grain size refinement are effective mechanisms used to strengthen the metallic matrix alloys (Matteazzi et al., 1997, Suryanarayana, 2001, Fogagnolo et al. 2003).

MATERIALS AND METHODS

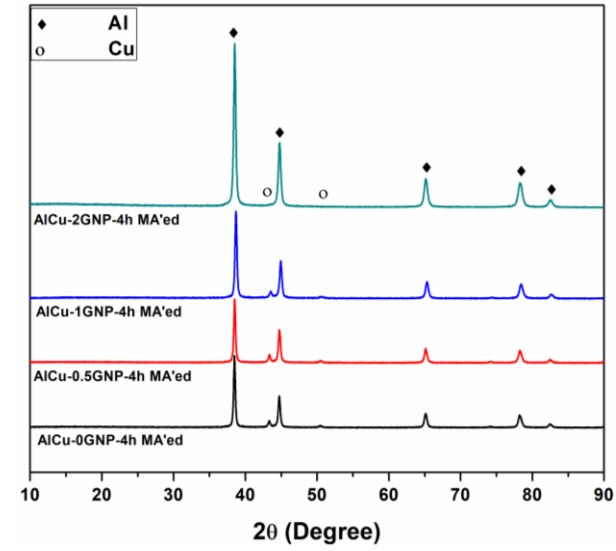
To synthesize Al-5.5Cu alloy powders, elemental Al (Alfa Aesar, -325 mesh, 99.5%) and Cu (Alfa Aesar, -325 mesh, 99%) powders were used. Commercial graphene nano-platelets (GNP, Sigma Aldrich, 25 µm) were used as reinforcing phase, which was added in amounts of 0, 0.5, 1 and 2 wt.% into the Al-5.5Cu powder blends. As-blended powder batches (7 gram) were prepared by mixing the starting elementel powders for 2 h in a Turbula-type mixer. And mechanical alloying (MA) was applied to these as-blended powders in a Spex-type ball mill for different durations varying between 0 and 8 hours. The MA'ed powders were pressed into cylindrical shaped samples under uniaxial pressure of 450 MPa and sintered at 600 ^{o}C for 2 hours under Ar atmosphere in a tube furnace.

Microstructural characterization and phase analyses of the prepared as-blended and MA'ed powders and sintered composites were carried out by X-Ray diffraction (XRD) and scanning electron microscopy (SEM)/energy dispersive spectroscopy (EDS) techniques. The densification rates of the sintered composites were determined via Archimedes' density method. Additionally, microhardness hardness of the bulk composites were measured via a Qness HV5 microhardness tester by applying 100 g load for 15 s with at least 15 indentations.

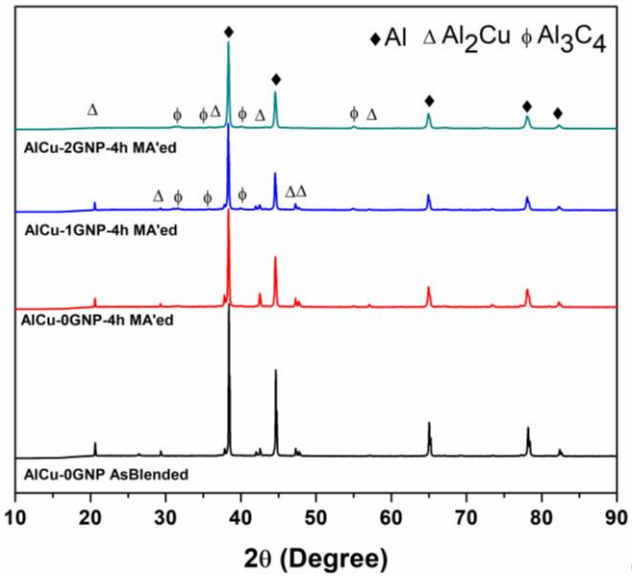
RESULTS

Figure 1(a) shows the diffraction patterns of the Al-5.5Cu-xG (x: 0, 0.5, 1 and 2 wt.%) powders milled for 4 h. According to XRD analyses results, Al (Bravais lattice = face-centered cubic, a = b = c = 0.405 nm, ICDD Card No: 04–0787) and Cu (Bravais lattice = face-centered cubic, a = b = c = 3.62 nm, ICDD Card No: 27–1402) phases were detected in the microstructure of MA'ed powders. However, due to the comparatively low crystallinity and lower amount of the graphene phase, it could not be determined in the XRD patterns of the MA'ed powders. Additionally, any chemical reaction between the matrix Al phase and reinforcing graphene particles did not take place during the high-energy ball milling process even in case of 2 wt.% graphene amount. Additionally, any intermetallic phase did not formed during the MA operation according to the XRD results in Fig. 1(a).

The XRD patterns of the sintered Al-5.5Cu-xG (x: 0, 0.5, 1 and 2 wt.%) composites sintered from the as-blended and 4 h MA'ed powders are shown in Fig. 1(b). As seen from the Fig. 1(b), after the heat treatment process at 600 °C, the Al_2Cu intermetallic compound (ICDD Card No: 04-001-0923, Bravais lattice, body-centered tetragonal, a=b=0.6063 nm, c=0.4872 nm) was formed in the structure of sintered composites. Furthermore, carbide phase (Al_4C_3) formation was detected in the structure of bulk composites.



(a)



(b)

Figure 1: XRD results of: (a) MA'ed Al-5.5Cu-xG (x= 0, 0.5, 1 and 2) powders and (b) their sintered samples.

The relative density values of the Al-5.5Cu-xG composites which are calculated based on the Archimedes' densities method are illustrated in Table 1. According to the results, all the specimens reached relatively high densification rates over 90%. Relative densities of the sintered samples are between 90.6 and 98.3%, and the highest densification rates were obtained for the composites sintered from the 2 hours mechanically alloyed powders in general. The reduce in relative densification rates observed for the samples milled for longer durations can be arisen from the agglomeration of powders during prolonged millings.

Table 1: Relative density values of Al-5.5Cu-xG (x= 0, 0.5, 1 and 2 wt.%) sintered samples.

Specimen	Relative Density (%)
AlCu-0 h	92.1
AlCu-2 h	94.2
AlCu-4 h	94.0
AlCu-8 h	92.4
AlCu-0.5G-0 h	94.3
AlCu-0.5G-2 h	94.8
AlCu-0.5G-4 h	93.0
AlCu-0.5G-8 h	94.2
AlCu-1G-0 h	94.2
AlCu-1G-2 h	98.2
AlCu-1G-4 h	92.3
AlCu-1G-8 h	89.4
AlCu-2G-0 h	94.0
AlCu-2G-2 h	98.3
AlCu-2G-4 h	90.6
AlCu-2G-8 h	88.5

SEM image of the Al-5.5Cu-1G composite powders MA'ed for 4 h is given in Fig. 2. During high-energy ball milling, the Cu particles are fractured and incorporated into the flattened Al particles, together with graphene by forming a composite powder structure. However, it is hard to observe the graphene particles due to their platelet structure. The EDS compositional analyses results of the particles pointed (001, 002, 003 and 004 points) in Fig. 2 are given in Table 2.

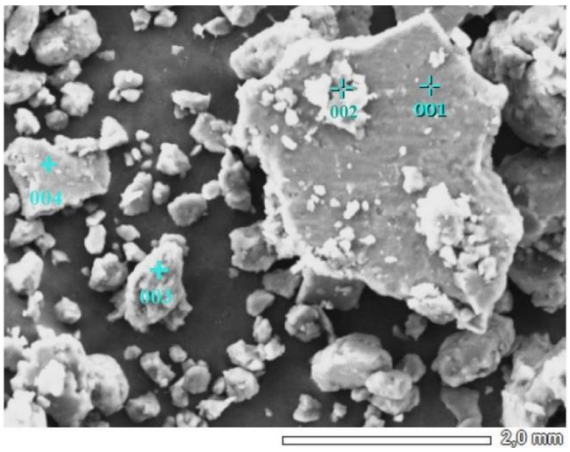


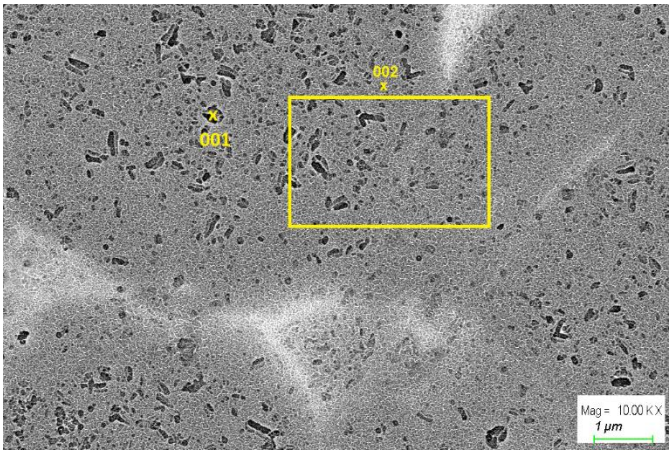
Figure 2: SEM image of Al-5.5Cu-1G powder MA'ed for 4 hours.

Table 2: EDS compositional analyses results of the points seen in the SEM image of 4 h MA'ed Al-5.5Cu-1G powders in Fig. 2.

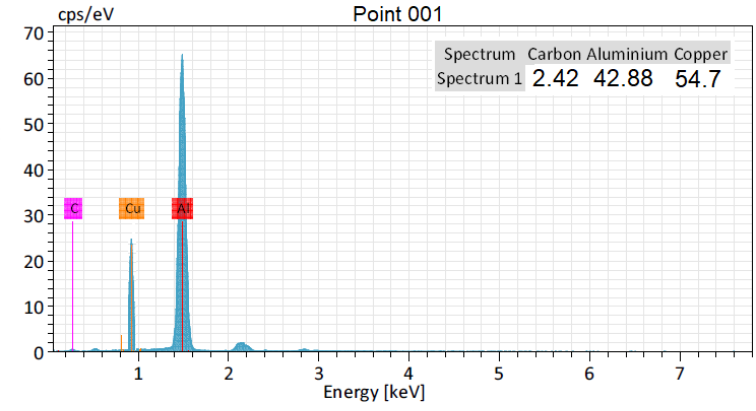
Element	Amount (wt.%)			
	Point 001	Point 002	Point 003	Point 004
Al	92.99	82.63	63.27	58.42
Cu	3.18	13.74	36.6	37.73
C	3.83	3.63	2.13	3.85

SEM image of the sintered Al-5.5Cu-1G composite sintered from the powders MA'ed for 4 h is given in Fig. 3(a). A highly densified composite structure including secondary phases is observed in the SEM image. Additionally, the EDS spectrums of the point (001) and area (002) seen on the Fig. 3(a) are shown in Fig. 3(b) and (c), respectively. According to the EDS results, the dark gray phase distributed throughout the composite microstructure is Al_2Cu intermetallic compound, which was also detected in the XRD pattern of the sintered composites in Fig. 1b. In addition, the average composition of the yellow-squared area in Fig. 3(a) is determined as 90.61%, 6.10% and 3.29% for Al, Cu and C, respectively.

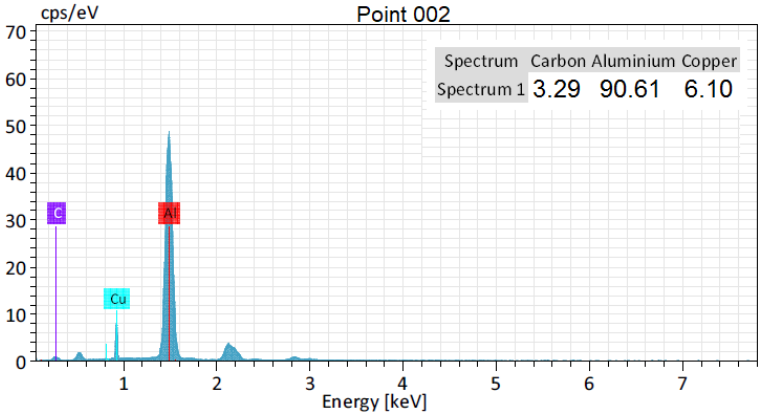
Figure 4(a)-(d) illustrates the secondary electron SEM image and related EDX mapping analyses for Al, Cu and C of Al-5.5Cu-1G composite sintered from the 4 h MA'ed powders. According to the EDX mapping results seen in Fig. 4(c)-(d), Cu (as Al_2Cu intermetallic) and graphene are homogenously distributed in the aluminum matrix.



(a)



(b)



(c)

Figure 3: (a) SEM image of Al-5.5Cu-1G composite sintered from the 4 h MA'ed powders, (b)-(c) EDS spectrums of the point 001 and area 002 seen on the SEM image in (a).

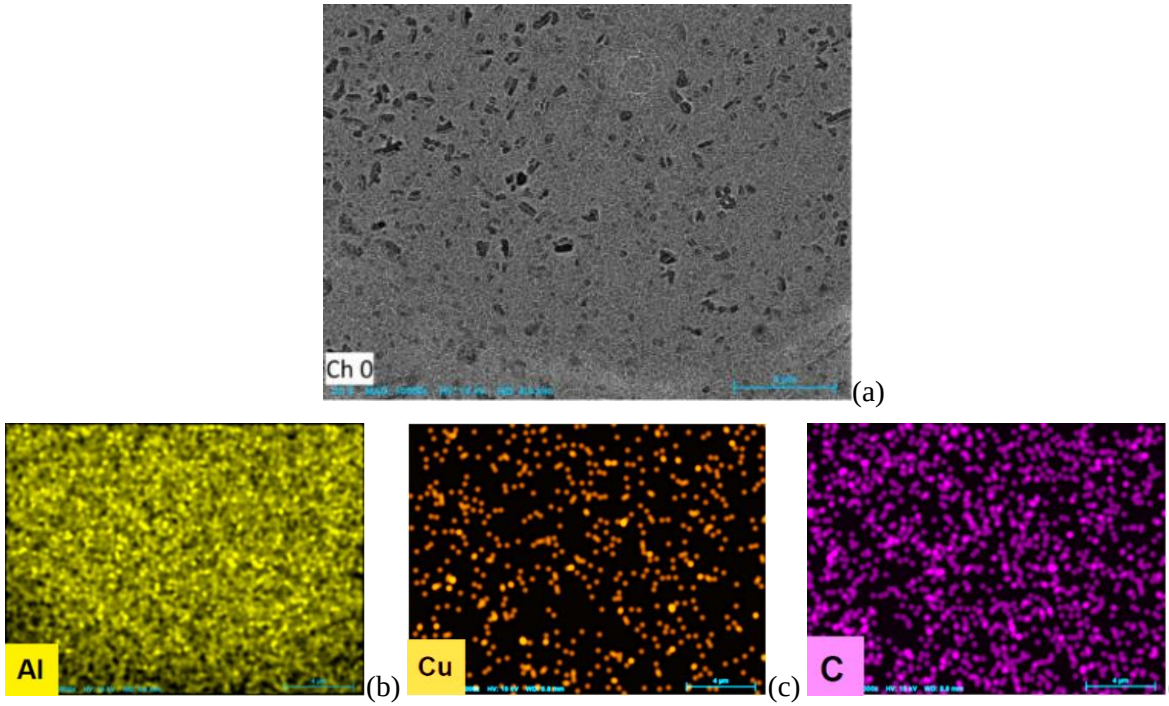


Figure 4: For Al-5.5Cu-1G-4 h composite: (a) SEM image, EDX mapping results for (b) Al, (c) Cu and (d) C (graphene).

The change of microhardness values of the sintered samples according to the milling duration and graphene amount is shown in Fig. 3. The hardness values of composites sintered from the as-blended powders are very low compared to their MA'ed counterparts. Additionally, the highest hardness values were determined for the composites MA'ed for 2 h. Moreover, hardness values of the composites illustrate an increasing trend with the increasing graphene amount and it reaches a maximum value of 128 HV for 2 hours MA'ed Al-5.5Cu-2G sample.

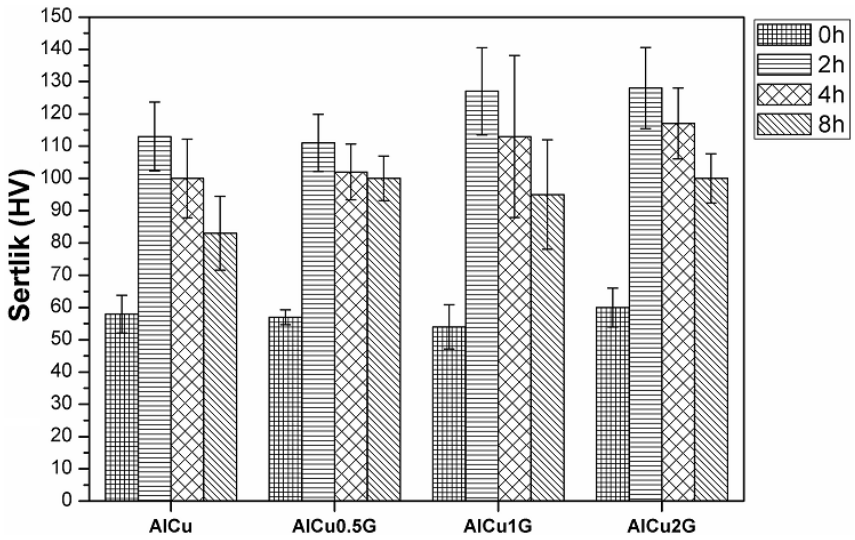


Figure 4: Hardness values of Al-5.5Cu-xG (x = 0. 0.5, 1 and 2 wt.%).

CONCLUSION

Al-5.5Cu alloy powders are successfully fabricated via mechanical alloying process conducted for 2, 4 and 8 h and graphene is homogenously dispersed in the Al-5.5Cu matrix. Highly densified composite structures were obtained after the pressureless sintering process and the highest densification rates were obtained for the samples fabricated from 2 h MA'ed powders. The highly densified composite structures including homogeneously dispersed Al_2Cu intermetallic compound and graphene phase were observed in the SEM and SEM/EDX observations. Hardness of sintered samples were increased with increasing GNP amount and the highest hardness values was determined as 138 HV for the 2 h MA'ed Al-5.5Cu-2G composite.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by "The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK)" with the project number of 118M185. The authors thank to the BTU Central Research Laboratory for providing research facilities for this study.

REFERENCES

A.A. Hamzah. R.S. Selvarajan. B.Y. Majlis. *Graphene for biomedical applications: A review*. Sains Malaysiana. 46 (2017) 1125–1139.

C. Suryanarayana. *Mechanical alloying and milling*. Prog. Mater. Sci. (2001).

H.G.P. Kumar. M.A. Xavior. *Graphene Reinforced Metal Matrix Composite (GRMMC): A Review*. Procedia Eng. 97 (2014) 1033–1040.

J.. Fogagnolo. F. Velasco. M.. Robert. J.. Torralba. *Effect of mechanical alloying on the morphology. microstructure and properties of aluminium matrix composite powders*. Mater. Sci. Eng. A. 342 (2003) 131–143.

J.. Torralba. C.. da Costa. F. Velasco. *P/M aluminum matrix composites: an overview*. J. Mater. Process. Technol. 133 (2003) 203–206

J.U. Ejiofor. R.G. Reddy..*Developments in the processing and properties of particulate Al-Si composites*. JOM. 49 (1997) 31–37.

P. Matteazzi. G. Le Caër. A. Mocellin. *Synthesis of nanostructured materials by mechanical alloying*. Ceram. Int. (1997).

S. Mertdinç. M. Kılık. Ş. Baltaş. A. Kaan Taşkın. M.L. Öveçoğlu. D. Ağaoğulları. *Characterization investigations of mechanically alloyed and sintered Al – 4 wt% Cu matrix composites reinforced with mechanochemically synthesized chromium boride/nitride particles*. Solid State Sci. 120 (2021).

ORAL PRESENTATION

Preparation and self-assembly of bio-conjugated electroactive tetra(aniline)

Özlem Erol[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2156-537X*), Charl F.J. Faul[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6224-3073*)

[*1]Gazi University, Science Faculty, Chemistry Department, Ankara, 06560, Turkey.
[2]University of Bristol, School of Chemistry, Bristol, BS8 1TS, United Kingdom.

*Corresponding author e-mail: oerol@gazi.edu.tr

Abstract
Interest in the design, synthesis and use of electroactive oligomeric molecules with precise control over type and number of electroactive units have become more pronounced in recent years. Recently, interest has also focused to combine electroactive oligomers with non-electroactive species. This approach will lead to the gain of attractive features such as mechanical and processing properties, functionality, and supramolecular structure formation. Such non-electroactive species include simple alkyl blocks, oligopeptide, and other bio-based blocks, and other structure-directing blocks or functional units. Aniline oligomers have received much attention owing to their excellent solubility in common solvents and easier control over chemical structures and oxidation states compared to polyaniline (PAni). In addition, their electrical, chemical, and optical properties are comparable to those of PAni, making them an attractive class of materials for further exploitation of challenges that are facing the global scientific community.
In this study, the preparation and development of novel electroactive supramolecular structures with the aid of metal-ligand coordination interactions using simple biological motifs are investigated. These electroactive supramolecular structures are proposed to be used in supercapacitors as electrode materials. For this purpose, a novel system comprised of a di-topic structure where the end of NH_2/NH_2 end-capped tetra(aniline) coupled with histidine (His_2 -TANI) was synthesized and characterized structurally by several techniques such as ^{1}H-NMR spectroscopy, mass spectrometry, UV-vis spectroscopy, and TEM analysis. With this design histidine acts as coordination sites, and upon mixing with divalent transition metal ions such as Cu(II), metal-coordination complexes form supramolecular structures. While flake like structures were observed for His_2-TANI, spherical aggregates with diameters of ca. 25 nm were obtained for His_2-TANI-Cu complex in methanol.
Keywords: Electroactive materials, Oligomers, Self-assembly, Conducting polymers.

INTRODUCTION

In the development of electrochemical energy storage devices, three-dimensional (3D), mesoporous and electroactive materials are desirable targets. With the combination of these properties, the diffusion resistance of electrolytes is reduced, the facility of ion transportation is enhanced and smooth electron pathways in rapid charge/discharge reactions are maintained (Hu et al., 2006; Shi and Yu, 2016). In addition, flexibility and self-healing are materials properties that are also in high demand for an emerging generation of novel wearable devices (Huang and Zhi, 2017). As such, supramolecular polymeric structures provide the ideal system to obtain hierarchically self-assembled 3D architectures with tunable mechanical properties, whilst including functionality. Non-covalent interactions such as H-bonding, host-guest interactions and electrostatic interactions are the main driving forces to obtain highly organized and reversible supramolecular systems. Our strategy is thus to use these non-covalent interactions for the preparation of electroactive supramolecular systems as novel supercapacitor electrode materials.

Self-assembly is a spontaneous process in nature, where non-living chemical components are organized into a living biological system. Study of the self-assembly of protein subunits, *i.e.*, amino acids and polypeptides, provides valuable design tools which may find application in synthetic systems. Amino acids are molecules containing an amine group, a carboxylic acid group, and a side-chain that varies between different amino acids, and thus helps to modulate their function. Studying the assembly of amino acids may allow us to explore the influence of different intermolecular interactions, different modes of assembly, and their expression into supramolecular functional materials (Xu et al., 2011).

Aniline oligomers have received much attention owing to their excellent solubility in common solvents and easier control over chemical structures and oxidation states compared with their polymeric analogue, the well-

known conducting polymer poly(aniline), PAni (Faul, 2014; Wei and Faul, 2008; Shao et al., 2011). In addition, their electrical, chemical, and optical properties are comparable to those of PAni, making them an attractive class of switchable materials for further exploitation in some of the grand challenges that are facing the global scientific community (Udeh et al., 2011). While PAni has been extensively investigated for supercapacitor applications, oligo(aniline)-based materials in supercapacitors are rarely explored in the literature. It is reported that tetra(aniline) (TANI) showed less volumetric degradation during charging and discharging processes owing to its shorter chain length. TANI/graphene oxide composites have also been shown to exhibit good cycling stability after 2000 cycles using a potential window of −0.05 to 0.7 V versus Ag/AgCl (Li et al., 2016; Yan et al., 2014). However, to induce the desired properties required for a new generation of flexible energy storage devices, careful thought must be given to crafting the correct range of properties. Supercapacitors are generally too stiff and inflexible for many cutting-edge technologies such as wearable electronics or bio-implantable devices. Their performance may be affected by mechanical deformations such as stretching. Recently, Grindy et al. showed an elegant approach to producing supramolecular gels with tunable mechanical properties using simple dynamic metal-coordination interactions between amino acid moieties (histidine) and various metal ions (Grindy et al., 2015). Inspired by this approach, new functional materials that are mechanically tunable, flexible, and self-healable for soft energy storage devices can be developed.

We therefore proposed the preparation and development of novel electroactive supramolecular structures with the use of simple amino acids, in combination with metal-ion coordination interactions. The design and synthesis of histidine (His) conjugated tetra(aniline) (TANI) was successfully performed. For this purpose, the electroactive moiety, NH_2/NH_2-capped TANI, was firstly synthesized. Once this important pre-cursor was synthesized, it was used to prepare di-His-capped TANI. The obtained molecules were characterized in detail using solution-state ^{1}H-NMR spectroscopy and mass spectrometry (ESI and MALDI) techniques. Metal-coordination complexation studies were carried out for di-His-capped TANI using $Cu(NO_3)_2$ solution. Morphologies of the obtained material were investigated by TEM. The optoelectronic properties of the materials were investigated by UV-vis-NIR measurements. These structures would find application as electrode materials in supercapacitors and allow for the preparation of self-healable energy storage device prototypes.

MATERIALS AND METHODS

Materials

Reagents were purchased from Sigma-Aldrich or Alfa Aesar, UK, and used as received unless specified otherwise. Anhydrous solvents were obtained using a modified Grubbs system of alumina columns manufactured by Anhydrous Engineering. Standard laboratory solvents were purchased from VWR or Fisher Scientific.

Methods

NMR spectrometry: ^{1}H-NMR experiments were performed using either a 400 MHz Varian NMR 400 or a 400 MHz Bruker 400 NMR spectrometer, and referenced to deuterated solvents.

Mass spectrometry: Mass spectrometry was performed using Bruker Daltronics UltrafleXtreme running in linear mode with α-cyano-4-hydroxycinnamic acid or malonitrile matrix (Matrix assisted laser desorption ionization time of flight, MALDI-TOF), and either Bruker Daltonics 7 Tesla Apex 4 or MicrOTOF II (Electrospray ionization time of flight, ESI-TOF) mass spectrometers.

UV/vis spectrometry: UV/Vis experiments were performed using a Shimadzu UV 2600 spectrophotometer with integrating sphere attachment. Spectra were typically recorded using a 1 mm path length quartz cuvette due to the strong absorbance of the samples. Spectra of solvent baselines were subtracted from the data.

Transmission electron microscopy (TEM): TEM images were recorded using a JEOL 1200 TEM MK2 with a tungsten filament, operated at a frequency of 120 kV and equipped with MegaView II digital camera using Soft Imaging Systems 3.0 image software. Samples (5 µL) were drop-cast onto carbon-coated 200 mesh copper grids and blotted with filter paper. Uranyl acetate (2 wt.%, in methanol) was then applied to sample coated grid on filter paper, then the sample allowed to dry in ambient conditions. Uranyl acetate staining was not applied for Cu(II) containing samples.

Synthesis of the materials

Synthesis of NH_2/NH_2 capped tetra(aniline): NH_2/NH_2 capped tetra(aniline), NH_2/NH_2-TANI$(Boc)_3$, compound **4,** was synthesized according to a slightly modified published methodology (Hu et al., 2017). The synthesis procedure is shown in Figure 1. The details of the synthesis procedure and structural characterization of the obtained intermediates and final product are given below:

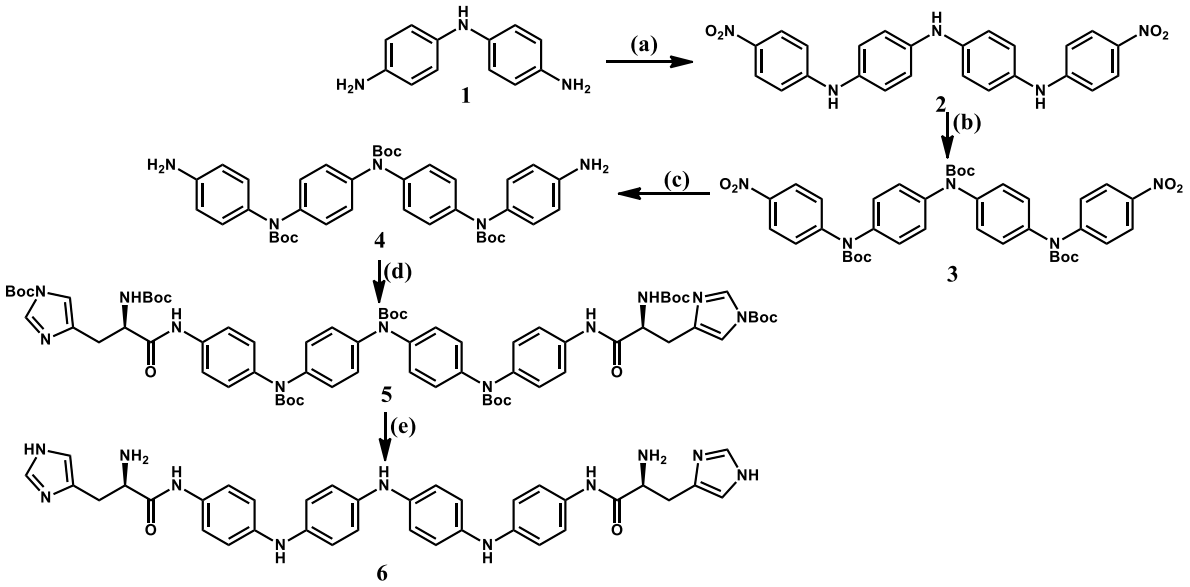


Figure 1. Procedure for the synthesis of His_2-TANI (**6**), (a) 4-Nitrofluorobenzene, Et_3N, DMSO, under N_2, 90°C, 24 h, yield 65%, (b) Boc_2O, DMAP, dry THF, under N_2, 65°C, 24 h, yield 76%, (c) Pd/C, NH_4HCO_2, dry methanol/THF, under N_2, RT, 6 h, yield 83%, (d) Boc-His(Boc)-OH, EDC, HOBt, DIEA, DMF, under N_2, RT, 3 days, yield 43%, (e) (i) TFA:TIPS:H_2O, (ii) NH_4OH.

To synthesize NO_2/NO_2-TANI (**2**), 4,4'-diaminophenylamine, **1** (33.7 mmol), 4-nitrofluorobenzene (337 mmol) and triethylamine (Et_3N) (151 mmol) were dissolved in dimethyl sulfoxide (DMSO, 45 mL) in a round-bottom flask purged with N_2. After reacting for 24 h at 90°C, the mixture was cooled down to room temperature and poured into distilled water (1 L) with vigorous stirring. Stirring was continued for additional 15 min. A red-brown solid, obtained by vacuum filtration, was subsequently transferred into $CHCl_3$, stirred for 30 min and vacuum filtered. This washing step with $CHCl_3$ was repeated 3 times, and the residue dissolved in tetrahydrofuran (THF). The resulting mixture was vacuum filtered to remove unreacted compound **1**. THF was removed by rotary evaporator and resulting solid was dried under vacuum for overnight (yield 65%). The synthesized compound **2** was used to prepare NO_2/NO_2-TANI$(Boc)_3$ (**3**). For this purpose, compound **2** 14 mmol), di-*t*-butyl dicarbonate (Boc_2O) (63 mmol) and 4-dimethylaminopyridine (DMAP, 0.96 mmol) was added to a N_2-purged round-bottom flask. Dry THF (100 mL) was added to the flask and the reaction mixture stirred at 65°C for 24 h under N_2 atmosphere. Subsequently, THF was removed under reduced pressure. The residue was dissolved in dichloromethane (DCM, 50 mL) and washed with HCl solution (1 M, 50 mL) and distilled water (3×50 mL). After drying the organic phase over anhydrous $MgSO_4$, DCM was removed under reduced pressure and the residue dispersed in *n*-hexane and sonicated for 30 min. The resulting mixture was filtered, washed with *n*-hexane and light brown colored compound **3** was obtained after drying under vacuum overnight (yield 76%). Finally, to get NH_2/NH_2-TANI$(Boc)_3$ (**4**), compound **3** (8.1 mmol), ammonium formate (81 mmol) and palladium on carbon (10wt.% Pd content, 5 mol% Pd, 431 mg) were added to a round-bottom flask and purged with N_2. Dry methanol (100 mL) and dry THF (40 mL) were added to the flask and the reaction mixture was stirred under N_2 for 6 h. Complete hydrogenation was confirmed by TLC. THF and methanol were then removed by rotary evaporation and the residue dissolved in DCM (30 mL), filtered through celite to yield a light pink colored solid after removal of the DCM. Compound **4** was washed with *n*-hexane (100 mL) and dried under vacuum overnight (yield 83%).

Synthesis of [Boc-His(Boc)]$_2$-TANI$(Boc)_3$ (**5**): Firstly, Boc-His(Boc) dicyclohexylammonium (DCHA) salt was converted to its free acid form using $KHSO_4$, before use in the synthesis of Boc-protected histidine conjugated tetra(aniline), **5**, as follows: Boc-His(Boc) DCHA salt (1 g) was dissolved in DCM (15 mL) and washed with ice-cold $KHSO_4$ solution (3×15 mL). Collected organic fractions were further washed with ice-cold distilled water (4×40 mL). The conversion from salt to acid was confirmed by TLC (eluent: THF:*n*-hexane = 2:1). After drying the collected organic fractions over anhydrous $MgSO_4$, DCM was removed under reduced

pressure and a fluffy white solid was obtained (yield 78%) and stored in a freezer. The prepared Boc-His(Boc)-OH was used for the synthesis of compound **5**. A solution of N-(3-dimethylaminopropyl)-N′-ethylcarbodiimide hydrochloride (EDC, 6.6 mmol), HOBt (6.6 mmol) and N,N-diisopropylethylamine (DIEA, 6.6 mmol) in dimethylformamide (DMF, 5 mL) was added dropwise to a stirred solution of compound **4** (1.1 mmol) and Boc-His(Boc)-OH (5.5 mmol) in DMF (5 mL) at 0°C under N_2. The reaction mixture was stirred at RT for 3 days. The reaction was monitored by TLC. After compound **4** was consumed, the reaction mixture was poured into cold distilled water (180 mL) and the precipitate collected by centrifugation and washed with DCM/water (40/40, 3×40 mL). The combined organic fractions were dried over anhydrous $MgSO_4$ and the solvent removed under vacuum. After purification of the residue by column chromatography (eluent: ethyl acetate:*n*-hexane = 1.7:1) a pale yellow colored compound **5** was obtained after removal of solvent and drying overnight under vacuum (yield 43%). ^{1}H-NMR chemical shifts of compound **5** (400 MHz, DMSO-d_6, δ): 10.11 (s, 2H, ArN*H*CO), 8.12 (s, 2H, Hε), 7.57 and 7.55 (d, 4H, Ar*H*), 7.26 (s, 2H, Hδ), 7.14 and 7.12 (d, 12H, Ar*H*), 7.04 and 7.02 (d, 2H, N*H*), 4.41-4.28 (m, 2H, Hβ), 2.93-2.73 (m, 4H, Hα), 1.56 (s, 18H, CCH_3), 1.36 and 1.34 (2s, 45H, CCH_3).

Synthesis of His$_2$-TANI (**6**): [Boc-His(Boc)]$_2$-TANI(Boc)$_3$, **5**, (0.074 mmol) was dissolved in 5 mL of TFA:triisopropylsilane (TIPS):H_2O solution (95:2.5:2.5, V/V) and stirred at room temperature for 1 h. Then, the volatile compounds were removed under vacuum via schlenk line. The obtained oily product was precipitated and washed with diethyl ether. The resulting powder was dried for 24 h in a vacuum oven. Then, the resulting green colored product was dissolved in minimum amount of water (2 mL) and 0.2 M NH_4OH was added (8 mL) to remove the excess TFA. The purple-colored precipitation was centrifuged and washed with deionized water. The resulted product was dried in a vacuum oven at room temperature for 48 h. ^{1}H-NMR and ESI-MS spectra are given in Figure 2a and Figure 2b, respectively. ^{1}H-NMR chemical shifts of compound **6** (400 MHz, DMSO-d_6, δ): 9.68 (s, 2H, ArN*H*CO), 7.66 (s, 2H, Hε), 7.56 and 7.52 (s, 3H, Ar-N*H*-Ar), 7.39 (d, 4H, Ar*H*), 6.95-6.83 (m, 12H, Ar*H*), 6.81 (s, 2H, Hδ), 3.53 (m, 2H, Hβ), 2.92 and 2.64 (m, 4H, Hα).

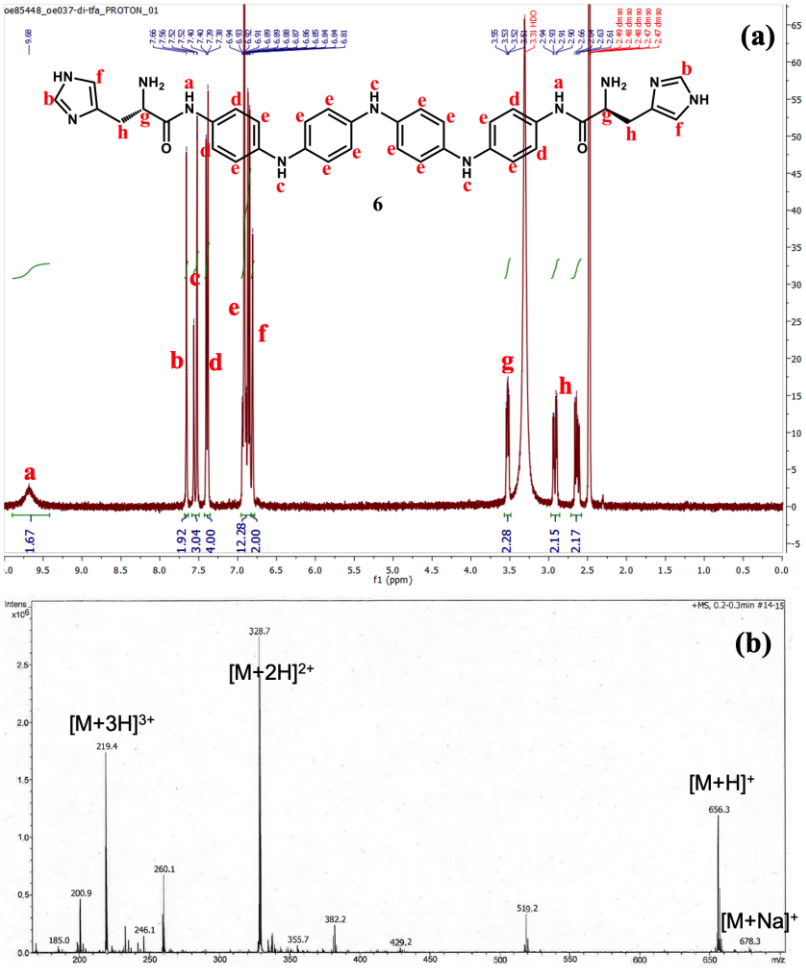


Figure 2. (a) ^{1}H-NMR and (b) MS spectra of His$_2$-TANI, **6**.

RESULTS AND DISCUSSION

In this study, our aim was to prepare and characterize histidine conjugated electroactive tetra(aniline) (His_2-TANI) and investigate their possible application in energy storage. For this purpose, di-topic histidine conjugated electroactive TANI was prepared and characterized and then its metal-coordinated self-assembly structures were investigated. The target di-topic electroactive histidine conjugated tetra(aniline), **6**, was synthesized successfully according to the procedure given in Figure 1. Before conjugation with His, the NH_2/NH_2-capped tetra(aniline) **4** was prepared according to the procedure described in the literature with minor modifications (Hu et al., 2017). In brief, a S_NAr coupling of fluoro-*p*-nitrobenzene with diaminodiphenylamine yielded intermediate NO_2/NO_2-TANI, **2**. After Boc-protection of the secondary amines, subsequent reduction of the NO_2 groups resulted in NH_2/NH_2-TANI(Boc)$_3$, **4**. An EDC coupling reaction of **4** with histidine (Boc-His(Boc)-OH) yielded with [Boc-His(Boc)]$_2$TANI(Boc)$_3$, **5**. Cleavage of the Boc protecting groups by TFA resulted with His_2-TANI, **6**. All the details of the synthesis and results of structural characterizations using ^{1}H-NMR spectroscopy are given in the synthesis of the materials section.
According to the ^{1}H-NMR spectrum of the Boc-protected compound **5**, [Boc-His(Boc)]$_2$-TANI(Boc)$_3$, a resonance peak at 10.11 ppm was attributed to the amide proton, which appeared after EDC coupling reaction between the amine groups of NH_2/NH_2-TANI(Boc)$_3$ and the carboxylic acid group of Boc-His(Boc)-OH. The two C-H ring protons of imidazole showed chemical shifts at 8.12 ppm and 7.26 ppm with the ring proton nearest the Hβ having the lower chemical shift. The protons of the *tert*-butyl groups in the Boc moieties resonated between 1.56-1.34 ppm, whereas the aromatic protons of TANI moiety resonated at 7.57-7.12 ppm. The Hα and two Hβ of the histidine side chain showed peaks in the range of 4.41-4.28 ppm and 2.93-2.73 ppm, respectively. In addition, the Boc-protected amine proton of histidine showed a doublet at 7.04 ppm and 7.02 ppm. Furthermore, all the integration values were in good agreement with expected values. ESI-MS was applied to confirm the purity of [Boc-His(Boc)]$_2$-TANI(Boc)$_3$. Positive ionization mode was applied while collecting the data. In the mass spectrum, molecular ion peaks, m/z, were obtained at 678.8471 and 700.8282 corresponding to $[M+2H]^{2+}$ and $[M+2Na]^{2+}$, respectively. The measured molecular ion peak $[M+2H]^{2+}$ was in good agreement with its theoretical value. Overall, the ^{1}H-NMR and MS spectra of [Boc-His(Boc)]$_2$-TANI(Boc)$_3$ revealed that the material was successfully synthesized in high purity. TFA cleavage resulted in clean and quantitative removal of the Boc groups and ^{1}H-NMR and MS spectra confirmed the expected product **6** (Figure 2a and 2b). After obtaining the desired molecule **6**, metal ion-coordinated supramolecular structure preparation was carried out. For this purpose, the His_2-TANI was dissolved in methanol and mixed with $Cu(NO_3)_2$ in methanol. Morphological changes after metal-salt addition were investigated by TEM analysis. While flake-like structures were observed for His_2-TANI (Figure 3a), spherical aggregates with diameters of ca. 25 nm were obtained for His_2-TANI-Cu complex (Figure 3b). The TEM analysis could be performed without using staining for His_2-TANI-Cu complex.

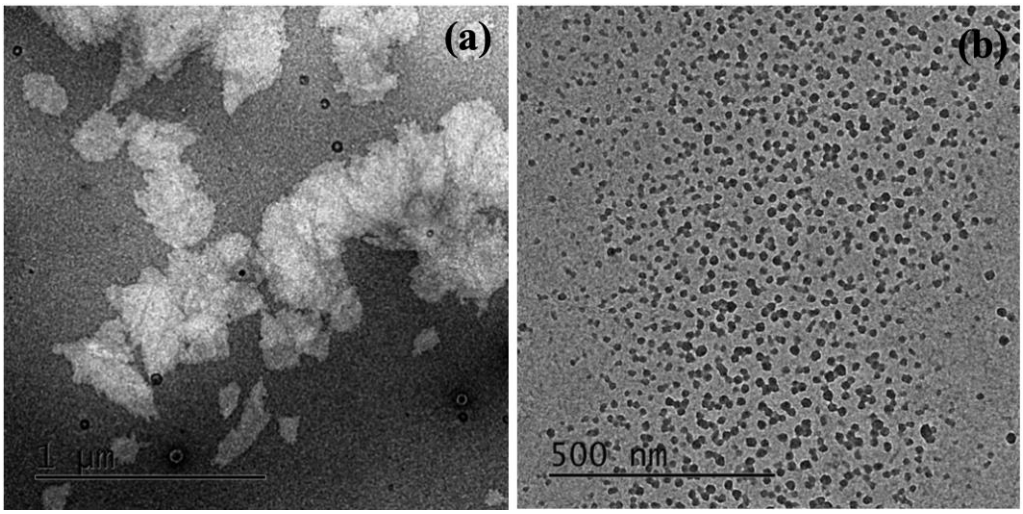


Figure 3. (a) TEM images of His_2-TANI (with staining) and (b) His_2-TANI-Cu (1:1) in methanol (without staining). $C_{His2\text{-}TANI}$ = 1 mM

The optoelectronic properties of the materials were investigated by UV-vis-NIR measurements. Solutions with a series of concentrations of His_2-TANI were prepared for UV-vis measurement. Concentration-dependent UV−vis spectra of His_2-TANI in methanol is shown in Figure 4a. His_2-TANI showed typical emeraldine base (EB) state absorption bands at 323 nm and 585 nm attributed to the π-π* transition of the benzene ring and excitonic transition from benzenoid to quinoid ring (π_B-π_Q), respectively. Furthermore, no shifts in absorbance

were observed with varying concentration. This might suggest that no aggregation occurred in this investigated concentration range. On the other hand, after addition of transition metal ion, Cu^{2+}, with the His_2-TANI:Cu^{2+} molar ratio of 1:1, 1:2 and 1:4, the color of the His_2-TANI changed from purple to green. This color change indicated that His_2-TANI had switched from the EB state to the emeraldine salt (ES) state. However, the color of the solution turned to blueish after 12h, indicating a slow reversal back to the EB state. According to the Figure 4b, the absorbances at 431 nm and 788 nm, and at 1087 nm were associated with the formation of polaron species containing cation radicals and the delocalized polaron transitions in ES state structure, respectively. In addition, it was found out that His_2-TANI was only partially doped, as the spectrum included features typical for EB-state materials (the band at 594 nm) still existed. The peak assigned to the π–π* transition shifted hypsochromically with the addition of Cu^{2+} ions, which might be attributed to the formation of a metal-ligand coordination complex. Additionally, an increase in the absorption at 788 nm arising from the d-d transition of the Cu(II) complex was observed.

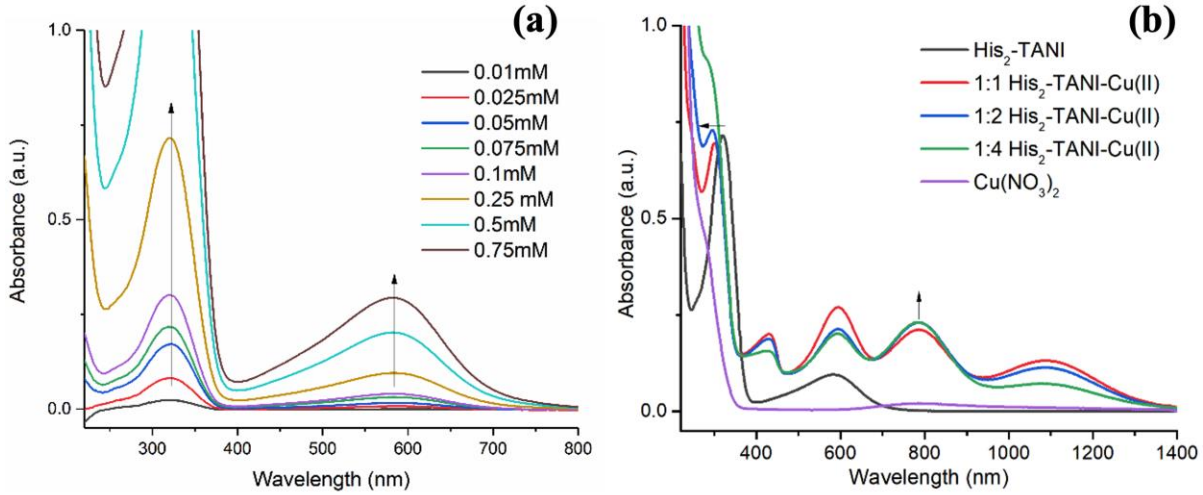


Figure 4. (a) Concentration dependent UV-vis spectra of His_2-TANI and (b) UV-vis spectra of His_2-TANI:Cu(II) complexes, [His_2-TANI]=0.25 mM.

CONCLUSION

In this study, the targeted electroactive di-topic His-conjugated TANI was successfully prepared and characterized structurally by ^{1}H-NMR spectroscopy and MS techniques. UV-vis-NIR spectrum indicated the formation of metal-ligand coordination complex between histidine residue of the His_2-TANI and Cu(II) ions. The complexation with Cu(II) ions led His_2-TANI molecules to self-assemble into nano-spherical aggregates in methanol solution. The obtained initial results have provided valuable data for future studies on the application of this obtained novel electroactive structures as an electrode material in supercapacitors.

ACKNOWLEDGEMENTS

O. Erol thanks to TÜBİTAK BİDEB 2219-International Postdoctoral Research Fellowship Program for the financial support of this work.

REFERENCES

Faul CFJ 2014. Ionic Self-Assembly for Functional Hierarchical Nanostructured Materials. Accounts of Chemical Research, 47: 3428-3438.

Grindy SC, Learsch R, Mozhdehi D, Cheng J, Barrett DG, Guan Z, Messersmith PB and Holten-Andersen N 2015. Control of hierarchical polymer mechanics with bioinspired metal-coordination dynamics. Nature Materials, 14(12): 1210-1216.

Hu C-C, Chang K-H, Lin M-C, Wu Y-T 2006. Design and tailoring of the nanotubular arrayed architecture of hydrous RuO_2 for next generation supercapacitors. Nano Letters, 6(12): 2690-2695.

Hu Y, Miles BT, Ho YLD, Taverne MP, Chen L, Gersen H, Rarity JG, and Faul CFJ 2017. Toward Direct Laser Writing of Actively Tuneable 3D Photonic Crystals. Advanced Optical Materials, 5(3):1600458.

Huang Y and Zhi C 2017. Functional flexible and wearable supercapacitors. Journal of Physics D: Applied Physics, 50(27): 273001.

Li RL, Lin C-W, Shao Y, Chang CW, Yao F-K, Kowal MD, Wang H, Yeung MT, Huang S-C, Kaner RB 2016. Characterization of aniline tetramer by MALDI TOF mass spectrometry upon oxidative and reductive cycling. Polymers, 8(11): 401.

Sanliang Z and Ning P 2015. Supercapacitors Performance Evaluation. Advanced Energy Materials, 5(6): 1401401.

Shao Z, Rannou P, Sadki S, Fey N, Lindsay DM and Faul CFJ 2011. Delineating Poly (Aniline) Redox Chemistry by Using Tailored Oligo (Aryleneamine) s: Towards Oligo (Aniline)-Based Organic Semiconductors with Tunable Optoelectronic Properties. Chemistry-A European Journal, 17(44): 12512-12521.

Shi Y and Yu G 2016. Designing hierarchically nanostructured conductive polymer gels for electrochemical energy storage and conversion. Chemistry of Materials, 28(8): 2466-2477.

Udeh CU, Fey N. and Faul CFJ 2011. Functional block-like structures from electroactive tetra(aniline) oligomers. Journal of Materials Chemistry, 21: 18137-18153.

Wei Z and Faul CFJ 2008. Aniline Oligomers-Architecture, Function and New Opportunities for Nanostructured Materials. Macromolecular Rapid Communications, 29: 280-292.

Xu L-P, Liu Y, Zhang X 2011. Interfacial self-assembly of amino acids and peptides: Scanning tunneling microscopy investigation. Nanoscale, 3(12): 4901-4915.

Yan J, Yang L, Cui M, Wang X, Chee KJ, Nguyen VC, Kumar V, Sumboja A, Wang M, Lee PS 2014. Aniline Tetramer-Graphene Oxide Composites for High Performance Supercapacitors. Advanced Energy Materials, 4(18): 1400781.

ORAL PRESENTATION

Kolemanit ve fosforik asit kullanılarak saf borik asit eldesi

Özlem Karagöz[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0431-1861*)

[*1]Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: ozlemkaragoz@atauni.edu.tr

Özet
Kolemanit, bor bileşiklerinin üretiminde kullanılan önemli bir bor mineralidir. Bu çalışmanın amacı, kolemanitin fosforik asit çözeltilerinde çözünme koşullarını belirlemek ve borik asit üretimi için alternatif bir proses sunmaktır. Geniş bir literatür araştırmasının ardından reaksiyon sıcaklığı (T), H_3P0_4 konsantrasyonu (C), karıştırma hızı (W), katı-sıvı oranı (S/L), kolemanitin partikül boyutu (D) ve reaksiyon süresi (t) parametre olarak seçilmiştir. Belirlenen optimum koşullar sırasıyla şöyledir: reaksiyon sıcaklığı (T); 90 ^oC, H_3P0_4 konsantrasyonu (C); 1M, karıştırma hızı (W); 300 rpm, katı-sıvı oranı (S/L); 0.15 g/mL kolemanit (D) partikül boyutu; -170+200 µm ve reaksiyon süresi (t); 30 dk. Bor analizleri, kolemanitin B_2O_3 içeriğinin neredeyse tamamının çözelti ortamına geçtiğini göstermiştir. Borik asit kristalleri sulu ortamdan hızlı soğutma tekniği ile kristallendirilerek elde edilmiştir. Borik asidin saflığı %98 olarak bulunmuştur.
Anahtar Kelimeler: Borik asit, Kolemanit, Liçing, Kristalizasyon, Fosforik Asit

Obtaining pure boric acid using colemanite and phosphoric acid

Abstract
Colemanite is an important boron mineral used in the production of boron compounds. The aim of this study is to determine the dissolution conditions of colemanite in phosphoric acid solutions and to present an alternative process for boric acid production. After an extensive literature search, reaction temperature (T), H_3PO_4 concentration (C), stirring rate (W), solid-liquid ratio (S/L), colemanite particle size (D) and reaction time (t) were chosen as parameters. The optimum conditions determined are respectively: reaction temperature (T); 90 ^oC, H_3PO_4 concentration (C); 1M, stirring speed (W); 300 rpm, solid-liquid ratio (S/L); particle size of 0.15 g/mL colemanite (D); -170+200 µm and reaction time (t); 30 min. Boron analyzes showed that almost all of the B_2O_3 content of the colemanite was transferred to the solution medium. Boric acid crystals were obtained by crystallization from aqueous medium by rapid cooling technique. The purity of boric acid was found to be 98%.
Keywords: Boric acid, Colemanite, Leaching, Crystallization, Phosphoric Acid

GİRİŞ

Türkiye dünyanın en büyük bor rezervine sahip ülkesidir. Bor (B), üstün özelliklerinden dolayı dünyada en çok kullanılan elementlerden birisidir. Doğada bilinen 200' den fazla bor minerali bulunmasına rağmen ticari amaçla kullanılan bor mineralleri; tinkal, kernit, üleksit, probertit, kolemanit, pandermit, borasittir. Ancak bu mineraller arasında rezerv ve üretim açısından en büyük paya tinkal, üleksit ve kolemanit sahiptir. Birçok mineral, yapısında bor elementi içermesine rağmen, oksijen reaktivitesi nedeniyle bor serbest element olarak bulunamaz. Bitkiler için gerekli mikro elementlerden bir tanesi olan bor, H_3BO_3 olarak bitkiye alınabilir (Ediz & Özdağ, 2001; Kılınç, Mordoğan, & Tanrıverdi, 2001; Tombal, Özkan, Ünver, & Osmanlıoğlu, 2016).

Kimyasal bileşimi $2CaO.3B_2O_3.5H_2O$ olan kolemanitin, toplam %75-80' i Etibank tarafından iç piyasanın rafine bor talebini karşılamak ve borik asit üretmek amacıyla kullanılmaktadır.

Hem metal hem de ametal özelliklere sahip olan bor, yarı metal olarak sınıflandırılır ve borun kimyasal özellikleri IIIA grubundaki diğer elementlerden farklıdır. Bor, çok yüksek bir kimyasal reaktiviteye sahiptir ve birçok inorganik ve organik mineralin üretiminde çok önemli rol oynayan bileşiklere sahiptir (Türker & Acar, 2021).

Bor mineralleri yapılarında ki metale, içerdikleri su içeriğine ve kristal yapılarına göre isimlendirilirler. Birçok bor minerali bilinmesine rağmen bunlardan sadece birkaçı ticari öneme sahiptir. Önemli bor minerallerinden bazıları Tablo 1'de verilmiştir (Ozturk, Sakcali, Gucel, & Tombuloglu, 2010).

Tablo 1. Önemli Bor Mineralleri

Minerallerin İsmi	**Kimyasal Formülleri**	**%B_2O_3**	**%H_2O**
Üleksit	$Na_2O\ 2CaO\ 5B_2O_3\ 16H_2O$	42.95	35.57
Tinkal	$Na_2O.2B_2O_3.10H_2O$	36.51	47.24
Kolemanit	$2CaO.3B_2O_3.5H_2O$	50.80	21.92
Hidrobosit	$CaMgB_6O_{11}.6H_2O$	50.53	26.16
Kernit	$Na_2O\ 2B_2O_3\ 4H_2O$	50.95	26.37
Sassolit	H_3BO_3	56.29	43.71

Bor bileşikleri, endüstrinin hemen her dalında farklı şekillerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bor bileşiklerinin kullanımı son yıllarda özellikle nükleer teknolojide, roket motorlarında seramik malzemelerde, refrakter malzemelerde, çelik malzemelerde, polimer malzemelerde, katalizör vb. üretiminde oldukça artmıştır (Kılınç et al., 2001; Özmetin, Kocakerim, Yapıcı, & Yartaşı, 1996; Yenialaca, 2009).

Bor mineralleri ve ürünlerinin kullanım alanları ülkelerin ihtiyaçlarına, sahip oldukları üretim koşullarına, maden kaynaklarının özelliklerine ve ticari piyasa özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Önemli bor bileşiklerinden birisi de borik asittir (H_3BO_3).

Borik asit, birçok ticari bor bileşiğinin üretimi için başlangıç malzemesi olarak tercih edilen önemli bir bileşiktir. Sanayide kolemanitten borik asit üretimi, kolemanit ve sülfürik asit arasındaki reaksiyona dayanmaktadır. Bu reaksiyon aşağıda (1) denkleminde verilmiştir.

$$Ca_2B_6O_{11}\cdot 5H_2O + 2H_2SO_4 + 6H_2O \rightarrow 6H_3BO_3 + 2CaSO_4\cdot 2H_2O \qquad (1)$$

Denklem (1)' de elde edilen ana ürün borik asit iken, yan ürün kalsiyum sülfattır. Kolemanit ve sıcak sülfürik asit çözeltilerinin tepkimesi sonucu oluşan borik asit çözeltide kalırken, çözünürlüğü daha düşük olan alçıtaşı($CaSO_4.2H_2O$) doyma değerine ulaşarak kristalleşir. Alçı kristalleri filtre edilerek çözeltiden uzaklaştırılır. Filtrasyondan sonra kalan sıcak ve berrak çözelti borik asidi kristalize etmek için 30-40 °C'ye soğutulsa da yan ürün olarak elde edilen kalsiyum sülfat çözeltiden tamamen ayrılamaz ve borik asit ile çökerek ürünlerde safsızlıklar oluşturur. Kalsiyum sülfat çok fazla tercih edilmediği için satılamaz ve kullanılamaz. Böylece önemli miktarda atık oluşmakta ve bu da çevre sorunlarına sebebiyet vermektedir. Sülfürik asit çok kuvvetli bir asit olması sebebiyle kolemanit ile birlikte cevherdeki kil minerallerinin çözünmesine neden olarak çözelti ortamında $MgSO_4$, Na_2SO_4, K_2SO_4 gibi istenmeyen ve çökelmeyen çeşitli safsızlıklara yol açar. Bu maddeler kristalizasyon aşamasında ürünle birlikte çökerek ürünlerde safsızlıklar oluşturur (Bingöl & Çopur, 2019; Davies, Colak, & Hooper, 1991; Gönen, Nyankson, & Gupta, 2016; Künkül, Aslan, Ekmekyapar, & Demirkıran, 2012; Mergen, Demirhan, Bilen, Cebi, & Gunduz, 2001; Smith, 1985).

Bu çalışmada çözelti olarak H_3PO_4 kullanılmıştır. Literatür taraması sonucunda kolemanitten optimum koşullarda borik asit üretilmesi hedeflenmiştir (Bayca, 2019; Doğan & Yartaşı, 2014; Gönen et al., 2016; Küçük & Korucu, 2018; Temur, Yartaşı, Çopur, & Kocakerim, 2000; Yeşilyurt, 2004; Yeşilyurt, Çolak, Çalban, & Genel, 2005). Yan ürün olan dikalsiyum fosfat ($CaHPO_4$); hayvan yemi endüstrisi, gübre endüstrisi ve gıda endüstrisi gibi çeşitli alanlarda kullanılabilir. Ayrıca yem sindirilebilirliğini kolaylaştırma ve besin kalitesini iyileştirmek gibi çeşitli özelliklerinden dolayı hayvan yemi endüstrisinde de yaygın olarak kullanılmaktadır.

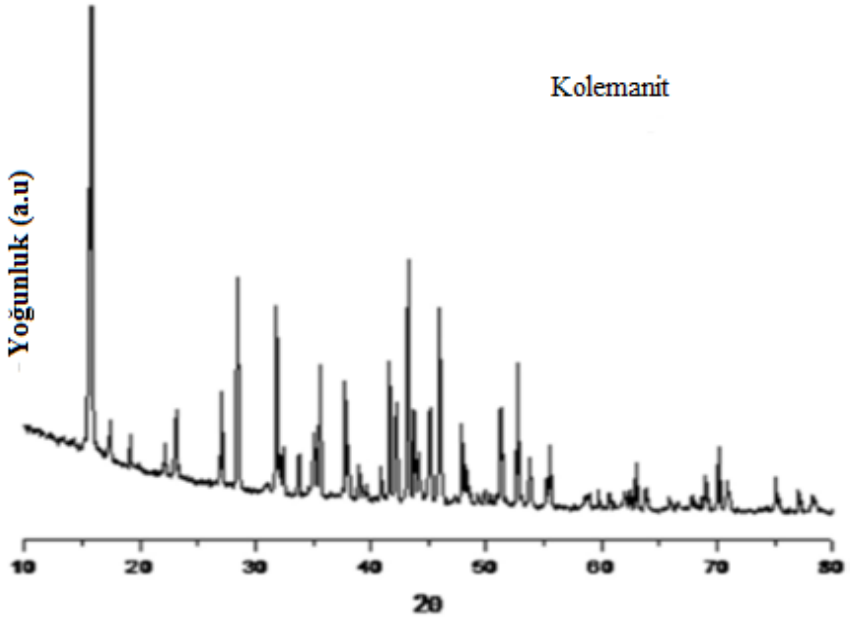
MATERYAL VE METOD

Deneylerde kullanılan kolemanit cevheri Kütahya'nın Emet-Mine bölgesinden temin edilmiştir. Cevher, safsızlıklardan arındırılmadan önce laboratuvar çalışmasına uygun bir boyuta indirilir. A.S.T.M. Standart elekler

kullanılarak cevher -170+200 µm tane boyutuna ayrılmıştır. Deneylerde kullanılan kolemanitin kimyasal bileşimi aşağıdaki Tablo 2' de verilmiştir. Ayrıca kolemanit cevherinin X-ışını kırınım modeli Şekil 1' de verilmiştir. Cihazın çalışma parametreleri 2θ aralığı 10° - 90°, 45 kV ve 40 mA (λ= 1.53 nm) dir.

Tablo 2. Kolemanit cevherinin kimyasal analizi

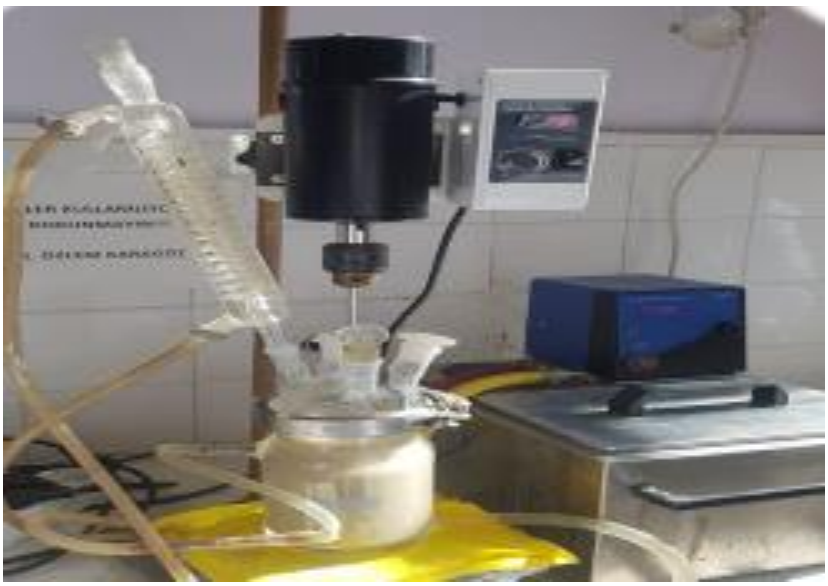
Bileşim	B_2O_3	CaO	H_2O	SiO_2 ve diğerleri
%	44.20	26.75	22.20	6.85



Şekil 1. Kolemanit cevherinin X-ışını kırınım modeli

DENEYSEL PROSEDÜR

Deneyde kullanılan optimum koşullar şöyledir: reaksiyon sıcaklığı (T); 363 K, H_3P0_4 konsantrasyonu (C); 1M, karıştırma hızı (W); 300 rpm, katı-sıvı oranı (S/L); 0.15 g/mL kolemanit (D) partikül boyutu; -170+200 µm ve reaksiyon süresi (t); 30 dk. İlk aşamada 200 mL H_3P0_4 çözeltisi ve 30 g kolemanit bir cam reaktörde manyetik karıştırıcı kullanılarak yaklaşık 300 rpm' de çözülmüştür. Deney düzeneği Şekil 2' de gösterilmiştir.



Şekil 2. Deney Düzeneği

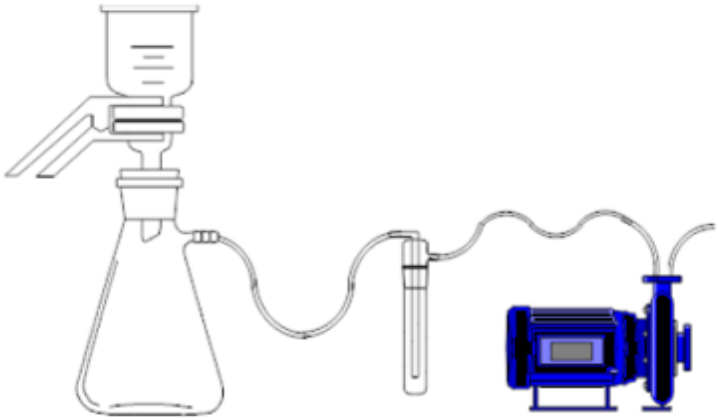
İkinci aşamada, optimum koşullarda elde edilen çözelti sıcak bir şekilde süzülür. Çözeltideki borik asidin kristalizasyon işleminden önce çökmemesi için bu filtrasyon işlemi çok hızlı yapılmalıdır. Filtrasyon sonrası elde edilen çözeltiye geçen bor miktarı bor analizi ile bulunmuştur. Bor tayini Şekil 3' te gösterilmiştir.



Şekil 3. Bor Analizi

BULGULAR

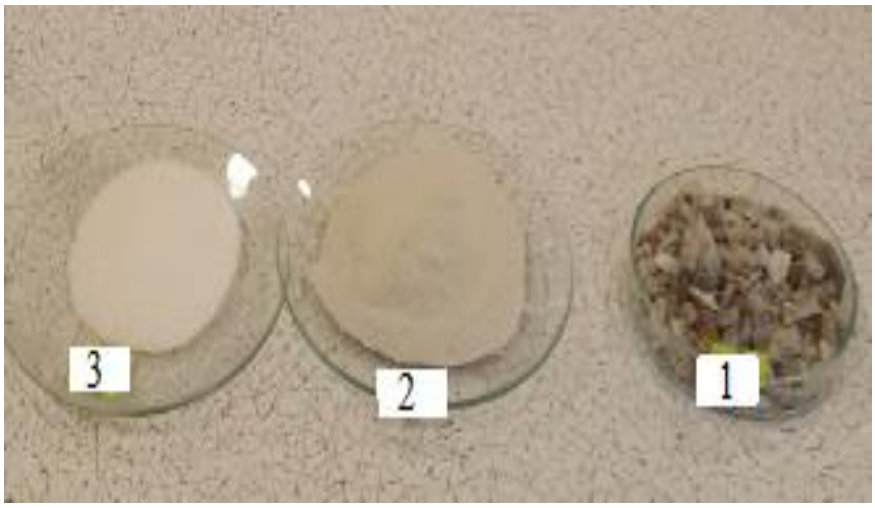
Analiz sonucunda kolemanit içerisindeki bor içeriğinin %99,4'ünün çözeltiye alındığı tespit edilmiştir. Çözelti hızla 20°C' ye soğutularak borik asidin kristallendirilmesine ve çökmesine izin verilmiştir. Çöken borik asit kristalleri**,** Şekil 4' teki gibi vakum altında süzülmüştür.



Şekil 4. Kristalizasyon işleminde kullanılan vakum altında süzme düzeneği

Daha sonra borik asit kristalleri deiyonize su ile yıkanarak kirliliklerinden arındırılmış ve kuruması için normal oda koşullarında 7 gün boyunca kurumaya bırakılmıştır.

Şekil 5, borik asitin üretim aşamalarını göstermektedir. Şekil 5' te 1 numara kırılmış kolemanit cevheri, 2 numara öğütülmüş ve elenmiş kolemanit cevheri, 3 numara borik asit kristallerini göstermektedir.



Şekil 5. Borik Asit Üretim Adımları

Elde edilen borik asit kristalinden belli bir miktar numune alındı. Bor analizi yapıldı. Bor analizi sonucunda borik asit çözeltisinde %54,9 bor bulunmuştur. Saf borik asitte en fazla %56 bor olacağı bilindiği için elde edilen borik asidin %98 saf olduğu görülmüştür.

SONUÇ

- Ham bor cevheri kolemanit, optimum çözünme koşulları altında H_3PO_4 çözeltisi içinde çözündürüldü.
- Cevherde yer alan B_2O_3 mineralinin yaklaşık olarak %99.4 'ünün çözeltiye geçtiği hesaplandı.
- Çözelti soğuması beklenmeden sıcak bir biçimde ve vakum altında hızlı bir şekilde süzüldü.
- Süzüntü 20 ^oC sıcaklıkta kristallendirildi.
- Elde edilen kristaller yıkandı ve kurutuldu ve örnek alınarak analiz yapıldı. Borik asidin saflığı %98 olarak bulundu. Böylece düşük maliyetle yüksek saflıkta borik asit elde edildiği kanıtlandı.

KAYNAKLAR

Bayca, S. (2019). A New Method for Colemanite Waste Processing. *Theoretical Foundations of Chemical Engineering, 53*(3), 395-403.

Bingöl, M. S., & Çopur, M. (2019). Determination of optimum conditions for boric acid production from colemanite by using co2 in high-pressure reactor. *Journal of CO2 Utilization, 29*, 29-35.

Davies, T., Colak, S., & Hooper, R. (1991). Boric acid production by the calcination and leaching of powdered colemanite. *Powder Technology, 65*(1-3), 433-440.

Doğan, T. H., & Yartaşı, A. (2014). Optimization of Dissolution of Ulexite in Phosphate Acid Solutions. *Journal of the Chemical Society of Pakistan, 36*(4).

Ediz, N., & Özdağ, H. (2001). Bor mineralleri ve ekonomisi. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*(002), 133-151.

Gönen, M., Nyankson, E., & Gupta, R. B. (2016). Boric Acid Production from Colemanite Together with ex Situ CO2 Sequestration. *Industrial & engineering chemistry research, 55*(17), 5116-5124.

Kılınç, E., Mordoğan, H., & Tanrıverdi, M. (2001). Bor minerallerinin önemi, potansiyeli, üretimi ve ekonomisi. *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, 18-19.

Küçük, Ö., & Korucu, H. (2018). Optimization of Boric Acid Extraction From Colemanite With An Environmentally Friendly Process By Using The Taguchi Method. *Journal of the Chemical Society of Pakistan, 40*(3).

Künkül, A., Aslan, N. E., Ekmekyapar, A., & Demirkıran, N. (2012). Boric acid extraction from calcined colemanite with ammonium carbonate solutions. *Industrial & engineering chemistry research, 51*(9), 3612-3618.

Mergen, A., Demirhan, H., Bilen, M., Cebi, H., & Gunduz, M. (2001). *Boric acid production from tincal.* Paper presented at the Proceedings of the 17th International Mining Congress and Exibit—TUMAKS, Ankara, Turkey.

Ozturk, M., Sakcali, S., Gucel, S., & Tombuloglu, H. (2010). Boron and plants *Plant adaptation and phytoremediation* (pp. 275-311): Springer.

Özmetin, C., Kocakerim, M. M., Yapıcı, S., & Yartaşı, A. (1996). A semiempirical kinetic model for dissolution of colemanite in aqueous CH3COOH solutions. *Industrial & engineering chemistry research, 35*(7), 2355-2359.

Smith, R. A. (1985). Boric oxide, boric acid, and borates. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*.

Temur, H., Yartaşı, A., Çopur, M., & Kocakerim, M. M. (2000). The kinetics of dissolution of colemanite in H3PO4 solutions. *Industrial & engineering chemistry research, 39*(11), 4114-4119.

Tombal, T. D., Özkan, Ş. G., Ünver, İ. K., & Osmanlıoğlu, A. E. (2016). Bor bileşiklerinin özellikleri, üretimi, kullanımı ve nükleer reaktör teknolojisinde önemi/Properties, production, uses of boron compounds and their importance in nuclear reactor technology. *Journal of Boron, 1*(2), 86-95.

Türker, A., & Acar, O. (2021). Investigation of cadmium and lead contents of boron minerals and boron waste by electrothermal atomic absorption spectrometer. *Journal of the Iranian Chemical Society, 18*(7), 1607-1612.

Yenialaca, Ç. (2009). *Bor ve Kullanım Alanları.* (Yüksek Lisans tezi), Gazi Üniversitesi.

Yeşilyurt, M. (2004). Determination of the optimum conditions for the boric acid extraction from colemanite ore in HNO 3 solutions. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, 43*(10), 1189-1194.

Yeşilyurt, M., Çolak, S., Çalban, T., & Genel, Y. (2005). Determination of the optimum conditions for the dissolution of colemanite in H3PO4 solutions. *Industrial & engineering chemistry research, 44*(10), 3761-3765.

ORAL PRESENTATION

Hasarlı karbon nano-konilerde hasar konumunun burkulma davranışına etkisi

Muhsin Gökhan Günay[1] (ORCID: 0000-0002-8895-1710)
Bilge Büyükşirin[2] (ORCID: 0000-0002-3941-7394)

[*1]Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Antalya, Türkiye
[*2]Trakya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi, Edirne, Türkiye

[*]gmgunay@akdeniz.edu.tr

Özet
Karbon nanotüpler grafenin silindirik biçimde yuvarlanmış formu iken, benzer şekilde karbon nano-koniler grafenin konik şekilde yuvarlanmış formudur. Karbon nano-koniler, karbon nanotüpler ile grafen arasında bunlara benzer özelliklere sahiptir ve çeşitli nano boyutlu uygulamalarda yapısal eleman olarak kullanılabilirler. Bu çalışmada yapısal eleman olarak kullanılan bir karbon nano-konide birden fazla eksik atomdan dolayı oluşan hasarın konumunun, nano-koninin burkulma davranışına etkisi araştırılmıştır. Çalışmada aynı tepe açısına sahip üç farklı boydaki hasarsız karbon nano-koniler ele alınmıştır. Karbon nano-koniler üzerinde düşey yönde çeşitli pozisyonlarda seçilen dört komşu atom yapıdan çıkarılarak nano-koniler hasarlı hale getirilmiştir. Ardından hasarlı hale getirilen bu nano-koniler basmaya maruz bırakılmıştır. Her bir koninin burkulma süreci ve kritik burkulma kuvveti moleküler dinamik simülasyonları ile hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda nano-konilerde uzunluktan bağımsız olarak hasarlı bölge koninin ucuna yaklaştıkça kritik burkulma kuvvetinin genel olarak düştüğü; fakat nano-konin ucuna ve tabanına çok yakın konumda bulunan hasarların kritik burkulma kuvvetini çok fazla düşürmediği görülmüştür. Hasar açısından en kritik bölgenin nano-koninin orta kısmı ile tepe kısmı arası olduğu gözlemlenmiştir
Anahtar Kelimeler: Karbon nano-koni, Burkulma, Hasar, Moleküler dinamik

Effect of location of vacancy defect on the buckling behavior of carbon nanocones

Abstract
Carbon nanotubes are the cylindrically folded form of graphene, while similarly, carbon nanocones are the conically folded form of graphene. Carbon nano-cones have similar properties with carbon nanotubes and graphene and they can be used as structural elements in various nano-scale applications. In this study, the effect of the location of the vacancy defects of multiple atoms on the buckling behavior of the nanocone is investigated. In the study, undamaged carbon nanocones of three different sizes with the same apex angle are considered. Then, the carbon nanocones are damaged by removing four neighbor atoms from the structure which are selected in various positions in the vertical direction. By applying compression to the nanocones, the buckling process and critical buckling force of each cone are calculated by molecular dynamics simulations. It is seen that regardless of the length the critical buckling force generally decreases as the damaged area approaches to the tip of the nanocone. However, it is observed that the damages located very close to tip or base of the nanocone do not reduce the critical buckling force very much. It has been observed that the most critical region in terms of buckling damage under compression is between the middle and top part of the carbon nanocone.
Keywords: Carbon nanocone, Buckling, Vacancy Defect, Molecular dynamics

GİRİŞ

Karbon nano yapılar bilimsel çalışmalarda ve mühendislikte gün geçtikçe önem kazanmakta ve sanayi uygulamalarında kendine yer edinmektedir. Günümüzde karbon nano-tüpler (Iijima, 1991) ve grafen (Novoselov ve ark., 2004) üzerinde en fazla araştırma yapılan karbon nano yapılardandır. Yaygın olarak bilinen bu iki yapının yanında; yapılan deneysel çalışmalarda karbon nano-koniler (Ge ve Sattler, 1994), karbon nano-soğan kabukları (Ugarte, 1992), karbon nano-toruslar (Martel ve ark.,1999) gibi çeşitli geometrik formlara sahip karbon nano yapıların varlığı gözlemlenmiştir. Karbon nano-koniler çeşitli nano ölçekli uygulamalarda sensör (Baei , 2013), (Vessally, 2016) ve atomik kuvvet mikroskoplarında ölçüm ucu olarak denenmiştir (Chen, 2006). Özellikle karbon nano-konilerin ölçüm ucu olarak kullanılması, bu yapıların

mekanik davranışına olan ilgiyi arttırmıştır. Karbon nano-konilerin, mekanik özellikleri ve davranışı hakkında literatürde geçen bazı çalışmalardan aşağıdaki gibi bahsedilebilir.

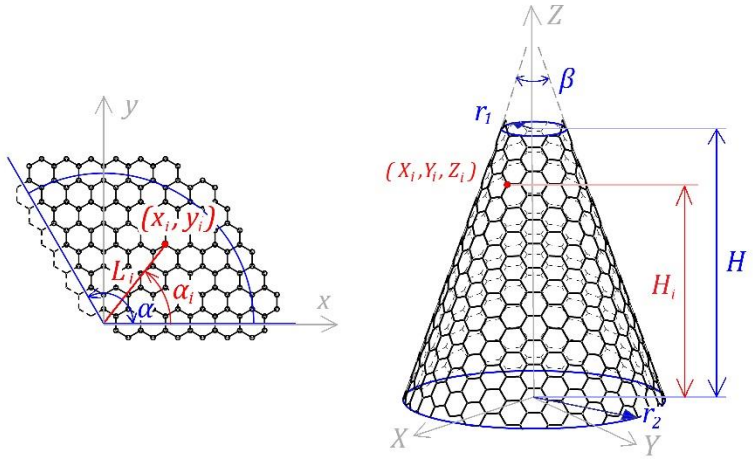
Liew ve ark. (2007), 19.2° tepe açısına sahip karbon nano-konilerin burkulma davranışını moleküler dinamik simülasyonları ile araştırmıştır. Wei ve ark. (2007), 19.2° and 38.9°tepe açısına sahip karbon nano-konilerin çekme yükleri altındaki davranışını çalışmıştır. Yan ve ark. (2012), ağsız numerik metotları (mesh-free methods) kullanarak çeşitli tepe açısına sahip karbon nano-konilerin burkulma davranışını araştırmıştır. Liao (2015), tek atom yokluğundan dolayı oluşan hasarın karbon nano-konilerin burkulması üzerindeki etkisini incelemiştir. Ansari ve Mahmoudinezhad (20115), karbon nano-konilerin mekanik davranışını yay-kütle elemanları kullanarak karakterize etmiştir. Gandomani ve ark. (2016), sıvı taşıyan karbon nano-konilerin doğal frekanslarını ve doğal modlarını yarı-sürekli bir model ile hesaplamıştır. Ghaffari ve ark. (2018), nano-konilerin çeşitli yükler altındaki deformasyonlarını hiper-elastik sonlu elemanlar yöntemi kullanarak belirlemiştir. Liao (2017), karbon nano-konilerin yatay yükler altında deforme olmasını moleküler dinamik simülasyonları ile incelemiştir. Hu ve ark.(2019), eksenel basma altında karbon nano-konilerin manyetik alanlarındaki değişimi atomistik metotlar kullanarak belirlemiştir. Furjan ve ark. (2020), yüksek dereceli visko-elastik genleme gradyeni teorisi kullanarak karbon nano-konilerin dinamik burkulma davranışını analiz etmiştir. Torabi ve Ansari (2020), termal yükler altında karbon nano-konilerin burkulmasını lokal-olmayan kabuk teorisi ile modellemiştir.

Bu çalışmada karbon nano-konilerde eksik olan atomların, karbon nano-konilerin burkulma davranışına etkisi moleküler dinamik simülasyonları ile araştırılmıştır. Karbon nano-koniler üzerinde düşey yönde çeşitli pozisyonlarda seçilen komşu dört atom yapıdan çıkarılarak nano-koni hasarlı hale getirilmiştir. Ardından bu hasarlı koniler basmaya maruz bırakılarak, konilerin çöktüğü kritik burkulma kuvveti hesaplanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde eksik atomların konumu nano-koninin ucuna yaklaştıkça, kritik burkulma kuvvetinin düştüğü gözlemlenmiştir.

MATERYAL VE METOD

Karbon Nano-Koni Geometrisi

Karbon nano-koniler, pizza dilimine benzeyen grafen parçalarının yuvarlanarak ve iki açık kenarın birleştirilmesi ile oluşmuş üç boyutlu nano yapılar olarak ele alınabilir. Şekil 1.'de gösterildiği gibi grafen diliminin açısı 60º, 120º, 180º, 240º ve 360º olacak şekilde seçilerek; tepe açıları 19.2º, 38.9º, 60º, 84.6º ve 112.9º olan radyal simetriye sahip beş çeşit karbon nano-koni elde edilebilir. Dilim açılarının belirtilen bu beş değerden farklı seçilmesi ile veya açık kenarların ötelenerek birleştirilmesi ile farklı çeşitte karbon nano-koniler de elde edilebilir. Fakat bu şekilde hazırlanan karbon nano-koniler her zaman radyal simetriye sahip olmayabilir.



Şekil 1. Grafen dilimi ve karbon nano-koni.

Şekil 1.'de; α grafen diliminin açısını; x_i, y_i, α_i karbon atomlarının grafen düzlemindeki koordinatlarını ve açısını; β nano-koninin tepe açısını; X_i , Y_i , Z_i koniye ait karbon atomlarının üç boyutlu uzaydaki koordinatlarını ve H nano-koninin yüksekliğini belirtmektedir. Nano-koninin tepe yarıçapı r_1, taban yarıçapı r_2 ile gösterilmiştir. Karbon nano-konideki karbon atomlarının koordinatları grafen diliminden yola çıkılarak

aşağıdaki gibi hesaplanır. Hesaplamalarda açılar radyan olarak alınmıştır. Z_0 nano-koninin z-eksenindeki konumunu belirlemek için keyfi olarak seçilir.

$$X_i = L_i.\frac{\alpha}{2\pi}.\sin\left(\frac{\alpha_i.2\pi}{\alpha}\right) \quad (1a)$$

$$Y_i = L_i.\frac{\alpha}{2\pi}.\cos\left(\frac{\alpha_i.2\pi}{\alpha}\right) \quad (1b)$$

$$Z_i = Z_0 - L_i.\sqrt{1-\left(\frac{\alpha}{2\pi}\right)^2} \quad (1c)$$

$$L_i = \sqrt{x_i^2 + y_i^2} \quad (2a)$$

$$\alpha_i = \operatorname{atan}\left(\frac{y_i}{x_i}\right) \quad (2b)$$

Moleküler Dinamik Simülasyonu

Moleküler dinamik simülasyonları, Newton yasalarını atomlara veya parçacıklara uygulayarak sistemin dinamik çözümünün gerçekleştirildiği numerik bir metottur. Moleküler dinamik simülasyonlarında kimyasal tepkimeler veya atomlar arasındaki ilişkiler; ikili atom etkileşimlerinde iki atom arasındaki mesafe, üçlü atom etkileşimlerinde iki kol arasındaki açı, dörtlü atom etkileşimlerinde düzlemler arasındaki açı, parçacıkların elektrik yükleri ve benzeri özellikleri dikkate alan kuvvet alan fonksiyonları kullanılarak tanımlanır. Kuvvet alan fonksiyonları ile atomlara etki eden kuvvetler belirlenir. Newton`un ikinci yasası ile sistemin hareket denklemleri yazılır. Hareket denklemleri genellikle iteratif olarak Verlet (1967), veya RESPA algoritmaları kullanılarak çözülür (Tuckerman ve ark., 1992).

Çalışmadaki tüm moleküler dinamik simülasyonları açık kaynak kodlu LAMMPS yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Plimpton**,** 1995).Karbon atomları arasındaki ilişkiler, karbon nanotüplerin ve grafenin mekanik davranışında yaygın olarak tercih edilen Airebo kuvvet alanı kullanılarak tanımlanmıştır (Stuart ve ark., 2000). Airebo kuvvet alanı denklem-3 de gösterildiği gibi; esasen hidro-karbonların etkileşimlerini simule etmek için geliştirilmiş Rebo kuvvet alanından, bağ yapmamış atomların van-der-Waals etkileşimlerini hesaplayan Lennard-Jones kuvvet alanından ve bağ halindeki dörtlü atom gruplarının eğilme ve burulma etkileşimlerini hesaplayan üçüncü bir kuvvet alanından oluşur. Karbon nano yapıların mekanik davranışını incelerken Airebo kuvvet alanındaki üçüncü terimin hesaplara dahil edilmesi önem arz eder. Bu durumda nano yapı sadece Rebo ile yapılan hesaplara göre daha gerçekçi şekilde daha rijit davranır.

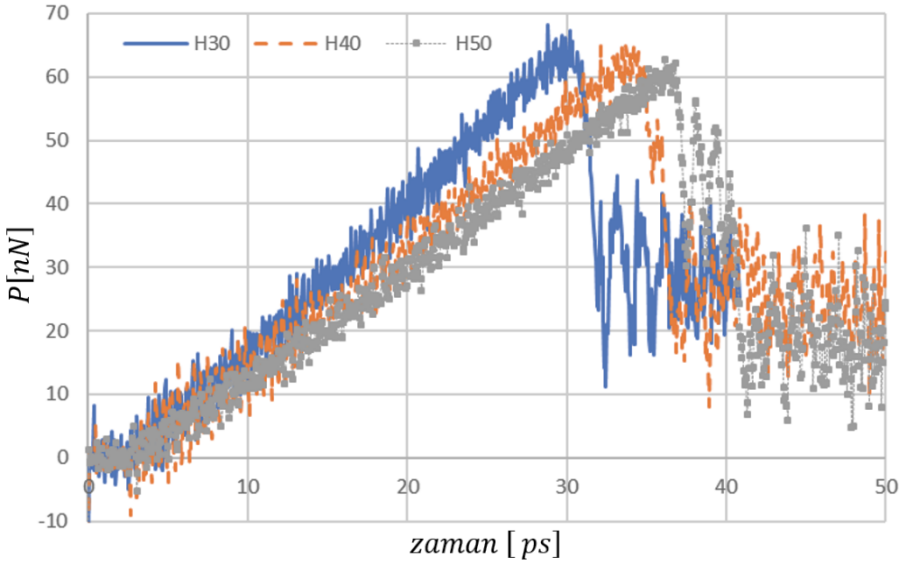
$$\boldsymbol{E^{Airebo}} = \frac{1}{2}\sum_i \sum_{i\neq j}\left[\boldsymbol{E_{ij}^{Rebo}} + \boldsymbol{E_{ij}^{LJ}} + \sum_{k\neq i,j}\sum_{l\neq i,j,k}\boldsymbol{E_{kijl}^{Torsion}}\right] \quad (3)$$

Karbon nano konilerin atomlarının koordinatları bir önceki bölümde anlatıldığı gibi geometrik olarak belirlenmiştir. Atomların koordinatları bir simülasyondan veya deneysel datadan çekilmeyip geometrik olarak belirlendiği için nano yapıda ön gerilmeler oluşabilir. Analizlere başlamadan önce olası ön gerilmeleri gidermek için sistemin toplam enerjisi minimize edilmiştir. Tüm hesaplamalarda çözüm zaman adımı 0.1 piko-saniye olarak seçilmiş ve sonuçların termal dalgalanmalardan etkilenmemesi için simülasyon sırasında sistem sıcaklığı kanonik Nosé–Hoover termostatı (NVT) kullanılarak 5 K`in altında tutulmuştur (Glenn ve ark., 1992).

Analizlerde 120º derece dilim açısına sahip grafen parçalar konik şekilde yuvarlanarak oluşturulan 38.9º tepe açısına sahip, uzunlukları 30, 40 ve 50 Å olan üç grup karbon nano koni ele alınmıştır. Bütün nano konilerin tepe yarıçapı 3.5 Å `dur. Taban yarıçapı ise 30, 40 ve 50 Å uzunlukları için sırasıyla 14.3, 18 ve 21.5 Å `dur.

Nano konileri burkulmaya zorlamak için koninin tabanındaki atomlar sabitlenmiş ve koninin tepe kısmındaki atomlara basma kuvveti uygulanmıştır. Her çözüm adımında tepe kısmındaki atomlar aşağı yönde 0.25 Å ötelenecek şekilde basma kuvveti arttırılmıştır. Burkulmanın gerçekleştiği anda atomları ötelemek için gerekli

basma kuvveti hızlı bir şekilde düşer. Bu ana kadar uygulanan maksimum basma kuvveti kritik burkulma kuvvetini verir. Basma kuvvetinin değişimi 30, 40 ve 50 Å uzunluğundaki hasarsız koniler için Şekil 2.'de nano-Newton cinsinden gösterilmiştir.



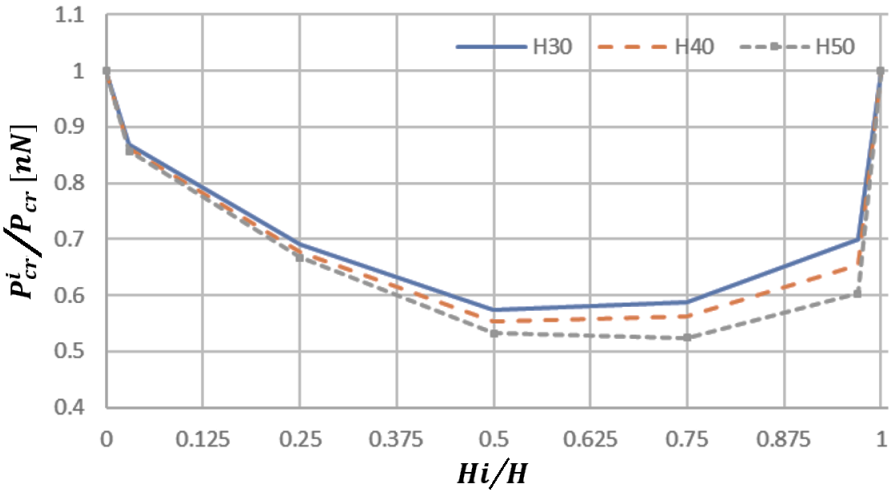
Şekil 2. Hasarsız karbon nano-koniler için basma kuvvetinin değişimi.

Hasarlı karbon nano koniler H_i yüksekliğinde seçilen bir atom ve bu atoma komşu üç atom olmak üzere toplam dört karbon atomu yapıdan çıkarılarak elde edilmiştir. H_i/H oranı 0.03, 0.25, 0.5, 0.75 ve 0.97 olacak şekilde beş farklı tipte hasarlı nano koniler hazırlanmıştır. Tablo 1.'de 30, 40 ve 50 Å uzunluklarına sahip hasarsız ve hasarlı karbon nano-koniler için hesaplanan kritik burkulma kuvvetleri verilmiştir. Tablo 1.'de görüldüğü gibi hem hasarsız hem de hasarlı karbon nano-konilerde uzunluk arttıkça kritik burkulma kuvveti düşmektedir.

Tablo 1. Hasarsız ve hasarlı karbon nano-konilerin kritik burkulma kuvvetleri.

	P_{cr} $[nN]$		
Hi/H	**H30**	**H40**	**H50**
Hasarsız	66.64	63.7	61.74
0.03	57.82	54.88	52.92
0.25	46.06	43.12	41.16
0.5	38.22	35.28	32.83
0.75	39.2	35.77	32.34
0.97	46.55	41.65	37.24

Hasarlı karbon nano-koniler için hesaplanan kritik burkulma kuvveti, hasarsız karbon nano-koninin kritik burkulma kuvvetine bölünerek boyutsuzlaştırılmış ve her bir uzunluk grubu için Şekil 3.'te gösterilmiştir. Şekil 3.'te görüldüğü gibi $\boldsymbol{H_i/H}$oranı 0`dan 0.5`e kadar olan aralıkta (tabandan koninin ortasına doğru giderken) kritik burkulma kuvveti düzenli olarak düşüş göstermiştir. $\boldsymbol{H_i/H}$ oranı 0.5 den 0.75 e kadar olan aralıkta kritik burkulma kuvvetinin en düşük değere ulaştığı fakat bu aralıkta çok değişmediği görülmüştür. $\boldsymbol{H_i/H}$ oranı 0.97 iken ise (hasarlı bölge tepe ye çok yakın iken) kritik burkulma kuvvetinin orta bölüme nazaran artış gösterdiği görülmektedir. Çalışmada elde edilen sonuçların, karbon nano-konilerde tek atomun yokluğundan dolayı oluşan hasarın ve bu hasarın konumunun kritik burkulma kuvvetine olan etkisinin incelendiği benzer bir çalışmanın sonuçları ile tutarlı çıkmıştır (Liao, 2015).



Şekil 3. Boyutsuz kritik burkulma kuvvetleri.

SONUÇ

Çeşitli uzunluğa sahip hasarsız ve hasarlı karbon nano konilerin kritik burkulma kuvvetleri moleküler dinamik simülasyonları ile hesaplanmıştır. Hasarlı karbon nano koniler yapıdan dört komşu atom çıkarılarak hazırlanmıştır. Hasarın bulunduğu konum tabandan ortaya doğru gittikçe; kritik burkulma kuvvetinin genel olarak düşüş gösterdiği görülmektedir. Hasarın konumu ortadan tepeye doğru gittikçe; kritik burkulma kuvvetinin sabit kaldığı ve tepeye çok yakın konumlarda ise kritik burkulma kuvvetinin orta bölüme nazaran arttığı görülmüştür. Yapılan çalışmada karbon nano-konilerin burkulma davranışında orta ile tepe arasında oluşan hasarların diğer bölgelere oranla daha riskli olduğu, kritik burkulma kuvvetinin bu bölgede %40-%45`e varan bir düşüş gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmada yer alan tüm/kısmi nümerik hesaplamalar TÜBİTAK ULAKBİM, Yüksek Başarım ve Grid Hesaplama Merkezi'nde (TRUBA kaynaklarında) gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

Al-Furjan MSH, Farrokhian A, Keshtegar B, Kolahchi Rv & Trung N T, 2020. Higher order nonlocal viscoelastic strain gradient theory for dynamic buckling analysis of carbon nanocones. Aerospace Science and Technology, 107, 106259.

Ansari R, Mahmoudinezhad E, 2015. Characterizing the mechanical properties of carbon nanocones using an accurate spring-mass model. Computational Materials Science, 101, 260-266.

Baei MT, Peyghan AA & Bagheri, Z 2013. Carbon nanocone as an ammonia sensor: DFT studies. Structural Chemistry, 24:4, 1099-1103.

Chen IC, Chen LH, Orme C, Quist A, Lal R & Jin S 2006. Fabrication of high-aspect-ratio carbon nanocone probes by electron beam induced deposition patterning. Nanotechnology, 17:17, 4322.

Chen IC, Chen LH, Ye XR, Daraio C, Jin S, Orme CA & Lal R, 2006. Extremely sharp carbon nanocone probes for atomic force microscopy imaging. Applied Physics Letters, 88:15, 153102.

Gandomani MR, Noorian MA, Haddadpour H & Fotouhi MM, 2016. Dynamic stability analysis of single walled carbon nanocone conveying fluid. Computational Materials Science, 113, 123-132.

Ge M, Sattler K 1994. Observation of fullerene cones. Chemical physics letters, 220(3-5), 192-196.

Ghaffari R, Sauer RA, 2018. A new efficient hyperelastic finite element model for graphene and its application to carbon nanotubes and nanocones. Finite Elements in Analysis and Design, 146, 42-61.

Hu Z, Zhang Z, Liu L & Guo W, 2019. Extreme pseudomagnetic fields in carbon nanocones by simple loads. Journal of the Mechanics and Physics of Solids, 124, 1-9.

Iijima S, 1991. Helical microtubules of graphitic carbon. Nature, 354:6348, 56-58.

Liao ML, 2015. Influences of vacancy defects on buckling behaviors of open-tip carbon nanocones. Journal of Materials Research, 30:7, 896-903.

Liao ML, 2017. Buckling behaviors of cantilevered open-tip carbon nanocones subjected to transverse loading: A molecular dynamics study. Physica B: Condensed Matter, 525, 84-90.

Liew KM, Wei JX & He XQ, 2007. Carbon nanocones under compression: Buckling and post-buckling behaviors. Physical Review B, 75:19, 195435.

Martel R., Shea HR & Avouris P 1999. Rings of single-walled carbon nanotubes. Nature, 398:6725, 299-299.

Martyna GJ, Klein ML & Tuckerman M, 1992. Nosé–Hoover chains: The canonical ensemble via continuous dynamics. The Journal of chemical physics, 97:4, 2635-2643.

Novoselov KS, Geim AK, Morozov SV, Jiang DE, Zhang Y, Dubonos SV & Firsov AA 2004. Electric field effect in atomically thin carbon films. science, 306:5696, 666-669.

Plimpton S, 1995. Fast parallel algorithms for short-range molecular dynamics. Journal of computational physics, 117:1, 1-19.

Stuart SJ, Tutein AB & Harrison JA, 2000. A reactive potential for hydrocarbons with intermolecular interactions. The Journal of chemical physics, 112:14, 6472-6486.

Torabi J, Ansari R, 2019. Thermal buckling of carbon nanocones based on the nonlocal shell model. Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Mechanical Engineering, 43:1, 723-732.

Tuckerman MBBJM, Berne B J & Martyna GJ, 1992. Reversible multiple time scale molecular dynamics. The Journal of chemical physics, 97:3, 1990-2001.

Ugarte D, 1992. Curling and closure of graphitic networks under electron-beam irradiation. Nature, 359:6397, 707-709.

Verlet L, 1967. Computer" experiments" on classical fluids. I. Thermodynamical properties of Lennard-Jones molecules. Physical review, 159:1, 98.

Vessally E, Behmagham F, Massoumi B, Hosseinian A & Edjlali L 2016. Carbon nanocone as an electronic sensor for HCl gas: quantum chemical analysis. Vacuum, 134, 40-47.

Wei JX, Liew KM & He XQ, 2007. Mechanical properties of carbon nanocones. Applied Physics Letters, 91:26, 261906

Yan JW, Liew KM & He LH, 2012. A mesh-free computational framework for predicting buckling behaviors of single-walled carbon nanocones under axial compression based on the moving Kriging interpolation. Computer methods in applied mechanics and engineering, 247, 103-112.

ORAL PRESENTATION

Polietilen Tereftalatın (PET) Atmosferik Basınçta Su Buharı Gazlaştırma Yönetmiyle Farklı Sıcaklıklarda Gazlaştırılması Yoluyla Hidrojen Üretimi

Şefika Türker Üzden[a] (*https://orcid.org/0000-0002-8338-100X*), Arif Hasanoğlu[*](*https://orcid.org/0000-0002-1713-6946*)

[a]Çukurova Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Adana, Türkiye

*ahesenov@cu.edu.tr

Özet

Tekstil elyafı, film ve şişelerde yaygın olarak kullanılmakta olan polietilen tereftalattan (PET) atmosferik basınç buhar fazı gazlaştırma tekniği ile gazlaştırılmıştır. Gazlaştırmada sürekli akışlı sabit yataklı ~~bir~~ reaktör kullanılarak yüksek verimle hidrojen gazı eldesi gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar ölçeğinde deney süresi (25 dk.), buhar akış hızı ve PET miktarının sabit tutulduğu koşullarda farklı sıcaklıklarda (600, 700, 800, 900 ℃) denemeler yapılmıştır. 900 ℃'de toplam gaz miktarı 600℃ ile kıyaslandığında 2,6 kat artarken hidrojen verimi karşılaştırıldığında bu değer 6,2 kat artmıştır. Sonuçlar, buharla gazlaştırmada toplam gaz artışı göz önüne alınarak sıcaklığı artırmanın H_2 verimini önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir. PET'in 900 ºC sıcaklıkta ağırlıkça %98,0 toplam dönüşümü ve %25,7 gazlaştırma etkinliği ile 10 ± 0,8 mol H_2/kg PET verimle hidrojen gazı elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: PET, Gazlaştırma, Hidrojen

The effect of gasification of polyethylene terephthalate (PET) at different temperatures on total gas and hydrogen yield by atmospheric pressure vapor phase reforming.

Abstract

The study was carried out to recover energy and chemicals from polyethylene terephthalate (PET), which is widely used in textile fibers, films and bottles, by atmospheric gasification process. High efficiency hydrogen production was operated in practice using a continuous flow fixed bed reactor in gasification. At laboratory scale, experiments were carried out at different temperatures (600, 700, 800, 900 ℃) under conditions of constant experiment time, steam flow rate and input amount. At 900 ℃, the total gas amount increased 2,6 times compared to 600 ℃, while this value increased 6,2 times when the hydrogen yield was compared. The results showed that increasing the temperature significantly increases the H_2 yield, considering the total gas increase in steam gasification. Experiment time is 25 minutes after reaching the desired temperature; It was carried out by keeping the 0,5 mL min-1 water flow rate and the amount of substance constant. 98.00% carbon conversion by weight was obtained.

Keywords: PET, Gasification, Hydrogen.

GİRİŞ

Plastikler, petrolden yapay olarak oluşturulan sentetik polimerlerdir. Bu polimerler oldukça kullanışlı insan hayatını kolaylaştıran çok yönlü özelliklere sahiptir. Yüksek mukavemet ve ağırlık oranı, düşük yoğunluğu, fiziksel darbeye karşı iyi stabilite gösterilmesi dışında korozyona karşı da güçlü dirence ve basit oluşuma sahiptirler (Farzi ve ark., 2019). Bu avantajları sayesinde plastiğe olan talep artmış; 2015 yılında 322 milyon ton olan küresel plastik üretimi, yıllık %3-4 artışla 2019'da 368 milyon tona yükselmiştir. Plastik üretimi ve kullanımındaki önemli artış, ciddi çevre kirliliğine neden olmaktadır (Plastics Europe, 2016 ve 2020). Plastik atık esas olarak diğer katı atıklarla birlikte depolanır, ancak düşük parçalanabilirlik nedeniyle toprakta yarı kalıcı olarak kalabilir, bu da depolama kapasitesinin azalmasına ve toprak kontaminasyonuna

neden olabilir. Plastik atıkların okyanusa atılması deniz florasını ve canlılarını tehdit etmeye devam etmektedir (Moss, 2017; Teuten ve ark., 2009).

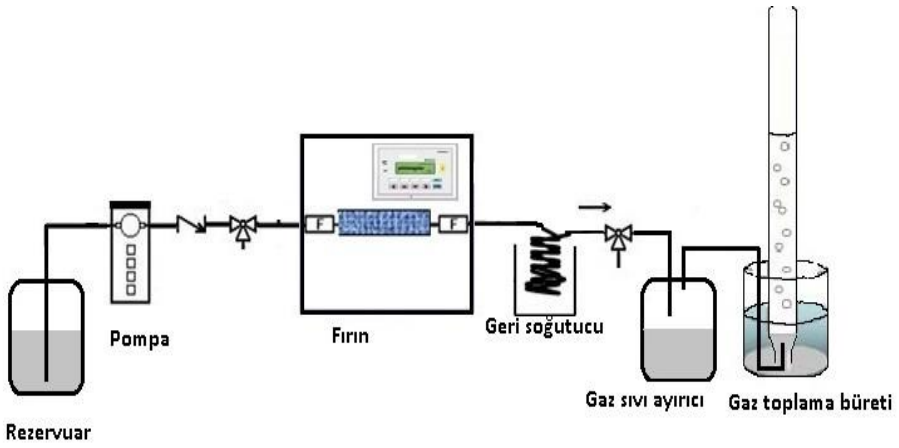
Araştırmalar, 1950 ile 2015 yılları arasında plastik atıkların %60'ının çöpe atıldığını veya çevreye bırakıldığını ortaya koymaktadır (Geyer ve ark., 2017). Şeffaf ve güçlü bir termoplastik polyester olan PET, endüstriyel ve evsel uygulamalarda, özellikle içecek ve tekstil malzemeleri için bir ambalaj malzemesi olarak dikkat çekici bir kullanım alanı göstermektedir. Ticari bir plastik olarak ve biyolojik olarak bozunabilirliğinin düşük olması nedeniyle, tüketim sonrası PET'in geri dönüşümü büyük endişe kaynağıdır. PET şişelerin 1977'deki ilk geri dönüşüm çabasından bu yana, PET atıklarını bertaraf etmenin çevreye duyarlı bir yolunu belirlemek için birçok geri dönüşüm yöntemi test edilmiştir (Sang ve Seong, 2014; Irman ve ark., 2013). Ayrıca, fosil yakıtlardan elde edilen plastikler, fosil yakıt tüketimini azaltmak için enerji ve kimyasal üretimin potansiyel alternatif hammaddeleridir. Bu nedenle plastiklerin geri dönüştürülmesi veya plastiklerden enerjinin geri kazanılması gerekli ve değerlidir (Geyer ve ark., 2017). Bu çalışmada atık plastik materyallerinden biri olan polietilen teraftalat atmosferik basınç buhar fazı sistemi ile gazlaştırılarak enerjiye dönüşümü hedeflenmiştir.

Çalışmanın bilimsel literatüre de önemli katkılar getirebileceği düşünülmektedir. Enerji elde etme gereksinimine kaynak olarak ciddi sağlık ve çevre kirliliğine neden olan plastik atıklar da uygulama alanı bulacağından ucuz yolla temiz enerji eldesinin global olarak hem dünya genelinde, hem de ülkemizde temiz yakıt kullanım çabalarına önemli katkılar getireceği düşünülmektedir.

MATERYAL VE METOD

Çalışmada plastik malzeme olarak granül halinde PET kullanılmıştır. Deneyler, kuvars reaktörde (1/4", 50 cm uzunluk) programlanabilir sıcaklık kontrol cihazı, bir fırın kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Granül şeklindeki 0,5 gram PET tüp şeklindeki reaktörün içerisine yerleştirildikten sonra saf su, numunenin bulunduğu kolona bir HPLC pompası kullanılarak gönderilmiştir. Gazlaştırma sistemi Şekil 1'de verilmiştir. Reaktör oda sıcaklığından itibaren 30 °C/dk ısıtma hızıyla istenilen sıcaklığa kadar ısıtıldı ve 25 dk boyunca bu sıcaklıkta sabit tutulmuştur. Deneyler sıcaklığın gazlaştırma verimi ve ürün dağılımına etkisini inceleyebilmek için 600°C ila 900 °C arasında gerçekleştirilmiştir. Deney sonlarında gaz toplama sisteminde toplanan gaz karışımlarının kalitatif ve kantitatif analizleri iki kanallı bir termal elektrik iletkenlik detektörlü Varian–450 gaz kromatografi cihazı ile yapılmıştır. Hidrojen gazı Argon taşıyıcı gazının kullanıldığı kanalda, Varian Restek Molsieve 5A 1m×1/8" kolon ile analiz edilmiştir. H_2 gazı hariç diğer gazların analizi, He taşıyıcı gazının kullanıldığı diğer kanalda, Varian Restek Shincarbon 100/120 mesh 2m × 1/16" ×1mm kolonda gerçekleştirilmiştir. Analizden önce gaz standardı karışımı cihaza enjekte edilerek her bir gazın alıkonma süreleri saptanmıştır. Standart gaz karışımı Elite Gaz Teknolojileri İnş. Tur. San. Tic. Ltd. Şti.'den (İstanbul, Türkiye) temin edilmiştir ve içeriğinde 1,80±0,04 (%mol) asetilen, 4,0±0,1(%mol) etilen, 3,9±0,1 (%mol) etan, 4,9±0,1(%mol) metan, 16,0±0,3 (%mol) karbon monoksit, 22,0±0,4 (%mol) karbon dioksit ve 47,4±0,5 (%mol) hidrojen bulunmaktadır.

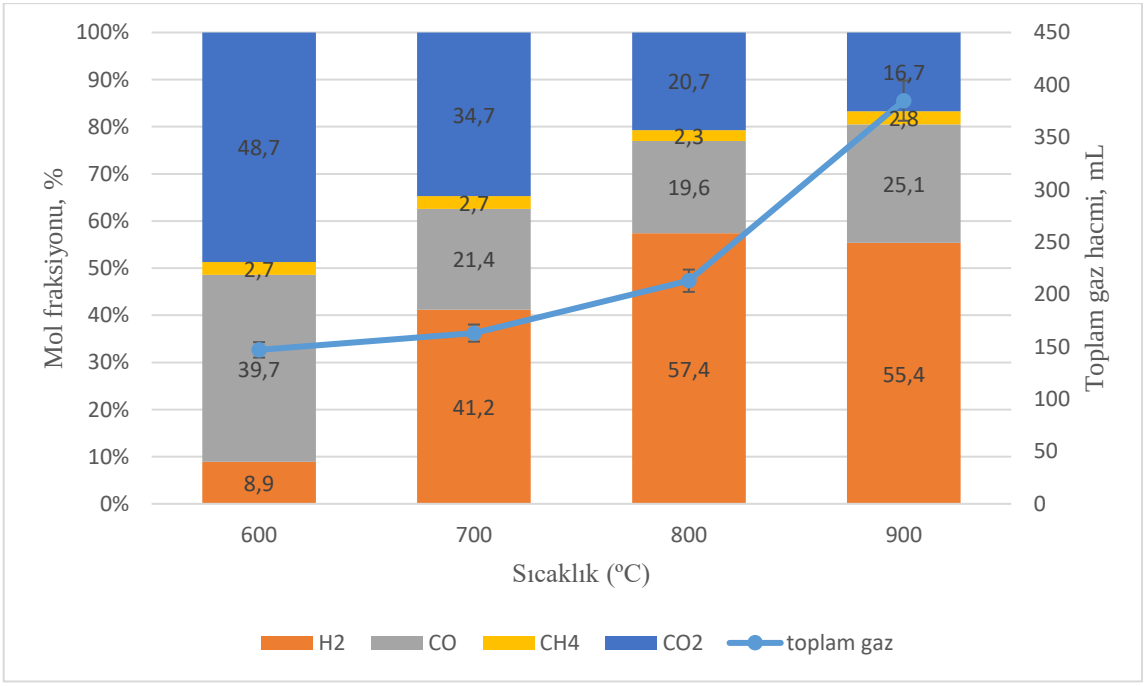
Gazlaştırma işlemi sonrasında oluşan sıvı ürünler dikolorometan ile ekstrakte edildikten sonra ürünlerin içerikleri Thermo Finnigan GC-MS cihazı ile Thermo TR-5MS kapiler kolon kullanılarak analiz edilmiştir. Proses sonrası sistemde kalan atık (char) Fouirer Transform Infrared Spektrofotometresi ile analiz edilmiştir. PET'in C (%62,85), H (%4,19) ve O (%32,96, farktan hesaplandı) içerikleri Thermo Scientific Flash 2000 elementel analiz cihazı kullanılarak belirlendi.



Şekil 1. Gazlaştırma sistemi

BULGULAR ve TARTIŞMA

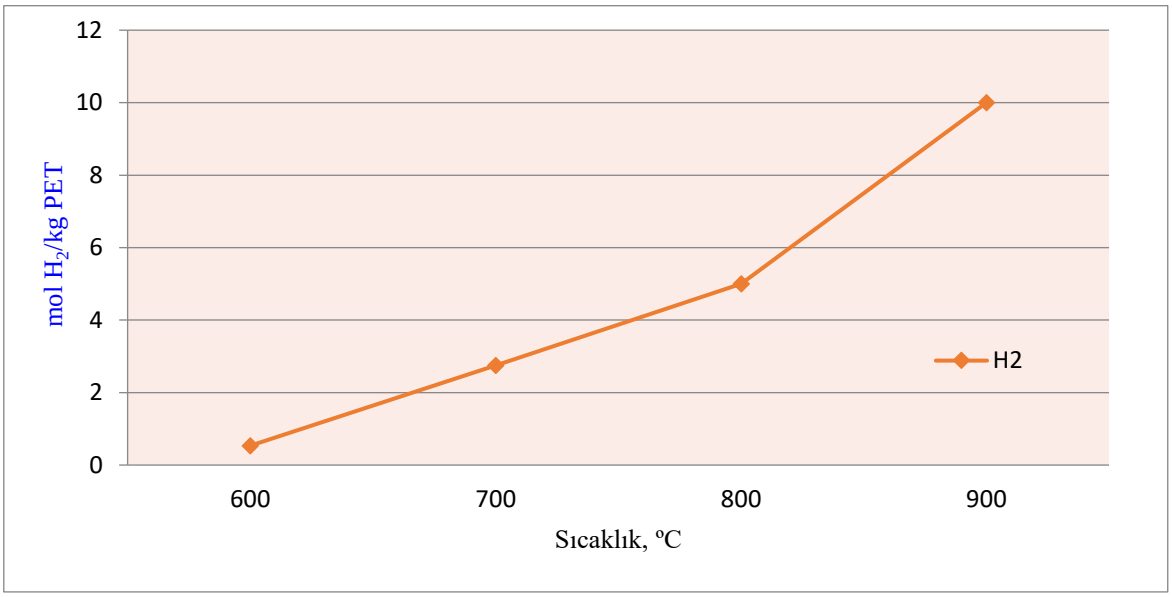
Çalışmada PET'in farklı sıcaklıklarda atmosferik basınçta su buharı kullanılarak gazlaştırma işlemi gerçekleşmiştir. Deney sonrası elde edilen gaz karışımları analiz eildi ve elde edilen gazların farklı miktarlarda H_2, CO, CH_4 ve CO_2 içerdiği saptandı. Sıcaklığın hem gaz karışımındaki ürün dağılımı hem de elde edilen toplam gaz miktarları üzerinde anlamlı etkileri olmuştur. Sıcaklığın toplam gaz hacmi ve ürün dağılıma etkileri Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. PET'in farklı sıcaklıklarda yapılan gazlaştırma deneylerinden elde edilen toplam gaz hacimleri ve gaz ürün dağılımları (süre 25 dk; 0,5 mL dk^{-1} su akış hızı; gaz fraksiyonları için standart sapma aralığı %0,3–%0,5 şeklindedir).

600 ºC sıcaklıkta toplam gaz miktarı 147 (±18) mL iken 700 ºC'de 163 (±11) mL, 800ºC'de 213 (±13) mL, 900ºC'da ise 385 (±15) mL'dir. 600 ºC derecede toplam gaz karışımının %8,9 (± 0,2)'u H_2 iken bu değer 700 ºC'de %41,2 (±2,7)'ye, 800ºCde %57,4 (±2,3)'e yükselmiştir. 900 ºC sıcaklığa çıkıldığında oluşan toplam gaz içerisindeki % H_2 (%55,4 ±2,6) değerinde anlamlı fark gözlenmemekle birlikte toplam gaz miktarında (385 mL) anlamı artış gözlenmiştir (%55,4 ±2,6). Toplam gaz hacimleri açısından en yüksek gazlaştırma verimi 900 ºC sıcaklıkta elde edilmiştir.

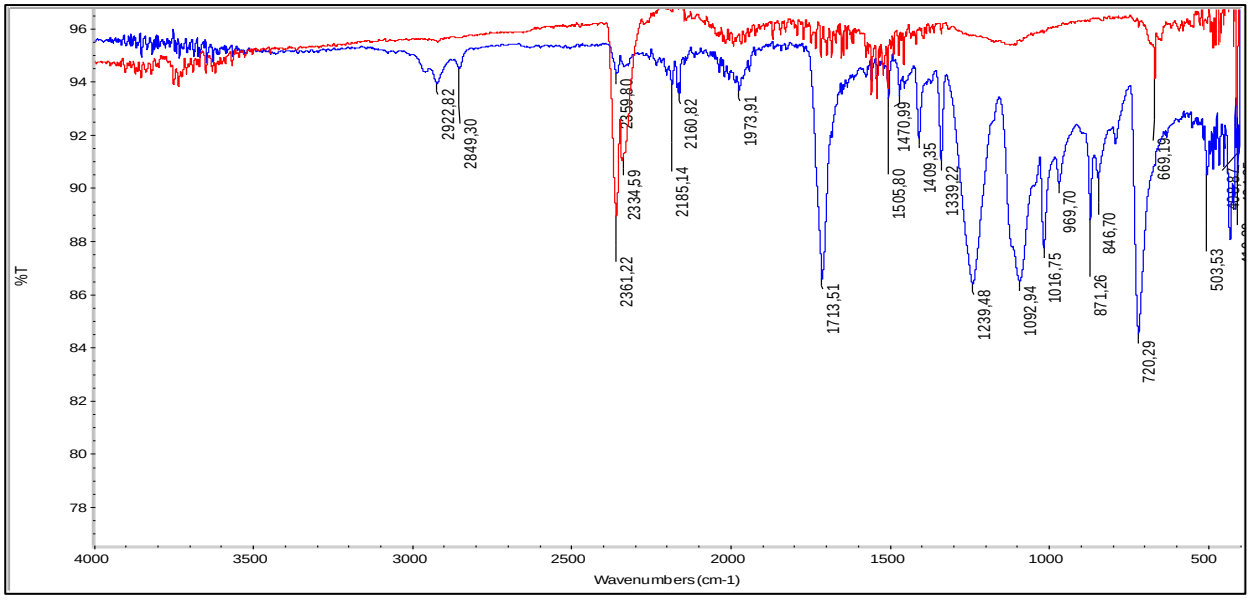
Bu çalışmanın ana hedefi PET'in gazlaştırılması yolu ile yüksek verimde hidrojen eldesi olduğu için farklı sıcaklıklarda 1 kg PET'in gazlaşıtırlmasından elde edilen hidrojen gazının mol sayıları hesaplanmış ve hidrojen gazı verimi olarak (mol H_2 / kg PET) olarak Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. PET'in farklı sıcaklıklarda yapılan gazlaştırma deneylerinden elde edilen hidrojen verimleri (mol H_2/kg PET).

Şekil 3'teki sonuçlar incelendiğinde sıcaklığın 600 ºC'den 900 ºC'ye çıkarılmasıyla birlikte hidrojen veriminin önemli ölçüde arttığı görülmektedir. Özellikle 600ºC-700ºC ve 800ºC-900ºC sıcaklık aralıklarında birim kg PET başına üretilen hidrojenin mol sayıları yaklaşık 2 kat artış göstermiştir. En yüksek hidrojen veriminin elde edildiği sıcaklık 900ºC'dir. 800ºC ile 900 ºC sıcaklıkta yapılan gazlaştırmalarda ürün gazı karışımlarının hidrojen yüzdesi neredeyse aynıdır. Ancak toplam gaz hacimleri göz önünde bulundurulduğunda en yüksek gaz verimi 900 ºC elde edildiğinden bu sıcaklıkta 1 kg PET'in gazlaşıtırlmasından elde edilen hidrojen gazı miktarı daha fazla olmuştur. Gazlaşma reaksiyonları açısından değerlendirildiğinde gaz karışımı içindeki hidrojen fraksiyonu 600 ºC ile 800 ºC aralığında oldukça artış göstermiştir. Bununla birlikte bu sıcaklık arlığında CO konsantrasyonlarında da azalma gözlemlenmiştir. Bu durum hidrojen üretiminde payı su-gaz değişim ($CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$) (Acevedo, 2018) reaksiyonunun hızının artan sıcaklıkla beraber hidrojen oluşturma yönünde artmış olduğunu göstermektedir. 800ºC'nin üzerindeki sıcaklıklarda hem depolimerizasyonun hem de termal parçalanma hızlarının giderek artması, aynı reaksiyon süresinde elde edilen gaz ürün miktarının daha fazla olmasına neden olmuştur. Bu sıcaklıklar arasında CO miktarının artmasıyla beraber gaz karışımındaki CO_2 oranının yaklaşık %5 azaldığı ve bu azalmaya parallel olarak CO oranının yaklaşık %5 arttığı gözlemlenmektedir. Bu durum sıcaklık artışı ile birlikte karbondioksit reformasyon reaksiyonlarının hızlarında artış meydana geldiğini gösterebilir ($C + CO_2 \rightarrow CO$) (Acevedo, 2018). Farklı sıcaklıklardaki gazlaştırmalardan elde edilen ürün gazlarının CH_4 içeriklerinde ise herhangi bir belirgin değişikliğe rastlanmamıştır. Bu durum 600 ºC'nin üzerinde metanasyon reaksiyonları ile metan reformasyon reaksiyonlarının metan konsantrasyonlarında değişiklik meydana getirmeyecek şekilde dengede olduğu anlamına gelebilir.

Şekil 4. 'te PET'in gazlaştırma öncesi (mavi) ve gazlaştırma sonrası gazlaşmadan kalan katının (kırmızı) IR analizi verilmiştir. Spekturumun sağ tarafındaki bölge yaklaşık 1500 cm^{-1} ila 500 cm^{-1} arası genellikle çok karmaşık bir dizi absorpsiyon içerir ve parmak izi bölgesi olarak bilinmektedir (Hsu, 1997). 2922 cm^{-1} C-H etil, 2849 cm^{-1} H-C=O, 1713 cm^{-1}'de ester C=O, 1470 cm^{-1} CH2, 1409 cm^{-1} C-C fenil halkası, 1092 ve 1239 cm^{-1} ester C–O bağını ifade etmektedir (Donelli ve ark.,2009; Behnisch ve ark.,1993). 900 °C'de yapılan deney sonrası ortamda kalan bileşenin spekturmunda (kırmızı) söz konusu bağların tamamen kırılmış olduğu ve depolimerizasyon sonrasında monomerlerin tamamen gaz ve sıvı ürünlere dönüşecek şekilde parçalandığı görülmektedir.



Şekil 4. Gazlaştırma öncesi(mavi) ve sonrası(kırmızı) PET'in 900 ºC sıcaklıkta FTIR spektrumları

SONUÇ

Bu çalışmada PET farklı sıcaklıklarda ve atmosferik basınçta su buharı gazlaştırma yöntemiyle gazlaştırılmış ve sıcaklığın gazlaştırma ve hidrojen verimine etkileri incelenmiştir. Proses sıcaklığında meydana gelen artışın, PET granüllerinin parçalanmasını teşvik ettiği gözlemlenmiştir. 900 °C' sıcaklıkta yapılan gazlaştırmadan elde edilen toplam gaz hacmi (385 ± 15 mL), 600 °C sıcaklıkta elde edilen toplam gaz hacmi (147 ±18) ile kıyaslandığında 2,6 kat hacimsel bir artış olduğu görülmektedir. Bununla birlikte ~~birlikte~~ hidrojen verimlerinde de 6,2 kat artış oldu tespit edilmiştir. Sonuçlar PET'in 900 ºC sıcaklıkta su buharı varlığında gazlaştırılmasından 10 (±0,8) mol H_2/kg PET verimle hidrojen üretilebileceğini göstermektedir. PET, esas olarak mekanik geri dönüşüm yoluyla dönüştürülen plastiktir. Mekanik geri dönüşüm için genellikle temiz ve ayrılmış PET gereklidir. Katran ve yoğunlaşabilir bozunma bileşiklerinin neden olduğu ekonomik ve işletme sorunlarına, sisteme katalizör veya çözücü kullanılarak araştırma geliştirilerek katkı sağlanabilir. Böylelikle gazlaştırma PET kaynaklı atıklar ele alındığında ilgi çekici bir çözüm olabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi, BAP birimi (FDK-2020-13229) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Acevedo, J. C., Posso, F. R., Durán, J. M., & Arenas, E. (2018). Simulation of the gasification process of palm kernel shell using Aspen PLUS. Journal of Physics: Conference Series, 1126, 012010.

Behnisch, J., Holländer, A., & Zimmermann, H. (1993). Surface modification of polyethylene by remote dc discharge plasma treatment. Journal of Applied Polymer Science, 49(1), 117–124.

Donelli, I., Taddei, P., Smet, P. F., Poelman, D., Nierstrasz, V. A., & Freddi, G. (2009). Enzymatic surface modification and functionalization of PET: A water contact angle, FTIR, and fluorescence spectroscopy study. Biotechnology and Bioengineering, 103(5), 845–856.

Farzi A, Dehnad A, Fotouhi AF 2019. Biodegradation of polyethylene terephthalate waste using Streptomyces species and kinetic modeling of the process. Biocatal Agric Biotechnol, 17: 25-31.

Geyer, R., Jambeck, J.R., Law, K.L., 2017. Production, use, and fate of all plastics ever made. Science Advances. 3(7), e1700782.

Hsu, S.,1997. Infrared spectroscopy.In:Settle,F.(Ed.), Handbook of Instrumental Techniques for Analytical Chemistry Prentice-Hall, New Jersey.

Irwan J. M , Faisal S.K., Othman N., Wan I.M.H., Asyraf R.M., Annas M.M.K., 2013. Performance of concrete using light waste PET fibre. Advanced Materials Research, 795:352-355.

Miller C., 2002. Polyethylene terephthalate. Waste Age, 33(5):102-6.

Moss, B., 2017. Marine reptiles, birds and mammals and nutrient transfers among the seas and the land: An appraisal of current knowledge. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 492, 63–80.

Plastics-the facts 2016. An analysis of European plastics production, demand and waste data. Plastics Europe https://www.plasticseurope.org/application/files/4315/1310/4805/plastic-the-fact-2016.pdf [17.10.2021]

Plastics-the facts 2020. An analysis of European plastics production, demand and waste data. Plastics Europe. https://www.plasticseurope.org/en/resources/publications/4312-plastics-facts-2020 [17.10.2021]

Teuten, E. L., Saquing, J. M., Knappe, D. R. U., Barlaz, M. A., Jonsson, S., Bjorn, A., Takada, H., (2009). Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364(1526), 2027–2045.

ORAL PRESENTATION

Karabük ili Eflani ilçesi büyük baş hayvancılık genel durum tespiti

Alper Çağlayan[1*] (https://orcid.org/0000-0003-2293-3947), Nagihan Atalay[2] (https://orcid.org/0000-0003-3915-0746), Ekin Şenol[3] (https://orcid.org/0000-0003-1407-5508)

[*1]Karabük Üniversitesi, Eflani Meslek Yüksekokulu, Karabük, Türkiye
[2]Karabük Üniversitesi, Eflani Meslek Yüksekokulu, Karabük, Türkiye
[3]Eflani İlçe Tarım Müdürü, Karabük, Türkiye

*alpercaglayan@karabuk.edu.tr

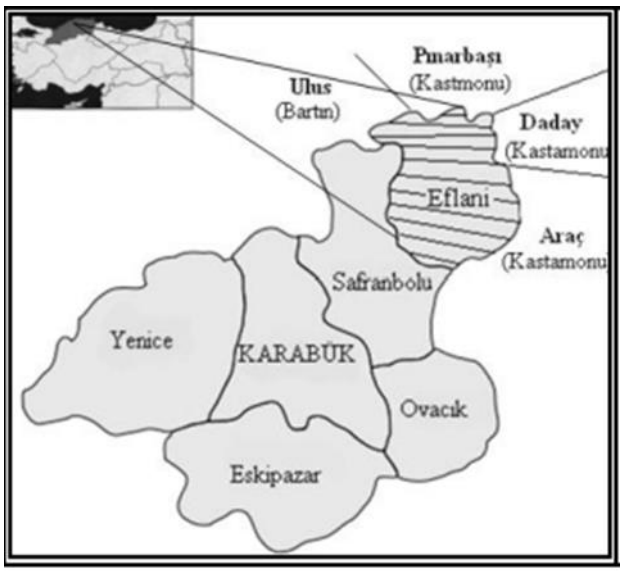
Özet
Eflani Meslek Yüksek Okulu ve Eflani İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğüyle birlikte yürütmekte olduğumuz bölgenin genel damızlık ve besi hayvancılığının mevcut durumunun tespit edilmesi amacıyla ortak bir saha araştırması yapılmıştır. Bu kapsamda ilçede bulunan işletmelerden hayvan sayısı yeterli düzeyde olan 15 yetiştirici ziyaret edilmiştir. Yapılan ziyaretler sonucunda birkaç işletme dışında hayvancılığın geleneksel yöntemlerle yapıldığı tespit edilmiştir. Resmi verilere göre ilçe de toplam sığır mevcudu 15000 civarında olduğu, yetiştiricilerin daha çok besi hayvancılığına yönlendikleri görülmüştür. Barınakların genel durumu incelendiğinde ise birkaç işletme dışında hayvanların boyunlarından bağlı şekilde dar, karanlık, rutubetli ve havasız ahırlarda bakıldığı, su ve yeme ulaşma imkanlarının kısıtlı olduğu tespit edilmiştir. Hayvan refahı ve barınak hijyeni açısından değerlendirildiğinde hayvanların olumsuz koşullarda beslendikleri ve vücut kondisyon skorlarının düşük olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Eflani hayvancılık, Eflani damızlık sığır yetiştiriciliği, Eflani besi sığırı yetiştiriciliği.

General situation determination of cattle breeding in Eflani district of Karabük province

Abstract
A joint field research was conducted with Eflani Vocational School and Eflani District Directorate of Agriculture in order to determine the current situation of general breeding and livestock breeding in the region we are conducting. In this context, 15 breeders with sufficient number of animals from the enterprises in the district were visited. As a result of the visits, it has been determined that animal husbandry is done with traditional methods, except for a few enterprises. According to official data, it has been observed that the total cattle population in the district is around 15000, and that the breeders are mostly directed towards beef cattle breeding. When the general condition of the barns is examined, it has been determined that animals are kept tied by their necks in narrow, dark, damp and airless barns, with limited access to water and food, except for a few enterprises. When evaluated in terms of animal welfare and barn hygiene, it was determined that the animals were raised in adverse conditions and their body condition scores were low.
Keywords: Eflani livestock, Eflani cattle breeding, Eflani beef cattle breeding.

GİRİŞ
Araştırma sahasına konu olan Eflani ilçesi; coğrafi konum itibariyle Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümünde yer alan Karabük iline bağlıdır ve il merkezinin Kuzey doğusunda,"41.423124" enlem, "32.958658" boylam koordinatları arasında yer almaktadır. Yüz ölçümü yaklaşık 536 km² olan ilçenin denizden yüksekliği 930 metredir. İlçe merkezinin Karabük il merkezine uzaklığı 47 km'dir. Eflani; 1 Eylül 1953 tarihinde çıkartılan 6608 sayılı Kanunla ilçe olmuştur ve 1995 yılına kadar Zonguldak'a, 1995 yılından sonra Karabük iline bağlanmıştır. Batısında Safranbolu (Karabük), kuzeyinde Ulus (Bartın), kuzeydoğusunda Pınarbaşı (Kastamonu), doğusunda Daday (Kastamonu), güneydoğusunda Araç (Kastamonu) ilçeleri ile komşudur (Şekil 1). (Yiğit, 2013)



Şekil 1: Eflani'nin Konumu

Eflani ilçesinin 2020 yılı verilerine göre; toplam nüfusu 8576'dır. İlçe merkez nüfusu 2110, merkez nüfusun 1040 'si erkek, 1070'si kadındır. Belde/köy toplam nüfusu 6466'tür. Belde/Köy toplam erkek nüfusu 3224, kadın nüfusu 3242'tur. (Tüik, 2020) Eflani; 54 köyü ve 6 mahallesi ile küçük bir ilçe konumundadır. Eflani İlçesinde genelde karasal iklim hüküm sürmektedir. Yazları sıcak ve kurak kışları soğuk ve bol kar yağışlıdır. Ancak ova köylerinin kuzeyinde yazları daha sıcak kışları daha ılıman ve az yağışlıdır (Yiğit, 2013).

Tablo 1'de görüldüğü üzere 64.920 hektar olan İlçenin yüzölçümünün 19.095 hektarını tarım alanı, 41.115 hektarını orman alanı, 1.059 hektarını çayır-mera alanı, 3.404 hektarını yerleşim ve diğer alanlar oluşturmaktadır (İlçe tarım md., 2021).

Tablo 1. İlçe yüz ölçümü tarımsal ve tarım dışı kullanım oranları

İLÇE ADI	Yüzölçümü (Ha.)	TARIM ALANI		TAR.DIŞI ALAN		ÇAYIR VE MERA		ORMAN VE FUN.	
		Miktar (Ha.)	Oran %	Miktar (Ha.)	Oran %	Miktar (Ha.)	Oran %	Miktar (Ha.)	Oran %
Eflani	64.920	19.095	29.41	3.404	5,62	1.059	1,63	41.115	63,33

İlçede TÜRKVET sistemine hali hazırda 851 büyükbaş hayvan işletmesi, 35 küçükbaş işletmesi, 16 adet de arıcılık işletmesi kayıtlıdır (İlçe tarım md., 2021).

Tablo 2 de ise ilçede dağıtılan sertifikalı tohum miktarları verilmiştir (İlçe tarım md., 2021).

Tablo 2.

Sertifikalı Yem Bitkisi Tohumu	Dağıtılan Toplam Miktar (kg)
Sılajlık Mısır	13
Adi Fiğ	2.850
Korunga	500
Yonca	550
TOPLAM	3.913

Tablo 3. De de görüldüğü üzere 2021 yılı verilerine göre ilçede tarımsal faaliyet yapılan arazinin kullanım amaçlarına göre dağılımı verilmiştir (İlçe tarım md., 2021).

Tablo3. Tarımsal arazı kullanım miktarları

Tarımsal Araziler	Arazi Miktarı (Hektar)
Hububat Alanı	4.100,00
Nadas Alanı	7.000,00
Sebze Alanı	18,00
Meyve Alanı	60,00
Baklagil Ekim Alanı	8,00
Yem Bitkileri Ekim Alanı	1.950,00
Ekimi Yapılmayan Kıraç Alan	5.959,00
Toplam Tarım Alanı	19.095,00

İlçe tarım md. (2021).

MATERYAL VE METOD

Bu araştırmanın amacı Karbük ili Eflani ilçesindeki büyükbaş hayvan yetiştirme koşullarının mevcut durum tespiti, üretici bilgi düzeyleri ile aksaklıkların belirlenmesi ve bölge hayvancılığının geliştirilmesi yönünde yapılabilecek çiftçi eğitimi projesine öncülük etmektir. Bu amaçla sahaya çıkmadan önce ön değerlendirme yapmak amacı ile ilçe tarım müdürlüğünde tutulan Türkvet (2021) güncen hayvan varlığı verileri incelenmiş genel durum tespiti yapılarak ziyaret edilecek örnek çiftlikler belirlenmiştir. Yapılan ön incelemede; tablo 4 de ilçede bulunan toplam dişi sığır varlığının yaş durumuna göre adet ve %'de dağılımları, tablo 5 de dişi erkek toplam sığır varlığının yaş durumuna göre sayı ve yüzdeleri verilirken tablo 6 da ilçe sığır varlığının ırklara göre dağılımına yer verilmiştir.

Tablo 4. Dişi sığır varlığı yaş durumuna göre sayı ve yüzdeleri

Yaş ay	0-6	7-12	13-18	19-24	25-36	37-48	49-60	61-120	121-180	181 +
Adet	651	915	863	820	1364	1082	863	2164	501	20
% Dağılım	7,04	9,9	9,34	8,87	14,76	11,71	9,34	23,41	5,42	0,22

Türkvet (2021)

Tablo 5. Tüm sığır varlığı yaş durumuna göre sayı ve yüzdeleri

Yaş ay	0-6	7-12	13-18	19-24	25-36	37-48	49-60	61-120	121-180	181 +
Adet	1359	1849	1706	1641	2356	1516	1053	2201	507	20
% Dağılım	9,57	13,01	12,01	11,55	16,58	10,67	7,41	15,49	3,57	0,14

Türkvet (2021)

Tablo 6. Irka göre hayvan sayıları dağılımı

IRIK	ADET	%
Brown Swiss	49	0,34
Brown Swiss Melezi	3829	26,95
Holstein	21	0,15
Holstein Melezi	1034	7,28
Simmental	326	2,29
Simmental Melezi	7962	56,04
Yerli kara	98	0,69
Yerli kara Melezi	695	4,89
Charolais Melezi	57	0,4
Jersey Melezi	28	0,2
Aberdeen-Angus Melezi	41	0,29
Limousin Melezi	41	0,29
Diğer ırklar	27	0,19

Türkvet (2021)

Ziyaret edilen çiftlikler ve edinilen bilgiler

1-Soydan Çiftliği (Çalışlar köyü): Gerek hayvan refahı gerekse hayvan besleme yönetimi açısından ilçede örnek gösterilebilecek bir işletme olarak göze çarpıyor. Ahır içerisinde yem koridorunda traktör çalışarak yem karma römorku ile yemleme yapılabilen havadar özelliklere sahip. Hayvanlar serbest dolaşım olarak yetiştiriliyor, su ve total miks rasyon hayvanlara gün boyu adlibitum sunulabiliyor. Çiftlikte yetiştiriciliği yapılan hayvan ırkları yerli kara, limuzin, charolais ve simmental melezlerinden oluşuyor. Hayvanlar 4-6 aylık yaşlarda satın alınıyor, dişileri 350 kg canlı ağırlığa ulaştıktan sonra tohumlanarak gebe düve adı altında satılıyorken erkekler ise 15-16 aylık yaşlarda kesime sevk ediliyor. Yem olarak yonca kuru otu, silaj ve fabrika yemi kullanılıyor. Çiftlikte ticari amaçlı süt üretimi yapılmamakta olup sağmal birkaç ineğin sütünün buzağı beslemede kullanıldığı bildirilmiştir.

2-Şahinler Çiftiği (Merkez köyü): Yem karma römorkunun mevcut olduğu fakat ahır içerisinde traktör ile dağıtıma müsait yem yolu olmadığı için yemlerin dışarda karıştırılıp el arabası ile taşındığı görülmüş. Ahır ortamının genel olarak havasız olduğu. Hayvanların adlibitum su ve yeme erişim imkanının bulunmadığı tespit edilmiş olup. Ahırda bağlı sistem tercih edilmektedir. Hayvanlar ilk bahar ve yaz ayları Ovaçalış köyündeki meradan faydalandırıldıkları bildirilmiş. Besi hayvanlarının genel olarak vücut kondisyon skorları düşük olduğu göze çarpmaktadır. Çiftçi kendi yemini üretebildiğini yetiştiricilik amacı ile belirli bir ırk tercihinin olmadığını fiyatı uygun olan danaları yetiştirmek amaçlı topladığını belirtmiştir. Çiftlikte sağılan sütler buzağı beslemek amaçlı değerlendirilmektedir.

3-Uslu Çiftliği (Kavak köyü) : Çiftlikte İtalyan marka süt sağım ünitesi bulunmaktadır. Yarı açık ahırda bulunan hayvanların veriminin kapalı olana göre daha yüksek olduğu yetiştirici tarafından belirtilmiştir. Çiftlik süt soğutma tankı sağımhane ve doğumhanesi olan yarı açık 550 metre kare ahıra sahiptir. Yetiştirici kaba yemini ve arpasını kendi yetiştirmektedir. Ahırlarda hayvanın burnunu bastırması ile tetiklenen otomatik suluk var sayesinde hayvanlar adlibitum suya ulaşabilmektedir. Çiftlikte 160 hayvan için iki ayda bir kesif yem siparişi verilmekte olup hayvan stokunun genellikle civar köylerden sağlandığı belirtilmiştir. Çiftlikte 3 tane ayrı ahır mevcut. Gebe hayvanlar ayrı ahırda muhafaza ediliyor. Buzağı kulübeleri var. Karma aşılar yapılıyor. Yem ezme makinası var. İşletmenin 20 yıllık geçmişi bulunmakta.

4-Metin Arslan (Koltucak köyü) : İşletme 2020 Eylül ayında faaliyete geçmiş yeni bir işletme. Besilik ve kurbanlık amaçlı yetiştiricilik yapılıyor. Hayvanlar boyunlarından bağlı. Hayvanlar bahar ve yaz aylarında meraya götürülüyor. Ahırda sulama için şamandıralı sulama sistemi var. Rasyon olarak saman, çayır otu, şeker pancarı küspesi, besi yemi uygun oranlarda veriliyor. Ahır havadar ve duvarları sac malzemeden yapılı. Süt inekçiliği masraflı olduğu için terk edilmiş. Ahır etrafındaki merada ot kısıtlı. Hayvanlar 6 ay besleyip kurbanlık satıyorlar. Kaba yem olarak yulaf ve yem bezelyesi kuru otu karışımı veriliyor.

5-İbrahim Dönmez (Alpagut köyü): İşletme sahibi 2017 yılı genç çiftçisi. Hayvan kapasitesi artınca çadır ahır tercih edilmiş. İlçede bir dönem profesyonel hayvancılık yapan Berce Çiftliği döneminden alınma 25 civarı hayvanı var. İşletmede buzağı bölmesi mevcut. Dişi hayvan ağırlıklı yetiştiricilik yapılan işletmede buzağı satışı var. İşletme sahibi besi yemi fiyatlarının yüksek olması sebebi ile besicilikten vazgeçmiş. İşletmede kaba yem olarak saman, yulaf ve bezelye otu kullanılırken kesif yem olarak öğütülmüş arpa ve buğday kullanılıyor. Sağılan sütü perakende olarak satıyor. Erkek hayvanları kesime gönderiyor. Hayvanları ilkbahar ve yaz ayları meraya çıkartıyor. İşletmede suni tohumlama maliyetlerini yüksek olması ve gebe kalma oranının düşük olması sebebi ile boğa kullanılıyor. İşletmede periyodik parazit mücadelesi yapıyor. Hayvanların vücut kondisyon skorları düşük görüldü ve vücut kılları karışık yer yer dökülmeler tespit edildiği için vitamin mineral premiks önerildi. Ahırda otomatik suluk var. Hayvanların bağlanması ahır içinde ters olmuş, yem yolunu kapatıyor. Çiftçi 200 dekar yer ekiyor.

6-Salim Öztürk (Alpagut köyü): Süt ve besi hayvancılığı yapıyor. Buzağılar ile beraber toplam 40 hayvanı var. Çiftlikte buzağı bölmesi var. İşletmede damızlık boğa var suni tohumlamada yapılıyor. Şeker pancarı posası ve mısır silajı, macar fiğ, yulaf ve yemlik bezelye kuru otu kaba yem kaynağı olarak kullanılıyor. Fabrika yemi kullanılmayan işletmede ahır içerisine traktör girebiliyor. Süt verimi hayvan başı günlük 10-15 litre civarında. Ahır temiz ve havadar. İşletmede otomatik suluk var. Hayvan ırkı simmental ağırlıklı. Yetiştirici 700 dekar yer ekiyor. Hayvanlar mevsiminde meradan faydalanıyor.

7-Satı Ali Usta (Alpagut köyü): Süt ve besi hayvancılığı yapılan işletmede kaba yem olarak yonca, yulaf, saman karışımı hayvanlara yediriliyor. İşletme sahibi kesif yem olarak besi yemi ve kendi ürettiği arpadan faydalanıyor. İşletmede simmental ağırlıklı 80 hayvan var. Kışın 4-5 ay bağlı, yazın merada ekstansif besleme yapılıyor. Otomatik suluk ile sulama yapıyor. Yem dağıtma römorku olan işletmede total miks rasyon önerisi yapıldı. İşletme sahibi 250 dekar arazide macar fiğ, yem bezelyesi, yulaf ekiyor. Daha çok kurbanlık amaçlı besicilik yapılan işletmede bayrama yakın yoğun besi programı uygulanıyor. Kurbanlık hayvanlar sürekli bağlı tutuluyor. Diğer hayvanlar Nisan ayından kar yağışına kadar meradan faydalanıyor.

8-Mehmet Karagözoğlu (Bostancı köyü): Süt sığırcılığı işletmesi, hayvanlar brown swiss (montofon) ırkı bağlı duraklı sistem bir ahıra sahip, işletmede suni tohumlamaya önem veriliyor hayvanların dış görünüşü ve süt verimleri bu durumu doğruluyor. Hayvan başı süt verim ortalaması 18-20 litre olan işletmede kesif yem olarak arpa, tritikale ve %21 ham proteinli fabrika süt yemi kullanılıyor kaba yem olarak ise yemlik bezelye otu, saman ve mısır silajı kullanılıyor. Sulama otomatik suluk ile adlibitum sağlanıyor. Sağılan sütler perakende olarak satılıyor. Sağım kovalı tip süt sağım makinaları ile gerçekleştiriliyor. Mastitis sorununa karşı düve iken mastitis aşısı önerildi. Her sağım sonrası sıcak su ve dezenfektan ile makine temizliği yapılan işletmede toplam 28 adet sağmal hayvan var. Bağlı duraklı sistem ahır kullanımı dışında ilçede örnek süt işletmesi olarak gösterilebilir.

9-İsmail Karayaka (Şenyurt köyü): 2 tane yarı açık ahıra sahip işletmede ahırlardan bir tanesi yukarda bahsedilen Berce Çiftliği adlı işletmenin çadırı. Barınak havalandırması iyi durumda, hayvanların altları kuru. Kaba yem olarak yemlik bezelye, saman ve yulaf kuru otu veriliyor. İşletme sahibi 100 dekar yemlik bezelye, 100 dekar arpa – buğday ve 100 dekar yulaf otu ekiyor. Bu şartlar altında zarar ettiğini söyleyen üretici bu işi bırakacağını beyan ediyor. Yem fiyatlarının yüksek olması sebebi ile tarla ekerek yem satmaya devam etmeyi düşünüyor. Hayvanların altlarındaki gübre yılda 1 kez temizleyen işletme sahibi hayvanları sıcak tuttuğunu ve kilo aldırdığını düşünüyor. Çiftliğin etrafı telle çevrili. Erkekler besi ve kurbanlık amaçlı besleniyor, besi amaçlı hayvanları Eflani köylerinden toplayan yetiştirici salgın hastalık bulaşma riski nedeni ile hayvan pazarını tercih etmiyor. 40'a yakın hayvan bulunan işletmede 226 dekar telle çevrili mera imkanı mevcut.

10-Nihat Çorbacı (Koltucak köyü) : İşletmede ilk dikkati çeken havasız ahır koşullarında ve bağlı sistem besicilik yapılıyor olması. Kurbanlık hayvanların vücut kondisyon skorları iyi durumda, hayvanları ekstansif yöntemle besleyip kurbana yakın bağlı sistemle yoğun besiye alınıyor. İşletmeci imkanları elverirse daha modern bir ahır yaptırmak istiyor. İşçi çalıştırılan işletmede rasyon olarak fabrika yemi, arpa, buğday, şeker pancarı posası ve yulaf otu ve samandan oluşan karışım kullanılıyor. Yem karma makinası var. Hayvan stoğunu Eflani çevresinden tedarik ediliyor. İşletmede bulunan birkaç İneği kendi süt ihtiyacını karşılama amacı ile tutuyor. İşletmede 3 tane basit ahırı ve yaklaşık 100 adet sığır var.

11-Kemal Aslan (Saçak köyü) : 30-35 arası hayvan mevcudu olan işletmede inekler ve kurbanlıklar ayrı ahırlarda besleniyor. Buzağı bölmesi var. Elde edilen sütler buzağılara veriliyor artanı kendi ihtiyaçları için değerlendiriliyor. Bahar döneminde meradan faydalanılıyor. Damızlık boğa bulundurulan işletmede suni

tohumlama da yaptırılıyor. Rasyon olarak yemlik bezelye, yulaf otu, arpa, tritikale ve şeker pancarı posasından oluşan karışım kullanılıyor. Yem kırma makinası var. Yemlikler oluk şeklinde yapılmış arada bir hayvanlara yemlikten salma su veriliyor. Ahır temiz, havadar. Montofon, simmental, holstein ırkı hayvanlar. Fabrika yemi almıyor. İşletme sahibi yem amaçlı 300 dekar yer ekiyor. Kurbanlık hayvanların ahırının havasız olduğu dikkati çekiyor.

12-Hakan Kaplan (Saçak köyü):2016 yılı genç çiftçilerinden. Buzağı beslemede fabrika yemi ve günlük 5 litre süt kullanıyor, diğer çifrçilerden farklı olarak rasyona melas katıyor. Buzağı bölmeleri havadar. Kurbanlık amaçlı besi yapılan işletmede suni tohumlama tercih ediliyor. 320 dekar yerde yem bezelyesi, macar fiğ, arpa, yulaf, tritikale ekiyor. İhtiyaç fazlası otu ve hububatı satıyor, melas ve şeker pancarı posası alıyor. Irmakta hayvanları suluyor. 7- 8 dekar çevrili alanda yazın hayvanları salıyor. Toplam hayvan mevcudu 19.

13-Mustafa Kılıçaslan (Seferler köyü): Hayvan barınağı olarak çadırı tercih etmiş olan işletmecinin dezenfeksiyon havuzu var ama âtıl. Sağım hane var 3 hayvan aynı anda sağılabilir. Gübrelerini tarlaya seriyor. Ahır havadar. 2009'dan beri hayvancılığa devam ediyor. Hayvanlarda kellik sorunu var. Rasyon olarak yonca, yemlik bezelye, tritikale, arpa kırması, mısır sılajı karışımı veriliyor. Sütünü köy peyniri yaparak değerlendirip pazarcılara satıyor. 10 sağmal hayvandan günlük 60 litre süt elde ediyor. İşletmede buzağılar, kuruda olanlar ve sağılanlar için 3 ayrı bölme var. Zonguldak'tan yonca, Aksaray'dan sılaj alıyor. Yem karma makinası var. 100 dekar yem bezelyesi ektiği toplam 180 dekar ekili araziye sahip. Çok az saman veriyor. İşletmede kurbanlık ve buzağı satışı mevcut. Çiftlikte angus, simmental, montofon melezleri var. İşletmede otomatik suluk var. Hayvanlar sezonda meradan da faydalanıyor. İşletmede sağım makinası var. Her sağımdan sonra dezenfeksiyon yapılıyor. Kurbanlıklar boynuzlu olduğu için bağlı diğer hayvanlar serbest dolaşım.

14-Murat Özcan (Tabaklar köyü) :İşletme sahibi 108 dekar yonca 70 dekar arpa, 200 dekar fiğ, 18 dekar da yemlik bezelye ekiyor. Gübre fiyatlarının yüksek olması sebebi ile gübre kullanamadığını belirten yetiştirici 400 kilo dekarda arpa verimi almış. Yoncada basınçlı sulama yapıyor ve yılda 3 biçim yapmayı hedefliyor. İşletme hayvan varlığı çoğunluğu simmental ırkından olmak üzere 10 inek, 4 düve, 5 buzağı var. Yerli hayvanları elden çıkarmayı düşünen işletmeci suni tohumlamaya önem veriyor. Hayvancılıktan para kazanmadığını belirten yetiştirici yem bitkisi üretimine ağırlık vermiş. Buzağılar için ayrı bir ahırı var. Biberonla besleme yapıyor. Buzağı yemi ve besi yemi kullanıyor.

15-Hakan Özen (Tabaklar köyü): Ahır temiz ve havadar. 2 yıllık yeni bina 29 başlık işletmede 15 başlık buzağı yeri var. Suluklar kot ayarlı şamandıralı otomatik dolum. Ahırda yemlik betonu var. Hayvanlar ahırda bağlı, yazın meraya çıkıyorlar. Rasyon olarak macar fiğ, yonca, ot sılajı, yem bezelyesi, saman ve fabrika yemi veriyor. Hayvan varlığı 4 erkek 22 dişi hayvandan oluşuyor. Sütü buzağılar ve kendi ihtiyacı için değerlendiren yetiştirici 600 dekar yer ekiyor.

SONUÇ

Eflani Meslek Yüksekokulu ve Eflani İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü iş birliği ile bölgede örnek teşkil edecek 15 adet işletme ziyaret edilmiş olup birkaç işletme dışında geleneksel ahırlarda bağlı sistemde hayvan refahı açısından olumsuzluklar barındıran işletmeler göze çarpmaktadır. Bölgede kaba yem amaçlı macar fiğ, yonca ve yemlik bezelye yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı, kaba yem kaynağı olarak arpa buğday samanı gibi besleyici değeri düşük yemlere çok fazla yer verilmediği olumlu bir gelişme olarak değerlendirilmiştir. Bilindiği gibi kaba yem kaynağı olarak arpa buğday samanının yoğun olarak kullanıldığı rasyonlarda gerek yaşama payı gerekse verim payının karşılanabilmesi için hayvanlara yüksek miktarda kesif yem verilmesi gereklidir. Bu durum ekonomik hayvancılığın yapılmasını önlemekle birlikte hayvanlarda gerek rumen asidozu gerekse abomazum deplasmanı gibi bir takım metabolik problemlerin ortaya çıkmasına yol açmaktadır. İlçede iyi kaliteli kaba yem yetiştiriciliği ve kullanımı sonucunda hayvanların melez ırklar olması ve düşük süt verimine sahip olmaları sebebi ile yaşama ve verim payı rasyonlarının kesif yem kullanımına gerek kalmaksızın kolayca sağlandığı görülmüştür.
Yaz aylarında mera imkanından yararlanan yetiştiricilerin kurbanlık amaçlı besi danası yetiştiriciliğini tercih ettikleri görülmektedir. Bölgede birkaç işletme dışında süt hayvancılığına ilgi düşük bulunmuştur. Bu durumun başlıca sebepleri arasında toptan süt fiyatlarının düşük olması süt yemindeki hızlı fiyat artışlarının maliyeti kurtarmadığı gösterilmekle birlikte bölgede süt toplama merkezleri bulunmaması da diğer bir etken olarak görülmüştür. Kısa süreli yoğun besi programı uygulayan yetiştiricilerin en belirgin şikayetinin besi yemi fiyatlarının hızla yükselmesine karşın et fiyatlarının yerinde saydığı ve besiciliği bu gidişle bırakmak

mecburiyetinde kalacakları yönünde olmuştur. Çiftçi ziyaretleri sırasında alınan bir diğer şikâyet hayvancılık ile uğraşan kaba yem üreticisi çiftçilerin kaba yemi hayvana yedirmek yerine direk satmış olmaları halinde daha karlı bir sonuç elde edecekleri kanısına hâkim olmalarıdır. Bu ziyaretler sırasında bir yetiştiricinin proje desteği ile yaptırdığı otomatik kendi kendini yıkayan sağım haneyi çok fazla elektrik tüketmesi sebebi ile kullanamadığı hayvanları el ile sağmak zorunda kaldığı bize iletilen şikayetlerden bir diğeridir.
Çalışma süresince elde edilen veriler doğrultusunda pandemi süreci bitiminde gerek farklı illerdeki örnek çiftlik ziyaretleri ile hayvan refahını arttıracak yapısal önlemlerin alınması gerekse et ve süt verimini arttırmaya yönelik bakım besleme konularını içeren çiftçi eğitimleri amaçlanmaktadır.

KAYNAKLAR

T.C Eflani kaymakamlığı ilçe tarım ve orman müdürlüğü 2021 yılı 01.01.2021 – 30.06.2021 brifing kitapcığı.

TUIK, (2020). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi.

Türkvet sitsemi Ekim ayı verileri 2021.

Yiğit GK 2013. *Eflani ilçesinde (Karabük) nüfus*. Doğu Coğrafya Dergisi, 16(26): 163-181.

ORAL PRESENTATION

Bingöl merkezdeki yüzey sularının nitrat durumu

Ali Rıza Demirkıran[1*] *(ORCID: 0000-0001-2345-6789)*, Mehmet Ulupınar Yüksel[2] *(ORCID: 0000-0001-6761-6537)*,Kadir Miraç Daşbilek[3]

[*1]Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bingöl, Türkiye
[2]Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bingöl, Türkiye
[3]Bingöl Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Bingöl, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: ademirkiran@bingol.edu.tr

Özet
Toprağa uygulanan azot veya topraktaki organik maddelerden açığa çıkan azot genellikle nitrata (NO_3) dönüşür. Bitkinin ihtiyacından fazla veya bitkinin gübreden yararlanamadığı dönemde verilen nitrat, su hareketine bağlı olarak, sızma ve yüzey akışı yolu ile su kaynaklarına ulaşarak kirliliğe neden olabilir. Suların başta azot olmak üzere fosfor gibi bitki besin maddeleri bakımından zenginleşmesi, özellikle algler gibi organizmaların hızla büyümesine yol açmaktadır. Bunun sonucunda da sudaki denge olumsuz etkilenmekte ve su kalitesinde bozulmalar gözlenmektedir. Bu çalışmada, Bingöl merkezinde bulunan suların 2019 yılındaki nitrat içerikleri incelenmiş ve buna yönelik değerlendirilmeler yapılmıştır.
Anahtar Kelimeler: Bingöl, Nitrat, Su analizi.

Nitrate levels of surface water in Bingöl

Abstract
Nitrogen applied to the soil or nitrogen released from organic matter in the soil is usually converted to nitrate (NO_3). Nitrate, which is given more than the plant needs or when the plant cannot benefit from the fertilizer, may reach water resources through seepage and surface flow, depending on the water movement, and cause pollution. The enrichment of waters in terms of plant nutrients such as nitrogen and phosphorus leads to rapid growth of organisms such as algae. As a result, the balance in the water is adversely affected and deterioration in water quality is observed. In this study, the nitrate contents of the waters in the center of Bingöl in 2019 were examined and evaluations were made for this.
Keywords: Bingöl, nitrate, water analysis.

INTRODUCTION

It is known that the water quality is almost and always associated with all of living creators in the world. The water quality is also related by what people do and some climatic factors in the world. Concern about water quality for using such as domestical, agricultural and industrial is old matter and standarts for its evaluation have existed since late 1800's. The various users of water have different quality parameters for the same water supplies (Rhoades 1972). It was devepoled that the criteria of the water quality, for examle pH, temperature, phosphates, nitrates, dissolved oxygen (DO), solid materials (Chaturvedi and Bassin 2009). NH_4-N, NO_3-N, DO, and turbidity are the most used and determined paramaters. The minimum water quality index (WQI) was determined based on a stepwise lineer regression analysis, consisted of 5 parameters as NH_4-N, NO_3-N, permanganate index (COD_{Mn}), DO, and turbidity (Wu at al. 2018). Nutrients such as nitrogen (nitrite, ammonia, and nitrate) and phosphorus are most important parameters for water quality (Şener et al. 2013). Nitrate (NO_3; molecular weight, 62,008; valence 1) contain generally trace concentrations in surface waters. Some illness (e.i. blue babies, methemoglobinemia, gastric carcinomas, abnormal pain, nervous system defects, diabetes) may occur by using of water with high nitrate concentration (Vasanthavigar et al. 2010; Varol and Davraz 2015).

Nitrogen in soils and waters takes place in the chemical, physical and biological reactions. Generally, sources of the contaminated waters can be attributed to having septic materials, animal and human wastes, and chemical fertilizers (Keeney and Olson 1986). The nitrate levels varied from 1.10 to 1.59 for the 6 river systems as total 384 water samples in the Lake Taihu Basin, China (Wu at al. 2018). It was indicated that the high nitrate levels (up to 56 mg L^{-1}) in the central Wisconsin sand plains are significantly above background in the

irrigated region (Saffigna and Keeney 1977). A study was evaluated changes of NO_3 in ground water samples of USA in predominantly agricultural areas during 1988–2004. The concentrations of NO_3 (in 495 wells; three of those eight wells) increased according to the USEPA maximum contaminant level of 10 mg L^{-1} (Rupert 2008). In the Walnut Creek watershed, USA, nitrate levels of surface water were founded between 3.1 and 29.3 mg L^{-1} that often exceeded 10 mg L^{-1} during May, June, and July, while decreasing during September and October months. During runoff events, it was indicated that NO_3 concentrations decreased (Jaynes et al. 1999). Nitrate concentrations increased in U.S. Rivers strongly during 1945-1980 at most of the stations (Goolsby and Battaglin 2001; Smith et al. 2003; Robinson et al. 2003; Stets et al. 2015; Broussard and Turner 2009). In the Midwest, Eastern and Western U.S, nitrate levels increased to a greater extent. In Maumee River, the highest concentration of the flow-weighted concentration NO_3-N (FWC NO_3-N)as 7.4 and 9.1 mg N L^{-1} was founded during 1975-1985 and 1998-2008, respectively (Stets et al. 2015).

The concenteration of NO_3 was founded that the variety between 1.35 and 6.42 mg L^{-1} in the Aksu River, located Isparta and Antalya (Şener et al. 2017). Saraydüzü Dam Lake (Sinop), the low nitrate concentration (BDL) showed that a declining from autumn to winter (from October to February) was determined while high level (3.62 mg L^{-1}) in early autumn (September). According to the Intra-Continental Surface Water Resources Regulation of Turkey (SWOR), the nitrate quality of Saraydüzü Dam Lake was found in the criteria 'very good' (Kükrer and Mutlu 2019). According to the Varol et al. (2012), the nitrate concentrations of Kralkızı, Dicle and Batman Dams on the Tigris River were higher in winter and spring with comparing to autumn and summer. This may be interpreted due to stream inputs and surface runoff, which carry more nutrients into the reservoirs during the rainy season (winter and spring). In the study of Duran and Suicmez (2007), nitrate levels of drinking water in city of Bitlis, were investigated. The mean nitrate levels were found 5.68±0.31 mg L^{-1} ($p<0.05$) in accordance with recommended standards (Alemda et al. 2009). The nitrate levels of Cekerek stream, Tokat, were found in the autumn, winter, and spring, summer at the ranges of 2.5-4.5, 2.1-3.1, 3.3-4.3, and 5.0-12.3 mg L^{-1}, respectively. Korkanç et al (2017) observed the high nitrate values at the Karasu stream (21.3 mg L^{-1}) and Akkaya Dam, Niğde (64.8 mg L^{-1}). It was also observed that seasonal nitrate values increased in spring and decrease in autumn. Korkanç et al (2017) stated that nitrate levels increased during autumn to spring season with effecting of the fertilizing at the spring season in Karasu areas. By the study of Yolcubal et al. (2016), nitrate contents of Dil stream, İzmit, were determined between 0.1 and 50.6 mg L^{-1}. The high value was impied the impact of uncontrolled industrialization in the Gulf of İzmit. By Tanrıverdi et al. (2010) were shown that nitrate levels of Ceyhan River, Kahramanmaraş, were range of 0.01 in Fırnız stream - 22.2 mg L^{-1} in Aksu stream. Nitrate levels of Murat River, part of the Euphrates River, were determined as "first-class water quality" according to the "Regulation on Surface Water Quality Management (SWOR)" criteria by Koyun et al. (2020). The evidence has interpreted that there is not significant nitrate problem in the Murat River. The lowest nitrate was 1.52 mg L^{-1} in autumn, and the highest nitrate was 3.41 mg L^{-1} in winter. Nitrate was seasonally reached the highest value in spring (2.83 mg L^{-1}). The aim of this study is to know the criteria of nitrate levels in the surface water of Bingol, Turkey.

MATERIAL VE METHOD

The surface waters were collected from 13 stations in 2019 + 12 months in Bingol, Turkey, (Table 1).

Table 1. The surface water station in Bingol, Turkey

No	Station	Location
1	Gayt	Gayt water, Kaleönü, Industry road, Center-Bingol
2	Ekinyolu	Ekinyolu bridge, Bingol-Muş Road, Center-Bingol
3	Garip	Garip village, Garip bridge, Center-Bingol
4	Genç	Genç bridge, Genç-Bingol
5	Sarıçiçek	Sarıçiçek village, Gülbahar stream, Center-Bingol
6	Şeyh Ahmet	Şeyh Ahmet stream, Bingol-Genç Road, Genç-Bingol
7	Leymalun	Leymalun bridge, Arakonak, Solhan-Bingol
8	Masala	Dilektepe village, Masala bridge, Solhan-Bingol
9	Paymerg	Paymerg village, Ekinyolu, Center-Bingol
10	Beyaztoprak	Beyaztoprak, Center-Bingol
11	Çeltiksuyu	Çeltiksuyu village, Center-Bingol
12	Elmalı	Elmalı village, Elmalı bridge, Center-Bingol
13	Alatepe	Alatepe village, Elmalı bridge, Center-Bingol

Nitrate concentrations in water samples were determined with using spectrophotometer (MN-1911) and its reagents. The nitrates criteria in the water determined by SWOR (2016) was shown in Table 2.

Table 2. The nitrates criteria of surface water by the Turkish standards

Parameter	Water quality classes				
	I (very good)	II (good)	III (medium)	IV (poor)	Reference
Nitrate nitrogen (mg NO_3—N L^{-1})	< 3	10	20	> 20	SWOR (2016)
Nitrate (mg NO_3—N L^{-1})	< 5	10	20	> 20	TSE (1988)
Nitrate (mg NO_3^- L^{-1})	22	44	88	> 88	TSE (2005)

Random Blocks Trial Arrangement: If the trial material differs in a feature, the trial must be arranged in the Random Blocks trial layout. The plants to be used for a trial may differ in terms of variety, trees variety or age, animals' race or age, field water holding capacity. In this case, the trial material is divided into homogeneous parts in terms of different properties. Each of the homogeneous parts created is called a block. Random blocks trial layout eliminates variation in trial material. For this reason, it reduces trial error and provides more reliable results. Since each treatment must be tried in each block, each treatment is repeated an equal number of times, ie the number of repetitions in each treatment is equal. For this reason, the analysis of the obtained data is easy. Despite the positive aspects of the random blocks trial scheme, there are also negative aspects. Missing observation causes difficulties in analyzing data, as every transaction must be tried in every block. If the trial material differs in two ways in terms of the effects of the investigated factors, this trial is not an appropriate and effective scheme. The point to be considered when choosing a randomized block trial setup as a trial setup is that as the number of treatments to be investigated increases, the size of the blocks will increase and their homogeneity will deteriorate. Random blocks are used in cases where it is necessary to reduce the variation in one direction in the trial layout (Düzgüneş, 1987). The mathematical model in the random blocks experiment is as follows:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Here, μ: population mean, α_i: group influence, β_j: block influence, ε_{ij}: margin of error.

If the difference between groups is observed as statistically important as a result of variance analysis, multiple comparison tests are applied to determine between which groups this difference is. One of these tests is the Tukey test. The Tukey test was proposed by Tukey (1953) to enable the use of a "studentized range of variation". The Tukey test is calculated as follows:

$$W = q\alpha * \sqrt{(MSE/r)}$$

or

$$HSD = q\alpha * \sqrt{(MSE/n)}$$

Here, *HSD or W*: Honestly Significant Difference, $q\alpha$: Scale value for Tukey W test (Error SD; Operation SD; probability value), r or n: Number of recurrences, MSE: Error Mean Squares.

If the critical value is too high, it may result that the mean differences, which are actually important in the Tukey test, are insignificant (Yıldız and Bircan, 1991).

RESULTS

The nitrates levels (mg L^{-1}) after analysis of surface water in Bingol are given in Figure 1 and 2. In this research, it is observed that nitrate concentration between 0.1 and 15 mg L^{-1} in surface water of Bingol. According to the months, the high levels of nitrate were in the December, February, March and April months, while the low levels of nitrate in the June, July, August, October and November of 2019 year. According to the stations, the high levels of nitrate were in the Leymalun, Masala and Beyaztoprak, while the low levels of nitrate in the Gayt, Ekinyolu and Genç stations.

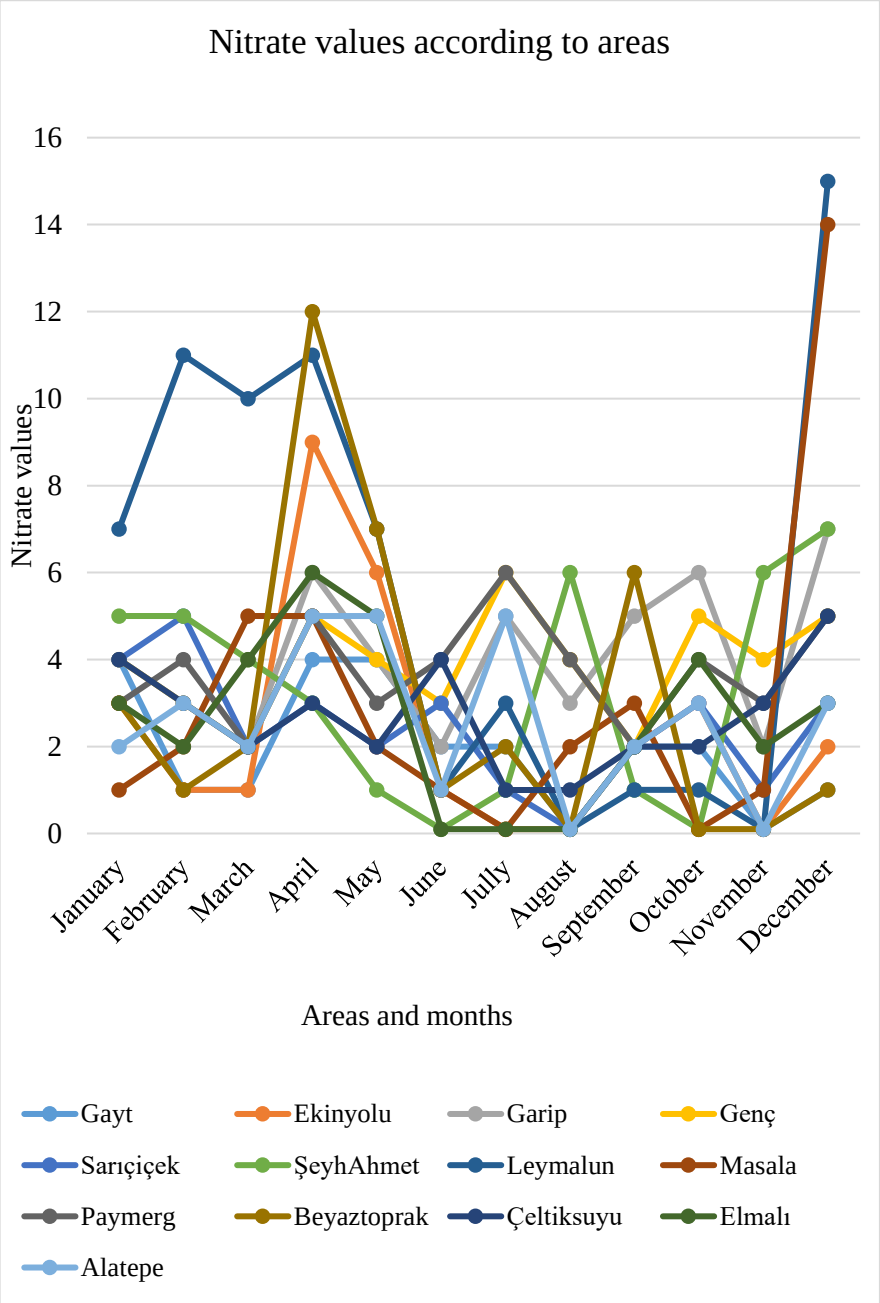


Figure 1. The nitrate levels (mg L^{-1}) of surface water in 2019 year with months in Bingol

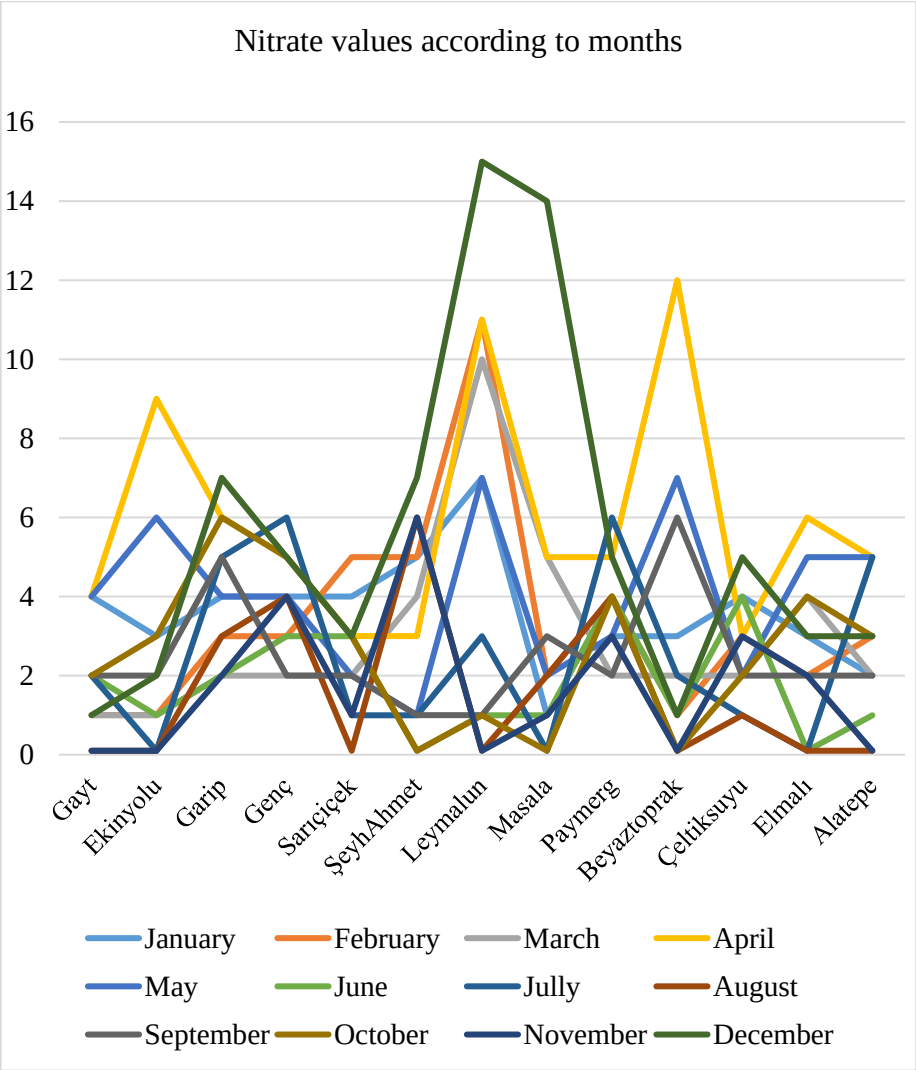


Figure 2. The nitrate levels (mg L^{-1}) of different surface water in Bingol

Analysis of variance was arranged in the randomized blocks experimental design and it was examined whether the difference between nitrates amounts in the surface water according to the different regions of Bingöl. The regions were handled as a group. Nitrate values in each region were measured in all months. Months were considered to be repeated. So it's a 12 replication experiment. Considering that the nitrate values will change according to the months due to the season, the repetitions were considered as blocks to ensure homogeneity. According to the analysis of variance, it was seen that the nitrate difference according to the regions was significant ($p<0.05$) (Table 4).

Table 4. Analysis of variance results

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Region	12	136,257	136,257	11,355	2.22	0.014
Block	11	280,987	280,987	25,544	4.98	0.000
Error	132	676,623	676,623	5,126		
General	155	1093,867				

Tukey's test, one of the multiple comparison tests, was used to observe which regions were the difference. Tukey test data are given in Table 5. As seen in Table 5, as a result of Tukey test, the differences of the surfaces waters are follows:

- 7-Leymalun (Group A) > 5-Genç (Group B)
- 7-Leymalun (Group A) > 2-Ekinyolu (Group B)
- 7-Leymalun (Group A) > 1-Gayt (Group B)

The nitrate difference between the regions was significant ($p<0.05$). While the highest nitrate value was in 7-Leymalun (5.6 mg L^{-1}) on average, the lowest nitrate was found on 5-Genç, 2-Ekinyolu (2.4 mg L^{-1}) and 1-Gayt (1.9 mg L^{-1}).

Table 5. Tukey test results

Region	N	Mean (Nitrate, mg L^{-1})	Grouping
7-Leymalun	12	5,600	A
3-Garip	12	4,083	AB
4-Sarıçiçek	12	3,917	AB
9-Paymerg	12	3,750	AB
6-Şeyh Ahmet	12	3,267	AB
8-Masala	12	3,017	AB
10-Beyaztoprak	12	2,942	AB
11-Çeltiksuyu	12	2,667	AB
12-elmalı	12	2,608	AB
13-Alatepe	12	2,600	AB
5-Genç	12	2,425	B
2-Ekinyolu	12	2,368	B
1-Gayt	12	1,933	B

CONCLUSION

The low nitrates were observed in autumn and winter (from October to February) while high level were in early autumn (September) in Saraydüzü Dam Lake, Sinop-Turkey (Kükrer and Mutlu 2019). In the Kralkızı, Dicle and Batman Dams (on the Tigris River), high nitrate were determined in winter and spring with comparing to autumn and summer (Varol et al. 2012). The low nitrate levels of Cekerek stream (Tokat) were found in the autumn, winter, and spring, while high were in summer by Duran and Suicmez (2007). Korkanç et al (2017) observed the high nitrate values in the spring, while low values were autumn in Niğde. Koyun et al. (2020) were observed that the lowest nitrate was in autumn, while the highest was in winter. Nitrate was seasonally reached the highest value in spring.

In this study, surface water quality determined as "first-class water" in the Bingöl-Turkey according to criteria of SWOR (2016) and TSE (1988, 2005). The nitrate results in the surface waters of Bingol were found with accordance by results of Koyun et al. (2020), Şener at al. (2017), Kükrer and Mutlu (2019), Duran and suicmez (2007), and Tanrıverdi et al. (2010).

The nitrate levels of Leymalun-Solhan (in February, April and December), Masala-Solhan (in December) and Beyaztoprak-Bingöl (in April) water stations were found >10 mg L^{-1} in the some months. This situation has been interpreted as the fact that cattle breeding is intense in those regions and their wastes pass into these waters. Consequently, water quality can be negatively affected by unorganized and unplanned animal breeding.

Therefore, necessary protection measurements and organized farming and breeding sould be taken as using and planning of the water sources.

REFENCES

Alemda, S., Kahraman, T., Agaoglu, S., & Alisarli, M. (2009). Nitrate and Nitrite Levels of Drinking Water in Bitlis Province, Turkey, Journal of Animal and Veterinary Advances, 8(10): 1886-1892.

Broussard, W. & Turner, R. E. (2009). A Century of Changing Land-Use and Water-Quality Relationships in the Continental US, Frontiers in Ecology and the Environment, 7(6): 302-307.

Chaturvedi, M. K., & Bassin, J. K. (2009). Assessing the Water Quality Index of Water Treatment Plant and Bore Wells, in Delhi, India, Environ. Monit. Assess., 163(1/4): 449–453.

Duran, M., & Suicmez, M. (2007). Utilization of Both Benthic Macroinvertebrates and Physicochemical Parameters for Evaluating Water Quality of The Stream Cekerek (Tokat, Turkey), Journal of Environmental Biology, 28(2): 231-236.

Düzgüneş, O. (1987). Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları-II), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları (in Turkish).

Goolsby, D. A. & Battaglin, W. A. (2001). Long-Term Changes in Concentrations and Flux of Nitrogen in the Mississippi River Basin, USA, Hydrological Processes 15: 1209-1226.

Jaynes, D. B., Hatfield, J. L., & Meek, D. W. (1999). Water Quality in Walnut Creek Watershed: Herbicides and Nitrate in Surface Waters, Journal of Environmental Quality, 28(1): 45-59.

Keeney, D., & Olson, R. A. (1986). Sources of Nitrate to Ground Water, Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 16(3): 257-304.

Korkanç, S. Y., Kayıkçı, S., & Korkanç, M. (2017). Evaluation of Spatial and Temporal Water Quality in the Akkaya Dam Watershed (Niğde, Turkey) and Management Implications, Journal of African Earth Sciences, 129: 481-491.

Koyun, M., Ulıupınar, M., Şen Özdemir, N., Kırıcı, M., & Caf, F. (2020). Seasonal Changes in Water Quality of Murat River (Bingöl, Turkey) in Terms of Physico-Chemical and Biological Parameters, Acta Aquatica Turcica, 16(3): 305-312.

Kükrer, S., & Mutlu, E. (2019). Assessment of Surface Water Quality Using Water Quality Index and Multivariate Statistical Analyses in Saraydüzü Dam Lake, Turkey, Environmental Monitoring and Assessment, 191(2): 71.

Rhodes, J. D. (1972). Quality of Water for Irrigation, Soil Science, 113(4): 277-285.

Robinson, K. W., Campbell, J. P. & Jaworski, N. A. (2003). Water Quality Trends in New England Rivers during the 20th Century, U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report 03-4012.

Rupert, M. G. (2008). Decadal-Scale Changes of Nitrate in Ground Water of the United States, 1988–2004, Journal of Environmental Quality, 37(S5): S-240.

Saffigna, P. G., & Keeney, D. R. (1977). Nitrate and Chloride in Ground Water under Irrigated Agriculture in Central Wisconsin, Groundwater, 15(2): 170-177.

Smith, R. A., Alexander, R. B. & Schwarz, G. E. (2003). Natural Background Concentrations of Nutrients in Streams and Rivers of the Conterminous United States, Environmental Science & Technology 37(14): 3039-3047.

Stets, E. G., Kelly, V. J., & Crawford, C. G. (2015). Regional and Temporal Differences in Nitrate Trends Discerned from Long-term Water Quality Monitoring data, JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 51(5): 1394-1407.

SWQR. (2016). Turkey's Ministry of Forestry and Water Affairs Surface Water Quality Regulations (in Turkish), http://www.resmigazete. gov.tr/eskiler/2016/08/20160810-9.htm.

Şener, Ş., Şener, E., & Davraz, A. (2017). Evaluation of Water Quality Using Water Quality Index (WQI) Method and GIS in Aksu River (SW-Turkey), Science of the Total Environment, 584: 131-144.

Şener, Ş., Davraz, A., & Karagüzel, R. (2013). Evaluating the Anthropogenic and Geologic Impacts on Water Quality of the Eğirdir Lake, Turkey, Environ. Earth Sci., 70: 2527–2544.

Tanrıverdi, Ç., Alp, A., Demirkıran, A. R., & Üçkardeş, F. (2010). Assessment of Surface Water Quality of the Ceyhan River Basin, Turkey, Environmental Monitoring and Assessment, 167(1): 175-184.

TSE. (1988). Turish Standards, Regulations of Water Pollution Control, The Official Gazette; Su Kirliliği Yönetmeliği, Resmi Gazete, Sayı: 19919 (in Turkish).

TSE. (2005). Regulation for Concerning Water Intended for Human Consumption (in Turkish), Offi. J. 25730 (TSE 266).

Tukey, J. (1953). Multiple Comparisons, Journal of the American Statistical Association, 48(263): 624-625.

Varol, S., & Davraz, A. (2015). Evaluation of the Groundwater Quality with WQI (Water Quality Index) and Multivariate Analysis: A Case Study of the Tefenni Plain (Burdur/ Turkey), Environ. Earth Sci., 73: 1725–1744.

Varol, M., Gökot, B., Bekleyen, A., & Şen, B. (2012). Spatial and Temporal Variations in Surface Water Quality of The Dam Reservoirs in The Tigris River Basin, Turkey, Catena, 92: 11-21.

Vasanthavigar, M., Srinivasamoorthy, K., Vijayaragavan, K., Rajiv Ganthi, R., Chidambaram, S., Anandhan, P., Manivannan, R., & Vasudevan, S. (2010). Application of Water Quality Index for Groundwater Quality Assessment: Thirumanimuttar Sub-Basin, Tamilnadu, India, Environ. Monit. Assess. 171: 595–609.

Wu, Z., Wang, X., Chen, Y., Cai, Y., & Deng, J. (2018). Assessing River Water Quality Using Water Quality Index in Lake Taihu Basin, China, Science of the Total Environment, 612: 914-922.

Yıldız N., & Bircan H. (1991). Araştırma ve Deneme Metodları. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 697, Ziraat Fakültesi No: 305, Ders Kitapları No: 57, Erzurum, s. 6–20 (in Turkish).

Yolcubal, I., Gündüz, Ö. C., & Sönmez, F. (2016). Assessment of Impact of Environmental Pollution on Groundwater and Surface Water Qualities in a Heavily Industrialized District of Kocaeli (Dilovası), Turkey, Environmental Earth Sciences, 75(2): 170.

ORAL PRESENTATION

Duhok baraj havzasında CBS temelli uzaktan algılama kullanılarak arazi kullanımı ve arazi değişikliğinin tespiti

Ali Rıza Demirkıran[1*] *(ORCID: 0000-0001-2345-6789)*, Alaaddin Yüksel[1] *(ORCID: 0000-0003-4760-1092),* Ashti Ahmeed Saeed[1]

[*1]Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bingöl, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: ademirkiran@bingol.edu.tr

Özet
GIS ve RS teknolojileri, arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişiklikleri gibi çalışma konularını çözmek için büyük olanaklara sahiptir. Bu tezde iki uydu görüntü verisi; 2001 yılı thematic mapper görüntü verileri, 2015 yılından itibaren gelişmiş tematik eşleştirici görüntü verileri kullanılmıştır. Çalışma alanının görüntüleri; Kayaçlar, Çayır-Mer'a ve Su kütlesi olmak üzere dört farklı sınıfa ayrılmıştır. Bu çalışmada, sınıflandırılmış haritalar sağlamak için denetlenen sınıflandırma büyük sınıflandırma yaklaşımı olup, dört arazi kullanımı ve arazi örtüsü (LULC) kategorisi tanımlanmış ve haritalanmıştır. Bu çalışmadaki temel yaklaşım, 2001 ve 2015 yılları arasında Duhok barajı havzasının arazi kullanımı ve arazi örtüsü haritalarını üretmek ve özellikle tarım arazisi ve kentsel veya yerleşim alanlarında meydana gelebilecek olası değişiklikleri izlemek ve bu havza kentleşme sürecini tespit etmektir. Bitki örtülü ve bitki örtüsüz arazinin değişimini tespit etmek için NDVI endeksi kullanılmıştır. Erdas'taki değişim algılama işlevi kentsel büyümeyi ve kentsel alanları çevreleyen değişikliklerin yoğunluğunu saptamak için Imagine kullanılmıştır. Oluşturulan arazi haritaları, diğer arazi örtücü sınıflarıyla ilişkili olarak mavi kayaçların kazancını ve kayıplarını tespit etmek, inşa edilen alanların mekânsal eğilimini değerlendirmek, arazi örtüsü sınıfları arasındaki arazi kullanım geçişlerini incelemek, arazi kullanımını ve arazi örtüsü değişikliklerini nicel hale getirmek için yürütülmüştür. Genel olarak bu çalışmanın sonuçları son 15 yılda, 2001 yılında %1,02'den 2015'te %1,66'ya kadar artan su hacmi olduğunu göstermiştir. Bu sonuç, çalışmamızın temelini oluşturmaktadır. Genel doğruluğun toplamı sınıflandırma doğruluğunun toplamı olup, bu değerin de 2001'de %95,33 ve 2015'te %96,00 olması bu sonucun doğruluğunun kabul edilebilir olduğu anlamına gelir.
Anahtar Kelimeler: CBS, uzaaktan algılama, arazi kullanımı ve arazi örtüsü, (LULC), arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişimi (LUCC), değişimin İncelenmesi, Duhok Baraj havzası.

Monitoring of land use and land cover change in Duhok dam watershed using GIS and remote sensing

Abstract
GIS and RS technologies have their great capabilities to solve the study issues like land use and land cover (LULC) changes. Two satellite image data, thematic mapper image data from year 2001, enhanced thematic mapper image data from 2015were used in this thesis. The images of the study area were categorized into four different classes namely rocks, grass land and water body. In this study, supervised classification was the major classification approach to provide classified maps, and four LULC categories were identified and mapped. The aim of this study is to produce maps of land use and land cover of Duhok dam watershed during 2001 and 2015 to monitor the possible changes that may occur particularly in agricultural land and urban or built-up land, and detect the process of urbanization in this watershed. NDVI index was used to detect the changes of vegetated land and non-vegetated land. Change detection function in Erdas Imagine was used to detect the urban growth and the intensity of changes surrounding the urban areas. The generated land cover maps have been run for quantifying land use and land cover changes, to examine land use transitions between land cover classes to identify gain and losses of blue rocks in relation to other land cover classes and to asses spatial trend of built up areas. Generally, the results of this study have shown that there was an increase of water body in the last 15 years from 1.02% in 2001 to 1.66% in 2015. This final result provides the level genuine of our work. Overall accuracy is a total of classification accuracy, it shows result having with value 95.33% in 2001, and 96.00% in 2015 means these result are good.
Keywords: GIS, remote sensing, monitoring LULC, land use and land cover change, change detection, Duhok dam watershed.

INTRODUCTION

Application GIS and RS in land and natural resources management is broadly used worldwide. land use land cover (LULC) changes is one of the chief force of global environmental changes and for maintainable development. Currently technologies such as GIS and RS provide a cost effective and accurate another to know the dynamics of landscape. Digital image base detection of LULC based on multi - spectral remotely sensed data and multi-temporal have depicted a great potential to understanding the dynamics of the view to detect, recognize and monitor maps differences in the pattern of land use and land cover over time. LULC changes detection is essential landscape dynamic for a specific Period of time to have a sustainable management. The LULC changes have significant application in environmental management and for planning of peri-urban area (Vizzari 2011; Deng et al. 2009). Uncertainty considers aspects like error and incompleteness of the input data as well as the output data. With the invention of RS and GIS techniques LULC mapping is a useful and a detailed way to improve the selection of areas designed to agriculture, urban and industrial purpose (Rawat and Kumar 2015).

In order to cope these negative impact of urban sprawl and for planning a village future expansion, government official, urban planner and policy maker need careful attention of the current pattern of LULC and their spatiotemporal changes. Several type of imagery are existing for the purpose of RS of LULC though, when conducting studies to monitor time series of LULC, landsat imagery is preferable as the time decision is near to the near and mid infrared bands allows close examination of vegetation and other landscape features (Zeledon and Kelly 2009). GIS is a systematic collection of computers, devices and geographic data, software and staff efficiently design, storing, updating, processing, analyzing and presenting all forms of information referred to geographically (Baral 2004). The technologies been combined of GIS and RS to discover and control urban transcendence in a way which is faster and easier than traditional methods of surveying the urban environment (Da Costa and Cintra 1999). In this study in 2001 – 2015 years period, land-use changes in Duhok dam watershed were examined changes in shoreline and residential areas were exposed.

MATERIAL AND METHOD

The area is the watershed of Duhok dam belongs to the Zargross mountain region. It is located at the headwater of the mainstream passing through the city of Duhok, Iraq. It is bounded by parallels N36° 87.110′ and N37° 01.015′ and meridians E42° 84.055′ and E43° 06.010′ and covering an area of 134.37 km^2. It is bordered on the north by Kamaka mountain, from the south by the white mountain, or Duhok city, from the east and northeast by Zawita and from the west by Baikhair mountain. It is an artificial lake and its water mainly comes from rain, snowmelt and the main tributaries of Sunder and Garmava which on their joining make up Duhok river. The located of watershed is mountainous area! mostly the slopes are very deep and naked due to soil erosion. The rocky slopes are steep to very steep. This study will be conducted in the Duhok dam watershed. The area is a hilly region and characterized by semi-arid and semi-humid climate. The climate of North of Iraq is characterized by extreme conditions, the large temperature difference between day and night and between winter and summer are noticed (Sharif 2001). As a mountain area the weather of the area study is of mediterranean type. The annual evaporation exceeds the annual rainfall. As a whole, its features climate by wide diurnal and annual ranges of temperature. Annual average temperature is 19.4°C with an average summer high of 32.8°C in July and an average winter low of 5°C in January. The ratio of actual sunshine duration to maximum possible sunshine duration ranges from about 0.35 in January to about 1.0 in July (Aziz 2002). Rainfall of the area study is characterized by low, erratic rainfall and a dry period of 6 – 7 months. Mean annual rainfall is about 570 mm, of which more than 90% occurs between the month December and April. High concentrations in spring months are caused by thunder storms with relatively high rainfall intensities. The total annual rainfall of the study area has been determined 650 and 612 mm by from the meteorological station for the 2001 and 2015 years, respectively. The maximum and minimum air temperature of the areas study were determined as 35-5.6 °C and 37.5-7.5 °C by the ministry of agriculture region. The study area belongs to the Zargross mountain region. It is bounded by parallels N36° 87.110′ and N37° 01.015′ and meridians E42° 84.055′ and E43° 06.010′ and covering an area of 134.37 km^2. It is bordered from the north by Kamaka mountain, from the south by the white mountain, or Duhok city, from the east and northeast by Zawita and from the west by Baikhair mountain (Figure 1).

Methods: There are much of models or methods relating to land use land cover change modelling. Despite their differences they basically rely on a limited number of methods and assumptions. The following programs will be used during this research are: ENVI (V. 5.3, ITT visual information solutions group (ITT VIS), formerly known as research systems Inc. (RSI), Boulder, CO, USA) for image processing. ArcGIS (V. 10.4.1, environmental systems research institute (ESRI), Redlands, CA, USA) for producing map. Landsat images used in this research included the May 28, 2001 thematic mapper (TM), and enhanced 12 June 2015 thematic plus. Two landsat images were used in this study a scene, (path170/34) attained on 28 May 2000 by TM sensor on board landsat 7 was used as the first data image. The second with the same path/row acquired on 12 June 2015 by ETM+ sensor on board landsat8 was used were downloaded from the USGS earth explorer (Table 3.4). The TM and ETM+ sensors images have resolution spatial of 30 m for bands (1-5 and 7). This band used to increase the ground resolution of the six multispectral bands through image fusion. All the TM and ETM+ bands were quantized as eight bit data (Fazel 2000). Figure 3 explain a color composite (RGB 741) of the area study in 2001, 2015 years.

RESULT AND DISCUSSION

In order to monitoring of LULC change and detect any change among the different land cover classes between 2001 and 2015, maximum likelihood of supervised classification was utilized based on landsat 7 ETM and 8 OLI, the results of the classification of the images indicate that all of the classes vary between 2001 and 2015. This can be visually seen in (Figure 3), which shows the main land cover types. In this Figure, yellow color shows blue rock white colour shows white rocks, blue color shows water, orange colour shows grasslands. There is a significant change in the quantity of water body between 2001-2015 and indicate that there is a growing trend toward water in year 2015 at the expense of agricultural land, vegetation land and barren land. The quantity of water was 137.97 ha, with ratio 1.02% in 2001 increased to 224.662 ha, with ratio 1.66% in 2015, these because years around 2001 precipitations was low 480.4 mm because of low rainfall precipitate and water body decreased. The specific reasons of increasing water body in 2015 are the years after 2001 the rainfall rate was high 616.8 mm. increasing the rate of water constantly because of feeding from other water resources and melting snow from the mountains around Duhok dam along the years after 2001.

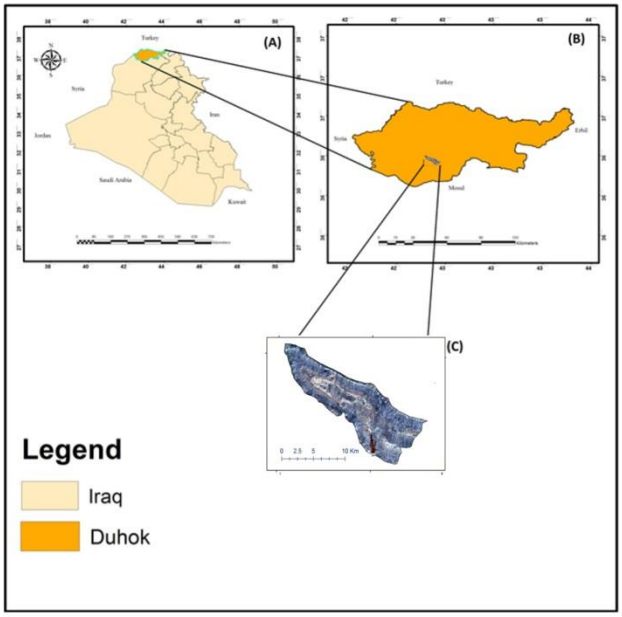


Figure 1. Location of the studied area

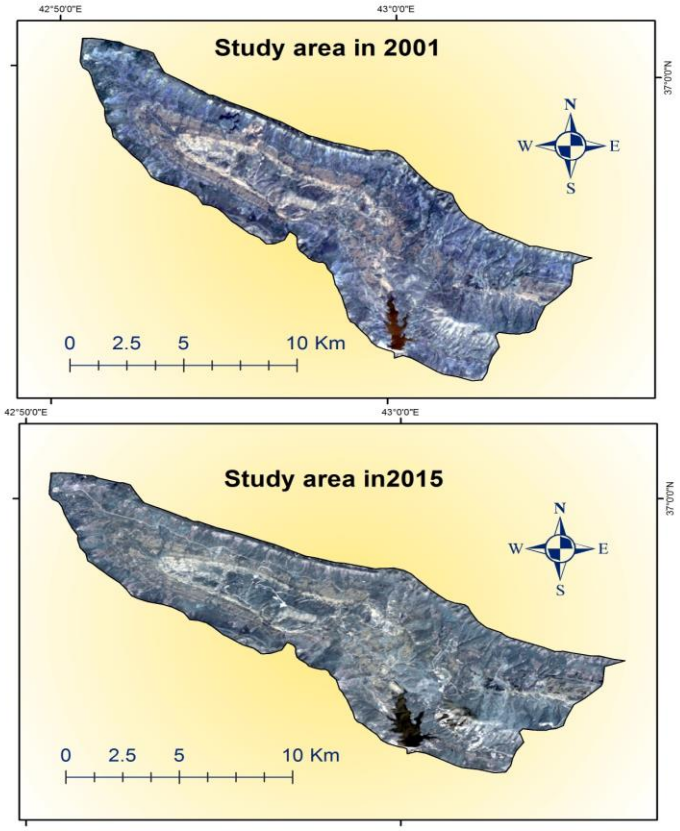


Figure 2. The study area in 2001, 2015 years

Table 1. Characteristics of landsat images used in this study (from USGS earth explorer website)

Satellite	**Landsat7**	**Landsat8**
Landsat Product Identifier	LE07_L1TP_170034_20010528_20170205_01_T1	LC08_L1TP_170034_20150612_20170408_01_T1
Acquisition Date	2001/05/28	2015/06/12
Start Time	2001:148:07:34:21.3798443	2015:163:07:43:47.2084980
Stop Time	2001:148:07:34:48.4037193	2015:163:07:44:18.9784940
Center Latitude	37°28'33.60"N	37°28'27.44"N
Center Longitude	43°08'02.40"E	43°13'08.54"E
UTM zone	38s	38s
WRS Path	170	170
WRS Row	034	034
Ellipsoid	WGS84	WGS84

Table 2. The (LULC) change detection results of the 2001 and 2015 year (in hectares)

Classes	**2001**		**2015**		**Difference (%)**	**Description**
	Area, ha	Area, %	Area, ha	Area, %		
Rocks	2554.675	18.93	2023.205	14.99	4.99	Decrease
Grassland	10805.7	80.05	11250.5	83.35	3.3	Increase
Water	137.97	1.02	224.662	1.66	0.64	Increase
Sum	13498.345	100	13498.367	100		

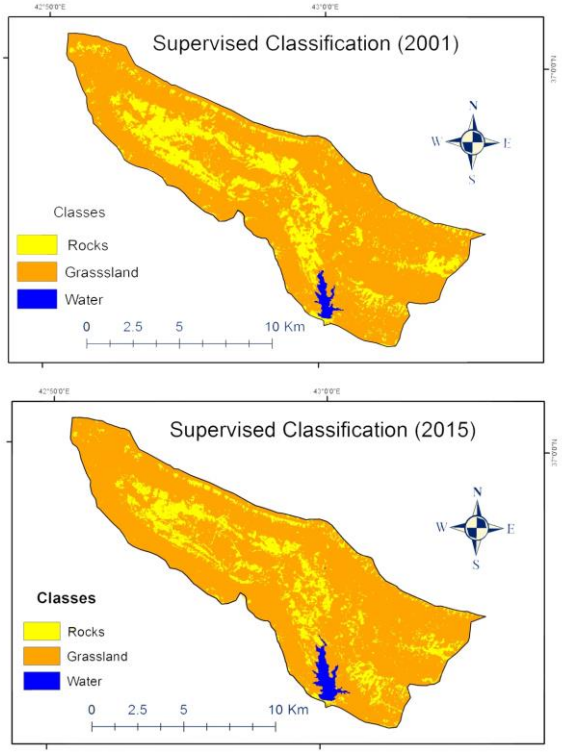


Figure 3. Supervised classification of the study area for the period (2001-2015)

In order to monitoring of LULC change and detect any change among the different land cover classes between 2001 and 2015, maximum likelihood of supervised classification was utilized based on landsat 7 ETM and 8 OLI, the results of the classification of the images indicate that all of the classes vary between 2001 and 2015. This can be visually seen in (Figure 3), which shows the main land cover types. In this Figure, yellow color shows blue rock white colour shows white rocks, blue color shows water, orange colour shows grasslands. There is a significant change in the quantity of water body between 2001-2015 and indicate that there is a growing trend toward water in year 2015 at the expense of agricultural land, vegetation land and barren land. The quantity of water was 137.97 ha, with ratio 1.02% in 2001 increased to 224.662 ha, with ratio 1.66% in 2015, these because years around 2001 precipitations was low 480.4 mm because of low rainfall precipitate and water body decreased. The specific reasons of increasing water body in 2015 are the years after 2001 the rainfall rate was high 616.8 mm. increasing the rate of water constantly because of feeding from other water resources and melting snow from the mountains around Duhok dam along the years after 2001.

Noticeable changes occurred in grass land in the area, with this land cover type mild increasing that was 10805.7 ha, with ratio 80.05% in 2001 increased to 11250.5 ha, in ratio 83.35% in 2015, and rocks dominated 2554.675 ha. with ratio 18.93% in 2001 decrease to 2023.205 ha, in ratio 14.99% in 2015. Initial unsupervised classification of the 2001 landsat TM image yielded results with most of the classes mixed. The upper zone of

the district covering watershed was classified as grass land. The classification resulted in a 2001 land cover map with four classes settlement was the grass land covering 80.05% followed by rocks at 18.93% and water area is 1.02% (Table 3).

Table 3. Area covered by each land cover class in 2001 land cover map, in hectares and percenta

Classes	**2001**	**Area (%)**
	Area (ha)	
Rocks	2554.675	18.93
Grassland	10805.7	80.05
Water	137.97	1.02
Sum	13498.345	100

The classification resulted in a 2015 land cover map with four classes settlement was the grass land covering 83.35%, followed by rocks at 14.99% and covered water area is 1.66% (Table 4).

Table 4. The LUCC detection results of the 2015 year (in hectares)

Classes	**2015**	
	Area (ha)	Area (%)
Rocks	2023.205	14.99
Grassland	11250.5	83.35
Water	224.662	1.66
Sum	13498.367	100

After the classification process we made a evaluate for the accuracy assessment by using method of confusion matrix by ENVI software in RS, the result of the overall accuracy and kappa coefficient for the 2001 and 2015 years (Table 5).

Table 5. Error matrix summary for the classified landsat images.

Landsat images	**Overall classification accuracy**	**Overall kappa statistics**
L7_image 2001	95.33%	0.8306%
L8_image 2015	96.00%	0.8204%

For proving the accuracy assessment of the work that is done in this study and knowing the genuine of the work. We have to do classification again for the study area; this can be done by receiving different set and point, for proving the genuine of the accuracy assessment, by doing so a new accuracy will be received. This new accuracy assessment with the accuracy that is done before the classification is it will be integrated by using ENVI 5.3 software and post classification with matrix confusion and using ground truth image complete. Basically, by using these methods the complete result of the work is it will be received. This final result provides the level genuine of our work. Overall accuracy is a total of classification accuracy, it shows a good result having with value 95.33% in 2001, and 96.00% in 2015 means these result are good. Kappa coefficient is a discrete multi-technology variables for use in accuracy assessment, if kappa coefficient > 80% represent strong agreement and significant accuracy. In this study value of kappa coefficient is 0.8306% in 2001 and 0.8204% in 2015 represent a good accuracy (Table 5).

Points used in accuracy assessment were depends on the GPS points and interpretation of 2001 and 2105 aerial photograph. A confusion matrix was generated for both 2001 and 2015 land cover maps with both users and producers accuracies. Kappa statistics were also calculated for the two land cover maps. The 2001 land cover map had a comprehensive accuracy of 95.33% and kappa statistics of 0.8306% and 96% and kappa statistics of 0.8204% (Table 5).

In this study, the subset process in ERDAS imagines software was used to select the area study from the landsat7 images (Figure 4).

Envi ⟶ Basic tools ⟶ Subset Data Via ROIs

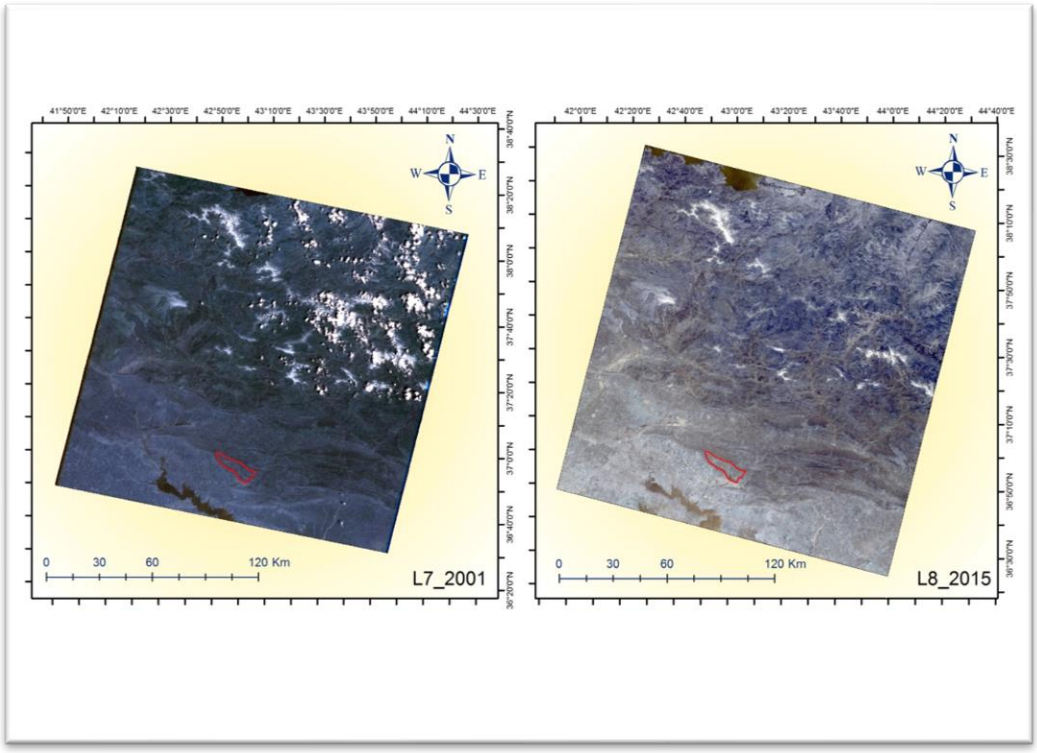


Figure 4. Subset of the images for the study area

The classification of the two images was geared towards separating fife classes as indicated in the classification scheme below. The classes were based on field work experience and a modification of classification scheme (Xu 2007). And a hierarchical class system was adopted.

Table 6. The different land use and land cover LULC classes of the study area

LULC class	Description	Colors
Rocks	Rocks that have in the watershed	Yellow
Grassland	Plant, trees, soil, residential, roads.	Orange
Water	The water of Duhok dam.	Blue

The three criteria for including an area within an urban boundary are: 1- Rocks, 2- Grassland, 3- Water. Change detection is a process by which the method of changes that occur in land cover, over a certain number of years, can be observed (Huisman and Rolf 2011). Class-level metrics like transition matrix were taken into account in order to carry out change detection. These standards are included with patches of different categories. The number of patches of a certain class represents the extent of the class and they furthermore show the fragmentation of that has occurred in that class. The change detection analysis has been carried out

for the 2001 and 2015 years in Duhok dam watershed, the spatial distribution of these changes is illustrated. The change detection results there is a significant change in the quantity of water body between 2001 and 2015 and indicate that there is a growing trend toward water in year 2015 at the expense of agricultural land, and rocks. As seen in (Table 7), 72.65 ha of grass land was converted to water, and 14.33 ha of rocks, was converted to water between 2001 and 2015. The distribution of these changes is illustrated in (Figure 5). The quantity of water was 137.97, with ratio 1.02% in 2001 increased to 224.662 ha, with ratio 1.66% in 2015 look figure, these changes in water body because years around 2001 precipitations was low 440 mm because drought happened and water body increased. The specific reasons of increasing water body in 2015 are the years after 2001 the average of rainfall was high 587.8 mm. Increasing the average of water constantly because of feeding from other water resources and melting snow from the mountains around Duhok dam along the years after 2001. In this research water body and the changing, it is focused on more than the other class.

Table 7. Comparison of areas and rates of changes in the LULC classes between the 2001 and 2015 year (in hectares)

LU/LC 2001(ha) / LU/LC 2015 (ha)	Rocks	Grassland	Water	Total class
Rocks	1625.29	915.14	14.33	2554.76
Grassland	397.912	10335.15	72.65	10805.72
Water	0	0.20	137.68	137.88
Total class	2023.2	1948.49	224.66	
Class change	492.907	915.342	86.89	
Def. change	1831.47	-444.778	-86.69	

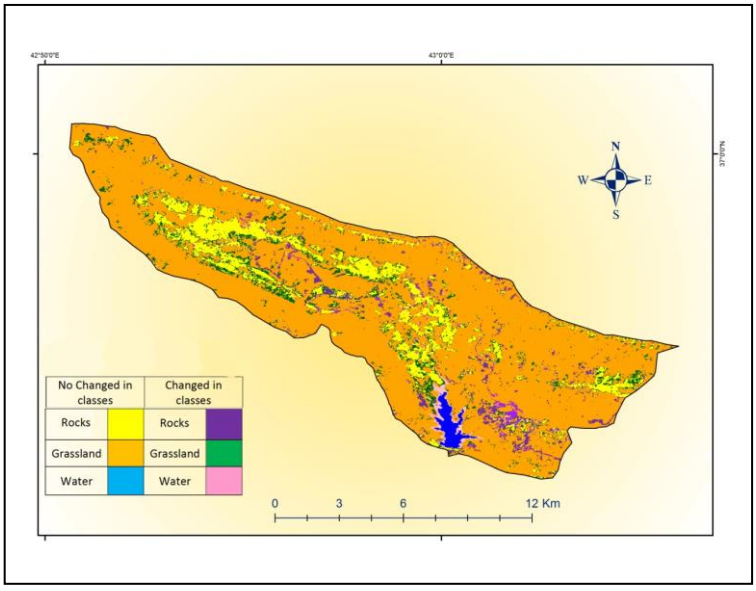


Figure 5. Change detection map of the study area

CONCLUSION

This study has been conducted by integrating GIS and RS and spatial modelling tools. In order to detect and analyse changes in land cover classes, these techniques were implemented. In the first section, satellite data for the study periods of 2001and 2015 and RS techniques were applied to generate land cover maps through a maximum likelihood supervised image classification algorithm. Like other areas, urban monitoring and

management is also one of application areas of the information sciences and technologies, GIS and RS. These technologies can be used from acquire information of extensive areas with RS data to analysing spatially as per the requirement with GIS. These technologies can provide computer aided tools for mapping, monitoring, and analysing urban dynamics to incorporate the acquired information for management purposes. Two landsat images corresponding to 2001 and 2015 were produced. The overall accuracy of the two maps was above 95.8% and the overall kappa statistics was above 0.825. Different land cover classes had differing producer's and user's accuracy levels indicating different levels of omission and commission errors. Through the detection of LUCC and urbanization, the results and discussions were achieved. This thesis integrates the GIS and RS to monitor the changes of land use and covers in Duhok dam watershed from 2001 to 2015. From the results and discussions above, the trends and changes of LULC in Duhok city, Iraq, can be been clearly from the thematic maps and statistical tables. The future work and suggestions to enhance the accuracy of the results from the authors of this thesis are also drawn (Lambin et al. 2001). The results show that using GIS knowledge and RS technology to monitor the LUCC is effective and feasible. Even though there are problems with the accuracy of the data and operations it is a scientific way to detect the LUCC. Generally speaking, the preconcert aim which is using LUCC to monitor urban growth based on GIS and RS of this thesis has been achieved. Updating the information of LUCC using GIS and RS is helpful for development of human society. Furthermore, the limitations also have been mentioned above. To overcome such situations, GIS and RS technologies could also be one of the essential solutions to be realizing the true phenomena in the watershed and take properly immediate necessary actions. After the advent of the GIS tool in the world it has been possible to simulate the land classes for years to come in the future which could be good news for urban management in watershed (Lambin and Mostard 2005). Stated that monitoring of land cover change should be extended to areas where rapid changes are happening but are not hotspots of academic activity to better inform the world and possibly attract the attention of the academic community. Furthermore, the overall picture of causes of LUCC can best be understood using place based research and comparative analyses of case studies of land use dynamics.

REFENCES

Baral H (2004) Apps of GIS thesis. University of Melbourne and groundwater modeling: A case study from the Gaza strip, Palestine. Arabian Journal of Geosciences 4(3-4): 483-494.

Da Costa SM, Cintra JP (1999) Environmental analysis of metropolitan areas in Brazil. ISPRS Journal of Photogrammetry 170: 460-91.

Deng JS, Wang K, Qi JG (2009) Spatio-temporal dynamics and evolution of land use change and urban planning. NY Science pp. 92: 187-198

Fazel S (2000) Urban expansion and loss of agricultural land a GIS based study of Saharanpur city, India. environmental & urbanization characterization of sewage wastewater and assessment of downstream pollution along Huluka river of Ambo, Ethiopia, Int. J of Sci. and Tech. 2(2): 298-307

Huisman O, Rolf A (2011) Principles of GIS. Netherlands enschede pp. 213-3277-98

Lambin AB, Mostard JL (2005) Identifying variability distinct from LULC change: Cheatgrass in the great basin. Remote sensing of environment 1(94): 200-213

Lambin EF, Agbola S, Dirzo R, Stone G, Vogel C (2001) The causes LULC change: Moving beyond the myths. global environmental ghange: Human and policy dimensions 110(4): 5-13

Rawat JS, Kumar M (2015) Monitoring land use/cover change using RS and GIS techniques: Hawalbagh block, district almora, uttarakhand, India, The Egyptian J of RS 10(6): 85-57

Vizzari M (2011) Peri-urban transformations in agricultural landscapes of Perugia, Italy. Journal of GIS and RS science part pp. 145-152

Xu H (2007) Extraction of urban built-up land features from landsat imagery using a thematic oriented index combination technique. The RS pp. 1381–1391

Zeledon EB, Kelly NM (2009) Understanding large-scale deforestation the examination of changes in LULC. Journal of Environmental Health Science and Engineering 6(2): 73-80

ORAL PRESENTATION

FDA VAERS Aşı Verıtabanında Dengesiz Covid-19 Verilerinin Sınıflandırılması

Can Yıldırmaz[1*], Pınar Yıldırım[2]

[*1]Okan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği, İstanbul, Türkiye
[2]Okan Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bilgisyar Mühendisliği, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:cayildirmaz@stu.okan.edu.tr

Özet

Covid-19 bulaşıcı hastalığı, bütün dünyada büyük oranda insanların hastalanmasına ve hayatlarını kaybetmesine neden olmuştur. Bu salgını önlemek için aşılar geliştirilmiş ve bu aşıların insanlar üzerindeki etkileri önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Bu çalışmada FDA VAERS veritabanındaki COVID-19 aşılarına ait veriler üzerinde dengesiz veriler için geliştirilmiş bazı örnekleme yöntemleri kullanılarak sınıflandırma araştırması yapılmıştır. Gerçek yaşamda sıklıkla karşılaşılan dengesiz veri setleri, makine öğrenmesi algoritmalarının sınıflandırma performansı üzerinde ciddi olumsuz etkilere neden olabilirler. Bu nedenle dengesiz veri kümelerinin sınıflandırılmasıyla ilgili birçok araştırma yapılmaktadır. Bu çalışmada, VAERS veritabanından alınan verilerinde sınıf olarak seçilen ölüm durumu niteliği, dengesiz bir şekilde dağılmaktadır. Verilerin daha dengeli hale gelebilmesi için çeşitli örnekleme yöntemleri uygulanmış ve daha sonra sınıflandırma algoritmaları ile sınıflandırılarak, bu yöntemlerin performansları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlarda, dengesiz veri setleri için geliştirilen örnekleme yöntemlerinin sınıflandırma başarısını arttırdığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Dengesiz veri kümesi, Makine öğrenmesi, Sınıf dengesizliği yaklaşımları, Sınıflandırma algoritmaları.

Pattern classification with unbalanced and multi-class data

Abstract

The COVID-19 contagious disease has caused a great deal of people to get sick and die all over the world. Vaccines have been developed to prevent this epidemic and the effects of these vaccines on humans have become an important research topic. In this study, a classification research was conducted using some sampling methods developed for unbalanced data on the data of COVID-19 vaccines in the FDA VAERS database. Unbalanced data sets, which is a common problem in real-world applications, can have serious adverse effects on the classification performance of machine learning algorithms. For this reason, many researches are carried out on the classification of unbalanced datasets. In this study, the death status attribute selected as a class in the data from the VAERS database is unevenly distributed. In order to make the data more balanced, various sampling methods were applied and then classified by classification algorithms and the performances of these methods were examined. In the results obtained, it was seen that the sampling methods developed for unbalanced data sets increased the classification success.

Keywords: Unbalanced dataset, Machine learning, Class imbalance approaches, Classification algorithms.

Giriş

Salgın hastalıklar da insanlığın karşılaştığı en önemli olaylardan birisidir. Yüzyıllar boyunca çeşitli salgın hastalıklarla karşılaşan insanoğlu bu hastalıkların nerdeyse tamamını bilimin ışığıyla alt etmeyi başarmıştır.

Son iki yılda bütün dünyayı etkisine alan salgın ise, Çin'den yayıldığı bilinen bir virüsün neden olduğu pnömoni olmuştur (Huang vd., 2020). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından bu virüse 7 Ocak 2020'de "2019-nCoV" adı verilmiş ve daha önceki dönemlerde olan vakalarda görülmemiş yeni bir tür virüs olduğunun altı çizilmiştir (Chen vd., 2020). Sonrasında yeni çıkan bu virüsün etkilerinin *"Şiddetli Akut Solunum Yetmezliği Sendromu"*na benzerliğinden kaynaklı olarak ismi virüsü "SARS-CoV-2" şeklinde anılmaya başlanmıştır (Culp, 2020). SARS-CoV-2'nin neden olduğu bu hastalık da "Koronavirüs Hastalığı" (COVID-19) diye isimlendirilmiştir.

COVID-19'un belirtileri diğer bazı gribal enfeksiyonlarına benzemektedir. Fakat virüsün yayılım hızı söz konusu hastalıklara göre daha hızlı olduğu ve enfekte olan kişilerin kimisinde hastalığın ağır seyretmesi ve

ölümlere neden olması hızlı bir şekilde aşı çalışmalarının başlamasına neden olmuştur. Durumun ciddi olması birçok araştırmacıyı gibi bizi de bu konu ile ilgili çalışmaya sevk etmiştir. Bu çalışmada *"Aşı Yan Etki Raporlama Sistemi (VAERS)"*in veri tabanı kullanılmıştır.

1990'da kurulmuş olan VAERS, ABD lisanslı aşıların kullanımı aşamasında olası güvenlik sorunlarının tespit edilmesi amacıyla kurulmuş olan ulusal bir "erken uyarı" sistemidir. VAERS, *"Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri (CDC)"* ve ABD *"Gıda ve İlaç Dairesi (FDA)"* tarafından ortaklaşa yönetilmektedir. VAERS, bir kişinin aşı olmasından sonra "yan etki raporlarını" kabul edip analiz etmektedir. Herhangi bir kişi de aşının yan etkilerini VAERS'a bildirebilmektedir. Sağlık profesyonelleri ve aşı firmalarının belirli yan etki durumlarını bildirmeleri gerekmektedir (https://vaers.hhs.gov/).

VAERS bir raporlama sistemi olarak, bireylerin aşı deneyimlerinin raporlarını CDC ve FDA'ya göndermesi ile raporlama yapmaktadır. VAERS, herhangi bir aşıyla ilgili olarak aşının olumsuz bir etkisinin olup olmadığını tespit etmek gibi görevi yoktur. Fakat özellikle bir aşıyla ilgili olası bir güvenlik sorununa işaret edebilecek olağandışı veya beklenmedik yan etki durumunu raporlama modellerini tespit etmek için yararlıdır. Bu şekilde, VAERS, olası bir güvenlik sorununu daha fazla değerlendirmek için ek çalışma ve değerlendirmenin gerekli olduğu konusunda CDC ve FDA'ya değerli bilgiler sağlayabilmektedir (https://vaers.hhs.gov/).

Bu çalışmada FDA VAERS Covid-19 verileri ile çalışma gerçekleştirilmiştir. VAERS veritabanı içindeki Covid-19 verileri içinde en sık görülen vücut ateşi(body temperature) semptomuna ait veriler alınmış ve ölüm durumu(died) niteliği sınıf seçilerek sınıflandırma yapılmıştır. Bu verilerde vefat eden ve hayatta kalan hastaların sayıları dengesiz bir dağılım olduğu görülmüştür. Bu nedenle dengesiz veri setleri için geliştirilmiş yöntemler kullanılmış ve sınıflandırma algoritmaları kullanılarak bu yöntemlerin performansları incelenmiştir.

İlgili Araştırmalar

Literatürde dengesiz veri setleri ile ilgili farklı yaklaşımları içeren çalışmalar da mevcuttur. Marcellin ve arkadaşları (2008), *"Evaluating Decision Trees Grown with Asymmetric Entropies (Asimetrik Entropilerle Yetiştirilen Karar Ağaçlarının Değerlendirilmesi)"* başlıklı çalışmalarında; asimetrik bir entropi ölçümüne dayanan bölme kriteriyle dengesiz veri kümeleri üzerinde büyütülen karar ağaçlarının kalitesini değerlendirmeyi önermiştir. Araştırmacılar çalışmada, asimetrik entropinin dengesiz veri sınıflandırması üzerindeki etkisini araştırmış ve asimetrik bir entropi ile büyütülmüş olan bir ağaçtan türetilmiş olan karar kurallarının azınlık sınıfını tahmin etmek için daha uygun bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur.

Han ve arkadaşları (2014), *"Borderline-SMOTE: A New Over-Sampling Method in Imbalanced Data Sets Learning (Borderline-SMOTE: Dengesiz Veri Kümeleri Öğreniminde Yeni Bir Aşırı-Örnekleme Yöntemi)"* başlıklı çalışmalarında; "Borderline-SMOTE" yöntemini kullanmıştır. Bilindik SMOTE yönteminde dengesiz veri dağılımının olduğu veri setini sentetik olarak çoğaltılarak dengelenme sağlanır. "Borderline SMOTE" yöntemindeyse azınlıkta olan sınıf türünün ait örnekleri tarafından oluşturulan kümelerin sınır çizgisinde olan örnekleri SMOTE ile çoğaltılmıştır. Araştırmacılar gerçekleştirdikleri deneylerle "Borderline-SMOTE" yönteminin diğer yöntemlere göre daha başarılı olduğunu belirtilmişlerdir.

Jian ve arkadaşları (2016), *"A New Sampling Method For Classifying İmbalanced Data Based On Support Vector Machine Ensemble ("Destek Vektör Makine Topluluğuna Dayalı Olarak Dengesiz Verileri Sınıflandırmak İçin Yeni Bir Örnekleme Yöntemi)"* başlıklı çalışmalarında; veri setindeki azınlık örneklerin sayısının çoğaltılmasıyla alakalı olarak RUS (Random Under-Sampling) benzeri farklı yöntemleri incelemiştir. Araştırmacılar, örneklerin çoğaltılmasıyla veri setinde elde edilmesi amaçlanan dengenin hangi seviyede olacağı ile alakalı olarak bir de otonom bir sistem önermiştir. Yine araştırmacılar, DCS (Contribution Sampling Method) adlı farklı bir yöntemle gerçekleştirdikleri örnek çoğaltım işleminde "SVM sınıflandırıcısı"nın performansını ROC (Receiver Operating Characteristic) eğrileri ile test ederek ve kıyaslamıştır.

VAERS (2021)'in *"Vaccine Adverse Event Reporting System (VAERS) Standard Operating Procedures for COVID-19 (Aşı Olumsuz Olay Raporlama Sistemi (VAERS) COVID-19 için Standart Çalışma Prosedürleri"* başlıklı çalışmasını CDC'nin COVID-19'un güvenliğini izleme çabalarına yardımcı olmak amacıyla gerçekleştirmiştir. Çalışmada VAERS veri tabanındaki verileri, veri madenciliği yöntemiyle sınıflandırılmıştır.

Dengesiz Veri Setleri

Dengesiz veri setlerinde sınıflardaki örnek sayıları birbirine eşit olmayıp bir sınıftaki örnek sayısı diğerine göre daha fazladır. Sınıflandırma algoritmalarında veri setlerinde denge olduğu varsayımı göz önünde bulundurulur. Çoğu algoritma dengesiz veri setlerindeki azınlık sınıfını göz ardı etmektedir (He ve Garcia, 2009). Dengesiz veri setlerinin yarattığı problem de bu noktadan kaynaklanmaktadır. Algoritmalar örnek sayısı çok olan sınıfa göre şekillenirken azınlık sınıfı kötü bir biçimde sınıflandırılmış olur (KrishnaVeni ve Sobha Rani, 2011).

Tıbbî tanılamada hasta olanı "hasta değil" olarak sınıflandırma, hasta olmayanı "hasta" tanılanmasından daha kötü sonuçlar ortaya çıkarır. Fakat veri seti dengesiz dağılımlı olduğunda ve azınlık sınıfının hatalı sınıflandırılması çoğunluk sınıfının hatalı sınıflandırılmasından çok daha ciddi sonuçlar ortaya çıkardığı durumlarda problem olmaktadır. Yukarıda da belirtildiği üzere, standart bir sınıflandırmanın maksadı "genel doğruluğu" üst düzeye çıkarmak olduğu için, sınıflandırıcı örnek sayısı daha fazla olan sınıfı çok daha iyi şekilde öğrenecektir ve bu eğitim sonucunda "çoğunluk sınıfı için düşük hata oranı"na karşılık "azınlık sınıfı için daha yüksek hata oranı" olacaktır. *"Özetle, sınıflandırıcı tüm örnekleri yüksek doğruluk sağlayan çoğunluk olarak sınıflandırma eğiliminde olacak, ancak bu arada azınlık örneklerini kaçıracaktır."* (Muratlar, 2021).

Dengesiz Veri Setleri için Yöntemler

Dengesiz veri setleriyle öğrenmenin, makine öğrenmesinde problem olduğu açıktır. Bu problemi ortadan kaldırmak için dengesizliğin azaltılması veya etkisinin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Literatürde bunun için çok fazlaca çözüm önerisi sunulmuştur (Guo ve ark., 2017). Dengesiz veri setleri problemini ortadan kaldırmak için sıklıkla kullanılmakta olan "yeniden örnekleme" yöntemlerinden üç tanesi aşağıdadır;

- Yetersiz Örnekleme (Under-Sampling)
- Aşırı Örnekleme (Over-Sampling)
- Sentetik (Yapay) Veri Üretme (SMOTE)

Han ve Kamber (2006) bu durumları şu şekilde örneklendirmiştir: Orijinal eğitim setinin 100 azınlık sınıfı ve 1000 çoğunluk sınıfı veri grubu içerdiği varsayılır. Aşırı örnekleme (Over-sampling)'de 1000 azınlık sınıfı veri grubu ve 1000 çoğunluk sınıfı veri grubunu içerecek olan bir eğitim setini oluşturma için azınlık sınıfının kopyası çoğaltılır. Az örneklemede (Under-sampling) negatif veri grupları rasgele ortadan kaldırılır, böylelikle yeni eğitim seti 100 tane azınlık sınıfı veri grubu ve 100 tane çoğunluk sınıfı veri grubu içerir.

Yetersiz Örnekleme (Under-Sampling)

Yetersiz örnekleme yöntemi, dengesiz veri setinin dengeli kılınması amacıyla örnekleri çoğunluk sınıfı içerisinden kaldırır. Bu yöntemle, çoğunluk sınıfının örneklerinden bir kısmı rastgele kaldırılarak sınıf dağılımı dengelenir. Yetersiz örnekleme yönteminin dezavantajı, sınıflandırıcılar için önemli sayılacak potansiyel olarak yararlı bilgileri atma olasılığının olmasıdır. Yetersiz örnekleme yöntemi "rastgele" ve "bilgilendirici" olarak ikiye ayrılır. Rastgele yetersiz örnekleme, veri kümesi dengeleninceye kadar çoğunluk sınıfındaki örnekleri rastgele ortadan kaldırır. Bilgilendirici yetersiz örnekleme yöntemiyse veri kümesini dengeli hale getirmek için önceden belirlenmiş olan bir seçim kriterine dayanarak sadece gerekli çoğunluk sınıfı örneklerini seçer (KrishnaVeni ve Sobha Rani, 2011).

Aşırı örnekleme

Aşırı örnekleme, azınlık sınıfı örneklerinin çoğaltılarak veri setinin dengelenmesini sağlayan bir örnekleme yaklaşımıdır (He ve Garcia, 2009; Baesens ve diğ, 2015; Lunardon ve diğ., 2014). Bu yöntemde yetersiz örneklemedeki gibi bir veri kaybı olmaz. Bu da bu örneklemeyi avantajlı kılmaktadır. Bu yöntemin dezavantajıysa fazla uydurmaya yol açabilmesidir. Ayrıca eğer veri seti oldukça büyükse ve bununla birlikte dengesizse ek bir hesaplama maliyeti getirmesi de bu yöntemin dezavantajı olarak görülür. Yetersiz örnekleme gibi, aşırı örnekleme de iki türe ayrılır: rastgele aşırı örnekleme (ROS) ve bilgilendirici aşırı örnekleme. Rastgele aşırı örnekleme, rastgele seçilmiş azınlık sınıf örneklerinin çoğaltılarak sınıf dağılımının dengelenmesi yöntemidir. ROS etkili bir yöntem olmakla birlikte azınlık sınıfı örneklerini tam kopyaladığı için "aşırı uyum" problemi görülebilmektedir (Chawla ve ark., 2002; Gueo ve ark., 2008). Bilgilendirici aşırı örnekleme yöntemi, önceden belirlenmiş bir kritere dayanarak azınlık sınıfı örneklerini sentetik olarak oluşturur. Özetle aşırı örneklemede, aşırı uyum eğitim süresinin uzamasına neden olabilir. Aşırı örneklemeye

alternatif, yetersiz örneklemedir. Bu yaklaşım, zaman ve bellek karmaşıklığı açısından aşırı örneklemeden daha iyidir (Holte ve Drummond, 2003).

Sentetik (Yapay) Veri Üretme (SMOTE)

Bu algoritma, mevcut azınlık örnekleri arasındaki özellik alanı benzerliklerine dayanarak yapay veriler oluşturur (Haibo ve Garcia, 2009). ROS'taki zayıflığın ortadan kaldırılması amacıyla, Chawla ve arkadaşlarınca ortaya konan "sentetik azınlık aşırı örnekleme tekniği"; kolay, tesirli ve sıklıkla kullanılmış olan bir "sınıf dengeleme" tekniğidir (Chawla ve ark., 2002). SMOTE, var olan azınlık sınıfı örneklerinin arasına girip yeni sentetik "azınlık örnekleri" meydana getirir. Hipotezin temeli, yakın durumda olan iki reel "pozitif örnek" arasında sentetik bir pozitif örneğin olmasına dayanır. Bu yüzden, SMOTE algoritması yakın durumda olan iki reel "pozitif örnek" arasında sentetik bir pozitif potansiyel örneği arayan "sınıf dengeleme" tekniğidir (Chawla ve ark., 2002).

Sınıflandırma algoritmaları

RBF Ağı

Radyal Temel Fonksiyon (RBF ağları), denetimli öğrenme probleminin uygulanması için yapay sinir ağı türüdür (Orr, 1996). RBF ağlarının kullanımında, RBF ağlarının basit yapısı nedeniyle ağların eğitimi nispeten hızlıdır. Bunun dışında, RBF ağları, kısıtlayıcı olmayan varsayımlarla evrensel yaklaşım yeteneğine de sahiptir (Park ve Sandberg, 1993). RBF ağları, doğrusal veya doğrusal olmayan herhangi bir modelde ve tek veya çok katmanlı herhangi bir ağ türünde uygulanabilir (Orr, 1996). En temel biçiminde bir RBFN tasarımı üç ayrı katmandan oluşur. Giriş katmanı, kaynak düğümler (duyusal birimler) kümesidir. İkinci katman, yüksek boyutlu bir gizli katmandır. Çıkış katmanı, giriş katmanına uygulanan aktivasyon modellerine ağın yanıtını verir. Giriş alanından gizli birim alanına dönüşüm doğrusal değildir. Öte yandan, gizli alandan çıktı alanına dönüşüm doğrusaldır (Haykin, 1994; Aruna ve ark., 2011).

IBK

Weka yazılımında K-en yakın komşu algoritmasına IBK denir. Bu algoritmada, eğitim örnekleri n boyutlu sayısal özniteliklerle açıklanmaktadır. Bilinmeyen bir örnek verildiğinde, bir k-en yakın komşu sınıflandırıcısı, bilinmeyen örneğe en yakın olan k eğitim örnekleri için kalıp alanını arar. Bilinmeyen örneğe en yakın komşuları arasında en yaygın sınıf atanır (Han ve Kamber, 2006; Witten ve Frank, 2000).

OneR

One Rule'un kısaltması olan OneR, verilerdeki her tahminci için bir kural oluşturan ve ardından en küçük toplam hataya sahip kuralı "tek kural" olarak seçen basit ama doğru bir sınıflandırma algoritmasıdır . Bir tahminci için bir kural oluşturmak için , hedefe karşı her tahmin edici için bir sıklık tablosu oluştururuz. OneR'nin, insanların yorumlaması kolay kurallar üretirken, son teknoloji sınıflandırma algoritmalarından yalnızca biraz daha az doğru kurallar ürettiği gösterilmiştir (Holte 2003).

Rastgele ağaç (Randomtree)

Rastgele Ağaç, denetimli bir sınıflandırıcıdır; birçok bireysel öğrenci üreten bir "topluluk öğrenme" algoritmasıdır. Bir karar ağacı oluşturmak için rastgele bir veri seti üretmek amacıyla "torbalama" tekniği kullanır. Standart ağaçta, her düğüm, tüm değişkenler arasında en iyi bölünme kullanılarak bölünür. Rastgele bir ormanda, her düğüm, o düğümde rastgele seçilen tahmin edicilerin alt kümesi arasından en iyisi kullanılarak bölünmektedir. Rastgele ağaçlar Leo Breiman ve Adele Cutler tarafından tanıtıldı (Breiman, 2001). Algoritma hem sınıflandırma hem de regresyon problemleriyle başa çıkabilir. Rastgele ağaç, orman olarak adlandırılan bir ağaç tahmincileri topluluğudur. Her ağaç bir sınıflandırma üretir ve o sınıf için ağaç "oyları" olarak adlandırılabilir. Orman en çok oyu alan sınıflandırmayı seçer (ormandaki tüm ağaçlar üzerinden). Bir regresyon durumunda, sınıflandırıcı yanıtı, ormandaki tüm ağaçlar üzerindeki yanıtların ortalamasıdır (Witten ve Frank, 2008; Kalmegh, 2015; Pfahringer, 2010).

BULGULAR

Bu çalışmada 1990-2021 tarihleri arasındaki FDA VAERS Covid-19 aşı verileri, web sitesinden alınmıştır. Bu veriler, vaersdata,vaerssymptoms ve vaersvax olmak üzere üç çeşittir ve csv formatındadır. Bu dosyalar, PostgreSQL DB sistemine , aynı isimler kullanılarak tablolar halinde veritabanı olarak aktarılmıştır, DB üzerinde analiz çalışması yapılarak en çok görülen yan etki (Body Temparature) olduğu tespit edilmiştir. Bu yan etkiye ait yaş, cinsiyet, ölüm ve aşı üreticisi(vax_manu) nitelikleri seçilerek, ölüm olayı sınıf(class) olarak belirlenmiştir(Tablo 1). Veriseti toplam 6994 adet kayıttan oluşmaktadır. Tablo 1'de görüldüğü üzere ölüm

durumu verileri dengesiz dağılım göstermektedir. Veri seti üzerinde önce örnekleme algoritmaları kullanılmamış ve daha sonra kullanılarak, bu algoritmaları değerlendirmek için sınıflandırma algoritmaları uygulanmıştır. Örnekleme algoritmaları olarak, Resample, SMOTE, SpreadSubsample ve Stratified Removed Folds kullanılmıştır. Sınıflandırma doğruluğunu değerlendirmek için RBFNetwork, IBK, OneR, RandomForest sınıflandırma algoritmaları seçilmiştir.Aynı deney dört sınıflandırıcı için tekrarlanmıştır. Tablo 2 örnekleme algoritmalarının değerlendirilmesini göstermeltedir. Çalışmada, WEKA 3.9.5 yazılımı kullanılmıştır. WEKA, veri madenciliği çalışmaları için bir makine öğrenme algoritmalarını barındıran bir açık kaynaklı bir programdır. Yazılım, veri ön işleme, özellik seçimi, sınıflandırma, kümeleme, birliktelik kuralları ve görselleştirme için araçlar barındırmaktadır (WEKA, 2021).

Tablo 1. Veri setinin özellikleri

Nitelik	**Tipi**
Yaş	Sayısal Ortalama:29.163 StdDev:28.435 Min:0 Max:101
Cinsiyet	Kategorik Kadın:4825 Erkek:1841 Bilinmiyor:328
Aşı Üreticisi	Kategorik Biontec:5789 Moderna:298 Janssen:878 UnknownManufacturer:29
Ölüm Durumu	Kategorik Evet : 412 Hayır : 6582

Sınıflandırma sonuçlarının değerlendirilmesi için birçok performans ölçütü vardır. TP/TN, Doğru Pozitif/Doğru Negatif örneklerin sayısıdır. FP/FN ise Yanlış Pozitif/Yanlış Negatif örneklerin sayısıdır. Tablo 1'de yer alan Precision değeri sonuca ulaşmak için gerçek pozitif olan değerin tahmin edilen pozitiflere oranı (TP/(TP+FP)) şeklinde ifade edilmektedir.

Recall, pozitif olarak tahmin edilen değerin gerçek pozitiflere oranı (TP/(TP+FN)) şeklinde ifade edilmektedir. En iyi performansa sahip algoritmayı bulmak için precision ve recall ölçütlerinden yararlanılmaktadır. Bunun yanında en iyi algoritmaya karar vermek kolay değildir. Bu nedenle, sonuçları değerlendirmek için bir başka ölçüt olan F-Measure bu çalışma kapsamında değerlendirmeye alınmıştır. F-Measure, precision ve recall değerlerinin harmonik ortalamasıdır ve formülü (2TP/(2TP+FN+FP)) şeklinde ifade edilmektedir. Root Mean Squared Error (RMSE)'ye göre karşılaştırma analizi de yapılmıştır ve Tablo 2'de yer almıştır. n'nin veri örüntülerinin sayısı olduğu, $y_{p,m}$ tahmin edileni gösterdiği, $t_{m,m}$ bir veri noktasının ölçülen değeri olduğu m ve $t_{m,\,m}$ ise tüm ölçü veri noktalarının ortalama değeri şeklinde formüle edilmiştir (Küçüksille vd., 2011). Root Mean Squared Error (RMSE) aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\text{RMSE}=\sqrt{\frac{\left(\sum_{m=1}^{n} y_{p,m}- t_{m,m}\right)^2}{n}}$$

Tablo 2. Örnekleme algoritmalarının değerlendirilmesi

Sınıflandırma Algoritması	Örnekleme Metodu	Precision	Recall	F-Measure	RMSE
IBK	Örnekleme yok	0,924	0,941	0,928	0.2188
	Resample	**0,941**	**0,95**	**0,941**	**0.2072**
	SMOTE	0,926	0,942	0,93	0.2172
	Spread Subsample	0,927	0,942	0,93	0.2169
	Stratified Removed Folds	**0,941**	**0,95**	0,94	0.2262
RBFNetwork	Örnekleme yok	0,932	0,945	0,932	0.2139
	Resample	0,936	0,947	0,936	0.2098
	SMOTE	0,934	0,946	0,933	0.2124
	Spread Subsample	0,935	0,947	0,934	0.2111
	Stratified Removed Folds	**0,938**	**0,949**	**0,938**	**0.2065**
RandomForest	Örnekleme yok	0,926	0,941	0,93	0.2162
	Resample	0,935	0,946	0,936	0.2122
	SMOTE	0,927	0,942	0,931	0.2148
	Spread Subsample	0,929	0,943	0,933	0.2149
	Stratified Removed Folds	**0,939**	**0,949**	**0,94**	**0.2146**
OneR	Örnekleme yok	0,924	0,941	0,928	0.2427
	Resample	0,929	0,943	0,929	0.2382
	SMOTE	0,925	0,942	0,929	0.2416
	Spread Subsample	0,928	0,943	0,93	0.2388
	Stratified Removed Folds	**0,936**	**0,946**	**0,938**	**0.233**

Tablo 3. Örnekleme algoritmaları ile sınıflandırıcıların performans karşılaştırması

Sınıflandırma Algoritması	Örnekleme Metodu	Çalışma Zamanı(saniye)
IBK	No Sampling	2s
	Resample	2s
	SMOTE	2s
	Spread Subsample	2s
	Stratified Removed Folds	**<1s**
RBFNetwork	No Sampling	1s
	Resample	1s
	SMOTE	1s
	Spread Subsample	1s
	Stratified Removed Folds	**<1s**
RandomForest	No Sampling	3s
	Resample	3s
	SMOTE	3s
	Spread Subsample	5s
	Stratified Removed Folds	1s
OneR	No Sampling	**<1s**
	Resample	**<1s**
	SMOTE	**<1s**
	Spread Subsample	1s
	Stratified Removed Folds	**<1s**

Tablo 2, örnekleme algoritmalarına sahip sınıflandırma algoritmalarının performans ölçütlerini göstermektedir. Algoritmaların performansları göz önünde bulundurulduğunda en iyi algoritmayı bulmak kolaylaşacaktır. Tablo 2'e göre yeniden örnekleme yöntemi ile IBK algoritması kullanılarak veri seti için en yüksek doğruluk değerleri elde edilmiştir. Örneğin IBK'in resample ile ile F-Measure değeri 0.941'dir. Bu değer Tablo 2'deki en yüksek değerdir ve diğer performans ölçütleri diğer algoritmalardan ya daha iyi veya aynıdır. Bu sonuçlar, resample ile IBK'nin diğerlerinden daha üstün olduğunu ortaya koymuştur.

Örnekleme algoritmalı sınıflandırıcıların performans değerlendirmesi yapılmıştır ve çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar Tablo 3'de verilmiştir. Tablo 3, örnekleme algoritmalı OneR algoritmasının örnekleri sınıflandırmasının 1 sn'den kısa sürdüğünü ve bu nedenle bu algoritmanın performansının diğerlerinden daha iyi olduğunu ortaya koymuştur

TARTIŞMA

Thammasiri ve arkadaşlarının çalışması (2014), SMOTE veri dengeleme tekniği ile birleştirilen destek vektör makinesi en iyi sınıflandırma performansını elde ettiğini gösterilmiştir.Wang vd. (2014) çalışmasında, SMOTE'nin büyük dengesiz veri kümeleri için sınıflandırmanın etkinliğini önemli ölçüde artırdığı sonucuna varmıştır. Yıldırım (2016) çalışmasında algoritmalardan resample ile ID3 algoritması en iyi performansı göstermiştir. Literatürdeki çalışmaların aksine çalışmamızda, yeniden örnekleme algoritmalı IBK algoritması en iyi performansı göstermiştir. Bu yönüyle diğer çalışmalardan ayrışmaktadır.

SONUÇ

Dengesiz veri kümesi, veri madenciliği çalışmalarında önemli bir araştırma alanıdır ve birçok makine öğrenmesi algoritması, dengesiz sınıf dağılımını çözmede yetersiz kalmaktadır. Böylece örnekleme algoritmaları birçok çalışma için bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu çalışmada, Covid-19 aşısı uygulanan kişilerin "ölüm olayı" sonuçlarını tahmin etmek için örnekleme algoritmaları ile karşılaştırmalı bir analiz yapılmıştır. Veri setini analiz etmek için dört örnekleme algoritması kullanılmış ve performansları dört sınıflandırıcı kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuçların değerlendirilmesi, doğruluk ölçüleri ve uygulama süresi esas alınarak yapılmıştır. Algoritmalardan resample ile IBK, örnekleme yöntemlerinin uygulanmasının daha yüksek doğrulukta sonuçlara verdiği görülmütür. Bunun yanında çalışma süresi açısından OneR algoritması daha kısa süreye sahip olsa da IBK ile OneR algoritmaları arasındaki çalışma süresi farkı göz ardı edilebilecek seviyededir. Bu sebeple IBK with resample daha iyi performansa sahip olduğu söylenebilir. Bu çalışma, örnekleme yöntemlerinin öğrenme algoritmalarının performansını artırma yeteneğine sahip olduğunu ve resample algoritmasının diğerlerinden daha iyi sonuçlar verdiğini desteklemiştir. Bu çalışmanın sonuçları, bu alanda çalışan kişiler için faydalı olabilir ve yeni hipotezler geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

KAYNAKÇA

(https://en.wikipedia.org/ 30.10.2021).

Anand, R., Mehrotra, K., Mohan, C. and Ranka, S., 1995, Efficient classification for multiclass problems using modular neural networks, *Neural Networks, IEEE Transactions on*, vol. 6, no. 1, pp. 117–124.

Aruna, S., Rajagopalan, S.P. ve Nandakishor L.V., 2011, An empirical comparison of supervised learning algorithms in disease detection, *International Journal of Information Technology Convergence and Services (IJITCS)* 1; 4.

Baesens, B., Vlasselaer, V. V. ve Verbeke, W., 2015, *Fraud Analytics Using Descriptive, Predictive, and Social Network Techniques*, John Wiley & Sons, USA, 31.

Breiman, L., 2001, *Random forests,* Machine Learning, 45;5-32.

Chawla, N. V., Bowyer, K. W., Hall, L. O. ve Kegelmeyer, W. P., 2002, SMOTE: Synthetic Minority Over-sampling Technique, *J Artif Intell Res*, 16, 321–357.

Ganganwar V. An overview of classification algorithms for imbalanced datasets. *International Journal of emerging Technology and Advanced Engineering* 2012; 2(4): 42-47.

Garcia-Pedrajas, N. and Ortiz-Boyer, D., 2006, Improving Multi-class Pattern Recognition by the Combination of Two Strategies, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 28, no. 6, pp. 1001–1006.

Guo, H., Li, Y., Shang, J., Gu, M., Huang, Y. ve Gong, B., 2017, Learning from class-imbalanced data: review of methods and applications, *Expert Systems with Application*, 73, 220–239.

Haibo, H. ve Garcia, E.A., 2009, Learning from imbalanced data. *IEEE Transaction on knowledge and data engineering*, 21;9: 1293-1284.

Han H., Wang W.Y., Mao B.H., 2014, Borderline-SMOTE: A New Over-Sampling Method in Imbalanced Data Sets Learning, *Springer Berlin Heidelberg* 5, 3644: 878-887.

Han, J. ve Kamber, M., 2006, *Data mining: concepts and techniques*, Morgan Kaufmann, USA

Hastie, T. and Tibshirani, R., 1998, Classification by pairwise coupling, The Annals of Statistics, vol. 26, no. 2, pp. 451–471.

Haykin, S., 1994, *Neural Networks a Comprehensive Foundation*, New Jersey, PrenticeHall.

He, H. ve Garcia, E. A., 2009, Learning from Imbalanced Data. Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions, 21(9), 1263–1284.

Holte, C., Drummond, R. C., 2003, C4.5, class imbalance, and cost sensitivity: why UnderSampling beats Over-Sampling, Workshop on Learning from Imbalanced Datasets II, ICML, Washington DC, 1-8.

Holte, R.C. Very Simple Classification Rules Perform Well on Most Commonly Used Datasets. Machine Learning 11, 63–90 (1993). https://doi.org/10.1023/A:1022631118932.

Huang, C., Wang, Y., Li, X., Ren, L., Zhao, J., Hu, Y., Zhang, L., Fan, G., Xu, J., Gu, X., Cheng, Z., Yu, T., Xia, J., Wei, Y., Wu, W., Xie, X., Yin, W., Li, H., Liu, M., … Cao, B. (2020). Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. The Lancet, 395(10223), 497–506. https://doi.org/10.1016/S0140- 6736(20)30183-5

Jian, C., Gao, J., Ao, Y., 2016, A new sampling method for classifying imbalanced data based on support vector machine ensemble, *Elsevier Neurocomputing Journal*, 1-8.

Kalmegh, S.R., 2015, Comparative analysis of weka data mining algorithm randomforest, randomtree and ladtree for classification of indigenous news data, *Int. Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering* , 5;1.

Karacı, A., 2006, *Bilgisayar ortamında sesli ifadeleri tanıma,* Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 134 s.

Krishna Veni, C. ve Sobha Rani, T., 2011, On the classification of imbalanced datasets, *International Journal of Computer Science and Technology*, 2(1), 145– 148.

Küçüksille EU, Selbas R, Şencan A., 2011, Prediction of thermodynamic properties of refrigerants using data mining. Energy conversion and management; 52: 836-848.

Lunardon, N., Menardi, G., Torelli, N., 2014, ROSE: a Package for Binary Imbalanced Learning, R Journal, 6(1), 82–92.

Marcellin S, Zighed DA and Ritschard G., 2008, Evaluating decision trees grown with asymmetric entropies, *ISMIS* 008: 58-67

Muratlar, E. R., 2021, Dengesiz veri setlerinde modelleme, https://www.veribilimiokulu.com/dengesiz-veri-setlerinde-modelleme/.

Orr, M.J.L., 1996, Radial basis function networks, Edinburgh, Scotland.

Park, J. ve Sandberg I.W., 1993, Approximation and radial-basis-function networks, *Neural Computation*; 5: 305-316.

Pfahringer, B., 2010, Random model trees: an elective and scalable regression method, *Working Paper Series*, ISSN 1177-777X.

Thammasiri D, Delen D, Meesad P, Kasap N.A, 2014, Critical assessment of imbalanced class distribution problem: The case of predicting freshmen student attrition, *Expert Systems with Applications*, 41: 321-330.

VAERS 2021 *"Vaccine Adverse Event Reporting System (VAERS) Standard Operating Procedures for COVID-19"*

Wang K-J, Makond B, Chen K-H, Wang K-M. A hybrid classifier combining SMOTE with PSO to estimate 5-year survivability of breast cancer patients. Applied Soft Computing 2014; 20: 15-24.

WEKA (2021). Weka 3: Data Mining Software in Java. http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka.

Witten, I.H., Frank, E., 2000 *Data mining: practical machine learning tool and technique with java ımplementation.* Morgan Kaufmann.

Yıldırım, P. (2016). Pattern Classification with Imbalanced and Multiclass Data for the Prediction of Albendazole Adverse Event Outcomes. Procedia Computer Science, 83, 1013–1018.

ORAL PRESENTATION

Mechanical behavior of Cr_3C_2 and Ni particulate reinforced Al_2O_3 composite system prepared by conventional sintering method in Ar/H_2 atmosphere

Betül Kafkaslıoğlu Yıldız[1*] (*https://orcid.org/0000-0002-6527-2918)*
Yahya Kemal Tür[2] (*https://orcid.org/0000-0002-9521-8875)*

[*1]Sivas University of Science and Technology, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Metallurgical and Materials Engineering, Sivas, Turkey
[2] Gebze Technical University, Faculty of Engineering, Materials Science and Engineering, Gebze, Turkey

*Corresponding author e-mail: bkyildiz@sivas.edu.tr

Abstract
Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni composite with 1 vol% Ni and 5 vol% Cr_3C_2 were produced by pressureless sintering in 90%Ar+10%H_2 and the heterogeneous precipitation method to obtain nano Ni particles. The common effects of the reinforcements on the microstructure and the mechanical properties were investigated. After the heat treatments and sintering in 90%Ar+10%H_2, all the Cr_3C_2 phase was oxidized to Cr_2O_3 and the Al_2O_3+Cr_2O_3 solid solution was formed. Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni had the Vickers hardness 24,4±1,6 GPa that means ~20% improvement compared to the pure Al_2O_3. The flexural strength increased ~66% from 199±53 MPa for the pure Al_2O_3 to the 333±24 MPa for the composite. The Al_2O_3-Cr_2O_3 solid solution formation generated a grain boundary strengthening by the effect of larger Cr^{3+} ions replacing Al^{3+} ions. The existence of intergranular Ni particles contributed to the strengthening of the interface causing transgranular fracture.
Keywords: Alumina, ceramics, nickel, chromium carbide, mechanical properties.

INTRODUCTION

Alumina (Al_2O_3) is an important advanced ceramic with its low cost and wide applications (Medvedovski, 2006; Shi et al., 2020). Its high Young's modulus, wear resistance, high hardness and compressive strength make the material suitable in many critical structural applications such as armor (Belenky and Rittel, 2012). However, reinforcing phases have been preferred to increase its fracture toughness and tensile strength to provide effective performance and sustainability for different applications (Calambás Pulgarin et al., 2013; Kafkaslıoğlu Yıldız et al., 2019). Ceramic-matrix composites/nanocomposites, which may contain various whiskers, fibres, particulates will be alternative to monolithic ceramics despite the production methods that can be expensive (Gluzer and Kaplan, 2013; Kafkaslıoğlu and Tür, 2016). Al_2O_3–silicon carbide (SiC) nanocomposites have been studied after Niihara and his co-workers could enhance the mechanical properties of pure Al_2O_3 by adding 5% SiC nanoparticles (Niihara et al., 1989; Jeong and Niihara, 1997). Zirconia particulate reinforced alumina composites are also fabricated for many applications demanding high fracture toughness and strength (Calambás Pulgarin et al., 2013; Kafkaslıoğlu Yıldız et al., 2019; Zu et al., 2014).

Chromium carbide (Cr_3C_2) has been also added into Al_2O_3 for increasing fracture toughness, thanks to its high Young's modulus, hardness, and wear resistance (Lii et al., 1996; Huang et al., 1999; Lin et al., 2012). There are some studies where the mechanical properties of Al_2O_3 can be increased with addition Cr_3C_2 particles by pressureless sintering without the need for expensive consolidation techniques. Another composite material approach is nano or micron sized metal particle dispersion in ceramic matrix (Gluzer and Kaplan, 2013; Kafkaslıoğlu and Tür, 2016). When a metal particulate phase is introduced, several toughening mechanisms such as crack bridging and crack deflection become active (Chen and Tuan, 1999). The mechanical properties (hardness and flexural strength) can be notably improved as compared with the monolithic ceramics by the dispersion of a nano sized (<100 nm) metallic phase (Ni, Mo, Ag, Cu, Co) through different mechanisms (Rodriguez-Suarez et al., 2012).

This paper deals with the investigation of mechanical properties of Al_2O_3 matrix reinforced with both 5 vol% Cr_3C_2 and 1 vol% Ni particles. The pressureless sintering method in 90%Ar+10%H_2 atmosphere was used as consolidation technique and Ni particles that were in nano sized were produced the by the heterogeneous precipitation method. Considering the positive effect of both reinforcement type on mechanical properties separately, it is thought that their combined effects may be important for high mechanical properties requiring critical structural applications. In this study, the common effect of Ni and Cr_3C_2 additions on mechanical

properties of Al_2O_3 matrix for the present fabrication method and sintering condition was studied for the first time.

MATERIALS AND METHODS

The raw materials used were α- Al_2O_3 powder (Alfa Aesar, 99.95% purity, 0.25–0.45 μm), Cr_3C_2 powder (Atlantic Equipments Co. Inc. USA, 3.94 mm), nickel nitrate hexahydrate ($Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, 98% purity), ammonium bicarbonate (NH_4HCO_3, 99% purity), polyacrylic acid and polypropylene carbonate (PPC, QPAC 40). The Cr_3C_2 powder was firstly dry ball milled to break soft agglomerates and reduce the particle size with Al_2O_3 balls for 2 h. After milling, the mean particle size was measured 1.5 mm by using Malvern Mastersizer 2000 model device. There was no significant decrease in the mean particle size in longer milling times.

The heterogeneous precipitation method was used to obtain nano sized metal particles in ceramic matrix. Al_2O_3 powder and appropriate amount of $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ that was dissolved in water and gives 1vol% Ni were added to the bottle containing pre-ball milled Cr_3C_2. After adding 0.5 wt% polyacrylic acid as dispersant, ball milling was carried out for 24 h. Aqueous solution of NH_4HCO_3 prepared as 1 M was added dropwise to the ball milled mixture. The precipitated mixture was filtered, washed with distilled water and ethanol. The filtrated powder was dried in air and then calcined in air at 500°C for 2 h to gain nano sized NiO particles from the obtained amorphous phase $NiCO_3 \cdot 2Ni(OH)_2 \cdot 2H_2O$ after the precipitation. After calcination, the powder were heat treated in 90% Ar+10% H_2 atmosphere at 700°C for 4 h for reducing NiO and to obtain nano-sized Ni particles. Details of the production method used in this study can be found elsewhere (Kafkaslıoğlu Yıldız et al., 2019). The flow diagram of the production method is presented in Figure 1. Previous works and the literature were considered to determine the parameters of calcination and reduction heat treatments (Li et al., 2003; Kafkaslıoğlu and Tür, 2016). The pure Al_2O_3 was prepared under the same conditions with the composite.

3 wt% PPC binder was added by dissolving in acetone to the reduced composite powder. After evaporation of acetone, the powders were crushed and sieved to 90 μm. Green bodies were prepared by dry pressing at 40 MPa with 35 mm diameter molds and then the discs were cold isostatic pressed (CIP) under 200 MPa. Almost 56% green density was obtained and the green bodies were pressureless sintered at 1550°C for 2 h in H_2/Ar by burning out the binder at 350°C in sintering stage. The grinding was carried out with a lapping machine to obtain parallel faced and equal thickness discs. 3 mm diamond solution was used to finish the surface polishing. The phases and crystallinity of the powders and sintered ceramics were identified through X-ray diffraction (XRD) with a Bruker® D8 Advance diffractometer. The Archimedes' method was used to measure the bulk density of the sintered specimens. Also, volumetric density was calculated from the mass and macroscopic dimensions. The microstructural characterization were carried out by using a scanning electron microscope (SEM, Philips XL 30 SFEG). The specimens were thermally etched firstly at 1400°C for 60 min and later at 1400°C for 90 min in 90%Ar+10%H_2. The elastic modulus of the specimens were measured by using an impulse excitation technique (GrindoSonic® Mk5) for disc specimens. The theoretical elastic modulus was calculated by averaging the Voigt and Reuss bounds (VRH average) (Green, 1998). The hardness of the specimens was measured by using the Vickers indentation technique with an Instron® Wolpert Testor 2100 under 5 kg load with total twenty measurements. Monotonic equibiaxial flexural strength test (ASTM C 1499) was preferred to measure the bending strength of the samples by using an Instron® 5569 machine.

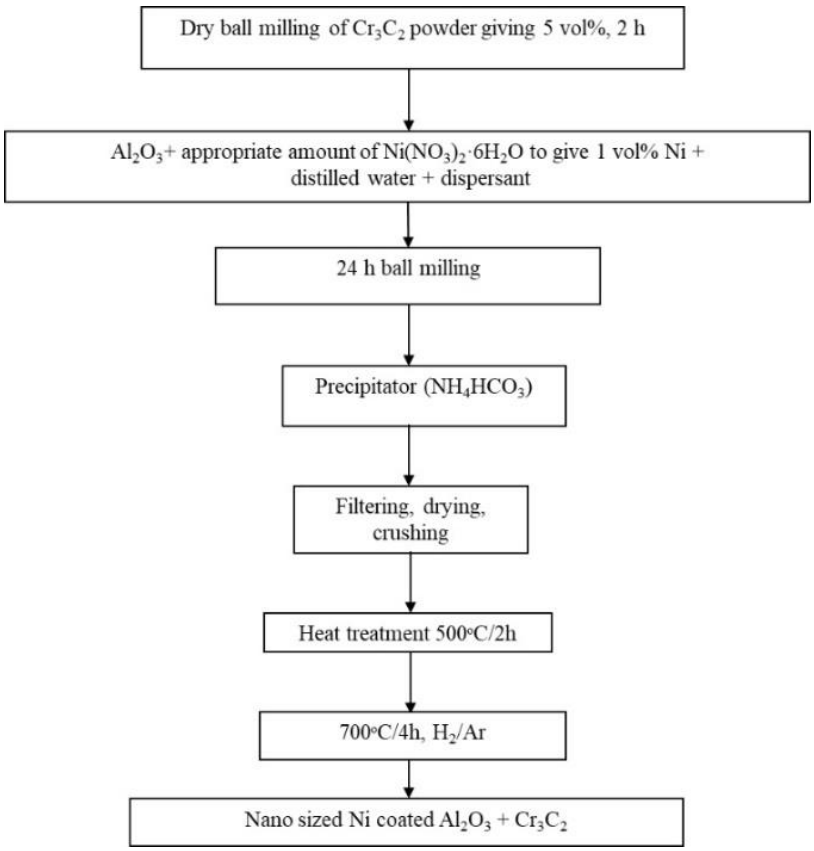


Figure 1. Flow diagram of the production method of nano sized Ni coated composite.

RESULTS AND DISCUSSION

Figure 2 shows the XRD patterns of the pure Al_2O_3 after sintering and the prepared powder after each step of production and sintering. After the precipitation process, no peaks belongs to Ni were present due to the formed amorphous Ni containing $NiCO_3 \cdot 2Ni(OH)_2 \cdot 2H_2O$ phase. The peaks of Cr_3C_2 and Al_2O_3 can be seen clearly. Only the high intensity peaks of tongbaite Cr_3C_2 around 40° are given in a symbol as they are apparent. After the calcination at 500°C in air, no new peaks emerged except Al_2O_3 and Cr_3C_2 due to the nanoscale crystallite size of NiO and its low volume ratio (1 vol%). However, new peaks belong to eskolaite chromium oxide (Cr_2O_3) were identified as some Cr_3C_2 phase was oxidized as in Eq. (1) after the reduction in 90%Ar+10%H2 at 700°C (Fu et al., 1994). Cr_7C_3 phase was not detected. Nano NiO converts into nano Ni under reducing atmosphere but the peaks of nano Ni could not be seen clearly.

$$2\ Cr_3C_2\ (s) + 13/2\ O_2\ (g) = 3\ Cr_2O_3\ (s) + 4\ CO\ (g) \quad (1)$$

After the sintering at 1550°C/2 h in 90%Ar+10%H_2, the remaining Cr_3C_2 was oxidized and only corundum Al_2O_3 and Ni peaks were identified as seen in Figure 2(e). Cr_2O_3 and Al_2O_3 have the same corundum structure and form a substitutional solid solution above 1000°C (Nath et al., 2012; Nath et al., 2015). However, the product Cr_2O_3 is not stable and continues to react with oxygen to form gaseous phases such as CrO_3 and CrO_2. These phases evaporates above 1000°C and the vapor pressure of CrO_3 and CrO_2 is high thus the sintered body of Cr_2O_3 including materials becomes porous (Fu et al., 1994; Nath et al., 2012). During sintering CrO_3 diffuses to the sample surface and leaves vacancies to form partial micropores. The formation of a micropore is finished by full oxidation of one Cr_3C_2 particle (Fu et al., 1994). A small amount of oxygen in the heat treatment or sintering atmosphere is evidently enough to oxidize Cr_3C_2 if the reducing or inert atmosphere is not purified (Lii et al., 1996; Huang et al., 1999). Contrary to the pure Al_2O_3, Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni samples slightly cambered during sintering since the composition contains additives with different thermal expansion coefficients and oxidation of Cr_3C_2 while solid solution was forming. This has resulted in slight distortion of specimens during shrinkage in sintering. While grinding the slightly bended specimen, the area in the middle zone did not touch the abrasive powder but the edges could be grinded because of the geometry as seen in Figure 3(b). The grinding process removed the oxidized layer on the surface and the interior section was exposed. The color of the as sintered surface was purple and the grinded surface appeared to be black.

The XRD patterns of different surface parts of the Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni that were grinded in different amounts are given in Figure 4. XRD analysis was performed from different grinded areas to characterize the surface and interior that were containing different proportions of Cr_2O_3. Al_2O_3 and Cr_2O_3 have the same crystal structure as mentioned and the ionic radius of Al^{3+} (0.68 Å) is slightly smaller than Cr^{3+} (0.76 Å) (Li et al., 1999; Zhao et al., 2018). Cr_2O_3 increases the Al_2O_3 lattice dimensions while dissolving; thus, the diffraction peaks shifts to low angles consistent with Bragg's law (Zhao et al., 2017). The XRD was zoomed to the angles 34°-36° in Figure 4 to confirm the increase in the Cr_2O_3 content because of the amount of Cr_2O_3 could be identified depending on the shift of the high intensity (104) peak with the increasing Cr_2O_3 solid solution. Number 1 in Figure 4 represents not grinded sintered surface and contains the highest amount of solid solution in the surface layer (Figure 3(a), purple). Since more Cr_3C_2 oxidation occurred in the parts of the sample that were open to the sintering atmosphere, the surface layer contained more Cr_2O_3.The entire surface appeared to be black after complete grinding (Figure 3(c), black); it is shown in Figure 4 as number 3 and the lowest Cr_2O_3 content is in those regions. When the sample was turned down after the surface was fully grinded, this time the middle region was grinded due to the cambering, and the edge regions were not fully grinded and seemed in purplish pink color. This region was numbered as 4 in Figure 4.

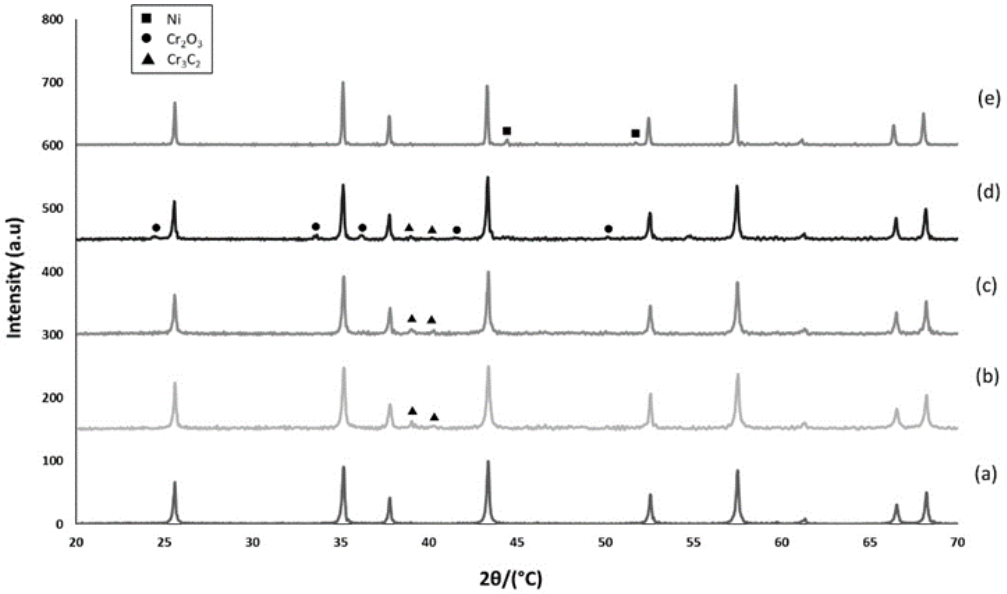


Figure 2. The XRD patterns of (a) the pure Al_2O_3 (b) Ni precursor containing powder after the precipitation process (c) the calcination at 500°C/2 h (d) the reduction at 700°C/4 h and (e) sintering at 1550°C/2 h.

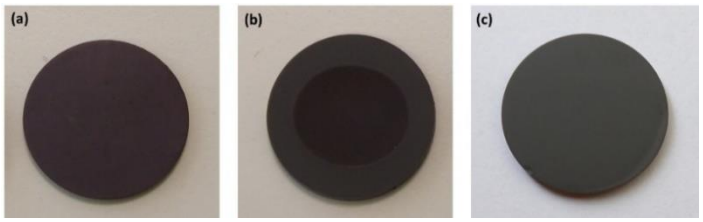


Figure 3. Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni (a) as sintered surface (b) semi grinded surface (c) the surfaces of samples after complete grinding (the diameter of specimens 27.5 mm)

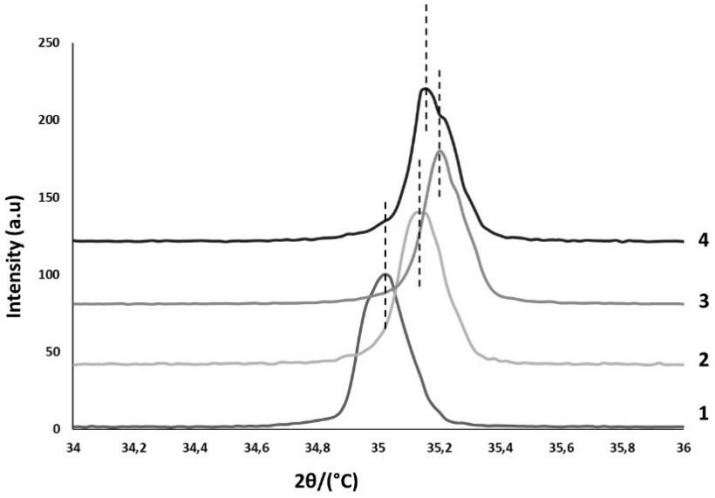


Figure 4. The XRD patterns of different surface parts of the Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni that were grinded in different amount (1) the purple region (2) blackish edge (3) black middle (4) purplish pink edge.

Table 1 shows the density values, the elastic modulus, and the mechanical test results. The Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni showed better densification compared to the pure Al_2O_3. In fact, the Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni composite system contained Cr_2O_3 phase instead of Cr_3C_2 due to oxidation of Cr_3C_2 and the solid solution formation occurred after the high temperature sintering. Still, for simplicity the composite was stated as Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni in all the sections. Ni melts at 1453°C and it is in liquid phase in the sintering temperature. The wetting angle of liquid Ni on Al_2O_3 surface is 128° and poor wettability on interface results in low densification (Kafkaslıoğlu and Tür, 2016). Also, Cr_2O_3 is susceptible to evaporation even at low oxygen partial pressures and this prevents to obtain dense microstructures while sintering process. In contrast, it is also stated that solid solution formation may improve the mass transportation through the boundary that results in high densification (Han et al., 1995). This mechanism was valid for the Al_2O_3–Cr_2O_3 solid solution in some degree as seen from the densification.

Table 1. Density and mechanical properties of the pure Al_2O_3 and the Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni.

Composition	Volumetric density g/cm^3	Archimedes Density g/cm^3	Relative Volumetric Density (%)	Elastic Modulus, GPa	Relative Elastic Modulus, (%)	Hardness GPa	Flexural Strength, MPa
Al_2O_3	3.81 ±0.03	3.78 ±0.02	95.7	362 ± 6	90.5	20.9±1.0	199 ±53
Al_2O_3/ Cr_3C_2+Ni	3.96 ± 0.02	4.02±0.02	96.8	370 ± 4	94.9	24.4±1.6	333±24

The relative values were considered as the ratio of the measured values in proportion to the VRH average by taking the elastic modulus of Al_2O_3, Cr_2O_3, and Ni as 420, 280 and 200 GPa, respectively. Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni showed higher elastic modulus value in parallel with its higher densification. Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni had the Vickers hardness 24,4±1,6 GPa that means ~20% improvement to the pure Al_2O_3. Ni particles in nanometric or near nanometric scale contributes to the hardness of ceramic matrix due to dislocation motion is restricted in the nano sized metal particles with increased yield strength (Rodriguez-Suarez et al., 2012). Also, Al_2O_3-Cr_2O_3 solid solution formation generates a grain boundary strengthening by the effect of larger Cr^{3+} ions replacing Al3+ ions. The grain boundary strengthening could prevent the deformation and microcracking at the grain boundaries so the mechanism may contribute to the hardening of the ceramic.

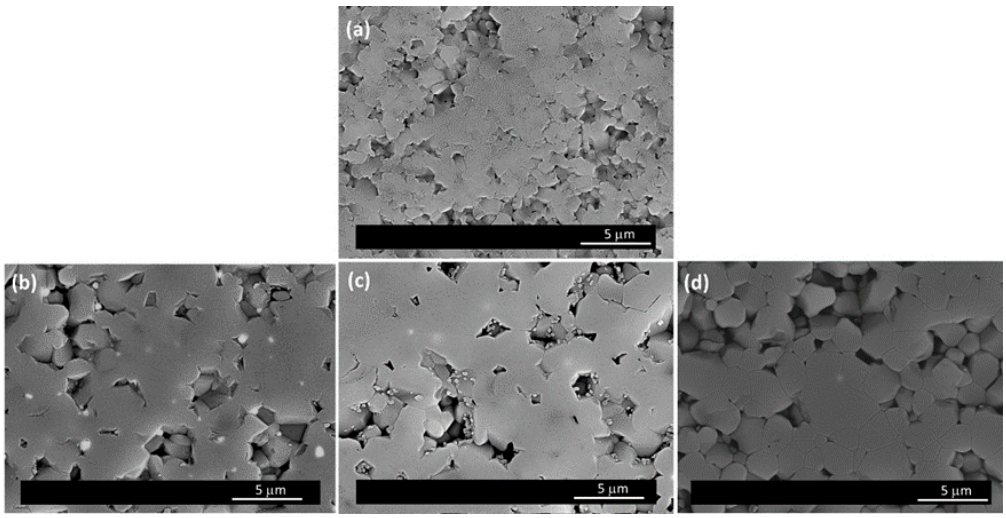


Figure 5. SEM images of (a) 1400°C-60 min etched pure Al2O3 (b) not etched Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni (c) 1400°C-60 min etched Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni (d) 1400°C-90 min etched Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni.

Figure 5 shows the SEM images of the thermally etched Al_2O_3 and Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni specimens that were not etched and etched at 1400°C-60 min and 1400°C-90 min. The grain size of the pure Al_2O_3 was measured ~0.67 mm by using the linear intercept method. The presence of Cr^{3+} ions causes an increase in the growth rate of Al_2O_3 grains in the Al_2O_3-Cr_2O_3 solid solution due to the existence of coherency strain energy at the grain boundary (Riu et al., 2000). A chemically initiated grain boundary migration generally occurs in solid solutions at a high enough temperature for the grain boundary mobility. The rapid migration of grain boundaries results in changes in the microstructure (Riu et al., 2000). This behavior was manifested by the grain growth of Al_2O_3 grains in the Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni with average particle size ~2.67 mm. Homogeneous Ni particle dispersion was obtained for the Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni as seen as white spherical points in the SEM in Figure 5(b). Etching at 1400°C/60 min was not sufficient to reveal the grain boundaries for Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni. After the etching time 90 min, the grain boundaries became visible.

SEM images of the fracture surfaces of Al_2O_3 and the Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni specimen after the strength test is given in Figure 6. The average flexural strength increased ~66% from 199±53 MPa for Al_2O_3 to 333±24 MPa for the Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni. An increase in densification also caused an increase in strength considering the difference in density between Al_2O_3 and the composite. However, the fracture mode changes from mainly intergranular for the pure Al_2O_3 to mix mode (intergranular + transgranular) for the composite. The Al_2O_3-Cr_2O_3 solid solution can increase fracture strength by the grain-boundary strengthening that is result of the localized compressive stresses created by the substitution of bigger ion Cr^{3+} ion in place of smaller Al^{3+} ion (Lii et al., 1999). Also, the existence of intergranular Ni particles could contribute to the strengthening of the interface causing transgranular fracture. Some of the Ni particles at the triple junctions were showed with white arrows in Figure 6(b). The thermal expansion mismatch between Al_2O_3 ($\alpha_{Al2O3}=8x10^{-6}$ °C^{-1}) and Ni ($\alpha_{Ni}=13.3x10^{-6}$ °C^{-1}) could generate compressive tangential stresses around particles located at grain boundaries that results cleavage fracture (Lieberthal and Kaplan, 2001).

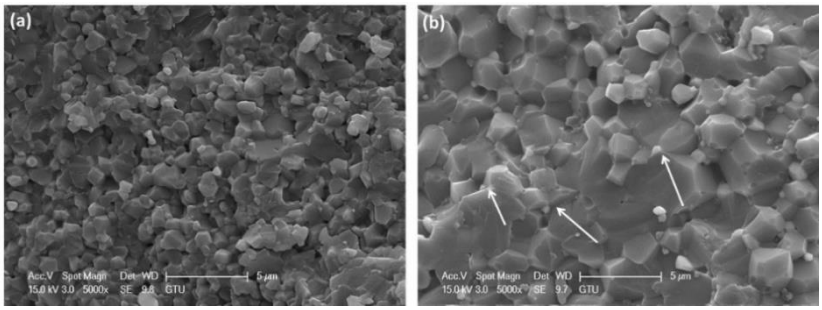


Figure 6. Fracture surface of the specimens after flexural strength test (a) Al_2O_3 (b) Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni, arrows indicate Ni particles.

CONCLUSION

Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni with 5vol% Cr_3C_2 and 1vol% Ni and the pure Al_2O_3 specimens were prepared by pressureless sintering method in 90%Ar+10%H_2. The effects of the phases on the microstructure and the mechanical properties were investigated. The heterogeneous precipitation method was used to obtain nano metal particles. After sintering at 1550°C/2 h in the not purified Ar+H_2, all Cr_3C_2 was oxidized to Cr_2O_3 and substitutional Al_2O_3-Cr_2O_3 solid solution formation occurred. ~20% improvement in hardness was obtained from 20,9±1,0 GPa for Al_2O_3 to 24,4±1,6 GPa for the Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni. The flexural strength increased ~66% from 199±53 MPa for Al_2O_3 to 333±24 MPa for the Al_2O_3/Cr_3C_2+Ni with the change in fracture mode. Both the solid solution formation and the existence of intergranular Ni particles contributed to the grain boundary strengthening. Al_2O_3 composites containing solid solution and metal phase may be a good candidate in comparison to pure Al_2O_3 for the critical applications that requires high mechanical properties.

ACKNOWLEDGEMENTS

Authors thanks to Ahmet NAZIM and Adem ŞEN, for their assistance in SEM and XRD analysis of this work, respectively.

REFERENCES

Belenky A, Rittel D 2012. Static, and dynamic flexural strength of 99.5% alumina: Relation to porosity. Mechanics of Materials, 48:43-55.

Calambás Pulgarin HL, Garrido LB, Albano MP 2013. Comparison of different zirconia powders for slip casting of alumina–zirconia ceramics. Advances in Applied Ceramics, 112:39-45.

Chen RZ, Tuan WH 1999. Pressureless Sintering of Al_2O_3/Ni Nanocomposites. Journal of European Ceramic Society, 19:463-468.

Fu CT, Li AK, Lin JT, Wu JM 1994. The mechanical properties of Al_2O_3-Cr_3C_2 composites after high temperature annealing in air. Materials Chemistry and Physics, 37:362-369.

Gluzer G, Kaplan WD 2013. Particle occlusion and mechanical properties of Ni–Al_2O_3 nanocomposites. Journal of the European Ceramic Society, 33:3101-3113.

Green DJ 1998. An Introduction to the Mechanical Properties of Ceramics, first ed., Cambridge University Press.

Han SC, Yoon DK, Brun MK 1995. Migration of grain boundaries in alumina induced by chromia addition. Acta Metallurgica et Materialia, 43:977-984.

Huang JL, Huang JJ, Jeng CA, Li AK 1999. Investigation of Al_2O_3/Cr_3C_2 composites prepared by pressureless sintering: 3. Ceramics International, 25:141-144.

Jeong YK, Niihara K 1997. Microstructure and mechanical properties of pressureless sintered Al_2O_3/SiC nanocomposites. Nanostructured Materials, 9:193-196.

Kafkaslıoğlu B, Tür YK 2016. Pressureless sintering of Al_2O_3/Ni nanocomposites produced by heterogeneous precipitation method with varying nickel contents. International Journal of Refractory Metals and Hard Materials, 57:139–144.

Kafkaslıoğlu Yıldız B, Yılmaz H, Tür YK 2019. Influence of nickel addition on the microstructure and mechanical properties of Al_2O_3–5vol%ZrO_2 ceramic composites prepared via precipitation method. International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials, 26:908.

Li CL, Riu DH, Sekino T, Niihara K 1999. Fabrication and mechanical properties of Al_2O_3 solid solution with low addition of Cr_2O_3. Key Engineering Materials, 161-163:161-4.

Li GJ, Ren RM, Huang XX, Guo JK 2004. Microstructure and mechanical properties of Al_2O_3/Ni composites. Ceramics International, 30:977-982.

Lieberthal M, Kaplan WD 2001. Processing and properties of Al_2O_3 nanocomposites reinforced with sub-micron Ni and $NiAl_2O_4$, Materials Science and Engineering: A, 302:83-91.

Lii DF, Huang JL, Wu KC, Li AK 1996. Investigation of Al_2O_3/Cr_3C_2 Composites Prepared by Pressureless Sintering (Part 1). Journal of the Ceramic Society of Japan, 104:796-801.

Lin HT, Nayak PK, Liu BZ, Chen WH, Huang JL 2012. Mechanical properties of Al_2O_3–Cr_2O_3/Cr_3C_2 nanocomposite fabricated by spark plasma sintering. Journal of the European Ceramic Society, 32:77-83.

Medvedovski E 2006. Alumina–mullite ceramics for structural applications. Ceramics International, 32:369-375.

Nath M, Kumar P, Maldhure AV, Sinhamahapatra S, Dana K, Ghosh A, Tripathi HS 2016. Anomalous densification behavior of Al_2O_3–Cr_2O_3 system. Materials Characterization, 111:8-13.

Nath M, Sen S, Banerjee K, Ghosh A, Tripathi HS 2013. Densification behavior and properties of alumina–chrome ceramics: effect of TiO_2. Ceramics International, 39:227-232.

Niihara K, Nakahira A, Sasaki G. et al. 1989. Development of Strong Al_2O_3/SiC Composites. Proceedings of the International Meeting on Advanced Materials, Materials Research Society, 4:124-134.

Riu DH, Kong YM, Kim HE 2000. Effect of Cr_2O_3 addition on microstructural evolution and mechanical properties of Al_2O_3. Journal of the European Ceramic Society, 20:1475-1481.

Rodriguez-Suarez T, Bartolomé JF, Moya JS 2012. Mechanical and tribological properties of ceramic/metal composites: A review of phenomena spanning from the nanometer to the micrometer length scale. Journal of the European Ceramic Society, 32:3887-3898.

Shi S, Cho S, Goto T, Sekino T 2020. The effects of sintering temperature on mechanical and electrical properties of Al_2O_3/Ti composites. Materials Today Communications, 25:101522.

Zhao P, Zhao H, Yu J, Zhang H, Gao H, Chen Q 2018. Crystal structure and properties of Al_2O_3-Cr_2O_3 solid solutions with different Cr_2O_3 contents. Ceramics International, 44:1356–1361.

Zu Y, Chen G, Fu X. Luo K, Wang C, Song S, Zhou W 2014. Effects of liquid phases on densification of TiO_2-doped Al_2O_3-Zr_{O2} composite ceramics. Ceramics International, 40:3989–3993.

ORAL PRESENTATION

Performance evaluation of X-band direct RF sampling for radar applications

Ömercan Yaşar[1*] (*https://orcid.org/0000-0001-5408-3698)*,
Nursel Akçam[2] (*https://orcid.org/0000-0003-0585-3988)*

[1*] Radar Technologies Design Department ASELSAN Inc,06830 Gölbaşı, Ankara, Turkey.
[2] Gazi University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering, 06570 Maltepe, Ankara, Turkey.

* omercan.eem@gmail.com,

Abstract
In this paper, digital data suitable for signal processing are prepared by directly sampling the signals in the X band as an alternative to heterodyne receiver structures. By sampling signals in X band, the result of the measurement of Signal to Noise Ratio (SNR), Spurious Free Dynamic Range (SFDR) and total harmonic distortion are examined. It has been shown that sampling the radio frequency (RF) signal in the X band can be done by undertaking the operation of many modules in systems alone and providing less power consumption. In addition, the absence of active materials in heterodyne receiver structures provided good drifts and linearity properties in the signal and systems which are simple, small and cheap. RF ADCs provide a higher level of integration in systems as they reduce both active signal chain components and supporting elements such as different power steps and control signals.
Keywords: Radar, Direct RF Sampling, X band, SNR, SFDR.

1. INTRODUCTION

In radar systems, it is very important to sample the reflected signals from the target with the correct sampling frequency in the correct bandwidth in order to determine the target's location correctly and to avoid loss of the original signal. Depending on the frequency planning in the design, the appropriate Analog to Digital Converter (ADC) component must be selected (A. B. Pinarcik et al., 2020). Thanks to the development of chip technology, ADC components, which provide the transition from continuous signals to digital signals in electronic systems, have been highly developed. Normally, signal processing applications are carried out after sampling which are reduced to low frequency signals by using heterodyne receiver structures of high frequency signals. These heterodyne receiver structures consist of many components (mixers, filters, amplifiers vs.) depending on design. These components provide excessive power consumption in terms of the system. In sampled signal measurements, the wanted SNR and SFDR are difficult to achieve due to unwanted signals and noise from the components used. In these structures, preventing noise and harmonic signals that cause the original signal to deteriorate makes the design difficult. The designer must consider the many components and their impact to achieve the wanted performance. Newly produced ADC components disable these receiver structures, allowing high-frequency signals to be sampled within the desired signal-to-noise ratio and dynamic range. With these new products, the power consumption in the system is reduced, the design complexity is eliminated and at the same time unwanted signals are prevented.

Spurs and harmonic signals originate from the mixer used in heterodyne structures, and therefore the linearity of the signal decreases. In order for the Intermediate Frequency (IF) signal, which is formed by multiplying the RF signal in its structure with Local Oscillator (LO), to be synchronized, the module that produces the LO must generate a sampling clock pulse for ADC. It also complicates the design by avoiding noise and harmonic signals that distort the original signal in sampled signal measurements. In contrast to these situations, direct RF sampling (B. Almeroth et al., 2013), (J S. Bi and Y. Lv, 2013), (W. Xiaoya et al., 2018), (V. Syrjala and M. Valkama, 2009) structures are advantageous. In addition, RF ADCs provide a higher level of integration in systems as they reduce both active signal chain components and supporting elements such as different power steps and control signals. In terms of the system, the area it occupies is small due to its low component compared to heterodyne structures (R. Gomez, 2016). Thanks to high sampling frequency in RF ADCs, provides sampling of wideband RF signal and typically offers greater flexibility for frequency planning in design. In addition to the advantages of high sampling frequency, it creates a disadvantage in terms of

resolution limitation. In order to improve this situation, studies on multi-resolution method have been carried out some receiver structure design (A. B. Pinarcik et al., 2020).

In this study, high-frequency signals were sampled and SNR, dynamic range, total harmonic distortion measurement results were analyzed. Measurements were taken on the X band with the AFE7950 test card produced by Texas Instrument. With this test card, apart from the method applied in heterodyne receiver structures, the RF signal is directly sampled and made suitable for signal processing.

2. DIRECT RF SAMPLING AND HETERODYNE RECEIVER GENERAL STRUCTURE

Direct RF sampling structure and heterodyne receiver structure are shown in Figure 1 and Figure 2 respectively. In both structures, the RF input signal is passed through a wideband, low-loss Band Pass Filter (BPF), suppressing unwanted real-world signals. It then passes through the Low Noise Amplifier (LNA) component, which increases the noise level at a low level to increase the amplitude of weak signals.

In the direct RF receiver structure, other spurs are suppressed in the next BPF. The desired clean signals are then digitized in a high sampling rate RF ADC structure.

In the heterodyne receiver structure, the filter after the LNA is narrowband and is used to suppress unwanted signals falling on the baseband originating from the mixer. The mixer is used to reduce the IF by multiplying the RF signal with the LO signal. Harmonic and spurs occur after mixer output. Signal amplitude attenuation and linearity decrease. The amplitude of the attenuated signal is amplified by the IF amplifier. BPF limits distortion and noise impact. In the next step, the IF signal is digitized with a baseband ADC.

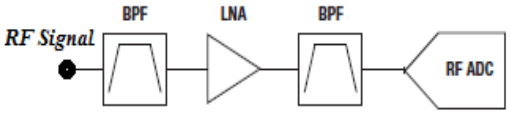


Figure 1. RF Sampling Structure

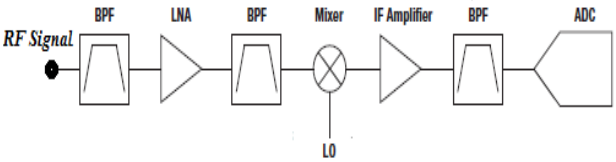


Figure 2. Heterodyne Receiver Structure

RF ADC in direct RF sampling structure requires much faster sampling rate than ADCs in heterodyne receive. In addition, it ensures that the signals in the overlapping band are spaced to distant points by making appropriate frequency planning due to high-speed sampling. Since there is no mixer in the direct RF sampling structure, there is no need to think about the image signals that will occur after the mixer and the spurs originating from LO. Furthermore, linear distortion caused by the mixer is eliminated. RF ADCs provide a higher level of integration in systems as they reduce both active signal chain components and supporting elements such as different power steps and control signals. Thanks to the developing technology, one heterodyne receiver per band should be used in multi-band structures, while the use of a single RF ADC per radio makes this structure advantageous. The filters in the structure of RF ADC chips suppress unwanted signals and create structures similar to baseband ADC sampling (T. Neu, 2015).

3. PERFORMANCE PARAMETERS OF THE SAMPLED SIGNAL

SNR, SFDR, noise spectral density (NSD) and effective bit count (ENOB) are very important in terms of performance in determining the selected ADC depending on the design. These parameters are directly related to the base signal. For a good SNR, the power of the signal should be high and the noise power should be low (U. Jayamohan, 2015).

$$SNR_{dB} = 10\ log_{10}\ (P_{signal} / P_{noise}) \quad (1)$$

Noise or harmonic distortion signal strength must be low for a strong SFDR value.

$$SFDR_{dB} = 10\ log_{10}\ (P_{signal} / P_{harmonics}) \quad (2)$$

NSD equation where f_s, is the sampling rate of the ADC component;

$$NSD = SNR + 10\ log_{10}\ (f_s / 2) \quad (3)$$

is given as (U. Jayamohan, 2015). In Equation 4, the ENOB equation, which is expressed as effective resolution bandwidth, is given.

$$SNR = 6.02 * ENOB + 1.76 \quad (4)$$

The values in the equations are given in decibels.

4. APPLICATION PERFORMANCE RESULTS

In this study, AFE7950 test card produced by Texas Instrument Company and TSW14J57EVM module were used. AFE7950 RF ADC has been shown to be advantageous for Radar applications with its high frequency sampling rate (2949.12 MHz) sampling feature. The digital data generated by the Numeric Control Oscillator (NCO) in its structure are multiplied by the digital data at the RF ADC output and moved to the first Nyquist region. In addition, it allows to increase the SNR value performance by removing the unwanted noise from the environment with the filters it has. The general structure of the AFE7950 receiver is shown in Figure 3.

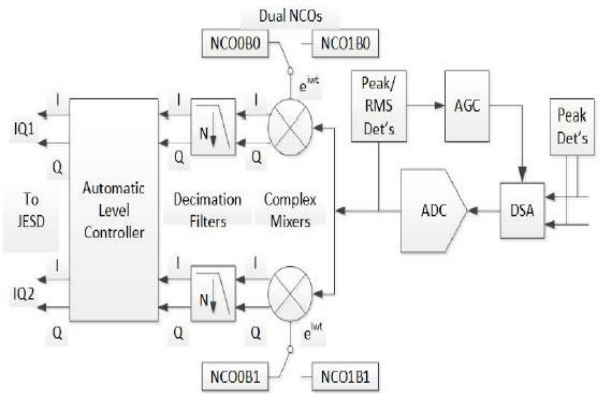
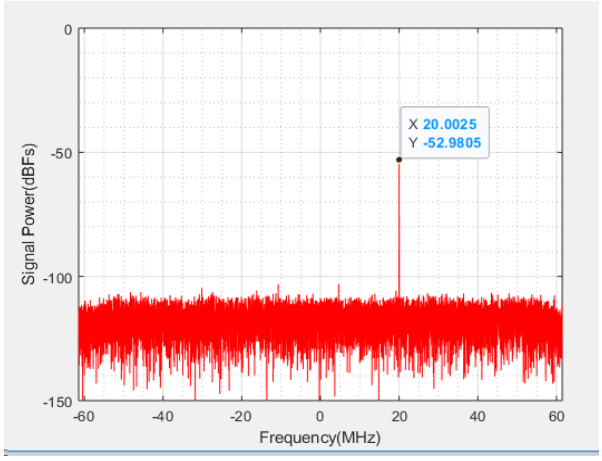


Figure 3. AFE7950 Receiver General Structure (Texas Instrument, 2021).

.

In the application, the RF signal in the X band (9.6 GHz) was given as input to the RX channels of the AFE7950 and directly sampled with a sampling frequency of 2949.12 MHz. The sampled digital data were multiplied by the NCO 9580 MHz in AFE7950 and the decimation filter was set to 24, and the data were obtained from the JESD interface. The output sample rate at the output is 122.88MHz. The digital signals at the output were exported and the performance results of SNR, SFDR, NSD and ENOB were examined in MATLAB environment. The measurement results were examined in detail by changing the amplitude of the RF signal given at the input. The performance measurement results for different output powers at the input frequency F_{in} = 9.6 GHz are shown in Figure 4 - Figure 10. The sampling performance results for the given graphics are given in Table 1 in detail.



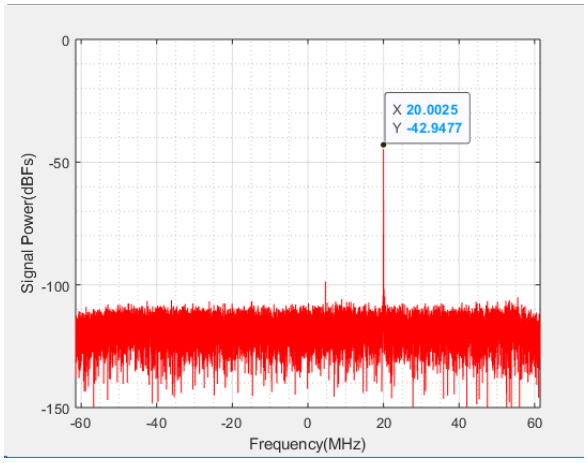
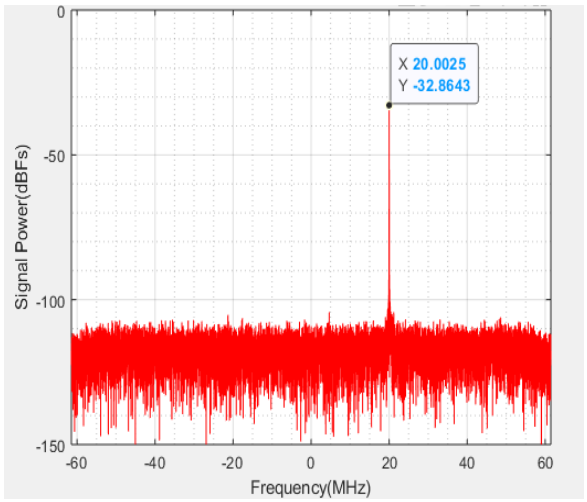


Figure 4. RX Output FFT at F_{in} = 9.6 GHz, -28 dBm **Figure 5**. RX Output FFT at F_{in} = 9.6 GHz, -18 dBm



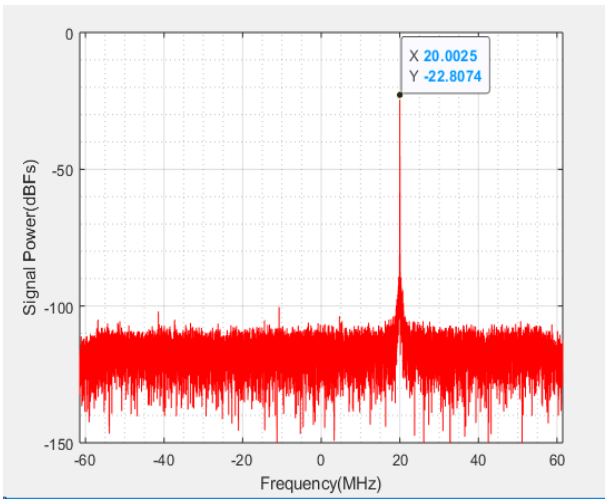
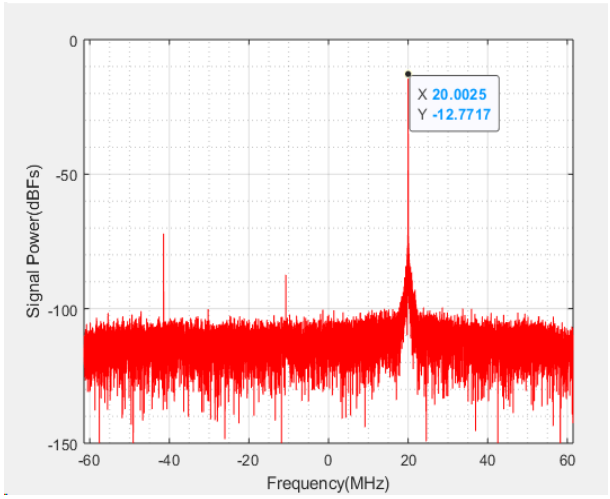


Figure 6. RX Output FFT at F_{in} = 9.6 GHz, -8 dBm **Figure 7**. RX Output FFT at F_{in} = 9.6 GHz, 2 dBm



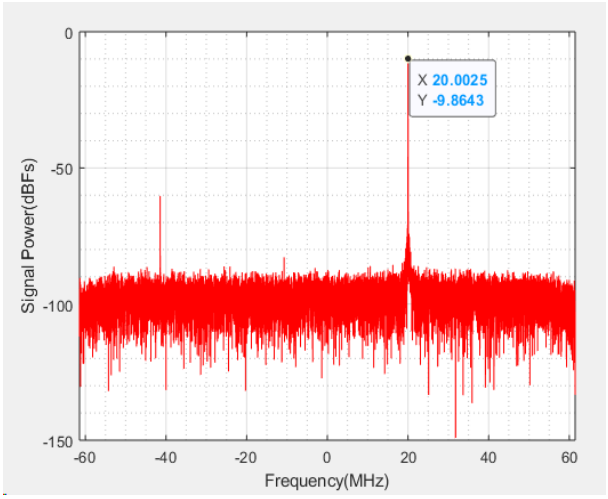


Figure 8. RX Output FFT at F_{in} = 9.6 GHz, 12 dBm **Figure 9**. RX Output FFT at F_{in} = 9.6 GHz, 17 dBm

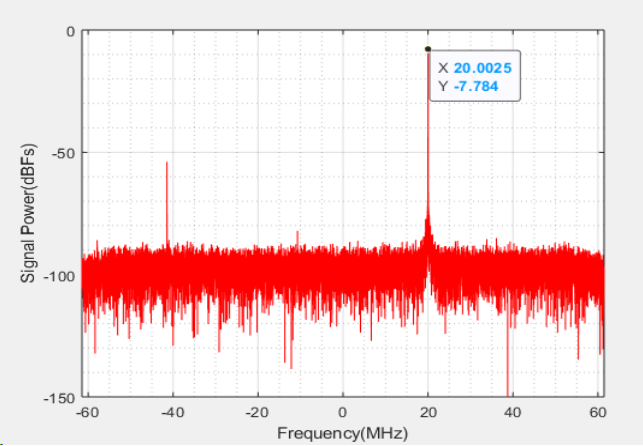


Figure 10. RX Output FFT at F_{in} = 9.6 GHz, 19 dBm

Tablo 1. Sampling Performance Results

	Signal Power	Max Signal Power (dBFs)	NSD (dBFs/Hz)	SNR (dBFs)	SFDR (dBFs)
Figure 4	-50 dBFs	-52.98 / 20 MHz	-154	73.22	100.01
Figure 5	-40 dBFs	-42.94 / 20 MHz	-154	73.43	95.74
Figure 6	-30 dBFs	-32.86 / 20 MHz	-154	73.17	93.76
Figure 7	-20 dBFs	-22.80 / 20 MHz	-151	70.68	83.89
Figure 8	-10 dBFs	-12.77 / 20 MHz	-144.5	63.61	69.74
Figure 9	-7 dBFs	-9.86 / 20 MHz	-133.7	52.81	57.94
Figure 10	-5 dBFs	-7.78 / 20 MHz	-133.4	52.54	51.52

5. CONCLUSIONS

In this study, the differences between the traditional heterodyne receiver structure and the direct RF sampling structure are explained. The advantages of direct RF ADC components, which have been widely used with the development of chip technology, are evaluated. For radar applications, the RF signal in the X band is directly sampled and performance measurements are examined. It has shown that the measurement results (SNR, SFDR values) are sufficient for radar applications. The results show that direct RF sampling structures can be widely used in designs.

6. REFERENCES

A. B. Pinarcik, A. B. Korucu, Y. K. Alp, G. Gok, L. Durak-Ata and O. Arikan, 2020. "Optimal Selection of ADC Frequencies in Multirate Sampling Receivers," *28th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, Gaziantep, Turkey.

A. B. Pinarcik, A. B. Korucu, Y. K. Alp and L. Durak-Ata, 2020. "Multi-Resolution and Multi-Rate UWB ESM Receiver Design via Direct RF Sub-Nyquist Sampling," *IEEE Radar Conference (RadarConf20)*, pp. 1-6, doi: 10.1109/RadarConf2043947.2020.9266335.

B. Almeroth, S. Krone and G. Fettweis, *2013.*"Analyzing the signal-to-noise ratio of direct sampling receivers, "*IEEE International Conference on Communications (ICC)*, 2013, pp. 4561-4565, doi: 10.1109/ICC.2013.6655288.

J S. Bi and Y. Lv, *2013.* "Analysis of sampling clock jitter effect on the SNR of two RF sampling receivers, "*International Conference on Computational Problem-Solving (ICCP)*, 2013, pp. 394-397, doi: 10.1109/ICCPS.2013.6893555.

R. Gomez, 2016. "Theoretical Comparison of Direct-Sampling Versus Heterodyne RF Receivers," in *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers*, vol. 63, no. 8, pp. 1276-1282.

Texas Instrument, 2021. "AFE7950 4T6R RF Sampling AFE with 12 GSPS DACs and 3 GSPS ADCs,".

T. Neu, 2015. "Direct RF conversion: From vision to reality," Texas Instrument.

U. Jayamohan, 2015. "RF Sampling ADCs Offer Advantages in Systems Design," Analog devices.

V. Syrjala and M. Valkama, *2009.* "Sampling jitter estimation and mitigation in direct RF sub-sampling receiver architecture, "*6th International Symposium on Wireless Communication Systems*, pp. 323-327, doi: 10.1109/ISWCS.2009.5285259.

W. Xiaoya, Z. Jianshu and Z. Haiying, *2018.* "Key Factors Analysis and Design Optimization of RF Direct Sampling Receiver, "*IEEE 18th International Conference on Communication Technology (ICCT)*, pp. 30-35, doi: 10.1109/ICCT.2018.8600078.

ORAL PRESENTATION

Türkçe metinlerde derin öğrenme algoritmalarının duygu analizi problemi üzerindeki performansının kıyaslanması

Ayşe Berna Altınel Girgin (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5544-0925)*

Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

berna.altinel@marmara.edu.tr

Özet

Sosyal medya kullanımı gün geçtikçe artmakta ve bu artış ile her gün çok sayıda anlamsız veri oluşmaktadır. Duygu analizi, bu büyük veri içerisinden anlamlı bilgiler çıkarmada kullanılan önemli bir çalışma alanıdır. Bu çalışmada, Türkçe metinlerde duygu analizi için kullanılan farklı derin öğrenme yöntemlerinin incelenmesi ve bu yöntemlerin sonuçlarının karşılaştırılmasına yer verilmiştir. Çalışmanın asıl amacı, günümüzde oldukça popüler hale gelen Kelime Kalıplama (WordToVec), Uzun Kısa Süreli Bellek (UKSB) *(Long Short Term Memory (LSTM))*, Evrişimsel Sinir Ağı (ESA) *(Convolutional Neural Network (CNN))* ve Tekrarlayan Sinir Ağı(TSA) *(Recurrent Neural Network (RNN))* algoritmalarının duygu analizi problemine ilişkin olarak belirli veri kümeleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi ve kıyaslanmasıdır. Bu çalışmada, duygu analizi kapsamında ilgili dokümanların pozitif, negatif ve nötr olarak sınıflandırılması yapılmaktadır. Bu sayede duygu analizi problemi üzerinde derin öğrenme yöntemlerinin performansının incelenmesi ve deney sonuçlarına göre gerekli tartışmaların yapılması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler – duygu analizi, derin öğrenme, sosyal medya analizi, sınıflandırma, metin madenciliği

Comparison of the performance of deep learning algorithms on sentiment analysis problem in turkish texts

Abstract

Recently, with the use of social media, which is becoming more and more widespread today, emotions and ideas are expressed through these platforms. Sentiment analysis is an important field of study which aims to extract meaningful information from this big data. This study includes, the observation of the effects of different deep learning algorithms for sentiment analysis task in Turkish texts and the comparison of the experiment results of these algorithms. The main purpose of this study is to examine and compare the effects of WordToVec, Long Short Term Memory (LSTM), Convolutional Neural Network (CNN) and Recurrent Neural Network (RNN) algorithms, which have become very popular today, on several datasets regarding the sentiment analysis problem. In this study, the relevant documents are classified as positive, negative and neutral within the scope of sentiment analysis. In this way, it is aimed to examine the performance of deep learning algorithms on the sentiment analysis problem and to make necessary discussions according to the experiment results.

Keywords : sentiment analysis, deep learning, social media analysis, classification, text mining

GİRİŞ

Günümüzde internet kullanımının artması ve bunun doğal sonuçları olarak oldukça büyük miktarlardaki sadelikten yoksun verinin herkesin erişimine açılması, bu verinin bazı amaçlar ve çıkarlar doğrultusunda işlenmesi gerekliliğini doğurmuştur.

Duygu analizi, herhangi birisinin aklından geçenleri yazılara ve metinlere dökmesi ve bu yazı ve metinlerden yazarın yazısını ve metnini yazarkenki ruh halini, duygu durumunu ve bilhassa amaç ve isteklerini saptamaya çalışmaktır. Duygu analizindeki amaç, kişinin herhangi bir eylem, cisim, politik olaylar, kişi veya kurumlar hakkındaki duygu ve düşüncelerinin saptanmaya çalışılmasıdır. Yapılan sınıflandırmalar birçok alanda kullanılır. Bunlardan en çarpıcı olanını ele alacak olursak, toplumun içerisinde bulunduğu ortam ve şartlar hakkındaki duygularının analiz edilmesi ve bu analizler sonucunda, toplumun istek ve arzularına yönelik olarak politikacıların, ürün satıcılarının ve içerik üreticilerinin çıkarımlarda bulunarak, toplumun ihtiyaçlarına yönelik çözümler ve ürünlerle toplumun karşısına daha tutarlı ve akılcı olarak çıkmasını sağlar.

Duygu analizi son derece önemlidir çünkü işletmelerin müşterilerinin genel görüşlerini hızlı bir şekilde anlamalarına yardımcı olur. İncelemelerin, sosyal medya konuşmalarının ve daha fazlasının ardındaki duyguyu otomatik olarak sıralayarak daha hızlı ve daha doğru kararlar verebilebilmesini sağlar [1].

Dünya verilerinin %90'ının yapılandırılmamış olduğu, diğer bir deyişle organize olmadığı tahmin edilmektedir. Her gün büyük hacimli yapılandırılmamış iş verileri oluşturulur: e-postalar, destek biletleri, sohbetler, sosyal medya sohbetleri, anketler, makaleler, belgeler vb. Ancak duyguları zamanında ve verimli bir şekilde analiz etmek zordur.

Duygu analizi, en çok sosyal medya izlemede kullanılır ve işletmenlerin müşterilerin belirli konular hakkında nasıl hissettikleri hakkında bilgi edinmelerine ve acil sorunları kontrolden çıkmadan önce gerçek zamanlı olarak algılamalarına olanak tanır.

LİTERATÜR TARAMASI

Bu kısımda metin ve duygu analizi ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalara yer verilmektedir.

Albayrak vd.(2017) yaptığı çalışmanın amacı öncelikli olarak insanların belirli konularda fikirlerini paylaştıkları Twitter üzerinden bu fikirleri analiz etmek ve yorumlamaktır. “bedelliaskerlikgeliyor” hashtag’i ile yazılan tweetler “Twitter API” üzerinden, “Tweepy” kütüphanesi ile çekilmiştir. 10-12 Ekim 2017 tarihleri arasında bu konuda atılan tweetlerden 12739 adet veri bulunan veri seti oluşturulmuş ve “NLTK” kütüphanesi ile veriler noktalama işaretleri vb. unsurlardan temizlenmiştir. Elde kalan kelimeler de SentiTurkNet (Dehkharghani et al., 2016) duygu analizi sözlüğünden yararlanılarak insanların hashtag konusu hakkında ne hissettiklerinin analizi ve yorumlanması işlemleri yapılmıştır. Sonuçlara göre veri analizi ve duygu analizinin birleştirilmesi ile elde edinilen faydalar belirlenmiştir. Çalışmanın avantajlarından biri, belirli bir konu hakkında insanların neler düşündüğünü saptayıp sosyolojik olarak halkın duyarlılığına daha uygun bir çözüm modeli ile yeniden yapılandırma sağlanabilir (Albayrak vd., 2017).

Bir başka çalışmada ise (Şeker, 2016) belirli/belirsiz konular hakkında bireylerin neler hissettiğinin çıkarımlarını yapmak hedeflenmiştir. “Spark” yazılımı üzerinde çalışabilen “MLLib” makine öğrenmesi kütüphanesinden örnekler verilerek kullanılan makine öğrenmesi algoritmaları açıklanmaya çalışılmıştır. Algoritmalar ile yapılan sınıflandırmalar ve bu sınıflandırmalar açısından karşılaşılan zorluklardan bahsedilmiştir. Türkçe’nin veya diğer dillerin iç dinamiklerinde barındırdığı zenginliklerden kaynaklı ifade genişlikleri, algoritmaların doğru sınıflandırılma yapmasını zorlaştırmaktadır. Yapılan sınıflandırmalar ve analizler sonucunda Türkçe kaynaklardan alınan verilerin analizi ve doğruluk oranı %74 olarak saptanmıştır. Çalışmada(Şeker, 2016), bu sonucun %74 olmasının ana parametrelerinden birinin Türkçe için yeterli miktarda verinin olmaması olarak belirtilmektedir.

Kılıç vd. (2020) yaptığı çalışmada; yıl içerisinde Kasım ayının üçüncü haftası şükran bayramının sonuna denk gelir ve “black friday” olarak bahsedilmektedir. Black friday günleri için yapılan reklam/tweet paylaşımlarını konu alan çalışmanın amacı Türkiye’de hoş karşılanmayan “black friday” kavramına alternatif kavramların tweetler üzerinden tespiti, tweetlerden çıkarımlarda bulunarak duygu analizi yapıp ve pazarlama stratejisi olarak verimliliğine göre sıralanmasını sağlamaktır. Çalışmada bahsi geçen analizin yapılabilmesi için öncelikle “Tweepy” kütüphanesi sayesinde tweetler çekilmiş “Get Old Tweet3” kütüphanesi ile veri setleri oluşturulmuştur. LDA algoritması kullanılmış ve duygu analizini yapabilmek adına Python programlama dili ile kullanılan “Cognitus API” kullanılmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda #süperCuma etiketinin 0.21 duygu yoğunluğu ile en iyi duygu oluşumunda bulunduğu ve en iyi alternatif olduğu saptanmıştır (Kılıç vd., 2020).

Aksu ve Karaman’ın (2020) hazırladığı bir çalışmada, turistik alanlar üzerine duygu analizi yapabilecek bir makine öğrenmesi modeli geliştirmeye katkı sağlaması adına 2 duygu analizi yönteminin sınıflandırma başarıları karşılaştırılıp duygu analizi ön işlemlerinin bu sınıflandırmalara etkisi incelenmiştir. Bunun için 49.031 sosyal medya değerlendirmesi alınmış, Google Translation API ve Zemberek-NLP (Akin & Dundar, 2007) ile ayrıştırılıp ön-işleme yapılarak 527.232 kelimeden oluşan 37.912 kullanılabilir değerlendirme elde edilmiş ve bunlarla 6 veri kümesi oluşturulmuştur.

Bu veri kümeleri kelime çantası ve Naif Bayes *(Naive Bayes (NB))*, Çok Terimli Naif Bayes *(Multinomial Naive Bayes (MNB))*, k-En Yakın Komşu *(k-Nearest Neighbour (k-NN))* ve Destek Vektör Makineleri*(Support*

Vector Machines (SVM)) algoritmaları kullanılarak WEKA ile fastText yönteminin test sonuçlarını elde etmek içinse Python'ın fastText kütüphanesi ile sınıflandırılmıştır.

Sonuç olarak iki sınıflı duygu analizinde kelime çantası yönteminin, üç sınıflı duygu analizinde ise fastText yönteminin daha başarılı olduğu görülmüş, ön hazırlık olarak kelimeleri köklerine ayırma ve olumsuzlaştırmanın yalnızca kelime çantası yönteminde az oranda olumlu etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçların genellenebilirliğinin sağlanması için bu testlerin farklı alanlardaki yorumlar-incelemeler üzerinde tekrar edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Turistik alanların insanlar üzerinde bıraktığı etkilerin araştırılıp reklam çalışmalarına katkıları yönüyle avantaj sağlamaktadır (Aksu ve Karaman, 2020).

YÖNTEM

Literatürde duygu analizi için farklı derin öğrenme algoritmaları kullanılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan algoritmalar bu bölümde daha ayrıntılı olarak ele alınmaktadır.

A. *Kelime Kalıplama- (Word2Vec):*

Word2Vec algoritması 2013 yılında bir grup Google mühendisi tarafından geliştirilmiş bir doğal dil işleme algoritmasıdır. Word2Vec kelimelerin vektörlerle temsil edildiği tahmin tabanlı bir algoritmadır. Word2Vec modeli kelimeler arasındaki ilişkileri öğrenir ve bu ilişkiyi vektörler üzerinde sayısal ifadeye dönüştürür. Bu vektörler basit matematiksel fonksiyon olan kosinüs benzerliği sayesinde vektörlerin temsil ettiği kelimeler arasında anlamsal benzerliği gösterir. Modeli eğitmek için kullanılacak olan cümlelerin, paragrafın stopword ve noktalama işaretlerinden arındırılmış olması gerekir. Word2Vec modeli cümlenin bağlamına odaklanır ve bağlamlar yoluyla kelimelerin vektör temsilini hazırlar(Mikolov vd., 2013).

Word2Vec tarafından kullanılan iki mimari vardır bunlar CBOW (Continuous Bag of Words) ve Skip-Gram Model'dir. Skip-gram mimarisi parametre olarak verilen pencere büyüklüğüne göre cümlenin merkezinde olan kelimeleri girdi olarak alır ve kalan kelimeleri tahmin etmeye çalışılır. Skip-gram modelinin eğitim amacı, hedef kelime verilen bağlam kelimelerini tahmin etme olasılığını maksimize etmektir (Mikolov vd., 2013).

Skipgram büyük veri setlerinde daha verimli çalışmaktadır. Algoritma temel olarak verilen setteki bütün kelimeleri vektör uzayında konumlandırarak birbirlerine yakınlıklarını ölçer ve sinir ağının öğrenme işlemini gerçekleştirmesini sağlar. Böylece yakın anlamlı ve beraber kullanılan kelimeler birbirlerine daha yakın olmaktadır. Başarısı ile çok tercih edilmektedir. Ancak metin sınıflandırma gibi dil işleme uygulamalarında yetersizdir. Bu nedenle beraberinde mantıksal regresyon gibi farklı uygulama katmanları eklenmelidir (Mikolov vd., 2013).

B. *Evrişimsel Sinir Ağı (ESA)- (Convolutional Neural Network (CNN))*

CNN algoritması diğer adıyla ConvNet derin öğrenme algoritmalarından biridir. Daha çok görselleri analiz etmek için kullanılır (Albawi vd., 2017). Bu algoritmada filtre özelliği gören katmanlar birbirleriyle bağlantılı çalışmaktadır. CNN algoritması temel olarak üç katmandan oluşmaktadır. Bu katmanlar konvolüsyon katmanları, havuzlama katmanları ve tam bağlantılı katmanlardır. Diğer sinir ağlarında kullanılan matris çarpımları yerine burada konvolüsyon kullanılır ve konvolüsyon anahtar görevi görmektedir. Konvolüsyon ve havuzlama katmanları özellik çıkarma işlemini yaparken tam bağlantı katmanı bu çıkarılan özellikleri son çıkışa eşler. CNN algoritması Düşük seviyeli modellerden yüksek seviyeli modellere kadar özelliklerin uzamsal hiyerarşilerini otomatik ve uyarlanabilir bir şekilde öğrenmek için tasarlanmıştır (Albawi vd., 2017).

C. *Tekrarlayan Sinir Ağı (TSA)- (Recurrent Neural Network (RNN))*

Tekrarlayan sinir ağı – RNN (Recurrent Neural Network), doğal dil işlemede yaygın olarak kullanılan bir yapay sinir ağı türüdür. RNN'ler bir verinin bir takım sıralı özelliklerini tanımlamak ve bir sonraki olası senaryoyu tahmin etmek üzere tasarlanmış bir algoritmadır. İnsan beyninde bulunan nöronların aktivitelerine benzer aktivite gösteren modellerin geliştirilmesinde kullanılır. RNN modeli, gelen veriyi işleme ve çıktıyı diğer düğümlere iletme yeteneğine sahip olan yapay nöron katmanlarından oluşmaktadır. RNN'ler veriyi iki yönde işleyebilmek adına katmanlanabilme özelliğine sahiptirler (Mikolov vd., 2010).

D. *Uzun Kısa Süreli Bellek (UKSB)- (Long Short Term Memory (LSTM))*

LSTM derin öğrenme alanında değerleri rasgele aralıklarla hatırlayan RNN mimarisinin bir koludur (Hochreiter ve Schmidhuber, 1997). LSTM , RNN ağlarında karşılaşılan yok olan gradyan problemine çözüm arayışları sonucunda geliştirilmiştir (Mikolov vd., 2010). LSTM'in iç yapısı *cell, forget,input* ve *output* bölümlerinden oluşmaktadır. *Cell* sistemin hafızası niteliğindedir. *Input* ve *output* hücreye girişlerin ve çıkışların belirlendiği bölümledir. *Forget* bölümü burada kritik olan kısımı oluşturmaktadır. *Forget* bölümünde hangi bilgilerin saklanacağı veya silineceği belirlenir. Bu belirleme işlemi yapılırken *Sigmoid* fonksiyonundan faydalanılmaktadır.Fonksiyonun çıkışında 0 olan bilgiler silinir ve 1 olan bilgiler işlenmeye devam etmektedirler. Aşağıda genel LSTM yapısı ve katmanlar arasındaki geçişlerin fonksiyonları gösterilmiştir (Hochreiter ve Schmidhuber, 1997).

DENEY ORTAMI VE DENEY SONUÇLARI

A. *Deney Ortamı*

Bu çalışmada beş farklı veri kümesi üzerinde, dört farklı derin öğrenme algoritması ile duygu analizi deneyleri yapılmıştır. Birinci veri kümesi film yorumlarından oluşmaktadır ve "negatif, pozitif, tarafsız" olmak üzere üç sınıf içermektedir. Bu üç sınıftan her biri içerisinde 35 adet yorum barındırmakla birlikte toplamda 105 adet yorum içermektedir (Amasyalı vd., 2012). İkinci veri kümesi mağaza yorumlarından elde edilen verilerdir ve "olumlu, olumsuz, tarafsız" sınıfları altında olumlu etiketi ile 4360 adet, olumsuz etiketi ile 4370 adet ve son olarak tarafsız etiketi ile 2937 adet yorum olmak üzere toplam 11.667 adet yorum etiketli olarak vardır. Üçüncü veri kümesi çeşitli blog yazılarından elde edilmiş ruh hallerini analiz etmeyi amaçlayan bir veri kümesidir. İçerisinde "neşeli, sinirli, üzgün, karışık" olmak üzere dört sınıf barındırmakla birlikte bu dört sınıf içerisinde toplamda 157 adet örnek bulunmaktadır (Amasyalı vd., 2012). Dördüncü veri kümesi mağaza yorumlarından oluşmakla birlikte iki sınıf içermektedir. Bu iki sınıf "olumlu, olumsuz" olarak sınıflandırılmıştır ve içerisinde olumlu etiketi ile 4305, olumsuz etiketi ile 4299 adet veri olmak üzere toplamda 8492 adet veri barındırmaktadır. Beşinci veri seti Türkçe tweetlerden elde edilmiştir ve üç sınıftan oluşmaktadır ve toplamda 4206 adet veri barındırmaktadır. Bu çalışmada kullanılan veri kümelerine ait bilgiler Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Veri Kümlerinin Özellikleri

Veri Kümesi No	Veri Kümesi İsmi	Her bir sınıftaki örnek sayısı	Toplam örnek sayısı
1	Film Yorumları	35,35,35	105
2	Mağaza Yorumları-1	2937, 4360,4370	11.667
3	Ruh Hali	38,39,40,40	157
4	Mağaza Yorumları-2	4299,4305	8.604
5	Türkçe Tweet	1160,1472,1574	4.206

Bu çalışmada programlama dili olarak Python programlama dili ve Tensorflow, keras, sklearn, glob, nltk ve numpy kütüphaneleri kullanılmıştır. Türkçe kelimelerin ön işlemesi için de Zemberek doğal dil işleme kütüphanesi kullanılmıştır.

B. *Deney Sonuçları*

Film Yorumları veri kümesi üzerinde algoritmaların F1 puan yüzdeleri (F1-score) Tablo 2'de gösterilmektedir. Deney sonuçlarına göre TSA algoritması tüm deneylerde diğer algoritmalara kıyasla en yüksek sonuçları vermiştir. Örneğin TSA algoritmasının %30 eğitim-%70 test seti, %40 eğitim-%60 test seti, %50 eğitim-%50 test seti ve %70 eğitim-%30 test seti üzerindeki F1 puan yüzdeleri (F1-score) sırasıyla %86.19, %86.93, %87.80 ve %89.96'dır.

Tablo 2. Film Yorumları veri kümesi üzerinde algoritmaların F1 puan yüzdeleri (F1-score)

Algoritma	**%30 eğitim-%70 test**	**%40 eğitim-%60 test**	**%50 eğitim-%50 test**	**%70 eğitim-%30 test**
Kelime Kalıplama *(Word2Vec)*	84.80	85.42	85.91	86.52
UKSB *(LSTM)*	85.23	85.78	86.11	87.15
ESA *(CNN)*	83.12	83.89	84.14	85.04
TSA *(RNN)*	**86.19**	**86.93**	**87.80**	**89.96**

Mağaza Yorumları-1 veri kümesi üzerinde algoritmaların F1 puan yüzdeleri (F1-score) Tablo 3'te gösterilmektedir. Deney sonuçlarına göre TSA algoritması tüm deneylerde Kelime Kalıplama, UKSB ve ESA algoritmalarına kıyasla en yüksek sonuçları vermiştir.

Tablo 3. Mağaza Yorumları-1 veri kümesi üzerinde algoritmaların F1 puan yüzdeleri (F1-score)

Algoritma	**%30 eğitim-%70 test**	**%40 eğitim-%60 test**	**%50 eğitim-%50 test**	**%70 eğitim-%30 test**
Kelime Kalıplama *(Word2Vec)*	81.10	82.21	83.17	84.01
UKSB *(LSTM)*	83.02	83.98	84.53	85.31
ESA *(CNN)*	79.11	80.02	81.10	82.13
TSA *(RNN)*	**84.93**	**85.55**	**86.24**	**87.17**

Ruh Hali veri kümesi üzerinde algoritmaların F1 puan yüzdeleri (F1-score) Tablo 4'te gösterilmektedir. Deney sonuçlarına göre en yüksek F1 puan yüzdelerini veren algoritmalar sırasıyla TSA algoritması, UKSB, Kelime Kalıplama ve ESA algoritmaları şeklindedir.

Tablo 4. Ruh Hali veri kümesi üzerinde algoritmaların F1 puan yüzdeleri (F1-score)

Algoritma	**%30 eğitim-%70 test**	**%40 eğitim-%60 test**	**%50 eğitim-%50 test**	**%70 eğitim-%30 test**
Kelime Kalıplama *(Word2Vec)*	84.77	85.29	85.80	86.39
UKSB *(LSTM)*	85.13	85.77	86.04	86.92
ESA *(CNN)*	84.10	84.93	85.33	85.79
TSA *(RNN)*	**86.09**	**86.91**	**87.70**	**89.01**

Tablo 5 ise Mağaza Yorumları-2 veri kümesi üzerindeki algoritmaların F1 puan yüzdelerini (F1-score) göstermektedir. Deney sonuçlarına göre örneğin %30 eğitim-%70 test setinde TSA algoritması, UKSB, Kelime Kalıplama ve ESA algoritmalarının aldıkları F1 puan yüzdeleri (F1-score) sırasıyla %83.87, %82.32, %81.91 ve %80.16'dır.

Tablo 5. Mağaza Yorumları-2 veri kümesi üzerinde algoritmaların F1 puan yüzdeleri (F1-score)

Algoritma	**%30 eğitim-%70 test**	**%40 eğitim-%60 test**	**%50 eğitim-%50 test**	**%70 eğitim-%30 test**
Kelime Kalıplama *(Word2Vec)*	81.91	82.23	83.07	83.97
UKSB *(LSTM)*	82.32	83.80	**85.97**	86.20
ESA *(CNN)*	80.16	80.69	81.31	82.37
TSA *(RNN)*	**83.87**	**85.05**	85.95	**86.87**

Türkçe Tweet veri kümesi üzerinde algoritmaların F1 puan yüzdeleri (F1-score) Tablo 6'da gösterilmektedir. Deney sonuçlarına göre örneğin %30 eğitim-%70 test setinde TSA algoritması, UKSB, Kelime Kalıplama ve ESA algoritmalarının aldıkları F1 puan yüzdeleri (F1-score) sırasıyla %85.86, %84.37, %83.62 ve %82.67'dir.

Tablo 6. Türkçe Tweet veri kümesi üzerinde algoritmaların F1 puan yüzdeleri (F1-score)

Algoritma	**%30 eğitim-%70 test**	**%40 eğitim-%60 test**	**%50 eğitim-%50 test**	**%70 eğitim-%30 test**
Kelime Kalıplama *(Word2Vec)*	83.62	84.06	85.17	85.96
UKSB *(LSTM)*	84.37	84.87	86.16	**88.36**
ESA *(CNN)*	82.67	83.39	84.95	85.71
TSA *(RNN)*	**85.86**	**86.63**	**87.97**	88.28

SONUÇLAR

Bu çalışmanın amacı Türkçe metinlerdeki duygu analizi problemi için dört farklı derin öğrenme algoritması arasındaki davranışsal farklılıkları tespit etmek ve gözlemlemektir. Çalıştırılan derin öğrenmesi algoritmalarının parametreleri varsayılan değerleri ile kullanılmıştır. Deneyler 5 farklı veri kümesi üzerinde çalıştırılmıştır. Bu veri kümeleri örnek, sınıf ve örneklerin sınıflara dağılımları açısından birbirinden farklı özellikler göstermektedir. Yapılan çalışmadaki algoritmaların verdikleri F1 puanlarına (F1 score) yüzdelerine bakıldığında en optimal algoritmanın TSA algoritması olduğu görülmüştür. Genel olarak verinin az olduğu veri setlerinde dört algoritmanın da verdiği doğruluk oranı düşüş gözlemlenmiştir. Bu çalışmadaki veri setleri üzerindeki eğitim- test oranının en optimal hali ise %70 eğitim- %30 test olarak bulunmuştur. Tüm veri kümelerinde TSA algoritması diğer algoritmalara göre daha yüksek, ESA algoritması ise daha düşük doğrulukta sınıflandırma başarısına sahip olmuştur. UKSB ve Kelime Kalıplama algoritmaları ise TSA'ya yakın sonuçlar vermişlerdir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma kısmen 118E315 numaralı ve 120E187 numaralı araştırma projeleri aracılığıyla Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmektedir. Bu belgedeki görüşler yazarlara aittir ve TÜBİTAK'ın resmi pozisyonunu veya politikalarını temsil etmeyebilir.

KAYNAKLAR

Akin, A. A. & Dundar, M. (2007). Zemberek, an open source nlp framework for turkic languages. Structure, 10.

Aksu MÇ, Karaman E, 2020. FastText ve Kelime Çantası Kelime Temsil Yöntemlerinin Turistik Mekanlar İçin Yapılan Türkçe İnceleme Kullanılarak Karşılaştırılması, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 20, 311 – 320.

Albayrak M, Topal K, Altıntaş V, 2017. Sosyal Medya Üzerinde Veri Analizi: Twitter, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 22, 1991 – 1998.

Albawi S, Mohammed T A & Al-Zawi S, 2017. Understanding of a convolutional neural network. In 2017 International Conference on Engineering and Technology (ICET) (pp. 1-6). Ieee.

Amasyalı MF, Balcı S, Varlı E N, Mete E, 2012. Türkçe Metinlerin Sınıflandırılmasında Metin Temsil Yöntemlerinin Performans Karşılaştırılması, EMO Bilimsel Dergi 2, 95 – 104, 2012.

Dehkharghani R, Saygin Y, Yanikoglu B & Oflazer K, 2016. SentiTurkNet: a Turkish polarity lexicon for sentiment analysis. Language Resources and Evaluation, 50(3), 667-685.

Hochreiter S & Schmidhuber J, 1997. Long short-term memory. Neural computation, 9(8), 1735-1780.

Kılıç G, Budak İ, Kılıç BS, 2020. Kara Cuma Etiketlerinin Tweet İstatistikleri ve Duygu Analizi ile Sıralanması, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi, 23, 131 – 140.

Mikolov T, Chen K, Corrado G and Dean J, 2013. Efficient estimation of word representations in vector space, arXivpreprint arXiv:1301.3781.

Mikolov T, Karafiát M, Burget L, Cernocký J & Khudanpur S, 2010. Recurrent neural network based language model. In Interspeech (Vol. 2, No. 3, pp. 1045-1048).

Şeker ES, 2016. Duygu Analizi (Sentimental Analysis), YBS Ansiklopedi, 3, 21 – 36, 2016.

ORAL PRESENTATION

Glutensiz ekmeğin besinsel özelliklerin arttırılmasında yer elması tozu kullanımı

Hümeyra Çetin Babaoğlu[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9115-6470*)
Dilan Sağlam[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8090-4645)*
Beyza Nur Narin[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0441-5038*)
Sultan Arslan Tontul[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1557-7948)*

[1]Selçuk University, Agricultural Faculty, Food Engineering Department, Konya, Turkey.

*Corresponding author e-mail: hmyr_ctn@hotmail.com

Özet

Bu çalışmada yer elması tozunun glutensiz ekmeklerin bazı fizikokimyasal, tekstürel ve duyusal özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla glutensiz ekmek formülasyonuna değişen oranlarda (%0-%15) yer elması tozu ilavesi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre yer elması katkısının ekmeklerin nem içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Renk değeri incelendiğinde ise yer elması katkısı ile L* değerinin azaldığı, a* ve b* değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Yer elması oranı arttıkça ekmek örneklerinin spesifik hacim değeri 2.51 cm^3/g değerinen 1.73 cm^3/g değerine düşmüştür. Ekmek örneklerinde yer elması oranı arttıkça serbest ve bağlı antioksidan aktivite değerleri artış göstermiştir. Serbest ve bağlı antioksidan aktivite değerleri kontrol örneğinde sırasıyla 267.60 µmol Trolox/100 g ve 198.02 µmol Trolox/100 g iken, %15 yer elması içeren örneklerde bu değerler 516.09 µmol Trolox/100 g ve 297.42 µmol Trolox/100 g'a yükselmiştir. Yer elması katkısı ekmek örneklerinin serbest fenolik madde miktarını arttırırken, bağlı fenolik madde miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Kontrol örneğinde 32.50 mg GAE/kg olan serbest fenolik madde miktarı %15 yer elması içeren örneklerde 80.33 mg GAE/kg'a yükselmiştir. Yer elması katkısı ile ekmek örneklerinin diyet lif miktarı önemli oranda artmıştır ($p<0.05$). Kontrol örneğinde %3.70 olan diyet lif miktarı, yer elması katkılı örneklerde %4.17-7.16 arasında değişmiştir. Yer elması katkısının ekmek örneklerinin tesktürel özellikleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Tüm bunlara ilaveten yer elması tozu katkılı ekmek örneklerinin duyusal özellikler bakımından kontrol örneği ile benzer puanlar aldığı tespit edilmiştir. Analiz sonuçları bütüncül olarak değerlendirildiğinde, yer elması tozunun glutensiz ürünlerin besinsel özelliklerinin zenginleştirilmesi açısından herhangi bir duyusal özelliği olumsuz olarak etkilemeden kullanımının iyi bir yöntem olabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Diyet lif, antioksidan aktivite, fenolik madde, yer elması, glutensiz ekmek

The usage of jerusalem artichoke powder to increase nutritional properties of gluten-free bread

Abstract

In this study, the effects of Jerusalem artichoke powder (JAP) utilization on physicochemical, texture and sensory properties of gluten free-bread were investigated. For this purpose, JAP were added into the bread formulation in the range of 0-15%. According to the analysis result, the JAP utilization had insignificant effect on moisture content. L* value decreased, while a* and b* value increased. The increase ratio of JAP caused to decrease specific volume of bread from 2.51 cm^3/g to 1.73 cm^3/g. The bound and free antioxidant activity of bread samples increased by JAP addition. The bound and free antioxidant activity of bread samples were 267.60 and 198.02 µmol Trolox/100 g that of 516.09 and 297.42 µmol Trolox/100 g for 15% JAP containing bread. JAP addition resulted to increase free total phenolic content of bread, but it had insignificant effect on bound phenolics. The free phenolic content of control and 15% JAP containing sample were detected as 32.50 and 80.33 mg GAE/kg, respectively. Total dietary fiber content increased by JAP enrichment. It was 3.70% for control bread and changed between 4.17-7.16% for JAP added samples. Additionally, JAP containing gluten-free bread samples got similar sensory scores with control. As a conclusion, usage of JAP can be a good way in terms of increasing nutritional properties of gluten-free product without any adversely effect on sensory features.

Keywords: Dietary fiber, antioxidant activity, phenolic content, Jerusalem artichoke

GİRİŞ

Gluten intoleransı ya da çölyak hastalığı; genetik olarak yatkın kişilerde gluten ve glutenli ürünlerin tüketilmesi ile oluşan bir hastalık olarak tanımlanmaktadır. Çölyak hastaları buğday, çavdar, kısmen yulaf, arpa prolaminlerinin gliadin franksiyonunu tolere edememektedir. Çölyak hastaları, buğday ve ürünlerini tükettiğinde bağırsaklarında yetersiz gıda emilimi gerçekleşmektedir. Bu durumda bağırsakta hasar ile birlikte vücutta besinsel eksiklik görülebilmektedir. Hastalık temelde alerjik bir reaksiyon olduğu için önerilebilecek tek tedavi glutensiz diyet uygulanmasıdır. Diyet uygulaması sonucunda bağırsaklar hiç zarar görmemiş gibi çalışmasını sürdürebilmektedir. Bu süreç, çocuklarda 3-6 ay arasında değişirken, yetişkinlerde 2-3 yıla kadar çıkılabilmektedir. Ancak tavsiye edilen süre ömür boyu glutensiz bir diyettir (Akçelenk, 2004).

Dünya nüfusunun yaklaşık %1'inin çölyak hastalığı taşıdığı bildirilmekte (Novotni vd., 2012) olup bu oran ülkemizde nispeten daha düşük (%0.3-1) düzeydedir. Türkiye'de tahmin edilen çölyak hasta sayısı 250 bin ile 750 bin arasında değişmekte olup tanı konan hasta sayısının ise 68 bin civarında olduğu bildirilmektedir (Aydoğdu vd. 2005). Artan çölyak hasta sayısı glutensiz ürünlere daha fazla ihtiyaç duyulmasına neden olmaktadır. Bu durumda çölyak hastalarının tüketebileceği ürünlere yönelik araştırmalar artmıştır.

Glutensiz ürünler diyet lifi, protein, B grubu vitaminler ile demir, çinko ve kalsiyum gibi mineraller yönünden gluten içeren gıdalara göre fakirdir (Hayıt ve Gül, 2017). Glutensiz ekmekler ise düşük özgül hacim, yüksek ekmek içi sertlik, düşük teknolojik kalite ve yüksek bayatlama oranına sahip olması nedeniyle daha az tercih edilmektedir (Thompson, 2000). Glutensiz ekmek formülasyonlarının bir başka problemi ise aşırı rafine nişasta içerdiklerinden diyet lifçe oldukça fakir olmalarıdır. Diyet lifler sağlıklı bir metabolizma için mutlaka tüketilmesi gereken besin bileşenleridir. Günlük diyet ile alınması gereken diyet lif miktarının, yaş ve cinsiyete bağlı olarak değişmekle birlikte genellikle 15-40 g arasında olması tavsiye edilmektedir.

Yer elması çözünür diyet lifi özelliğinde ve vücutta prebiyotik olarak işlev gören inülin isimli bileşiğin mükemmel bir kaynağıdır. Prebiyotikler bağırsaklardaki faydalı mikroorganizmaların yani probiyotiklerin gelişmesini seçici olarak teşvik eden gıda bileşenleridir. Yer elması yüksek inülin içeriği nedeniyle sindirim sağlığına koruyucu, kan kolesterol seviyesi azaltıcı etkiler göstermektedir (Eşiyok, 2006).

MATERYAL VE METOD

Materyal

Yerel firmadan temin edilen yer elmaları, kabukları soyularak dilimlenerek 50°C'deki etüvde 24 saat kurutulmuştur. Kurutulan örnekler 250 µ partikül çapına kadar öğütüldükten sonra çalışmada kullanılmıştır. Ekmek üretiminde kullanılan glutensiz un karışımı piyasadan satın alınmıştır (Sinangil, Eksun Gıda Tarım Sanayi ve Ticaret A.Ş., İstanbul). Analizlerde kullanılan kimyasallar ise Merck-Sigma (Darmstat, Almanya) firmasından temin edilmiştir.

Glutensiz Ekmek Üretimi

Glutensiz ekmek üretimleri Rybicka vd. (2019) tarafından uygulanan yöntem ile gerçekleştirilmiştir. Kontrol ekmek üretiminde; 400 g piyasadan temin edilen ticari glutensiz ekmek karışımı, 400 mL su, 5 g tuz, 1.2 g hamur kabartma tozu ve 12 g kuru maya bir hamur karıştırma makinasında 7 dk süre ile karıştırılmıştır. Katkılı glutensiz ekmeklerin üretimi ise un ile yer değiştirme esasında göre un ağırlığının %5, %10 ve %15'i oranında yer elması tozu (YET) karışıma ilave edilerek gerçekleştirilmiştir. Hamurlar 100 g ağırlığında kesilerek ve elle şekil verildikten sonra kalıplara alınmıştır. Kalıba alınan ekmek hamurları 1 saat süre ile 30°C sıcaklığa ve %85 nemli ortamda fermentasyona bırakılmıştır. Süre sonunda ekmekler, ekmek pişirme fırınında 200 °C'de 20 dk pişirilmiştir.

Ekmeklerde Gerçekleştirilen Fiziksel Analizler

Ekmeklerin tekstür profil analizi (TPA), tekstür analiz cihazı (TA, Stable Microsystems, Godalming, Surrey, İngiltere) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ekmek örnekleri, 2.5 cm genişliğinde dilimlenmiş ve ekmek içerisinin tekstürel özelliklerinde meydana gelen değişimler takip edilmiştir. Analiz sırasında 36 mm çapında silindirik prob ve 5 kg'lık yük hücresi kullanılmıştır. TPA test öncesi prob hızı 2 mm/s, test hızı 3 mm/s, test sonrası hızı 3 mm/s, bekleme süresi 5 s, tetik kuvveti 10 g ve deformasyon oranı ise %50 olacak şekilde ayarlanmıştır (Gambaro vd. 2002).

Pişirilen ekmeklerin spesifik hacim değerleri, ekmek ağırlığı ve kolza tohumu ile yer değiştirme prensibine göre ölçülen hacmin birbirine oranlanması sonucu cm^3/g olarak hesaplanmıştır (AACC 1999).

Ekmeklerin L*, a* ve b* renk değerleri renk ölçüm cihazı (Konica Minolta, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir (AACC 1999).

Ekmeklerde Gerçekleştirilen Kimyasal Analizler

Serbest ve bağlı fenolik madde içeriği ayrı ayrı analiz edilmiştir. Bu amaçla 0.5 g örnek 5 mL aseton:su (1:1, v/v) çözeltisi içerisinde 1 saat süre çalkalamalı su banyosunda oda sıcaklığında ekstrakte edilecektir. Süre sonunda 2500 rpm'de 10 dk santfüj edilen örneklerden süpernetant ayrılacaktır. Süpernetant içeriği evapore edilerek DMSO içerisinde tekrar çözülmüş ve serbest fenolik madde ekstraksiyonu tamamlanmıştır. Bağlı antioksidan maddelerin eksraksiyonu için elde edilen pelet üzerine 1:40 oranında 2M NaOH ilave edilmiş çalkalamalı su banyosunda oda sıcaklığında tekrar ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir. Süre sonunda örneklerin pH değeri 6 N HCl ile 2 değerine ayarlanmış ve üzerine 15 mL dietil:etil asetat karışımı ilave edilerek 15 dk karıştırılmıştır. Aynı şartlarda santrifüj edilen örneklerden üst faz bir pastör pipeti yardımı ile ayrılmış ve tekrar evapore edilmiştir. Evaporasyondan sonra kalıntı DMSO içerisinde tekrar çözülmüş ve bağlı fenolik madde ekstraksiyonu tamamlanmıştır (Ozkaya vd. 2017)

0.5 mL ekstrakt 5 mL Folin ayracı (%10) ile karıştırılarak 5 dk karanlık ortamda bekletilmiştir. Bekletme sonunda örnek tüplerine 4 mL sodyum karbonat çözeltisi (%7.5) ilave edilmiştir ve tüpler 50°C su banyosunda 5 dk bekletilmiştir. Süre sonunda spektrofotometrede 760 nm dalga boyunda okuma yapılmış ve sonuçlar gallik asit kurvesi ile karşılaştırılarak hesaplanıp GAE/kg olarak sunulmuştur (Skerget vd. 2005).

Serbest ve bağlı antioksidan aktivite analizinde fenolik madde analizinde elde edilen ekstraktlar kullanılmıştır. 50 µL ekstrakt üzerine 0.95 mL DPPH çözeltisi ilave edilerek 30 dk karanlıkta inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonunda örnekler spektrofotometre kullanılarak 515 nm dalga boyunda ölçüldü. Sonuçlar trolox eşdeğeri mg/kg olarak hesaplandı (Fernandez-Leon vd. 2013).

Toplam diyet lif içeriği, diyet lif enzim kiti kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla tartılan örnekler; sırası ile amilaz, proteaz ve amiloglukozidaz enzimi ile muamele edilecek ve kalan süzüntü etanol ve aseton çözeltileri ile yıkanmıştır. Çözünür diyet lif miktarı ise örnek süzüntülerinin etanol ile 1 saat çöktürülesi ve ardından tekrar süzülmesinden sonra elde edilmiştir. Toplanan çözünür ve çözünmez diyet lif örnekleri kurutma kabininde sabit tartıma gelinceye kadar kurutulduktan sonra hesaplanarak toplam diyet lif miktarı belirlenmiştir (AACC, 1999).

Ekmeklerde Gerçekleştirilen Duyusal Analizler

Duyusal panel, Selçuk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde görevli en az 11 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Ekmeklerin duyusal özellikleri görünüm ve organoleptik kriterlere göre 1-9 puan arasındaki skala (1= en kötü ve 9= en iyi) kullanılarak değerlendirilmiştir (Angioloni ve Collar 2011).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Gluteniz ekmek örneklerinin tekstürel özellikleri Çizelge 1'de sunulmuştur. YET ilavesinin örneklerin sertlik değeri üzerinde istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). YET katkılı ekmek örneklerinde miktar arttıkça ekmek örneklerinin kohezif yapışkanlık değerlerinin düştüğü gözlenmiş olsa da değerler birbirine çok yakındır. Sonuçların aksine Rubel vd. (2014), yaptıkları çalışmada; beyaz ekmeğin yer elması unu ilavesi diyet lifi açısından zenginleştirilmesini incelemişler ve hesaplanan tekstür parametrelerinin sonuçlarını incelediklerinde yapışkanlık değerlerinin yer elması unu ilave miktarı arttıkça arttığını gözlemlemişlerdir.

Çizelge 1. YET katkılı glutensiz ekmeklerin tekstürel özellikleri

Oran	Çiğnenebilirlik	Elastikiyet	Esneklik	Sertlik	Kohezif yapışkanlık
%0	$940.08^{A} \pm 1.05$	$0.74^{A} \pm 0.00$	$0.11^{A} \pm 0.01$	$4509.2^{A} \pm 539.76$	$0.28^{A} \pm 0.03$
%5	$1122.02^{A} \pm 130$	$0.83^{A} \pm 0.04$	$0.11^{A} \pm 0.01$	$5410.8^{A} \pm 565.94$	$0.25^{A} \pm 0.01$
%10	$827.37^{A} \pm 47$	$0.69^{A} \pm 0.05$	$0.11^{A} \pm 0.00$	$4546.8^{A} \pm 149.21$	$0.25^{A} \pm 0.01$
%15	$919.87^{A} \pm 21$	$0.74^{A} \pm 0.04$	$0.10^{A} \pm 0.00$	$5230.1^{A} \pm 68.07$	$0.23^{A} \pm 0.00$

Ekmek örneklerinin spesifik hacim değerlerinin YET katkı oranı ile doğrusal bir azalış gösterdiği ve 2.51 cm^3/g değerinden 1.73 cm^3/g değerine düştüğü belirlenmiştir. Yer elması unu ilavesi ile ekmek hacmindeki azalma artan çözünür lif miktarının, ekmek hamurunun gaz tutma kapasitesini azaltmasına dayanmaktadır (Mandala vd. 2009; Morris ve Morris, 2012).

Ekmek örneklerine ait L renk değerleri incelendiğinde; L* renk değerinin yer elması ilavesi ile 71.26 değerinden 63.01 değerine azaldığı ve daha koyu bir renk aldığı belirlenmiştir. Örneklere ait a* renk değerleri incelendiğinde; yer elması unu katkı oranı arttıkça ekmek örneklerinin a renk değerlerinde de artış

gözlemlenmiştir. Örneklere ait b* renk değerleri incelendiğinde ise; ekmek örneklerinin b renk değerleri, yer elması unu ilave miktarının artışına bağlı olarak artmıştır.

Çizelge 2 incelendiğinde, YET katkısısının ekmeklerin serbest fenolik bileşen içeriğini önemli düzeyde etkilediği ($p<0.05$) ancak bağlı fenolik bileşen içeriği üzerinde ise herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). YET katkılı glutensiz ekmek örneklerinin serbest fenolik bileşen içeriği incelendiğinde; katkı oranın artışı ile birlikte serbest fenolik içeriğinin 32.50 değerinden 80.33 mg GAE/kg değerine yükseldiği tespit edilmiştir. Ekmek örneklerinin bağlı formdaki fenolik bileşen içeriği ise 40.34-47.00 mg GAE/kg değerleri arasında değişiklik göstermiştir.

Analiz sonuçlarına göre yer elması unu katkısının, ekmeklerin bağlı ve serbest antioksidan bileşen içeriği üzerine önemli bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Çizelge 2). Yer elması unu katkılı glutensiz ekmeklerde yer elması katkı oranı arttıkça serbest ve bağlı formda bulunan antioksidan bileşen içeriğinin de artış gösterdiği belirlenmiştir. Yer elması unu katkılı glutensiz ekmek örneklerinin serbest antioksidan bileşen içeriği incelendiğinde ise değerlerin 256.24 ile 516.09 µmol trolox/100 g arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 2. YET katkılı glutensiz ekmeklerin serbest ve bağlı fenolik madde ve antioksidant madde içerikleri

oran	Toplam fenolik madde		Toplam antioksidan aktivite	
	Serbest	Bağlı	Serbest	Bağlı
%0	$32.50^{B} \pm 0.50$	$40.34^{A} \pm 1.66$	$267.60^{B} \pm 35.50$	$198.02^{B} \pm 17.04$
%5	$57.00^{AB} \pm 1.67$	$47.00^{A} \pm 1.67$	$256.24^{B} \pm 80.94$	$280.38^{A} \pm 17.04$
%10	$62.00^{AB} \pm 3.33$	$42.00^{A} \pm 6.67$	$450.78^{AB} \pm 25.56$	$286.06^{A} \pm 2.84$
%15	$80.33^{A} \pm 5.00$	$44.50^{A} \pm 7.75$	$516.09^{A} \pm 59.64$	$297.42^{A} \pm 28.40$

Toplam diyet lif sonuçlarına göre yer elması ilavesi ekmek örneklerinin diyet lif içeriğini arttırmıştır. Kontrol örneğinde %3.70 diyet lif içermekte iken bu oran %15 yer elması unu ilavesi ile yaklaşık 2 kat artarak %7.16 değerine yükselmiştir. Kârklioa vd. (2012) bisküvi formulasyonuna eklenen yer elması ununun etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucu yer elması unu katkılı tüm bisküvilerin lif içeriğinin önemli ($p<0.05$) ölçüde geliştiğini belirtmişlerdir ve bu bisküvilerin '' diyet lif kaynağı'' olduğunu belirtmişlerdir.

Duyusal analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde; yer elması unu ilave edilmiş ekmek örneklerinin tekstürel duyusal özelliklerinden kuruluk, çiğneme kolaylığı, sertlik açısından duyusal beğenilirlik değerlerinin arttığı gözlemlenirken, elastikiyet ve yapışkanlık özelliklerine ait değerlerin azaldığı görülmektedir. Ekmek örneklerinin yer elması ilavesi sonucu görünüm duyusal özelliklerinin yani; renk, gözenek yapısı, kabuk iç oranına ait değerlerin beğenilirlik açısından azaldığı gözlemlenmiştir. Ekmek örneklerine yer elması unu ilave edilmesi sonucunda organoleptik duyusal özelliklerin değerlendirilmesi ile yer elması unu ilavesinin tat yoğunluğu, ekşilik, aroma ve ağızda bırakılan his özellikleri açısından beğenilirliği artırdığı gözlemlenirken, tuzluluk özelliği açısından ise, yer elması unu ilavesinin beğenilirliği azalttığı gözlenmiştir.

SONUÇ

Yapılan çalışmanın tüm sonuçları değerlendirildiğinde; yer elması unu ilave miktarının artmasına bağlı olarak ekmek örneklerinin özelliklerinde olumlu ya da olumsuz sonuçlar gözlemlenmiştir. %5 oranında yer elması unu ilave edilmiş ekmek örneklerinin kontrol örneğine kıyasla amaçlandığı üzere diyet lif, fenolik ve antioksidan madde içeriğinin arttığı belirlenmiştir ve bu ekmek örnekleri en hacimli örneklerdir. Ayrıca duyusal değerlendirmeler sonucunda da en yüksek puanları %5 oranında yer elması ilave edilmiş ekmek örnekleri almıştır. Tüketici beğenilirliğinin de göz önünde bulundurulması halinde bu değerlendirmeler sonucunda, gluten hassasiyeti ile karşı karşıya olan bireyler ve çölyak hastalarının diyetlerinde tükettikleri glutensiz ekmeklerin geliştirilmesi amacı ile kullanılacak yer elması unu ilave miktarının %5 olması tavsiye edilebilir.

TEŞEKKÜR

Yürütülen bu çalışmaya sağladıkları katkılarından dolayı Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na teşekkür ederiz (proje no: 1919B011902695).

KAYNAKLAR

AACC, 1999. AACC International Methods. American Association of Cereal Chemists, St Paul, MN, USA.

Angioloni, A. ve Collar, C. 2011. Physicochemical and nutritional properties of reduced-caloric density high-fibre breads, LWT-Food Science and Technology, 44 (3): 747-758.

Aydoğdu ve ark. Çölyak Hastalığı Güncel Pediatri 2005 ; 2 : 47-53)

Eşiyok, D. 2006. 0.1 Haziran 2020 tarihinde http://www.dunyagida.com.tr/haber/yer-elmasi-yetistiriciligi/1853 adresinden erişildi.

Gambaro, A., Varela, P., Gimenez, A., Aldrovandi, A., Fiszman, S.M. ve Hough, G. 2002. Textural quality of white pan bread by sensory and instrumental measurements, Journal of Texture Studies, 33 (5): 401-413.

Hayıt F., Gül H., 2017. Çölyak ve Çölyak Hastaları İçin Üretilen Ekmeklerin Kalite Özellikleri. Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ J. Inst. Sci. & Tech. 7(1): 163-169, 2017

Kârklioa, D, Gedrovica, I, Reca, M, and Kronberga, M. 2012. Production Of Biscuits With Higher Nutritional Value,113-116

Mandala, I., Polaki, A., Yanniotis, S. 2009. Influence of frozen storage on bread enriched with different ingredients. Journal of Food Engineering, 92(2), 137–145http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.06.020.

Özkaya, B., Turksoy, S., Özkaya, H., Duman, B. 2017. Dephytinization of wheat and rice brans by hydrothermal autoclavingprocess and the evaluation of consequences for dietaryfiber content,antioxidant activity and phenolics. Innovative Food Science and Emerging Technologies 39: 209–215

Rubel, I. A., Pe´ rez, E. E., Genovese, D. B., Manrique, G. D. 2014. In vitro prebiotic activity of inulin-rich carbohydrates extracted from Jerusalem artichoke (Helianthus tuberosus L.) tubers at different storage times by Lactobacillus paracasei. Food Research International, 62, 59–65http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.02.024.

Rybicka, I. Doba, K. Binczak, O. 2019. Improving the sensory and nutritional value of gluten-free bread. International Journal of Food Science and Technology 54, 2661–2667.

ORAL PRESENTATION

PD and delayed resonators for noncollocated vibration suppression in the lumped mass models

Ebubekir Buğra Özarslan[1*] (ORCID ID: 0000-0003-0619-1189),
Mustafa Kurt[2] (ORCID ID: 0000-0001-8714-977X)

[*1]Akım Metal, R&D Center, Istanbul, Turkey
[2]Marmara University, Faculty of Technology, Istanbul, Turkey

*Corresponding author e-mail: ebozarslan@akimmetal.com.tr

Abstract
Vibration issue is a problem that needs to be solved in many areas both in industry and in daily life. While mechanical vibrations affect the surface quality of workpiece in machining, they can affect the trajectory tracking of the end point in robots. In order to solve this vibration problem encountered in various industries, long-term studies have been carried out for years. These studies are generally based on the use of materials with high passive damping properties into the structures or damping of vibration by actively applying force. Active damping of these forced vibrations is usually accomplished by means of a damper co-located with the excitation force. In this publication, theoretical studies have been carried out on the absorption of forced vibrations in position away from the vibration source(non-collocated). Within the scope of these studies, non-collocated vibration absorption was performed with a delayed resonator and a PD resonator for lumped structures. According to the simulation results, the PD resonator model developed in the publication has larger stable frequency ranges and shows higher performance in absorption compared to the delayed resonator.
Keywords: Delayed Resonator, Vibration Absorption, Control, PD.

1. INTRODUCTION

Vibration-related problems form the basis of the biggest problems encountered in the industry. Many solution methods have been developed to solve such problems. Most of these solutions are for vibration suppression, with improvements made at the point where the force generating the vibration is applied. For instance; In the method developed to suppress the vibration occurring in the m_p mass under the influence of the $f(t)$ force in Figure 1, an active damper in the same position with the force is preferred. [1]

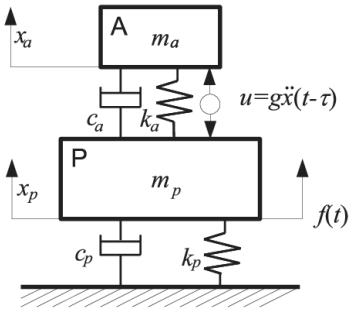


Figure 1. Delayed resonator connected directly to the vibrating mass [2]

Intervention from the closest position to the force in order to neutralize the force that causes the vibration to occur is the most effective method due to its modal properties that prevent one-to-one transmission of the force in continuous systems. However, in vibrations caused by a continuous force, in practice, the location of the absorber structure at the point where the force acts is not suitable spatially. In such cases, controlling vibration is insufficient with currently used technologies. In order to solve this problem, it is expected that the absorber to be developed will be far from the location where the force is applied and have a structure that is not affected by the modal properties of the system. In this study, it will be ensured that the properties of a structure that operates independently of the modal properties during the application and that will suppression the vibration without being in the same position with the location where the vibration occurs will be examined and simulations will be carried out.

Non-collocated vibration absorber systems are not widely available in the literature. Publications containing the phrase "Non-collocated" are mostly used to express that the sensor and actuator are not co-located. [3] In a study on noncollocated vibration suppression, Buhr et al. [4] used an noncollocated vibration absorber to dampen a vibration with single frequency excitation. The absorber actively adjusts the variable stiffness value. In the control theory used, a feedback controller is used to obtain a 90 degree phase difference between the vibrating mass and the absorber. The studies have been supported by experiments. Cha and Zhou [5] placed multiple linear motion and rotational passive resonators on the beam, which is a continuous system, to create co-located or noncollocated nodes. The passive resonators selected in this study cannot be adjusted actively because they work passively on suppressing vibrations occurring at a certain excitation frequency. Kim and Oh [6] studied both co-located and non-collocated vibration suppression, aiming to actively tune feedback using defined filters and suppress only the excitation frequency of the system.They were able to control single or multiple modes using appropriate filters in the feedback control without a passive absorber. The stability assessment is based on the Nyquist method and needs to be repeated for a given setup and predetermined target excitation frequency values.
Elmalı et al., theoretically and experimentally compared the performances of PD controlled vibration absorbers and a delayed resonator using position feedback in co-located vibration suppression. According to the results obtained, it is observed that the 2 structures exhibit equally effective absorbing. However, in the PD control method, there is a need for a speed feedback to be preferred instead of the noisy signal that will arise with an extra derivation. [7] Rivaz and Rohling designed and experimentally implemented an active vibration absorber with PI resonator for the vibro-elastography probe. Since vibro-elastography is exposed to vibration in low frequency ranges (5-10 Hz), these vibrations can be well suppressed with the PI resonator structure. [8] In another study, Kucera et al. combined the control equation of the delayed resonator $(g.\ddot{x}(t-\tau))$, with the PI resonator control method to give a wider stable frequency range in co-located vibration suppression. They carried out the theoretical studies on the lumped mass structure experimentally and revealed the accuracy of the theoretical results. [9]

2. NON-COLLOCATED VIBRATION SUPPRESSION

Lumped mass systems are structures where the spring and damper and masses are connected to each other and the force transmission occurs through this spring-damper-mass. In these structures, non-collacated suppression is the absorbing of the mass subjected to forced vibration under the effect of a force with the help of a resonator connected to another mass. The force to be applied by this resonator can be determined by various control methods according to the feedback received from the resonator. In this publication, the delayed resonator [1, 2, 3, 9], which has been studied in the literature before, and the PD resonator, which has not been used for non-collacated vibration suppression, are used to absorbed vibration.
The force that creates the forced vibration in the lumped mass-spring-damper structure shown in Figure 2, which is chosen as an example system, and the force that will absorbed the vibration are shown as $f(t)$ and $f_a(t)$. Here, the $f(t)$ force is damped by a $f_a(t)$ force depending on the modal properties of the structure.

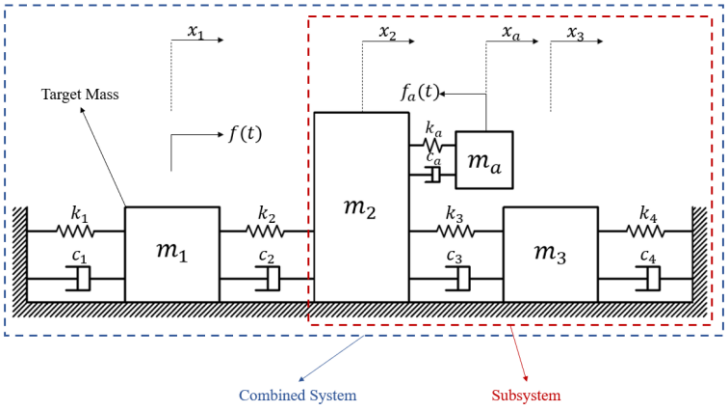


Figure 2. Lumped mass-spring-damper model with 3 degrees of freedom and non-collocated vibration absorber

In order to obtain information about the $f_a(t)$ force to be applied for active damping of the vibration to be suppressed, the stable operating ranges of the system and the control parameters valid in these ranges must be determined. The stability map of the system given in Figure 2 is obtained by dividing the structure into two. As shown in Figure 2, the structure is divided into two as the combined system and the subsystem that will

perform the suppressing process. The structure determined as a subsystem here should be chosen as the structure closest to the mass to be suppressed. In this way, stability limits are ensured to be in a wider range. It is solved independently of the two separate system control methods determined. Then, stability maps are obtained by applying the control method. The solutions of these two systems are compared on a map and the intervals in which the whole structure is stable are determined. The solutions for these two structures are shown below.

***Solution for the Combined System*:** For the solution of the structure of the whole system shown in Figure 2, the general equations are obtained in accordance with the Lagrangian equations. If the Laplace transform is applied to the obtained equations and the equations are turned into matrices according to the equation in Equation 1, the resulting matrices are as in Equations 2, 3 and 4.

$$[A].[X] = [F] \tag{1}$$

Here, A represents the coefficients matrix, X the displacements matrix, and F the forces matrix. As can be seen in Equation 2, coefficients matrix A has the modal properties (m, c, k) of the system.

$$[A] = \begin{bmatrix} m_1s^2 + (c_1 + c_2)s + (k_1 + k_2) & -(c_2s + k_2) & 0 & 0 \\ -(c_2s + k_2) & m_2s^2 + (c_2 + c_3 + c_a)s + (k_2 + k_3 + k_a) & -(c_3s + k_3) & -(c_as + k_a) \\ 0 & -(c_3s + k_3) & m_3s^2 + (c_3 + c_4)s + (k_3 + k_4) & 0 \\ 0 & -(c_as + k_a) & 0 & (m_as^2 + c_as + k_a) \end{bmatrix} \tag{2}$$

$$[X] = \begin{bmatrix} X_1(s) \\ X_2(s) \\ X_3(s) \\ X_a(s) \end{bmatrix} \quad , \quad [F] = \begin{bmatrix} F(s) \\ -F_a(s) \\ 0 \\ F_a(s) \end{bmatrix} \tag{3-4}$$

The control force $F_a(t)$ is included in the coefficients matrix and written in Laplace form as $G_a(s)$ is the representative control logic. Since the $G_a(s)$ control logic contains feedback from x_a, the coefficients matrix of the whole system is rewritten as in Equation 5.

$$[A] = \begin{bmatrix} m_1s^2 + (c_1 + c_2)s + (k_1 + k_2) & -(c_2s + k_2) & 0 & 0 \\ -(c_2s + k_2) & m_2s^2 + (c_2 + c_3 + c_a)s + (k_2 + k_3 + k_a) & -(c_3s + k_3) & -(c_as + k_a) + G_a(s) \\ 0 & -(c_3s + k_3) & m_3s^2 + (c_3 + c_4)s + (k_3 + k_4) & 0 \\ 0 & -(c_as + k_a) & 0 & (m_as^2 + c_as + k_a) - G_a(s) \end{bmatrix} \tag{5}$$

$$CE_{BS}(s) = \det(A) = [A(s) + B(s)G_a(s)] = 0 \tag{6}$$

The coefficients matrix A given in Equation 6 should have a determinant equal to 0 for stable operating conditions. In this determinant operation, for the determination of the unknown $G_a(s)$ parameters, the determinant equation is divided into 2 parts as $A(s)$ and $B(s)$ as in equation 6. In this case, Equation 7 is obtained when the control method $G_a(s)$ is left alone.

$$G_a(s) = -\frac{A(s)}{B(s)} \tag{7}$$

For steady states, $s = \pm wi$ is required. The right-hand side of the equation given in Equation 7 is a complex number. From this point of view, control parameters are obtained from complex number properties according to the control logic equation.

***Solution for the Subsystem*:** For the solution of the structure of the subsystem shown in Figure 2, the updated figure of the structure is shown in Figure 3.

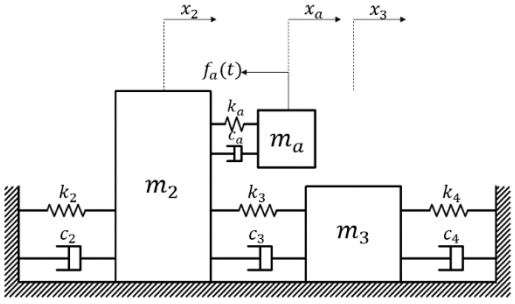


Figure 3. Lumped mass-spring-damper model of the subsystem

For the solution of the subsystem, the steps performed for the combined system are done in the same way. Here, the coefficients matrix obtained by adding the control logic is shown in equation 8.

$$[A] = \begin{bmatrix} m_2s^2 + (c_2 + c_3 + c_a)s + (k_2 + k_3 + k_a) & -(c_3s + k_3) & -(c_as + k_a) + G_a(s) \\ -(c_3s + k_3) & m_3s^2 + (c_3 + c_4)s + (k_3 + k_4) & 0 \\ -(c_as + k_a) & 0 & (m_as^2 + c_as + k_a) - G_a(s) \end{bmatrix} \quad (8)$$

After obtaining the coefficients matrix, the control parameters are obtained from the complex equations properties by solving the equation as in Equation 7.

2.1. PD Resonator

In this section, the vibration occurring in the m_1 is tried to be suppressed by using the acceleration feedback with the PD resonator designed for the sample structure in Figure 2. PD control is a control algorithm in which Proportional- Differentiation operations are used together with various coefficients. Figure 4 shows the working diagram of the PD controller. As can be seen from the figure, the controlled signal is subjected to derivative and proportion operations.

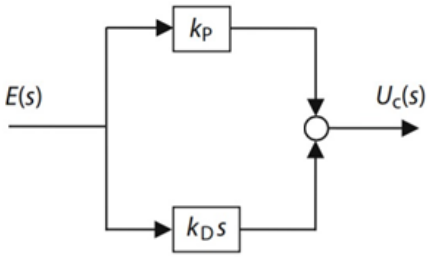


Figure 4. Schema of PD Controller

$$u(t) = K_p e(t) + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (9)$$

Equation 9 shows the coefficients used in this algorithm. Control is provided by determining the coefficients specified in the equation.
In order to determine the stability maps under PD control, the PD equation given in Equation 9 is replaced with the control method $G_a(s)$ in Equations 7, after being converted to Laplace transform. Equation 10 is obtained by substituting the $s = \pm wi$ transformation required for the stable operation of the system. Since acceleration is used as a feedback element here, the signal shown in equation 9 needs to be derivatived 2 more times.

$$(-w^2K_p + w^3K_d i) = -\frac{A(s)}{B(s)} \quad (10)$$

The real and imaginary values of the complex number given on the right side of the equation given in Equation 10 must be equal to the real and imaginary values of the complex number to be obtained on the left side of the equation. Considering this situation, equations 11 and 12 are obtained.

$$K_p = -\frac{Re\left(-\frac{A(\pm wi)}{B(\pm wi)}\right)_{BS,AS}}{w^2} \quad (11)$$

$$K_d = \frac{Im\left(-\frac{A(\pm wi)}{B(\pm wi)}\right)_{BS,AS}}{w^3} \quad (12)$$

The modal parameters of the system in Figure 2 are shown in Table 1.

Table 1. Modal parameters of the system [3]

Mass $[kg]$	**Stiffness** $[N/m]$	**Damping** $[kg/s]$
$m_1 = 1$	$k_1 = 300$	$c_1 = 5$
$m_2 = 1$	$k_2 = 300$	$c_2 = 0.5$
$m_3 = 1$	$k_3 = 300$	$c_3 = 1$
$m_a = 0.5$	$k_4 = 200$	$c_4 = 1$
	$k_a = 117$	$c_a = 1$

If the coefficients matrix given in Equation 10 for the combined system is arranged according to the data in Table 1, in the equations $A(s)_{BS}$ and $B(s)_{BS}$ obtained, $\pm wi$ is written instead of s and replaced in Equation 10. For the combined system and subsystem, K_d and K_p are found. The stability limits drawn separately for both structures are shown on a single map, and the intervals where the damping operation can be realized where the curves intersect are determined. The stability map obtained when the equations are solved with w frequency value in the range of 0-45 rad/s are shown in Figure 5.

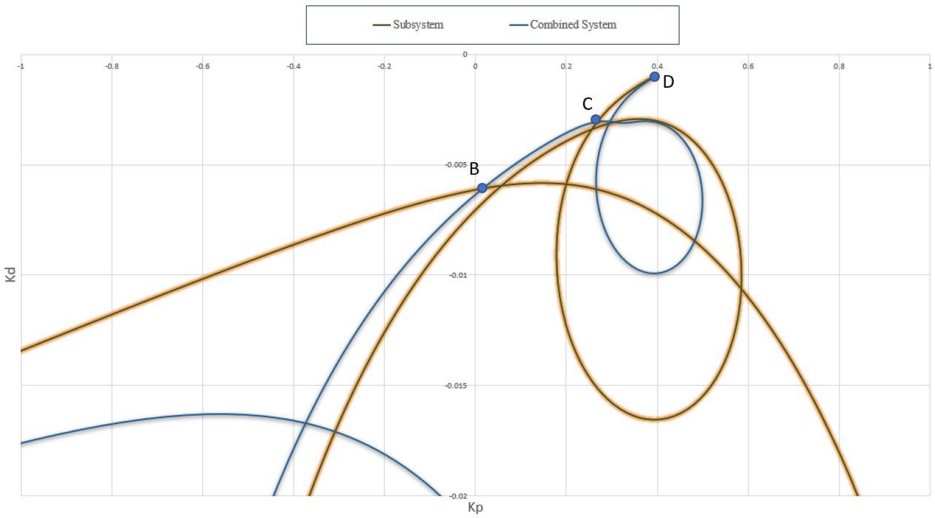


Figure 5. Stability map of the structure with PD Resonator

As can be seen in Figure 5, in some frequency ranges, the subsystem stability curve is below the combined system stability curve. These regions show the frequency ranges in which the system can suppressed vibration stably. Therefore, in the frequency ranges of the force that creates the vibration, if the resonator is attached to m_2, it can perform the suppression process successfully.

Table 2. Frequency ranges for stable operation with PD Resonator

	Frequency Ranges (rad/s)
A-B	3.8-12.2
C-D	33.7-45.0

2.2. Delayed Resonator

In this section, the vibration occurring in the m_1 is tried to be suppressed by using the acceleration feedback with the delayed resonator designed for the sample structure in Figure 2. Vibration suppressing with a delayed resonator designed using acceleration feedback; It is based on the force obtained by giving a certain delay to the acceleration information of the resonator and multiplying this delayed data by a gain.
The most important point in the delayed resonator is to determine the delay and gain values. In order to determine these values, stability maps are created similar to PD resonators, and gain and delay values corresponding to the appropriate frequency value are obtained within this map.
In order to create the stability map, the gain and delay values in Equation 13 must be found. For this, first of all, the $A(s)$ and $B(s)$ matrices in Equation 6 need to be determined. These processes are carried out separately in 2 stages by dividing the structure into two. As shown in Figure 2, the structure is divided into two as the combined system and the subsystem that will perform the damping process. The solutions of these two systems are compared on the map and the intervals in which the whole structure is stable are determined.
In order to determine stability maps under GR control, the GR equation given in Equation 13 is substituted for the $G_a(s)$ control method in Equations 5 and 8.

$$G_a(s) = g.s^2 e^{-\tau s} = -\frac{A(s)}{B(s)} \tag{13}$$

The modulus of the complex number given on the right side of the equation given in Equation 13 and the modulus of the complex number to be obtained on the left side of the equation must be equal. Also, the arguments on both sides of the equation must be equal. Considering these conditions, equations 14 and 15 are obtained.

$$g = \left|\frac{A(\pm wi)}{B(\pm wi)}\right|_{BS,AS} \tag{14}$$

$$\tau = \left(\frac{1}{\omega}\left[(2l+1)\pi + \angle\frac{A(\pm wi)}{B(\pm wi)}\right]\right)_{BS,AS}, \qquad l = 0, 1, 2, 3, \ldots \tag{15}$$

As a result of the operations performed, the stability map consisting of the gain and delay values of the system specified in Figure 2 is shown in Figure 6. Each lobe shown in the graph represents the change in the value of l specified in Equation 15. Gain and delay values were determined in such a way that the frequency values in Equations 14 and 15 are incremented by 0.1 from 0 to 45 rad/s, and the l values are incremented by 1 from 0 to 6. Therefore, there is a gain and a delay value for the frequency values from 0 to 45 in each lobe.

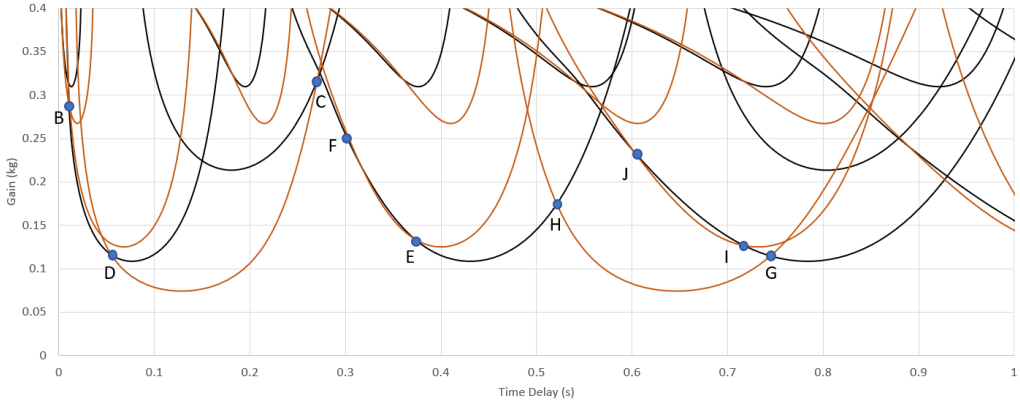


Figure 6. Stability map of the structure with Delayed Resonator

As can be seen from Figure 6, the curves of the combined system intersect with the curves of the subsystem at certain points. These intersection points are called the stability intervals of the system. The stability ranges of this system are shown in Table 3.

Table 3. Frequency ranges for stable operation with Delayed Resonator

	Frequency Ranges (rad/s)
A-B	35.0-45.0
C-D	10.7-12.5
E-F	19.5-21.0
G-H	11.7-12.9
I-J	19.2-20.9

Considering the frequency ranges specified in Table 3, the frequency of 11 rad/s selected as the excitation frequency in suppressing with PD resonator is in the stable operating range in the system with delayed resonator.

2.3. Simulations

***PD Resonator*:** The model in the time domain of the structure in Figure 2 was created in SIMULINK, taking into account the equations of motion. The created model is shown in Figure 7. In this model, acceleration is preferred as feedback for control.

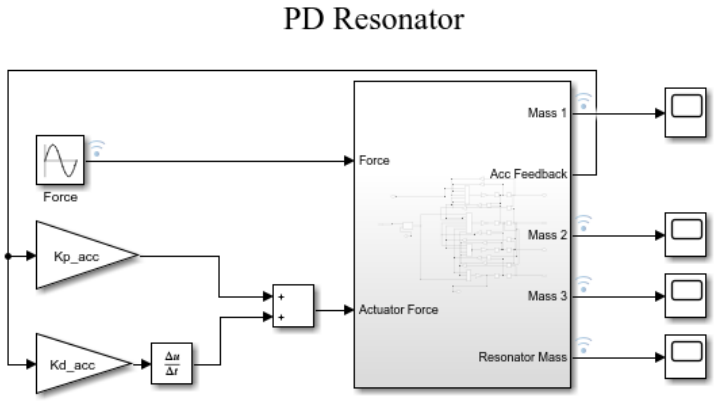


Figure 7. Simulink model of sample structure with 3 degrees of freedom and PD Resonator

The stability map given in Figure 6 was used for the PD coefficients. The excitation frequency of the force $f(t) = \sin(wt)$ causing forced vibration in mass m_1 was determined as $w = 11\ rad/s$. In the stability map in Figure 6, the control parameters determined by the subsystem according to this excitation frequency are shown in Table 4.

Table 4. PD Resonator Coefficients for $w = 11\ rad/s$

Coefficient	**Value**
K_p	-0.22432
K_d	-0.00736

When the model given in Figure 7 is run, the displacements in the positions of the masses are shown in Figure 8.

As seen in Figure 8, the PD resonator was activated and suppressed after 40 seconds. The data obtained on suppression are given in Table 5.

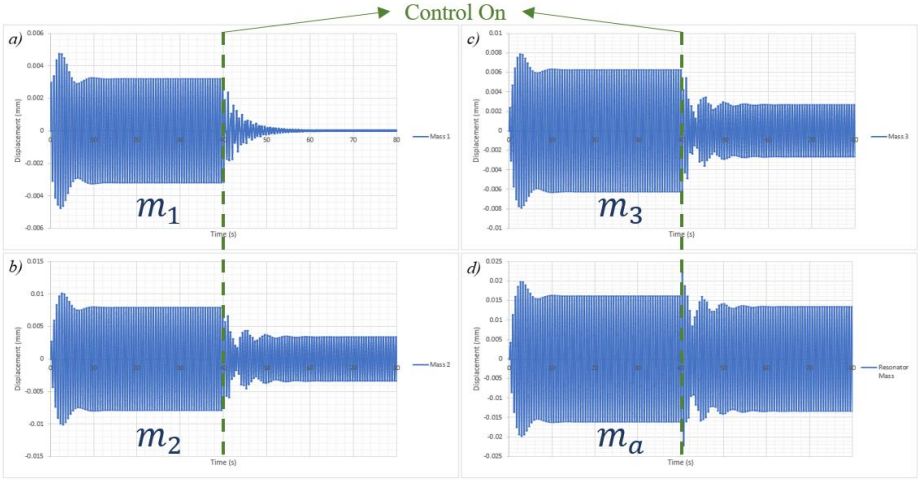


Figure 8. The displacement curves of the masses with the effect of the PD resonator activated in 40. seconds a) m_1, b) m_2, c) m_3, d) m_a

Table 5. Suppression Properties

Property	Value
Maximum Value	4.8555E-06
Average Value	-1.17432E-07
RMS Value	3.40767E-06

***Delayed Resonator*:** The time domain model of the structure in Figure 2 was created in SIMULINK, taking into account the equations of motion. In addition to this model, the model created by including delay and gain values is shown in Figure 9.

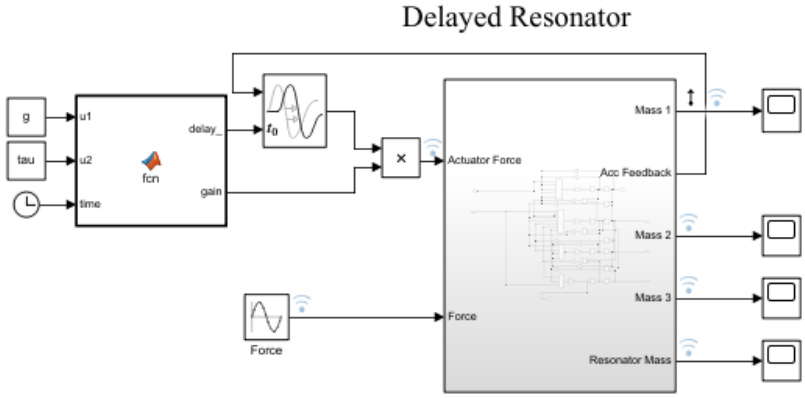


Figure 9. Simulink model of sample structure with 3 degrees of freedom and Delayed Resonator

With the same excitation frequency as the system trying to suppress with PD resonator, the system with delayed resonator was tried to be damped. In order for the model to be suppressed with a delayed resonator, gain and delay values corresponding to 11 rad/s must be obtained from the stability map. These values are shown in Table 6.

Table 6. Delayed Resonator Coefficients for $w = 11\ rad/s$

Coefficient	Value
$g\ (kg)$	0.23852
$\tau\ (s)$	0.25407

As seen in Figure 10, the delayed resonator was activated and suppressed after 40 seconds. The data obtained on suppression are given in Table 7.

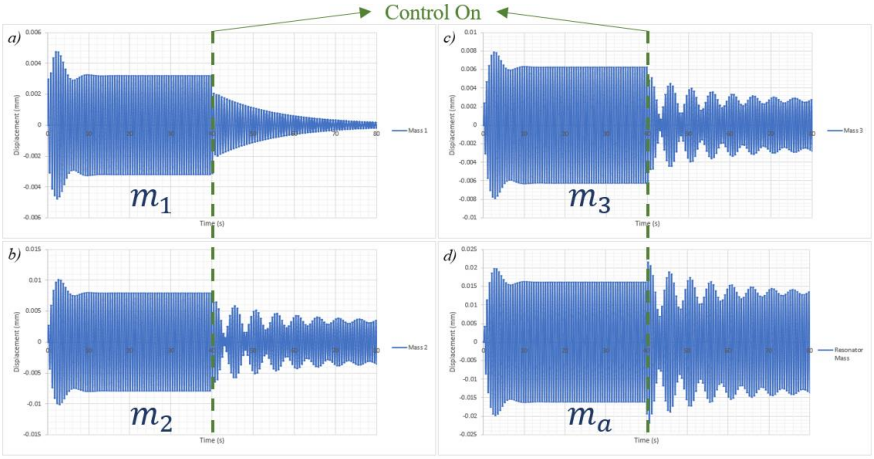


Figure 10. The displacement curves of the masses with the effect of the delayed resonator activated in 40. seconds a) m_1, b) m_2, c) m_3, d) m_a

Table 7. Suppression Properties

Property	Value
Maximum Value	1.51316E-05
Average Value	2.84703E-07
RMS Value	9.25223E-06

2.4. Comparison

In this section, performance comparisons of the resonators designed for the sample structure shown in Figure 2 are made. Comparison of resonator performances is handled from two different aspects. The first of these is how much the vibration of the target mass is suppressed, and the other is excitation frequency ranges in which the suppression can be achieved.

2.4.1. Suppression Performance Comparison

The comparison of the displacement of the target mass according to the simulation results performed with the model with the PD resonator and the curves obtained in the model with the delayed resonator is shown in Figure 11.

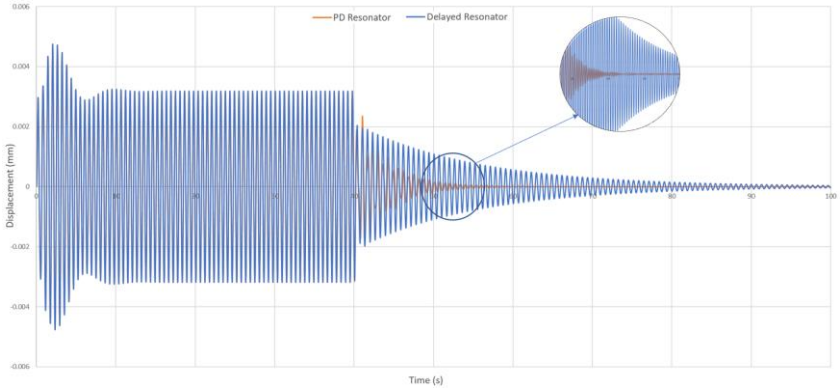


Figure 11. Displacement curves of m_1 masses suppressed from 40 seconds with PD resonator and delayed resonator

In Figure 11, while the target mass whose vibration is desired to be suppressed is subjected to vibration forced by a force of $f(t) = sin\,(11t)$, it is seen that the resonators are activated from the 40th second. It is seen that active absorbers activated after 40 seconds suppressed the vibration, but the suppress time of the delayed resonator is longer.

Table 8. Suppression Performance Values

	Actual Value		**Relative Error ***	
	PD Resonator	**Delayed Resonator**	**PD Resonator**	**Delayed Resonator**
Maximum Value	4.86E-06	1.51E-05	0.4855%	1.5132%
Average Value	-1.17E-07	2.85E-07	0.0117%	0.0285%
RMS Value	3.41E-06	9.25E-06	0.3408%	0.9252%
** The actual value 1e-3 is assumed to ignore the extra digit in the Relative Error.*				

In Table 8, the suppression values of the resonators that perform the absorbing process are shown by calculating with various statistical methods. When the data in the table is examined, it is seen that the suppression performed with the PD resonator absorbs the vibration more and the movement of the mass to be damped comes to a standstill in a much shorter time.

2.4.1. Excitation Frequency Ranges Comparison

In this section, a comparison of the frequency ranges that the PD resonator and the delayed resonator can suppress is made. Comparing Table 2 and Table 3, it is seen that both resonators can suppress vibration in some excitation frequency ranges. The PD resonator can suppress vibration in lower frequency ranges. The comparison of these frequency ranges is given in Table 9.

Table 9. Excitation frequency ranges for stable vibration suppression

Frequency Ranges (rad/s)	**1 2**	**3 4**	**5 6**	**7 8**	**9 10**	**11 12**	**13 14**	**15 16**	**17 18**	**19 20**	**21 22**	**23 24**	**25 26**	**27 28**	**29 30**	**31 32**	**33 34**	**35 36**	**37 38**	**39 40**	**41 42**	**43 45**
PD Resonator																						
Delayed Resonator																						

As can be seen from Table 9, the PD resonator has a more stable state at low frequencies. When the stability status of the resonators in the frequency range of 0-45 rad/s, which is considered for simulation studies, is analyzed as a percentage, the PD resonator can work stably in 43.78% of this range, while the delayed resonator can work stably in 31.11%.

3. CONCLUSION

When the vibration suppression methods are examined spatially, the location of the absorber is divided into two as directly or indirectly related to the force that creates the vibration. Directly coupled absorbing methods are referred to as "Co-located vibration suppression" and indirect linked absorbing methods are referred to as "Non-collocated vibration suppression". In this study, comparative simulation studies have been carried out on non-collocated vibration suppression in lumped mass-spring-damper structures. The theoretical background of the PD control method-based resonator and non-collocated vibration suppression, which was developed in the publication, was examined and comparisons were made with the delayed resonator method in terms of stable frequency ranges and damping performances. According to the results of the studies, the stable excitation frequency range is 40.72% more in PD resonators compared to the delayed resonators in a structure with 3 main masses. In addition, when the suppression performances of the two resonators for the same structure are compared, the PD resonator's 11 rad/s excitation frequency suppression gives 58.95% better results than the delayed resonator as an average value.

4. REFERENCES

[1] Vyhlídal, T., Pilbauer, D., Alikoç, B., & Michiels, W. (2019). Analysis and design aspects of delayed resonator absorber with position, velocity or acceleration feedback. Journal of Sound and Vibration, 459, 114831

[2] Olgac, N., & Holm-Hansen, B. T. (1994). A novel active vibration absorption technique: delayed resonator. Journal of Sound and Vibration, 176(1), 93-104.

[3] Olgac, N., & Jenkins, R. (2020). Actively Tuned Noncollocated Vibration Absorption: An Unexplored Venue in Vibration Science and a Benchmark Problem. IEEE Transactions on Control Systems Technology.

[4] Buhr, C., Franchek, M. A., & Bernhard, R. J. (1997). Non-collocated adaptive–passive vibration control. Journal of Sound and Vibration, 206(3), 371-398.

[5] Cha, P. D., & Zhou, X. (2006). Imposing points of zero displacements and zero slopes along any linear structure during harmonic excitations. Journal of sound and vibration, 297(1-2), 55-71.

[6] Kim, S. M., & Oh, J. E. (2013). A modal filter approach to non-collocated vibration control of structures. Journal of Sound and Vibration, 332(9), 2207-2221.

[7] Elmali, H., Renzulli, M., & Olgac, N. (2000). Experimental comparison of delayed resonator and PD controlled vibration absorbers using electromagnetic actuators. J. Dyn. Sys., Meas., Control, 122(3), 514-520.

[8] Rivaz, H., & Rohling, R. (2007). An active dynamic vibration absorber for a hand-held vibro-elastography probe.

[9] Kučera, V., Pilbauer, D., Vyhlídal, T., & Olgac, N. (2017). Extended delayed resonators–Design and experimental verification. Mechatronics, 41, 29-44.

[10] Johnson, M. A., & Moradi, M. H. (2005). PID control. Springer-Verlag London Limited.

ORAL PRESENTATION

Structural, optical and mechanical properties of polyacrylamide hydrogels doped with multiwalled carbon nanotubes

Mert Can ÖZTÜRK[1*] (*https://orcid.org/0000-0002-0994-6009*),
Demet Kaya AKTAŞ[1](*https://orcid.org/0000-0003-2352-9129*)

[1*]Istanbul Technical University, Department of Physics, Maslak, Istanbul, TURKEY

*Corresponding author e-mail: ozturkmert1@itu.edu.tr

Abstract
Polymer networks doped with carbon nanotubes (CNTs) have been widely used in many areas due to their superior advantages. On the other hand, the most important problem about CNTs is their regional aggregation in polymer networks. This problem affects all observed and measured universal properties. In this work, we synthesized polyacrylamide (PAAm) hydrogels doped with well dispersed multi walled carbon nanotubes (MWCNTs) by free radical crosslinking copolymerization. Here the contents of MWCNTs vary in the range up to 25 wt% with no aggregation in the PAAm hydrogel network. The homogeneous distributions of MWCNTs were observed by scanning electron microscopy (SEM). UV-Vis spectroscopy was used to monitor change in absorbance for hydrogels doped various MWCNTs contents. As a novelty, the fast transient fluorescence (FTRF) technique was also used to study the universality principle for PAAm-MWCNTs hydrogels. Here first, hydrophobic pyrene (Py) was transferred into hydrophilic form and then was used as a fluorescence probe. Then, changes in the fluorescence lifetimes of aromatic probe Py were monitored by a time-resolved fluorescence spectrophotometer during the sol-gel transition process. Due to gel formation, the lifetimes of Py molecules increased by the trapping of Py molecules in a macroscopic network. The universal critical exponents of gel fraction, β measured near the gel point and found to be around 0.37 ± 0.015 in all systems studied respectively which are in good agreement with the percolation results. Mechanic deformation tests were also performed and it was observed that when MWCNTs increased elastic modulus increased.
Keywords: Carbon nanotubes, hydrogels, time resolved fluorescence, universality, elastic modulus

INTRODUCTION

Carbon nanotubes (CNT) are composed of one or multiple layers of graphene sheets; in single-walled carbon nanotubes (SWCNT), formed by rolling up of a single graphene sheet, and multiwalled CNTs (MWCNTs), formed by rolling up of more than one graphene sheet. The interlayer separation of the graphene layers of MWCNTs is approximately 0.34 nm on average, each one forming an individual tube and the outer diameter ranging from 2.5 to 100 nm. MWCNTs have attracted large interests as a result of their small diameter, light weight, high mechanical strength, high electrical and thermal conductivities (Harris, 2004; Moniruzzaman et al., 2006). Studies on polymer composites doped carbon nanotubes have been found many applications including nanotechnology due to improving properties of polymers (Mihajlovic et al.,2019; Cirillo et al., 2014; Pötschke et al., 2004; Pötschke et al., 2002). In nanotechnology, developments of hydrogels three-dimensional hydrophilic polymers doped with MWCNTs have been growing rapidly for diverse applications in recent years. Several studies are focused on biological researches due to the water holding capacity of hydrogels.

MWCNTs dispersion is crucial for making high-quality nanocomposites. MWCNTs agglomerate, bundle, and entangle easily, resulting in numerous defect sites in composites and decreasing MWCNTs efficiency. This issue has an impact on all measured and observed parameters for hydrogels doped with MWCNTs. In this work, we synthesized homogeneous polyacrylamide (PAAm) hydrogels doped with multiwalled carbon nanotubes (MWCNTs) with no aggregation at room temperature. Scanning electron microscopy (SEM) was used to detect the homogenous distributions of MWCNTs in PAAm hydrogels. UV-Vis spectroscopy was used to observe the change in absorbance of hydrogels doped with varied MWCNTs contents. The fluorescence decay curves for PAAm-MWCNTs hydrogels were observed using the fast transient fluorescence (FTRF) technique during the sol-gel phase transition process. During the phase transition process, changes in the fluorescence lifetimes of aromatic probe pyrene (Py) were measured using a time-resolved fluorescence spectrophotometer. The universal critical exponents of gel fraction, β which were measured at the gel point and found to be around 0.37 ± 0.015 in all hydrogels studied, accord well with the percolation results.

Carbon nanotubes are particularly appealing for reinforcement in composite materials because of their fiberlike structure, low density, high aspect ratio, and exceptional mechanical characteristics. Mechanic deformation studies were also carried out, which revealed that as the amount of MWCNTs in the hydrogel samples increased, so did the elastic modulus of the samples.

MATERIALS AND METHODS

Composite hydrogels were prepared from various amounts of MWCNTs (range from 0% to 25%) by free-radical crosslinking copolymerization at room temperature. The well dispersed solution is composed of MWCNTs (Cheap Tubes Inc.) and polyvinyl Pyrrolidone (PVP). Crosslinker N-N methylenebisacrylamide (BIS) (Merck) dissolving in 40x10-6m3 of PVP in which 10-4lt of TEMED (tetramethylethylenediamine) was added as an accelerator. The initiator ammonium persulfate (APS, Merck) was used and the initiator and pyranine concentrations were kept constant at 7x10-3 M and 4x10-4 M, respectively for all samples. All samples were deoxygenated by bubbling nitrogen for 10 minutes, just before the gelation process has started.

The surface morphologies of PAAm hydrogels doped MWCNTs were monitored by the Scanning Electron Microscopy (SEM), Zeiss Evo LS10 at Yıldız Technical University. UV-Vis measurements were observed by Cary 100 UV-VIS spectrophotometer. In situ fluorescence decay experiments from which Py lifetimes were determined were performed using Photon Technology International's (PTI) Strobe Master System (SMS). The SMS system is comprised of a thyratron-gated nanosecond light source with a 25kHz present flash rate and < 1.6ns pulse width. Strobe detection can be achieved with a 100 picosecond delay gate generator. All lifetime measurements were made at 90° to the incident beam and the slit widths were kept at 10 nm. The glass transition experiments were performed in a round quartz cell, which was placed in the SMS. and fluorescence decays were collected over three decades of decay time. The sample was illuminated with 345 nm excitation light and Py fluorescence emission was detected at 395 nm. Deconvolution of I(t) is performed using the iterative linear-least-squared fitting technique (Kaya et al., 2004). The uniqueness of the fit of the data to the model is determined by χ^2 (χ^2 < 1-20), the distribution of weighted residuals, and the autocorrelation of the residuals. The mechanical experiments were carried out by Zwick Z250 at TUBITAK.

RESULTS AND DISCUSSION

SEM Measurements:

Figure 1a, b, c, and d are demonstrated cylindrically hydrogels doped with 1wt%, 3wt%, 5wt% and 25wt% MWCNTs, respectively.

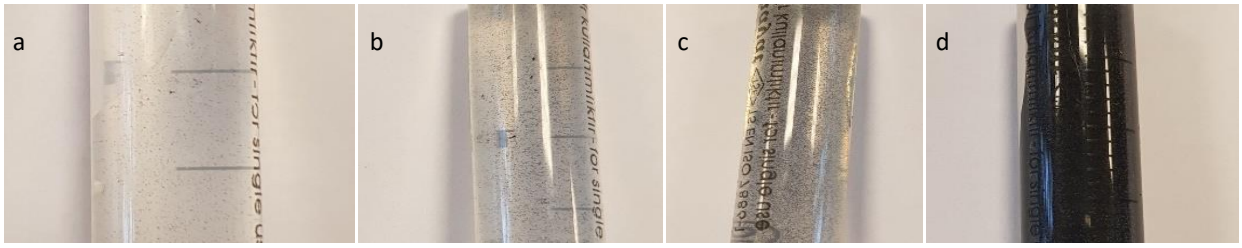


Figure 1. PAAm hydrogels doped with a) 1%, b) 3%, c) 5% and d) 25% MWCNTs contents.

Before the SEM measurements, hydrogel samples were cut into disc-shaped and dried for four weeks. Then, SEM results of disc-shaped hydrogels doped with various MWCNTs contents are shown in Figure 2a, b, c, and d, respectively.

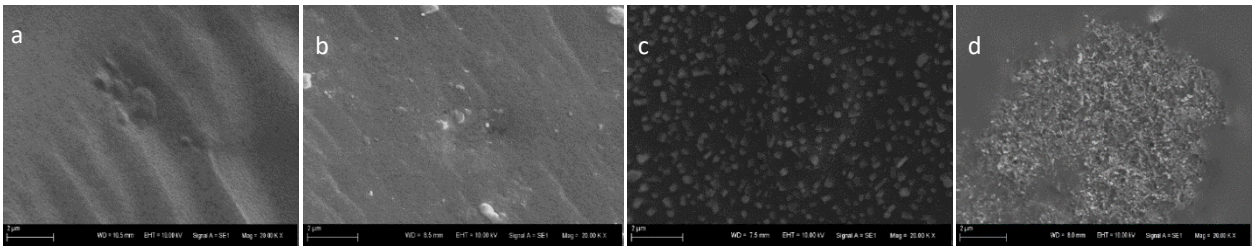


Figure 2. SEM measurements for PAAm hydrogels doped with a) 1%, b) 3%, c) 5% and d) 25% MWCNTs contents.

According to SEM micrographs, when MWCNTs are added to the PAAm hydrogel matrix, the pore size shrinks and uniformizes, making the structure denser while also providing a conductive channel. The sample containing 5% MWCNTs had the best dispersion, as indicated in the SEM data. When the MWCNTs content is increased to 25%, it can be seen that the dispersion loses some of its uniformity. MWCNTs that are introduced in excess recombine and damage the structure of the PAAm hydrogel. As a result, incorporating a sufficient amount of MWCNTs into these composite hydrogels could result in uniform and dense porous structures, enhancing their performance significantly.

UV Measurements:

Figure 3a shows the absorbance spectra of PAAm hydrogels doped with various MWCNTs contents. Insets represent to change in absorbance versus MWCNTs concentrations. It is seen that as MWCNTs contents increase absorbance intensities increase.

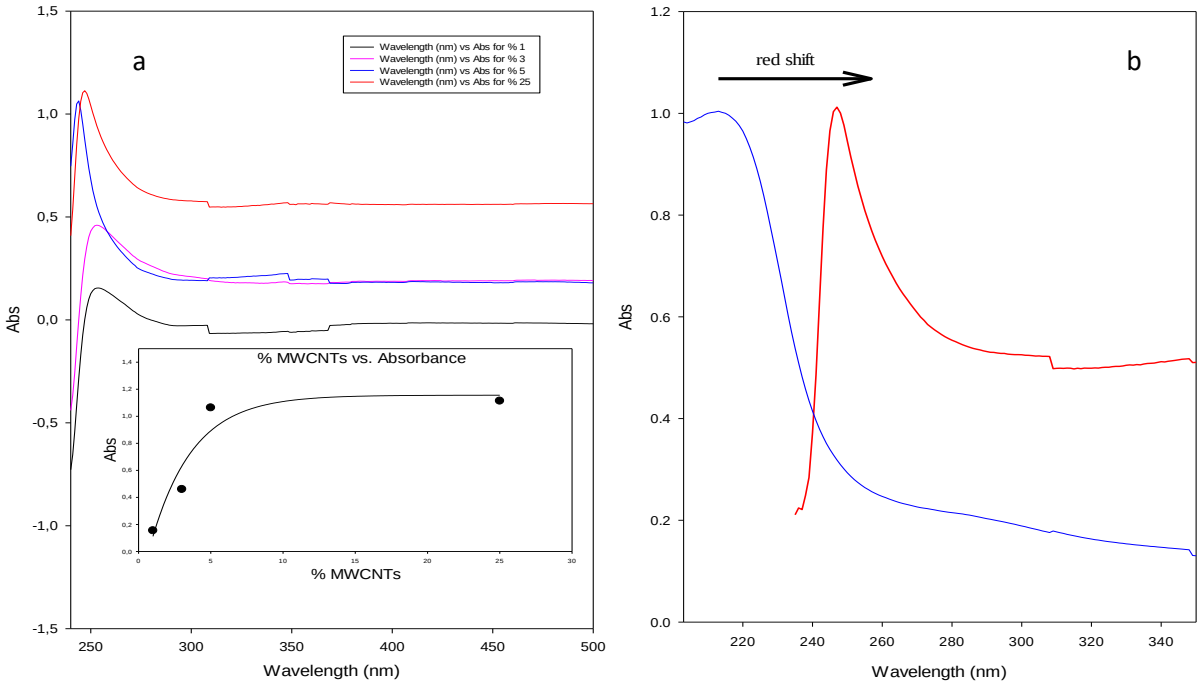


Figure 3. UV-Vis a) absorbance for PAAm hydrogels doped with various MWCNTs contents and b) change in absorbance wavelength for 0% and 25% MWCNTs samples.

The typical absorbance peak of MWCNTs has been observed at nearly 250 nm (Njuguna, 2015; Yusof, 2014). The absorbance peak for pure PAAm hydrogel is observed at 213 nm. The position of absorbance peaks shifts to a higher wavelength for PAAm hydrogels doped with MWCNTs. The change in absorbance peak position for 0% and 25% MWCNTs is represented in Figure 3b. This red shift explains the narrow bandgap energy determined by Planck-Einstein equation and given in Table 1 that can be indicated the high electrical conductivity of the composite (Kittel, 2004).

Table 1. Maximum wavelength for absorbance and bandgap energy for PAAm-MWCNTs samples.

MWCNTs %	λ_{max} (Abs) (nm)	E_{gap} (ev)
0	213	5.90
1	250	4.96
3	250	4.96
5	243	5.11
25	247	5.02

FTRF Measurements:

As a novelty, we studied the universality principle for hydrogels. Figure 4 represents the fluorescence decay curve, its fit, and lamp profile (scatter) at any time during the gelation process. Fluorescence decay curves are monitored and fitted to the exponential function given in Eq. (1).

$$I = Aexp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \quad (1)$$

Here τ is pyrene lifetimes and A corresponds to amplitudes of the decay curves.

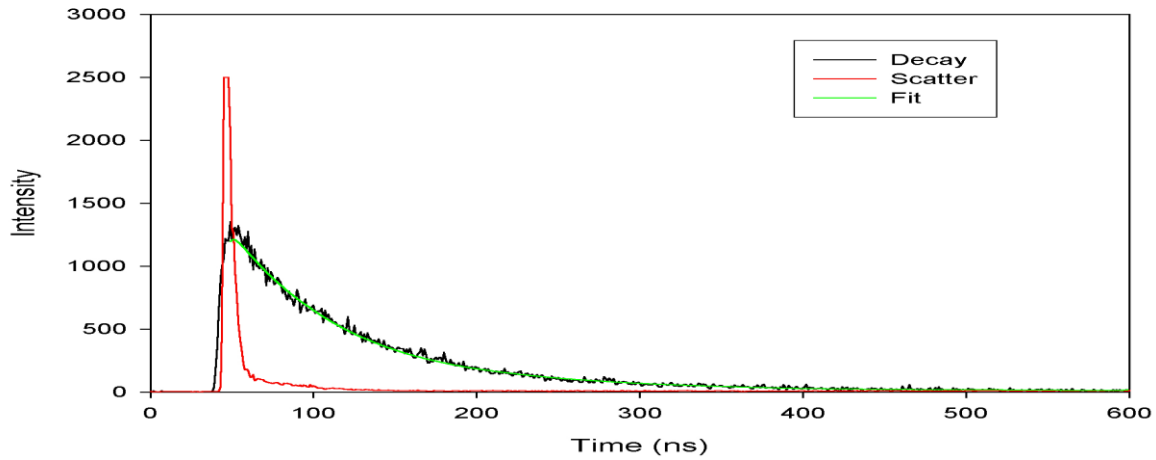


Figure 4. Fluorescence decay curve, its fit, and lamp profile at any gelation step.

Fluorescence decay profiles of Py at various gelation steps were monitored and observed that as the gelation time increases, excited pyrenes decay longer and longer by indicating that quenching of excited pyrenes decreases. τ values were produced at each gelation step using least square analysis (Pekcan et al., 2005). Using the τ and A values from least square analysis during gelation process for PAAm-MWCNTs, change in lifetimes during the gelation process are plotted versus gelation time in Figure 5a and b for 1% and 5% MWCNTs contents, respectively.

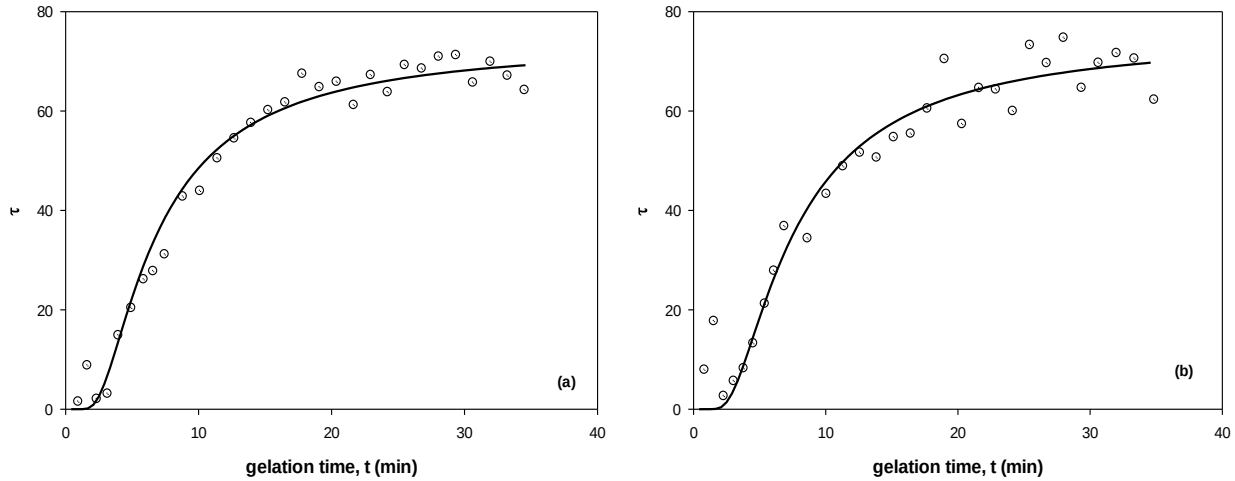


Figure 4. Change in fluorescence lifetime during gelation process for a) 1% MWCNTs, and b) 5% MWCNTs contents.

At the beginning of the reaction, all aromatic molecules are free to move and so their lifetimes are small due to quenching processes between sol molecules and pyrenes. At a definite time, monomer molecules increase bonding (propagation increase) and form a polymer structure (~25% monomer-polymer conversion). Then, the lifetime of aromatic molecules increase drastically and saturate due to forming of a grand polymer structure. Figure 6a and b show the time derivative of the change in the lifetime graph given in Figure 5a and b. Here

the maximum of peaks represents the maximum time, t_{max} needed for the sol-gel phase transition process. The critical time, t_c for gelation can be determined below this point in a very narrow region (Kaya et al., 2004).

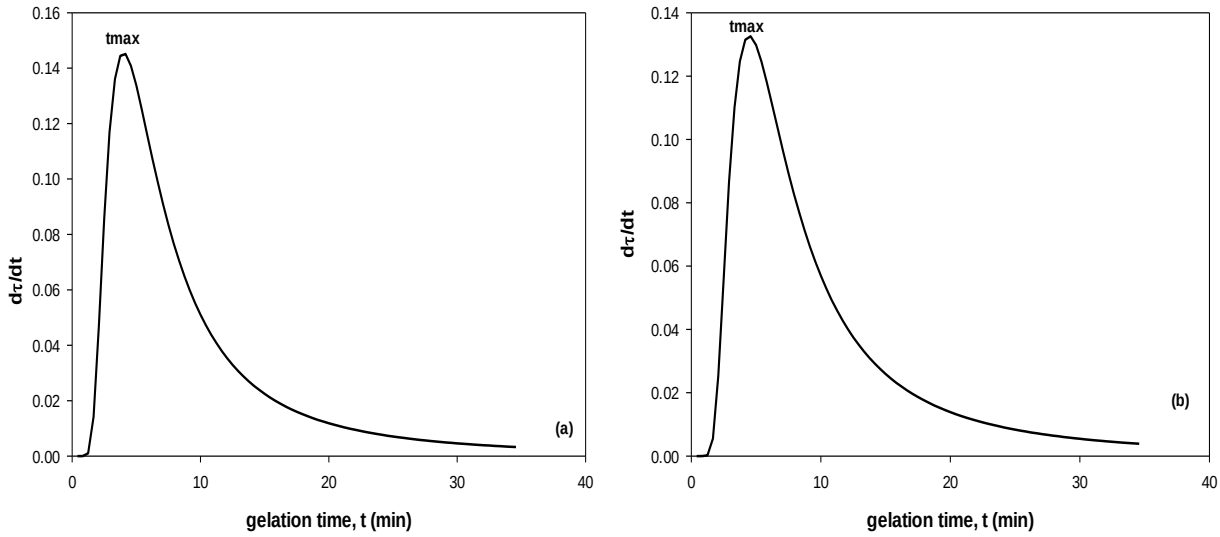


Figure 6. The first derivative of lifetime curves for a) 1% MWCNTs, and b) 5% MWCNTs contents.

The double logarithmic plot of best fits for Figure 5a and b near the critical time is given in Figure 7a and b.

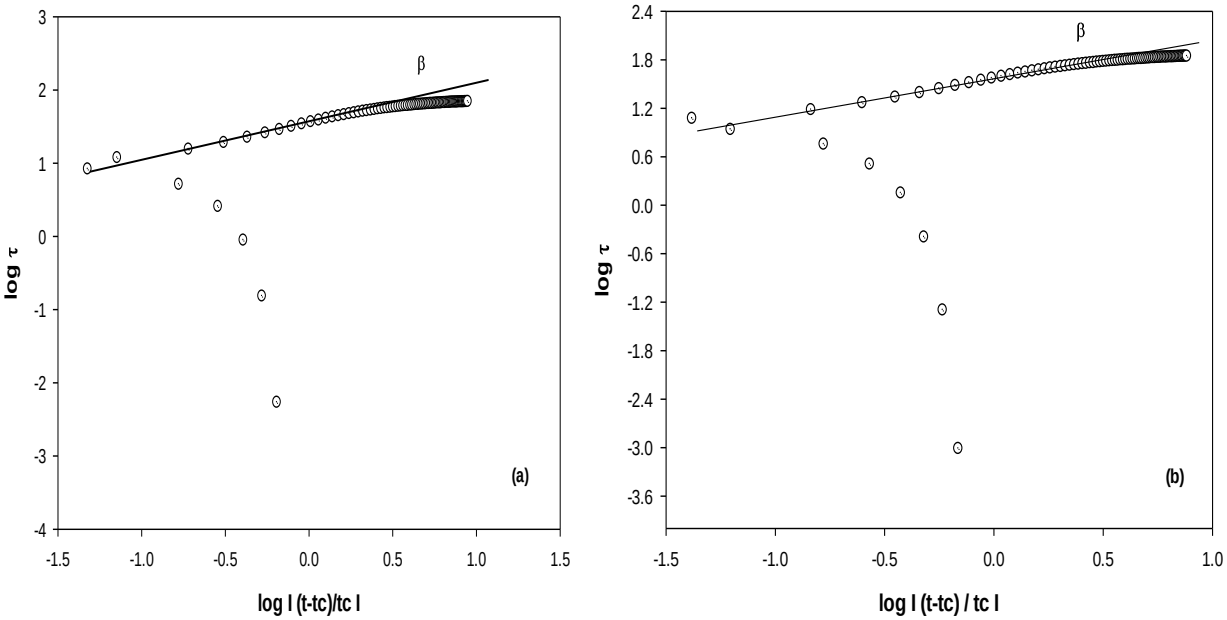


Figure 7. Double logarithmic plots for a) 1% MWCNTs, and b) 5% MWCNTs contents.

Above critical time, t_c^+ most of the monomers belong to macroscopic network and lifetime of aromatic molecules proportional to gel fraction, G given in below equation. Here β is the gel fraction exponent and measured the fit of Figure 7.

$$\tau \propto G\alpha B(t - t_c)^{\beta} \quad , \quad t \rightarrow t_c^{+} \tag{2}$$

We measured critical time, t_c and gel fraction exponent, β for PAAm hydrogels doped with various MWCNTs contents and our results are summarized in Table 2. The results are consistent with the percolation results.

Table 2. Experimentally measured parameters during the PAAm hydrogels doped with MWCNTs.

MWCNTs %	t_{max} (min)	t_c (min)	β
0	3.37	3.0	0.50
1	3.96	3.5	0.50
2	3.57	3.0	0.50
3	3.96	3.5	0.50
5	4.38	4.0	0.48

Mechanical Measurements:

Mechanical deformation experiments were also performed by applying 5kN force on the hydrogel samples. Elastic modulus values were determined from stress-strain curves given in Figure 8, and found to be 40 MPa, 2296 MPa, 1271 MPa and 7850 MPa for the hydrogel samples doped with 0%, 3%, 5%, and 25% MWCNTs contents, respectively. Inset represents to change in elastic modulus values versus MWCNTs%.

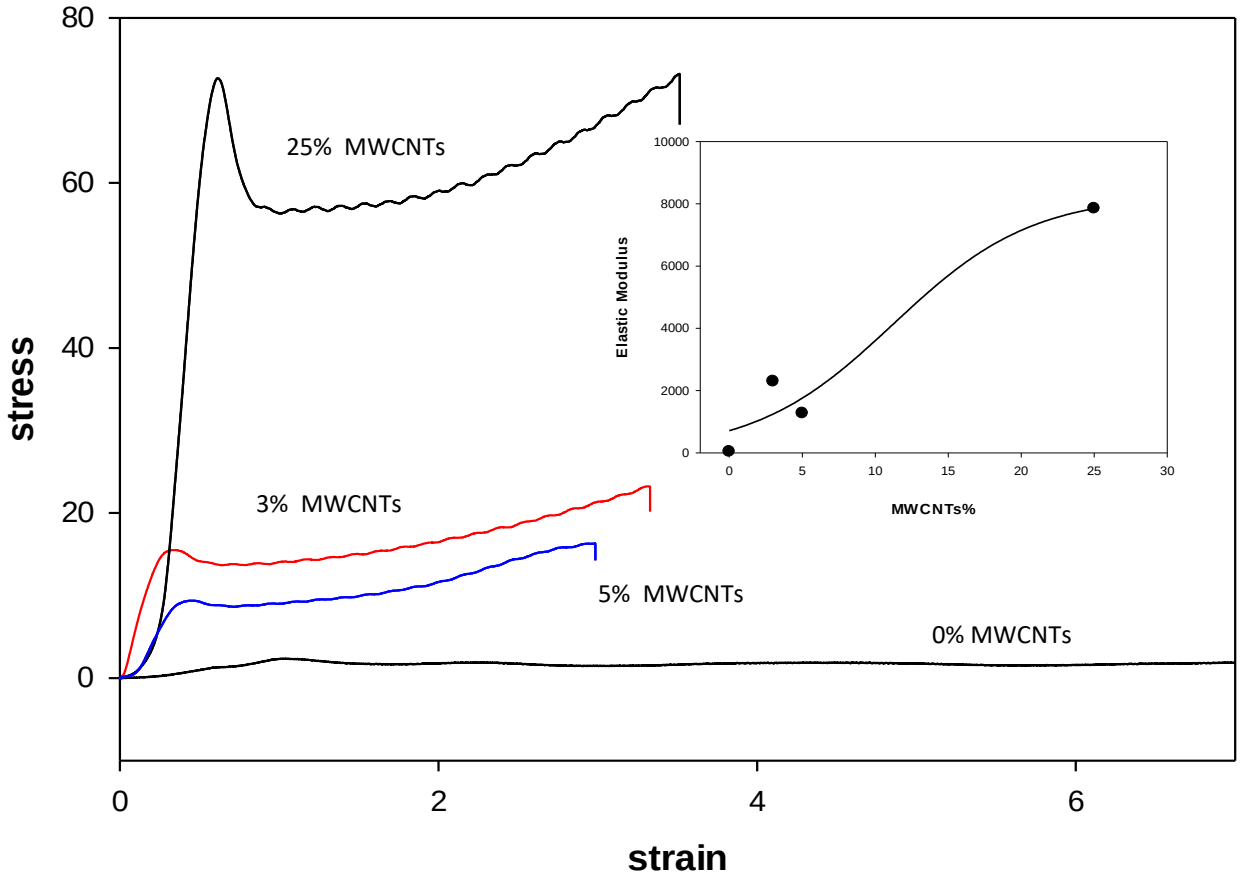


Figure 8. Stress-strain curves for hydrogel samples doped with MWCNTs under 5kN force.

Figure 8 indicates that as MWCNTs contents increase, elastic modulus values increase as a result of the mechanical strength of the hydrogel increases (Ogasawara et al., 2014; Sun et al., 2020; Tong et al., 2007). MWCNTs dispersion has a direct impact on the molecular tube–tube and tube–polymer interactions in MWCNTs-polymer composites, which affects their mechanical properties. This intermolecular interaction is critical for load transfer and interfacial bonding, which determines the mechanical properties of composites. This is due to the presence of hydrophobic MWCNTs. Hydrophobic MWCNTs replace the hydrophilic component, resulting in a porous network structure with thinner walls. The hydrophobic interaction between the MWCNTs and water molecules then increases the intermolecular forces.

CONCLUSION

In this work, we synthesized polyacrylamide (PAAm) hydrogels doped with multiwalled carbon nanotubes (MWCNTs) by free-radical crosslinking copolymerization. Structural measurements showed that hydrogels doped with MWCNTs formed a well dispersed structure with no aggregation. As a consequence of the optical investigations, as well as previous studies in the literature, it was established that as the MWCNTs content in the hydrogels increased, the absorbance increased. The absorbance peak of PAAM hydrogel was monitored at 213 nm and shifted to ~250 nm for the PAAm hydrogels doped with MWCNTs. This red shift indicated the narrow bandgap energy and higher electrical conductivity. It was determined that increasing the amount of MWCNTs has a significant impact on the optical characteristics of hydrogels composites. Gel fraction exponents for hydrogels were found with the consistency of percolation theory using FTRF results. It was also observed that elastic modulus values increased as MWCNTs values increased. Our results indicated that hydrogels reached a more durable structure with increasing MWCNTs contents. In conclusion, hydrogels doped with MWCNTs have great potential ensuring that this field of research remains active for many years to come.

REFERENCES

Cirillo G, Hampel S, Spizziri UG, Parisi OI, Picci N, Iemma F 2014. Carbon nanotubes hybrid hydrogels in drug delivery: a perspective review. BioMed Research International, 40: 825017.

Harris PJF 2004. Carbon nanotube composites. International Materials Reviews, 49:1, 31-43.

Kaya D, Pekcan Ö, Yılmaz Y 2004. Direct test of the Critical exponents at the sol-gel Phase Transition. Phy. Rev. E, 69:16117.

Kittel C 2004. Introduction to solid state physics, 8th edn. Wiley, 978-0-471-41526-8.

Mihajlovic M, Mihajlovic M, Dankers PYW, Masereeuw R, Sijbesma RP 2019. Carbon nanotube reinforced supramolecular hydrogels for bioapplications. Macromolecular Bioscience, 19: 1800173.

Moniruzzaman M, Winey KI 2006. Polymer nanocomposites containing carbon nanotubes. Macromolecules, 39 :5194-5205.

Njuguna J, Vanli OA, Liang R 2015. A review of spectral methods for dispersion characterization of carbon nanotubes in aqueous suspensions. Journal of Spectroscopy, 1:1-11.

Ogasawara T, Tsuda T, Takeda N 2011. Stress–strain behavior of multi-walled carbon nanotube/PEEK composites. Composites Science and Technology, 71(2): 73-78.

Pekcan Ö, Kaya D 2005. Universal Behaviour of Glass Transition Exponents in Various Polymeric Systems**.** Composite Interfaces 12(6): 501.

Pötschke P, Abdel-Goad M, Alig I, Dudkin S, Lellinger D 2004. Rheological and dielectrical characterization of melt mixed polycarbonate-multiwalled carbon nanotube composites. Polymer, 45(26): 8863-8870.

Pötschke P, Fornes TD, Paul DR 2002. Rheological behavior of multiwalled carbon nanotube/polycarbonate composites. Polymer, 43(11):3247-3255.

Sun X, Qin Z, Ye L, Zhang H, Yu Q, Wu X, Li J, Yao F 2020. Carbon nanotubes reinforced hydrogel as flexible strain sensor with high stretchability and mechanically toughness. Chemical Engineering Journal, 382:122832.

Tong X, Zheng J, Lu Y, Zhang Z, Cheng H 2007. Swelling and mechanical behaviors of carbon nanotube/poly(vinyl alcohol) hybrid hydrogels. Materials Letters, 61:1704-1706.

Yusof Y, Johan MR 2014. Concentration-dependent properties of amorphous carbon nanotube/silica composites via the sol–gel technique. Cryst. Eng. Comm., 16: 8570-8575.

ORAL PRESENTATION

Quantitative evaluation of four significant proteins in extracellular cervical secretions for the discrimination of cervical neoplasias.

Busra KOSE[1]* (0000-0001-7043-390X), Ozguc TAKMAZ[2] (0000-0002-3397-7980), A. Muhittin SERDAR[3] (0000-0002-3014-748X), Mete GUNGOR[2] (0000-0001-8010-4181), Hamdullah SOZEN[4] (0000-0003-1894-1688), Ecem ESER[5] (0000-0002-3306-0590), A. Tarik BAYKAL[3] (0000-0002-8814-7351)

[1] Department of Biochemistry and Molecular Biology, Institute of Health Sciences, Acibadem Mehmet Ali Aydinlar University, Istanbul, Turkey
[2] Department of Obstetrics and Gynecology, Faculty of Medicine, Acibadem Mehmet Ali Aydinlar University, Istanbul, Turkey
[3] Department of Medical Biochemistry, Faculty of Medicine, Acibadem Mehmet Ali Aydinlar University, Istanbul, Turkey
[4] Department of Obstetrics and Gynecology, Faculty of Medicine, Istanbul University, Istanbul, Turkey
[5] Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Arts and Science, Acibadem Mehmet Ali Aydinlar University, Istanbul, Turkey

Corresponding: Address: Icerenkoy mahalle, Kayisdagi cadde, No: 32, Atasehir, Istanbul, Turkey | 34752
E-mail 1: busra.kose1@live.acibadem.edu.tr
E-mail 2: busrakose2245@gmail.com
Phone: +90 506 109 5591

Abstract

Human papillomavirus (HPV) is the most common sexually transmitted infection worldwide and it is known as the major causative agent of cervical cancer (CxCa) despite the improvement in vaccines against the virus. CxCa represents the global health burden of HPV-related cancers. Cervical carcinoma follows virus-related cellular lesions, progresses slowly, and has high incidence and prevalence in younger sexually-active women populations mostly. Cervical pathologies are commonly diagnosed through cytological screening known as Pap-smear test, and HPV genotyping. However, these tests are expensive and depend on sophisticated equipment and well-trained personnel. Therefore, a novel screening method with novel biomarkers for detecting and prognosis of CxCa is needed. In this direction, we have performed a quantitative analysis for the four potential protein biomarkers in cervicovaginal fluid (CVF). These potential biomarkers which are stated as "statistically significant" were selected from two different discovery proteomics studies. Randomly selected 182 samples were analysed with Elisa test to quantitate the candidate biomarkers' clinical discrimination and performed statistical analysis of the results. The study continues with new samples, however, up to this point, we found that these biomarkers are not suited for development of a screening assay. This study is an example of a pre-validation study to evaluate the chance of the extracellular proteins to be clinical biomarkers.

Keywords: Cervical cancer, early diagnosis, cervicovaginal secretions, Elisa test, protein biomarkers

INTRODUCTION

Cervical cancer is the fourth most common cancer in women (WHO, 2018). In 2018, an estimated 570.000 women were diagnosed with cervical cancer worldwide and about 311.000 women died due to the disease (WHO, 2018). Typically, invasive tumors develop after the non-invasive pre-malign lesions turn into neoplastic lesions. Cervical carcinoma follows HPV-related cell lesions, and slowly (in 2-15 years) progress (de Martel et al., 2017). Management of cervical cancer screening follows current guidelines. According to the Bethesda System, Cervical Intraepithelial Neoplasias (CINs) are graded on 1 to 3 scale: CIN-1, CIN-2, and CIN-3, which are referred to "mild dysplasia"; "moderate dysplasia"; and "severe dysplasia" respectively. Since these cervical pathologies usually don't cause any symptoms, the cervix is routinely screened through Pap-smear test, and HPV genotyping for women, independent from any complaint. However, these tests are expensive and depend on sophisticated equipment and well-trained personnel and have low attendance rates worldwide. Therefore, a novel screening method with novel biomarkers for the detecting and prognosis of cervical cancer is needed (Castle et al., 2016; de

Martel et al., 2017; Abbas et al., 2019; Silver et al., 2020). Concerning this, studies for investigation of cervicovaginal secretion (CVS) have been conducting for the last 20 years (Zegels et al., 2018).

The aim of this study, reveals the target proteins' clinical performance of the discrimination performance between healthy and patient groups. In this direction, CVS samples were collected from volunteered women and performed Elisa test. Regarding the target proteins, which are alpha-actinin-4 (ACTN4), annexin-a-2 (ANXA2), squamous cell carcinoma antigen-1 (SCCA1), and squamous cell carcinoma antigen-2 (SCCA2) proteins were selected from two different discovery proteomics studies with a meta-analysis. These target proteins had been stated as "statistically significant & candidate biomarkers" for cervical cancer screening (Van Raemdonck et al., 2014; Starodubtseva et al., 2019). As it's expected, our target proteins may contribute the carcinogenesis, they all can play a role in it. Therefore, the hypothesis of the study was "the amounts of these proteins are increased in CVS from healthy individuals towards the CIN-3 stage". Thus, we collected 182 samples and optimized them according to the Elisa test, and normalized our calculations with a correction to total protein concentration. We determined their quantitative statistical significance reliably.

MATERIALS & METHODS

Regarding the study, three clinical groups were settled off which consist of neoplasia stages and healthy individuals. The project can be examined in five steps (Figure-2). The samples were collected from volunteered women at Acibadem Maslak Hospital and polyclinics of Istanbul University, Faculty of Medicine, Gynecological Oncology Department. We collected 80 Control; 71 CIN-1 stage; 15 CIN-2 stage; 16 CIN-3 stage samples, in total (Figure-1). The samples were collected from both pre- and post-menopause women, but not during menstrual bleeding. The exclusion criteria were the same as the usual Pap-smear test conditions, like scheduling according to the menstruation cycle, avoiding having unprotected sexual intercourse, or vaginal douche within the past 48 hours. Regarding the control group, participants did not exclude current genitourinary system infections (such as Chlamydia, gonorrhea, acute cystitis, vaginitis, vulvitis, cervicitis, etc.), or any other sexually transmitted disease (STD) symptoms. In other words, all other pathologies, except for those within the dysplasia, included to Control Group.

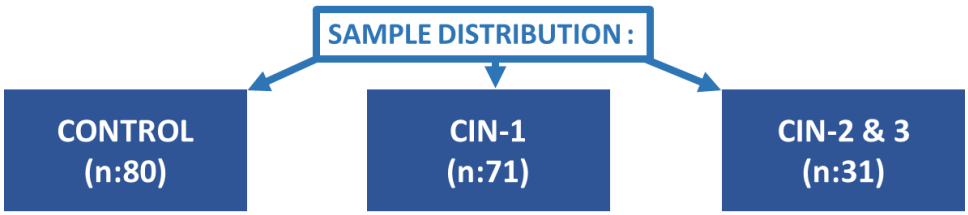


Figure 1 : Sample Distribution | Clinical groups have been created with the cervicovaginal secretion samples

Patient groups were designed to depend on the neoplasia stage of the colposcopic biopsy results only. The method was carried out following the guideline and all volunteers provided written informed consent by their physician, and participants gave their signed consent before the start of the study. The study was approved by the Ethics Committees of the Acibadem Mehmet Ali Aydinlar University (protocol ref. num. 2020-01/30). In addition, clinical data of the patients has been collected concomitantly. The patient chart includes demographic information, history of the relevant disease, contraception method, current complaints and presence of any urogenital infections, and of course, results of Pap-smear test, HPV genotyping, colposcopic examination, and biopsy.



Figure 2: A Diagram for Study Flow

Regarding the material that we chose for sample collection, it is a polyvinyl alcohol sponge (ophthalmological sponge) which consists of speed and ultra highly absorbent, porous material. CVS is absorbed directly into the sponge during the gynecological examination right before the colposcopy, by the doctor.

Collected samples are prepared according to the in-house protocol. Samples are labeled and frozen at -20 °C. Upon arrival at the laboratory, 1 mL of Extraction Buffer at +4 °C is added on the ice, sample tubes vortexed for 10 seconds, and incubated overnight at +4 °C (Figure-4). The Extraction Buffer (pH: 7.4) is also developed in-house and contains sodium chloride, ammonium bicarbonate, glycerine, sodium azide, and proteinase inhibitors

in phosphate buffer saline. End of the incubation, the liquid in the tube is taken into the new collection tube, the sponge is squeezed into the plastic pipette tip and centrifuged in the tube, the liquid that goes to the bottom is also taken (all these steps are done at +4 °C.). The whole collected liquid is centrifuged to the cell debris is precipitated as pellets, and the clear supernatant is separated. All samples are calculated as their total protein concentration before their storage at -20 °C by dividing them into three aliquots.



Figure 3 : Sample swabs in Extraction Buffer | A polyvinyl alcohol sponge swab for ophthalmological surgical

The aim of this protocol is to elution the CVS from the sponge as much as possible and obtain a clear, homogeneous liquid. After then, each sample is calculated of the total protein concentration by bicinchoninic acid assay. The mean of the total protein concentration values of the samples is 974.01 ug/mL (Figure-3).

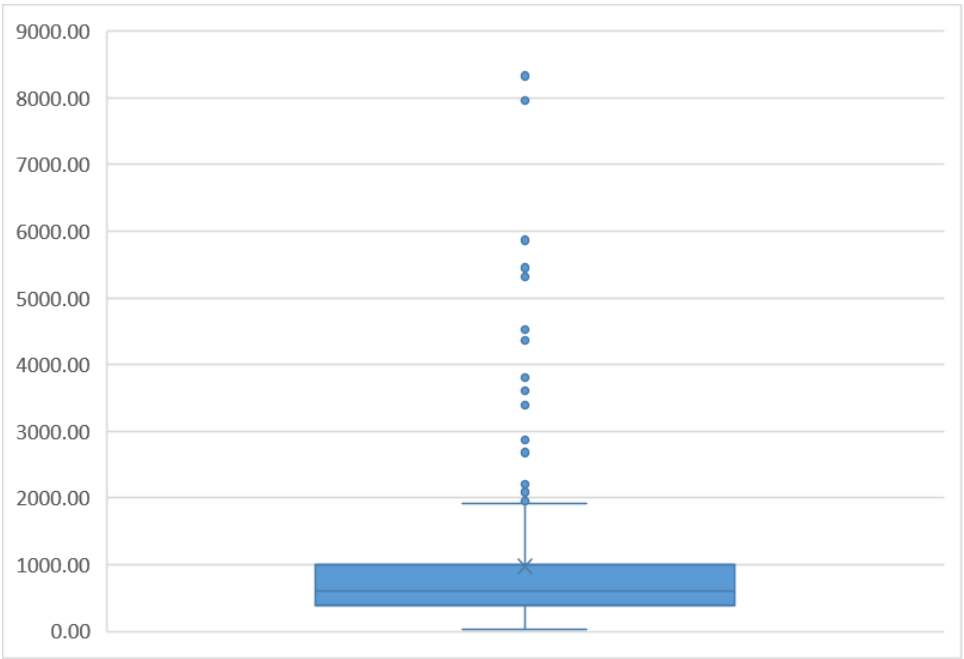


Figure 4 : Samples' total protein concentration distribution chart | Mean value is 974.01 ug/mL.

The next step of the study flow was the “Optimization Experiments” at the beginning of the project, so we optimized the commercial Elisa kits according to the unique sample matrix by serial dilution trials. We spent one kit for each target protein for the optimization. As a result, we determined the proper dilution rates (Figure-5).

Alpha-actin-4	Annexin-A2	Squamous cell carcinoma antigen-1	Squamous cell carcinoma antigen-2
According to the samples' total protein concentration:	1:3 dilution rate	1:3 dilution rate	1:3 dilution rate
< 1000 ug/mL --> 1:100 dilution rate			
Between 1000 - 3000 ug/mL --> 1:500 dilution rate			
> 3000 ug/mL --> 1:1000 dilution rate			

Figure 5 : Proper dilution rates of target proteins for Elisa test | Each sample dilutes according to its total protein concentration for ACTN4. For the other three, determined the 1:3 dilution rate is optimal for any sample.

The fourth step of Study Flow is the Elisa test, which is the main experiment of the study. We spend twelve kits in total. For every set of experiments, each sample was diluted for each target protein. Elisa tests were applied according to the commercial kits' protocols. For every measurement; the amount of the target protein was corrected with the total protein concentration (normalized protein abundance = (amount of the target protein x 100) / total protein concentration of the sample) of each sample. This correction is needed because it is an atypic body fluid, it is not a stable or well-defined body fluid, there is a requirement for a "normalization factor" to determine the correct rates between the samples. Three different sets of experiments were established for each target protein with the different samples: First set: 20 of Control, 15 of CIN-1 Group, 5 of CIN-2&3 Group; second set: 14 of Control Group, 42 of CIN-1 Group, 14 of CIN-2&3 Group; and third set: 46 of Control Group, 14 of CIN-1 Group, 12 of CIN-2&3 Group (Figure-5).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	Std1	Std1	Std2	Std2	Std3	Std3	Std4	Std4	Std5	Std5	Blnk	Blnk
B	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13	13
C	14	14	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19
D	21	21	22	22	23	23	24	24	25	25	26	26
E	27	27	28	28	95	95	98	98	99	99	101	101
F	102	102	108	108	110	110	115	115	117	117	118	118
G	121	121	124	124	127	127	128	128	130	130	100	100
H	109	109	112	112	109	109	111	111	Recovery	Recovery	Recovery	Recovery

	6 x 2
Control	20 x 2
CIN-1	15 x 2
CIN-2&3	(3+2) x 2
Recovery	2 x 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	Std1	Std1	Std2	Std2	Std3	Std3	Std4	Std4	Std5	Std5	Blnk	Blnk
B	29	31	33	36	38	40	41	42	43	44	45	49
C	51	55	134	135	139	141	143	147	150	153	155	156
D	157	158	160	161	166	167	168	169	172	174	176	178
E	179	180	184	186	189	191	194	196	197	198	201	204
F	205	207	215	ÇTP2	ÇPT5	ÇPT7	ÇPT18	ÇPT34	133	133	148	148
G	163	163	177	177	183	183	185	185	188	188	132	132
H	144	144	151	151	152	152	171	171	187	187	209	209

	6x2
Control	14
CIN-1	42
CIN-2&3	(7+7) x 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	Std1	Std1	Std2	Std2	Std3	Std3	Std4	Std4	Std5	Std5	Blnk	Blnk
B	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
C	82	83	84	85	86	87	88	89	90	92	93	97
D	103	104	105	114	116	119	125	126	136	137	138	140
E	145	146	154	162	164	165	170	175	181	192	142	149
F	159	228	229	232	ÇPT37	ÇPT39	ÇPT53	ÇPT55	ÇPT56	ÇPT60	ÇPT62	ÇPT69
G	122	122	190	190	211	211	ÇPT1	ÇPT1	ÇPT59	ÇPT59	120	120
H	ÇPT26	ÇPT26	ÇPT27	ÇPT27	ÇPT30	ÇPT30	ÇPT46	ÇPT46	ÇPT54	ÇPT54	ÇPT66	ÇPT66

	6x2
Control	46
CIN-1	14
CIN-2&3	(5+7) x 2

Figure 6 : Elisa plate desing | In total, 12 kits were spent, 182 samples were tested.

RESULTS & CONCLUSION

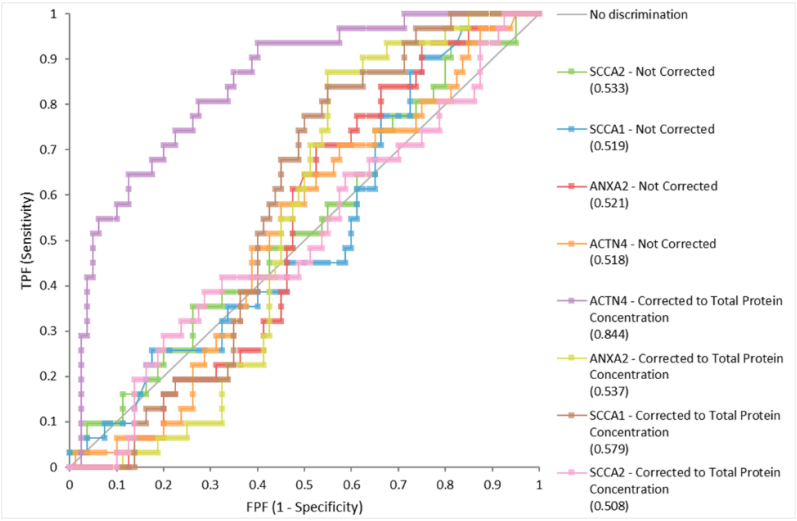
A total of 182 samples were analyzed with the Elisa test. We found significance within ACTN4 protein, between Control – CIN of grade 1 group and Control – CIN of grade 2 or higher group. Regarding statistical analysis data, descriptive table, Receiver Operating Characteristic (ROC) curves, box-plot charts, and their discussion are below. All calculations and illustrations were carried out in Microsoft Office Excel, PowerPoint, "Statistical Analysis Software (SPSS) PASW Statistics Data Editor 18", and "Analyze-it" software.

Table 1 : Descriptive table of the statistics

Sample size	182
Coefficient of determination R^2	0.07155
R^2-adjusted	0.04517
Multiple correlation coefficient	0.2675
Residual standard deviation	0.4863

1. Sensitivity and Specificity Analysis

The first ROC curve (Figure-7) represents the Control and CIN-2&3 groups. Except for ACTN4, none of them can able to discriminate between the groups. ACTN4 which is corrected with the total protein concentration 0.84 Area Under Curve (AUC) value, for discrimination of the Control and CIN-2&3 group with the 0.54 cut-off point according to Youden's index.

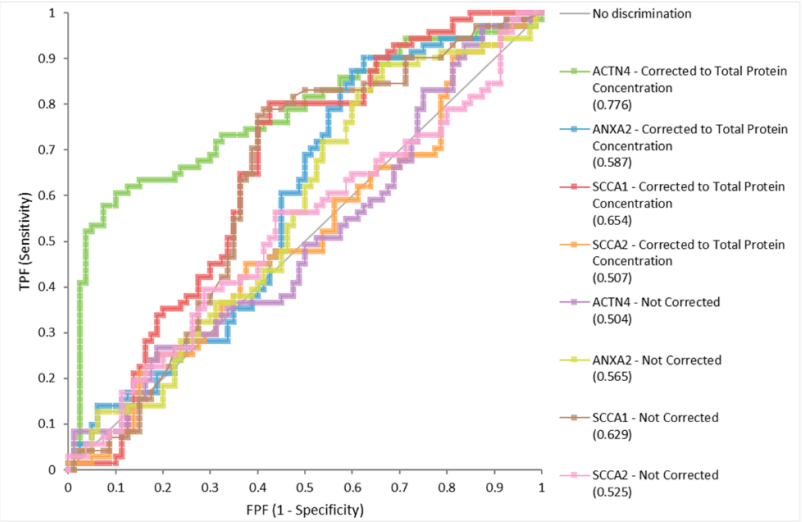


	CIN-2&3	Control	Total
Grup4	31	80	111

	AUC	95% CI
SCCA2 - Not Corrected	0.533	0.414 to 0.653
SCCA1 - Not Corrected	0.519	0.403 to 0.636
ANXA2 - Not Corrected	0.521	0.412 to 0.630
ACTN4 - Not Corrected	0.518	0.403 to 0.632
ACTN4 - Corrected to Total Protein Concentration	0.844	0.766 to 0.922
ANXA2 - Corrected to Total Protein Concentration	0.537	0.432 to 0.642
SCCA1 - Corrected to Total Protein Concentration	0.579	0.474 to 0.684
SCCA2 - Corrected to Total Protein Concentration	0.508	0.386 to 0.629

Figure 7 : ROC curve for Control and CIN-2&3 Groups

The second ROC curve represents the Control and CIN-1 groups. Except for ACTN4, none of them can able to discriminate between the groups. ACTN4 which is corrected with the total protein concentration has a 0.77 AUC value, for discrimination of the Control and CIN-1 group with the 0.51 cut-off point according to Youden's index.

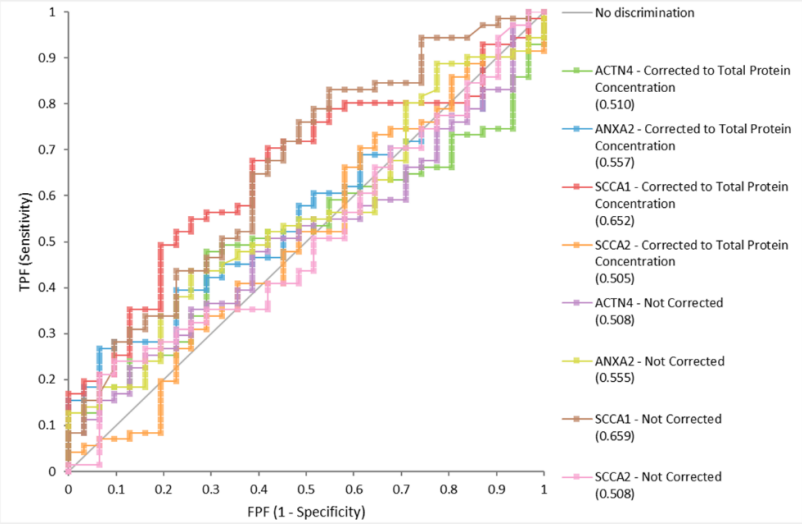


	CIN-1	Control	Total
Grup6	71	80	151

	AUC	95% CI
ACTN4 - Corrected to Total Protein Concentration	0.776	0.698 to 0.853
ANXA2 - Corrected to Total Protein Concentration	0.587	0.495 to 0.679
SCCA1 - Corrected to Total Protein Concentration	0.654	0.565 to 0.742
SCCA2 - Corrected to Total Protein Concentration	0.507	0.414 to 0.600
ACTN4 - Not Corrected	0.504	0.410 to 0.597
ANXA2 - Not Corrected	0.565	0.472 to 0.657
SCCA1 - Not Corrected	0.629	0.538 to 0.720
SCCA2 - Not Corrected	0.525	0.431 to 0.618

Figure 8 : ROC curve for Control and CIN-1 Groups

The third ROC curve represents the CIN-1 and CIN-2&3 groups. And none of them can able to discriminate between the patient groups. AUC values are between 0.51 – 0.66.



	CIN-1	CIN-2&3	Total
Grup5	71	31	102

	AUC	95% CI
ACTN4 - Corrected to Total Protein Concentration	0.510	0.396 to 0.624
ANXA2 - Corrected to Total Protein Concentration	0.557	0.443 to 0.672
SCCA1 - Corrected to Total Protein Concentration	0.652	0.540 to 0.763
SCCA2 - Corrected to Total Protein Concentration	0.505	0.380 to 0.630
ACTN4 - Not Corrected	0.508	0.391 to 0.625
ANXA2 - Not Corrected	0.555	0.437 to 0.673
SCCA1 - Not Corrected	0.659	0.542 to 0.776
SCCA2 - Not Corrected	0.508	0.387 to 0.629

Figure 9 : ROC curve for CIN-1 and CIN-2&3 Groups

2. Discrimination of ACTN4 Protein Between the Groups

ACTN4, which is stated as the most promising candidate protein in the research articles mentioned earlier, has been found the only significant protein in this study (Figure-11, Figure-12). However, ACTN4 doesn't increase by the towards to patients' groups but decreases; which is the opposite of the hypothesis of the articles (Van Raemdonck et al., 2014; Starodubtseva et al., 2019). Also, the correction with total protein concentration has not been applied in those papers.

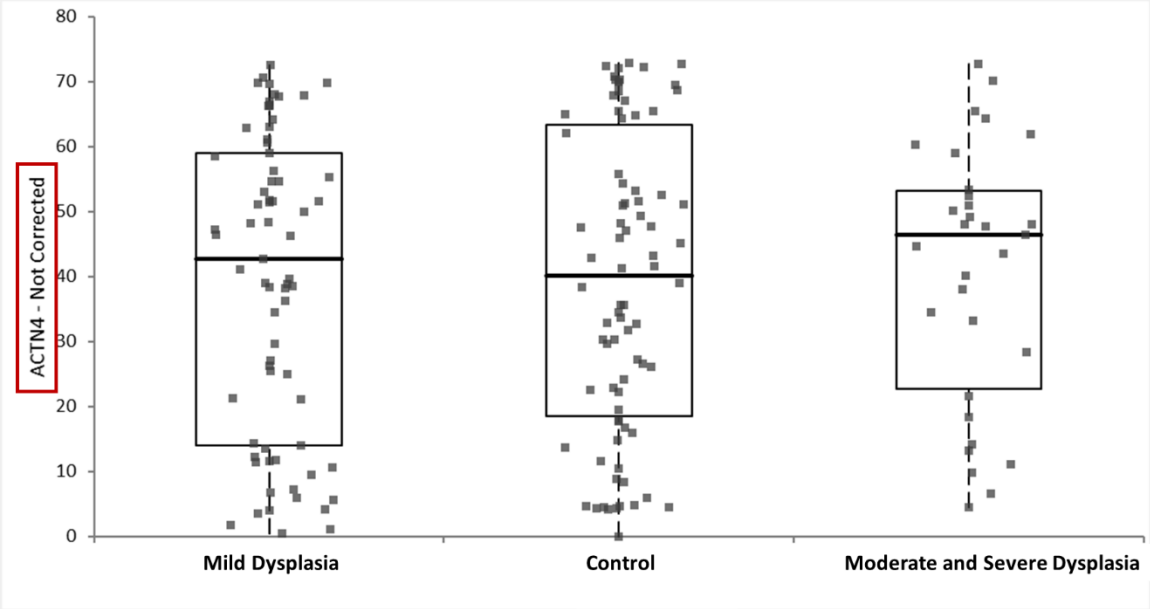


Figure 10 : Box-plot charts for ACTN4 - Not-corrected

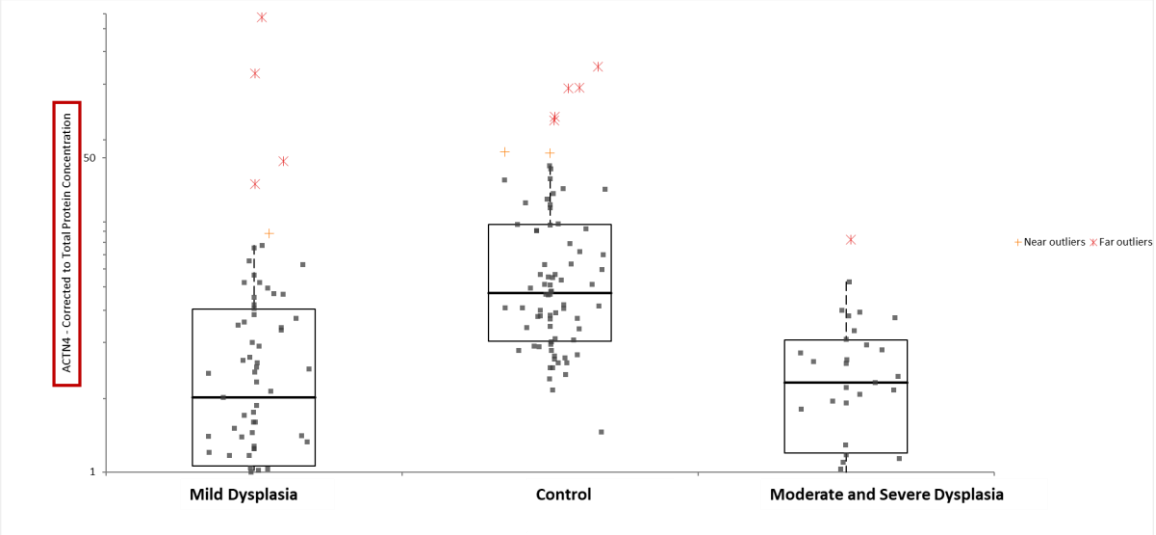


Figure 11 : Box-plot charts for ACTN4 - Corrected

Lastly, the SPSS box-plot charts for the discrimination of the ACTN4 between groups. From our point of view, whether or not with the total protein correction, none of these proteins can be used for clinical purposes. In this way, we can see the importance of quantitative validation with a large cohort to assess the clinical value of the molecules.

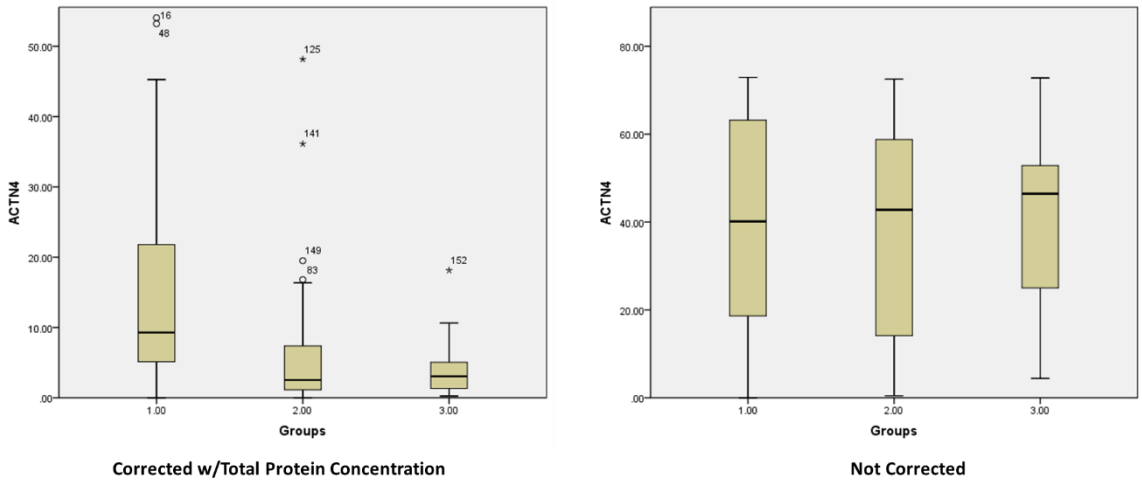


Figure 12 : SPSS Box-plot charts for ACTN4 | Corrected and Not-corrected

3. Conclusion

The target proteins of this study are expressed in many tissue types, including female urogenital tissues. Also, those have been associated with cancer in literature. They involve in the extracellular matrix organization, affecting mechanisms of the cell migration. Especially, regarding ACTN4, several research studies have been shown that it involves the beta-catenin-mediated proliferation, regulation of cancer stem cells, and chemoresistance in cervical cancer cells.

The strengths of this study are using sets of cases and controls with high-quality and detailed clinical data, including histology-based biopsy clinically validated. Furthermore, this study offers that utilizing the CVS for routine clinical purposes has a high probability, since its easy-obtainable, measurable, and optimizable specifications.

Interestingly, we found that ACTN4 has been stated that significant as towards sickness with its increasing amount in the previous articles, however, as the opposite of this initial theory, we are stated that ACTN4 is significant as towards sickness with its decreasing amount with our corrected version. However, normalization is the most essential intervention to the data for this kind of study. Consequently, we have evaluated these results as unuseful for clinical purposes, because a decreased amount of the marker, can be unreliable for the screening test on the contrary of the increased amount.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was funded by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) – Program: 1002 - Grant No: 120S237). Our heartfelt thanks goes to the following individuals and institutions, who have shared their invaluable assistance, expertise, and/or information with us throughout the project. We thank Acıbadem Labmed for the support provided us regarding sample transportation. And we thank our gynecology team for the sample collection with an intense sense of responsibility. And we thank our volunteer participants for their generosity.

REFERENCES

1. "Cancer Statistics: Cancer Deaths: Cervical Cancer", World Health Organisation. https://www.who.int/cancer/prevention/diagnosis-screening/cervical-cancer/en/ Son erişim tarihi: 27 Ocak 2020.
2. Abbas, K., Zandvoort, K. V., Brisson, M., ve Jit, M. 2019. "Effects of Demography, Disability Weights and Cervical Cancer Burden on HPV Vaccination Impact Estimates in 177 Countries: PRIME Modelling Study", Disability Weights and Cervical Cancer Burden on HPV Vaccination Impact Estimates in, 177.
3. Castle, P. E., Rodriguez, A. C., Bowman, F. P., Herrero, R., Schiffman, M., vd. 2004. "Comparison of ophthalmic sponges for measurements of immune markers from cervical secretions", Clin. Diagn. Lab. Immunol., 11(2), 399-405.
4. Castle, P. E., ve Maza, M. 2016. "Prophylactic HPV vaccination: past, present, and future", Epidemiology and Infection, 144(3), 449-468.
5. Castle, P. E., Wacholder, S., Sherman, M. E., Lorincz, A. T., Glass, A. G., vd. 2002. "Absolute risk of a subsequent abnormal pap among oncogenic human papillomavirus DNA-positive, cytologically negative

women", Cancer: Interdisciplinary International Journal of the American Cancer Society, 95(10), 2145-2151.

6. de Martel, C., Plummer, M., Vignat, J., ve Franceschi, S. 2017. "Worldwide burden of cancer attributable to HPV by site, country and HPV type", International journal of cancer, 141(4), 664-670.
7. Silver, M. I., ve Kobrin, S. 2020. "Exacerbating disparities: Cervical cancer screening and HPV vaccination", Preventive medicine, 130, 105902.
8. Starodubtseva, N. L., Brzhozovskiy, A. G., Bugrova, A. E., Kononikhin, A. S., Indeykina, M. I., vd. 2019. "Label-free cervicovaginal fluid proteome profiling reflects the cervix neoplastic transformation", Journal of Mass Spectrometry, 54(8), 693-703.
9. Van Raemdonck, G. A., Tjalma, W. A., Coen, E. P., Depuydt, C. E., ve Van Ostade, X. W. 2014. "Identification of protein biomarkers for cervical cancer using human cervicovaginal fluid", PloS one, 9(9).
10. Zegels, G., Van Raemdonck, G. A., Coen, E. P., Tjalma, W. A., ve Van Ostade, X. W. 2009. "Comprehensive proteomic analysis of human cervical-vaginal fluid using colposcopy samples", Proteome science, 7(1), 17.

ORAL PRESENTATION

Elektrik Motorlarında Verim Analiz Yöntemlerinin İncelenmesi

Ahmet Faraşoğlu[1*] (*https://orcid.org/0000-0002-2360-4128*), Gül Kurt[2] (*https://orcid.org/0000-0001-9212-5465*)

[*1]Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği, Kocaeli, Türkiye
[2] Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği, Kocaeli, Türkiye

*ahmet.farasoglu@gmail.com

Özet
Ülkemizde ve dünyada halen devam etmekte olan Covid19 pandemisi ile elektrik enerjisinin bir kez daha ne kadar önemli olduğunu anladık. Üretilen elektrik enerjisinin büyük bir kısmının fosil yakıtlardan elde edilmesi ve dünyada bulunan fosil yakıtların hızla tükenmesi aynı zamanda bu kaynakların yarattığı çevre sorunları, tasarruf ve enerji verimliliğini gündeme getirmiştir. Üretilen elektrik enerjisinin yaklaşık yarısı endüstiriyel işletmelerde, endüstiriyel işletmelerde kullanılan elektriğin ise %65'ini elektrik motorlarının tükettiği bilinmektedir. Bu sebeple endüstiriyel işletmelerde kullanılan elektrik motorlarında büyük bir enerji tasarrufu potansiyeli bulunmaktadır. Dolayısıyla elektrik enerjisinin tüketiminde en büyük paya sahip olan elektrik motorlarının verim değerleri çok önemlidir. Bu çalışmada litaratürde mevcut bulunan elektrik motoru verim analiz yöntemlerinin incelenmesini sunulmaktadır. En sık kullanılan yöntemler kısaca tarif edilmiştir, bu yöntemler fiziksel özelliklerine göre ana katagoriye ayrılmıştır. Oluşturulan bir tablo ile verim analiz yöntemlerini sisteme müdahale seviyesi, ölçüm doğruluk yüzdesi gibi katogorilerde karşılaştırılmıştır. İncelenen elektrik motoru verim analiz yöntemlerinin doğruluk yüzdesine ve sisteme müdahale seviyesine göre uygulanabilirliği açısından yorumlar yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji Verimliliği, Elektrik Motorlarında Verim, Elektrik Motorlarında Verim Analiz Yöntemleri

Investigation of Efficiency Analysis Methods in Electric Motors

Abstract
With the Covid-19 pandemic still ongoing in our country and around the world, we have once again realized how important electrical energy is. At the same time, environmental problems created by these resources, savings and energy efficiency have been raised by the fact that most of the electricity produced is derived from fossil fuels and the rapid depletion of fossil fuels found in the world. It is known that about half of the electrical energy produced is consumed by industrial enterprises, and 65% of the electricity used in industrial enterprises is consumed by electric motors. For this reason, there is a great energy saving potential in electric motors used in industrial enterprises. Therefore, the efficiency values of electric motors, which have the largest share in the consumption of electrical energy, are very important. In this study, the analysis of the electric motor efficiency analysis methods available in the literature is presented. The most commonly used methods are briefly described, these methods are divided into the main categories according to their physical characteristics. A table was created and the methods of efficiency analysis were compared in categories such as the level of intervention in the system, the percentage of measurement accuracy. Comments were made on the applicability of the studied electric motor efficiency analysis methods according to the percentage of accuracy and the level of intervention in the system.
Keywords: Energy Efficiency, Efficiency in Electric Motors, Efficiency Analysis Methods in Electric Motors.

GİRİŞ

Ülkemizde üretilen toplam elektrik enerjisinin yaklaşık yarısı endüstiriyel işletmelerde, endüstiriyel işletmelerde kullanılan elektriğin ise %65'ini elektrik motorlarının tükettiği bilinmektedir. Ortalama olarak, endüstriyel tesislerdeki motorlar, büyük boyutlu tesisler veya düşük koşullar nedeniyle nominal yüklerinin% 60'ında çalışır ve bunun sonuçu olarak oldukça düşük verimliliklere sahiptir. Küresel enerji kıtlığı ve sera etkisi kötüleştikçe, sanayide kullanılan elektrik motorlarının enerji kullanımının iyileştirilmesi daha fazla dikkat çekmeye başlamıştır. Bu, büyük boyutlu motorların proses ihtiyacına göre optimize edilerek daha ufak boyutlu

ve daha verimli motorlar ile değiştirmek veya daha verimli kontrol teknikleri uygulamak gibi birçok yolla yapılabilir.

Bu çalışmada litaratürde mevcut bulunan elektrik motoru verim analiz yöntemlerinin incelenmesini sunulmaktadır. En sık kullanılan yöntemler kısaca tarif edilmiştir, bu yöntemler fiziksel özelliklerine göre ana katagoriye ayrılmıştır. Son kısımda daha önce yapılmış çalışmalardan doplanan veriler ile oluşturulmuş bir tablo yer almaktadır. Çalışmada irdelenen yöntemlerin yüzdesel olarak hata değerleri ve sisteme müdahale seviyeleri incelenmiştir.

MOTOR KAYIPLARININ VE VERİMLİLİĞİN TANIMI

Motordaki toplam kayıplar burada önemlidir, çünkü verimliliği bulmak toplam kayıpları bulmakla eşdeğerdir. IEEE Std-112 bölüm 5, asenkron motorlardaki beş tür kaybı denklem (1)'de olduğu gibi tanımlar. (IEEE Standard 112-2004, 2004)

$$W_{Kayıp} = P_{Giriş} - P_{Çıkış} = W_S + W_r + W_{Core} + W_{fw} + W_{LL} \quad (1)$$

Burada $P_{\text{Giriş}}$ ve $P_{\text{Çıkış}}$ sırasıyla motorun giriş ve çıkış güçleridir ve $W_{\text{Kayıp}}$ motordaki kayıpların toplamıdır. Stator bakır kaybı W_S, stator sargılarındaki kayıptır. Üç fazlı bir motor için $1{,}5I^2R$'ye eşittir, burada belirtilen *I*; yükte hat başından ölçülen veya hesaplanan rms akımı, ve *R;* belirtilen sıcaklığa ayarlanmış herhangi iki hat arasındaki ortalama DC dirençdir. Düzgün tasarlanmış bir motor için *R*, R_S'nin iki katıdır.
Rotor bakır kaybı W_r rotor sargılarındaki kayıptır. Birim başına kayma kullanılarak belirlenmelidir. (2)

$$W_r = (P_{Giriş} - W_S - W_{Core}) \times S \quad (2)$$

Burada *S* kaymadır.

Çekirdek kaybı W_{Core} demirdeki histetezis ve girdap akımlarını mıknatıslanmasından kaynaklanır. Giriş geriliminin karesine göre yaklaşık olarak değişir, ancak sabit giriş voltajı için yük olmadan tam yüke kadar yaklaşık olarak sabit kalır. Genellikle yüksüz test ile ölçülür.
Rüzgar ve sürtünme kaybı W_{fw}, sürtünme ve sargı nedeniyle mekanik dönme kaybıdır. Ayrıca yüksüz çalışmadan tam yükte çalışmaya kadar neredeyse sabittir ve genellikle yüksüz testi ile ölçülür.
Diğer yük kaybları W_{LL},yukarıdaki ana kayıpların dışında oluşan kayıpların toplamıdır.

Motor verimliliği *η;*

$$\eta = \frac{P_{Çıkış}}{P_{Giriş}} \times 100\% = 100\% - \frac{W_{Kayıp}}{P_{Giriş}} \times 100\% \quad (3)$$

VERİMLİLİK TAHMİN YÖNTEMLERİ

Çalışan motorlarda verimliliği tahmin eden yöntemleri, tek bir temel algoritma veya bu bölümde listelenen farklı temel algoritmaların kombinasyonları olabilir. Yöntemler literatürde yaygın olarak sisteme müdahale düzeylerine ve doğruluk oranlarına göre kategorize edilir. Sisteme müdahale seviyesi, her yöntem için gerekli veri türüne, ekipman kurulumu ve veri toplama işlemiyle ilişkili maliyete ve motorun çalışma planlamasına göre belirlenir. Doğruluk, şaft torku ve rotor hızı gibi doğrudan verimlilik ölçümü ile karşılaştırılarak değerlendirilir.
Bu bölümde, fiziksel özelliklerine göre kategorize edilen en önemli motor verimliliği yöntemleri fazlası listelenmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi, bu yöntemlerden bazıları birkaç temel yöntemin kombinasyonlarıdır ve birden fazla kategoride sınıflandırılabilir. Bu yöntemler sonunda kendine en uygun kategoriye yerleştirilir.

A. Etiket Plakası Yöntemleri

Sisteme en az müdahale eden yöntemlerdir. Motor bilgilerini etiket plakasından elde etmektedir.

1) Standart Etiket Plakası Yöntemi: Verimliliğin sabit ve etiket plakası değerine eşit olduğu varsayılır. (J. Hsu ve J. Kueck, 1996)

Ancak, bu yöntem düşük doğruluk oranına sahiptir, çünkü:

a. Etiket plakası verileri IEEE Std-112 Yöntem B'ye göre verilmeyebilir;
b. Motor yeniden sarılmış olabilir;
c. Motorun sahada kullanıldığı alan, etiket plakası verilerinin üretildiği alandan farklı olabilir.

2) Volgelsang ve Benning (V&B) Yöntem I, II: V&B

Yöntem I ve II, standart etiket plakası yönteminin varyasyonlarıdır ve özel bir ticari enstrümanda kullanılır: "Motor Analizörü." Seçenek I (%±1 hata) üç koşul altında test gerektirir, bu koşullar: yük yok, düşük yük ve normal yük'tür.. Seçenek II (%±3 hata) yük testi gerektirmez, ancak bunun yerine motor etiket plakası verilerini kullanır. Sonuç olarak, doğruluk azalır. Bu yöntem, seg-regated kayıp yöntemi olarak da sınıflandırılabilir.

B. Kayma Yöntemleri

Kayma yöntemleri motor hız ölçümüne dayanır. Ana avantajı basitlikleridir.

1) Standart Kayma Yöntemi: Yükün yüzdesinin, ölçülen kaymanın tam yük kaymasına oranıyla orantılı olduğu varsayılır.(4) Motor verimliliği, bu nedenle, yaklaşık olarak hesaplanır. Ancak, hata kayma oranının yük yüzdesini temsil etmesinden ve verimliliğin yük yüzdesine eşit olmamasından gelir. (R. L. Nailen, 1994)

$$\eta = \frac{Kayma}{Kayma_{Anma}} \times \frac{P_{Çıkış,Anma}}{P_{Giriş}} \tag{4}$$

2) Ontario Hidro Modifiye Edilmiş Kayma Yöntemi: Aşağıda denklem (5) de görüldüğü gibi, özellikle verimlilik-yük eğrisi düz olmadığında, voltaj değişimleri için nominal etiket plakası hızı düzeltilerek standart kayma yöntemi geliştirilmiştir. Bununla birlikte, yapılan tahmin hala nispeten büyük bir hataya sahip olabilir, çünkü etiket plakası hızının (NEMA) MG1 standardına göre gerçek nominal hızdan% 20'ye kadar sapmasına izin verilir. (NEMA MG1-2003 Standard, 2003)

$$\eta = \frac{Kayma}{Kayma_{Anma}} \times \frac{P_{Çıkış,Anma}}{P_{Giriş}} \times \left(\frac{V}{V_{Anma}}\right)^2 \tag{5}$$

3) Üst Sınır Kayma Yöntemi: En basit verimlilik tahmini yöntemi olarak, orijinal üst sınır kayma yöntemi tanımlanmaktadır. (6) (B. S. Guru ve H. R. Hiziroglu, 2001)

$$\eta \leq (1 - Kayma) \tag{6}$$

W_S'nin tipik bir motordaki toplam kayıpların yaklaşık % 40'ını oluşturduğu gözlenmiştir. Bu nedenle, bu yöntem (7) 'de gösterildiği gibi W_S'yi dahil edilerek geliştirilmiştir (B. S. Guru ve H. R. Hiziroglu, 2001).

$$\eta \leq (1 - Kayma)\left(1 - \frac{3I^2R_S}{P_{Giriş}}\right) \tag{7}$$

Ortaya çıkan verimlilik tahmini, Sadece Stator kaybı (W_s)'yi kullandığı, Rotor Kaybı (W_r), Çekirdek Kaybı (Wcore), Rüzgar ve Sürtünme Kaybı (W_{fw}) ve Kaçak Yük Kaybı (W_{ll}) 'yi ihmal ettiği için bu yöntemle ortaya çıkan tahmin her zaman gerçek verimlilikten daha yüksektir.

C. Akım Yöntemleri

Kayma yöntemleri gibi, akım yöntemleride motor verimini tahmin etmek için minimum ölçüm yaparak daha çok üreticinin verilerini kullanır. Bu yöntemlerin ana avantajları basit olmalarıdır.

1) Standart Akım Yöntemi: Bu durumda, motor verimi, yük yüzdesinin ölçülen akımın tam yük akımına oranıyla yakından orantılı olduğu varsayılır. Denklem (8) kullanılarak yaklaşık olarak belirlenir. Gerçekte, akım-yük eğrisi bir miktar doğrusal değildir. Bu, doğrusal olmayan noktalar düşünüldüğünde geliştirilmiş bir akım yöntemi olan denklem (9) kabul edilir. (R. L. Nailen, 1994)
Kaynak (J. Hsu ve J. Kueck, 1996)'te bu iki yaklaşımın ortalamasının daha doğru bir verimlilik tahmini verebileceği ileri sürülmektedir.

$$\eta = \frac{I}{I_{Anma}} \times \frac{P_{Çıkış,Anma}}{P_{Giriş}} \tag{8}$$

$$\eta = \frac{2I - I_{Boşta}}{2I_{Anma} - I_{Boşta}} \times \frac{P_{Çıkış,Anma}}{P_{Giriş}} \tag{9}$$

D. Eşdeğer Devre Yöntemleri

Bir asenkron motorun verimliliği eşdeğer devresinden hesaplanabilir. Bu yöntemler, ölçümlerin yapıldığı yöntemler dışında yük koşullarında çalışan bir motor için verimlilik tahmini sağlayabilir.

1) Standart Eşdeğer Devre Yöntemi (IEEE Std-112 Yöntemi F/F1): IEEE Std-112 yöntemi F/F1 standart eşdeğer devre yöntemidir (NEMA MG1-2003 Standard, 2003), (IEEE Standard 112-2004, 2004). Empedans ölçümü, yüksüz, değişken voltajlı, kilitli rotor ve ters dönüş testleri gerektirir. Bu testler, yöntem oldukça doğru olsa da, çalışan motorlar için çok müdahaleci ve kullanışsız'dır. Bu yöntem burada esas olarak diğer değiştirilmiş yöntemlerin temeli olarak belirtilmiştir.

2) Ontario Hydro Modifiye Yöntem F (OHMF): IEEE Std-112 yöntemi F1'in değiştirilmiş bir sürümü Ontario Hydro tarafından önerilmiştir (J. D. Kueck, 1998). Biraz farklı bir eşdeğer devre kullanır: Mıknatıslama empedansı, standart paralel kombinasyon yerine bir seri direnç ve endüktans kombinasyonu olarak alınır. Değişken voltaj testi gerekli değildir, ancak nominal voltajda hem yüksüz hem de tam yükte testler yapılmalıdır. Hat voltajı, giriş gücü, hat akımı, güç faktörü ve stator direnci, yüksüz ve tam yükte çalışırken ölçülür. Kayma da motor tam yükte iken ölçülür.

3) Etiket Plakası Eşdeğer Devresi (ORMEL96) Yöntemi: Bu yöntem motor eşdeğer devreyi etiket plakası verilerinden ve stator direncinin değerinden türetir (J. Hsu ve J. Kueck, 1996)– (J. D. Kueck, 1998). Parazit yük kaybını hesaba katmak için rotor devresine ek bir direnç yerleştirilir. Sadece rotor hızı çevrimiçi olarak ölçülür. Stator direnci etiket plakası verilerinden tahmin edilebilir (J. D. Kueck, 1998), ancak verimlilik tahmininin doğruluğu doğru bu tahminle doğru orantılıdır (Wallance ve A. Von Jouanne, 2001). ORMEL96 yöntemi ayrıca, kullanıcının belirli "ayarlanabilir parametreleri" ayarlamasını sağlayan gelişmiş bir moda sahiptir.
Düşük seviyede müdahaleci bir yöntemidir, ancak eşdeğer devrenin parametreleri, tamamen motor etiket plakası bilgilerine dayanan ve NEMA MG1'e göre% 20'ye kadar yanlışlıklara sahip olabilen hayali nominal yük durumu ve kilitli rotor durumundan çözülür (NEMA MG1-2003 Standard, 2003).

4) Rockwell Motor Verimliliği Wizard (RMEW) Yöntemi: Başka bir eşdeğer devre tabanlı yöntem Rockwell Reliance tarafından hazırlanmıştır. Bu yöntem, iki farklı yük çalışma noktasından gelen verileri kullanarak standart asenkron motor eşdeğer devresinin parametrelerini hesaplar. Stator direnci ve stator sargı sıcaklığının ölçülmesi gerekmektedir. Ayrıca, motor parametrelerinin çözümü, servis içi test için mevcut olmayan stator sızıntı reaktansının gerçek değerini gerektirir. Ayrıca, motor parametreleri stator voltaj ve akım fazörleri kullanılarak hesaplanır ve güç kaynağındaki harmonikler dikkate alınmaz.
Kaynak (Y. El-Ibiary, 2003) içindeki deneysel sonuçlar bu yöntemin % ±1 hata ile yüksek doğrulukta verimlilik tahmini yaptığını göstermektedir.

5) Kilitli Rotor Yöntemi: Bu yöntem, iki rotor döngüsüne sahip eşdeğer bir devre kullanır (J. D. Kueck, 1998), (Dell'Aquila ve L. Salvatore, 1984). Devrenin parametreleri kilitli rotor testlerinden elde edilir. Yüksüz test de yapılmalıdır. Yapılan testler bu yöntemi son derece müdahaleci bir yöntem haline getirir.

6) Durma Frekansı Yanıt Yöntemi: Bu yöntemin eşdeğer devresi de iki rotor döngüsüne sahiptir (J. D. Kueck, 1998), (J. R. Willis ve G. J. Brock, 1991). Devrenin parametreleri, rotor sabiti ile motorun 0,01 Hz ila 500 Hz frekans aralığındaki empedansının ölçülmesiyle türetilir. Bu yöntemin en büyük avantajı, düşük voltajlı, yüksüz teste gerek olmamasıdır. Bununla birlikte, doğası gereği hala yüksek müdahale seviyesine sahip bir yöntemdir.

E. Kayıpları Ayırma Yöntemleri

Bu yöntemler en basit olanlardır, çünkü her bir kayıp bileşenini (W_s, W_r, Wcore, W_{fw} ve W_{ll}) tahmin ederler. Bu yöntemler genellikle doğruluk oranları yüksektir, bazıları oldukça karmaşık ve müdahaleci olsa da, geri kalanları kayıpların bir kısmını tahmin etmek için ampirik değerleri kullanır.

1) Std. Ayrılmış Kayıp Yöntemi (IEEE Std-112 Yöntemi E1): IEEE Std-112 yöntemi E1 standart ayrılmış kayıp yöntemidir (NEMA MG1-2003 Standard, 2003), (IEEE Standard 112-2004, 2004). Yöntem E1, Tablo 1'de gösterildiği gibi, farklı büyüklüklerdeki motorlar için nominal yükte diğer yük kayıblarının yüzdeleri belirtilmektedir (IEEE Standard 112-2004, 2004). IEEE Std-112 yöntemi F1'de olduğu gibi, yükde, değişken voltajlı, kilitli rotorlu ve ters dönüş testleri gerektiğinden, çalışan motorda yapılacak testler için tasarlanmamıştır.Burada listelenmesinin sebebi diğer yöntemlere temel oluşturmasıdır.

Tablo 1. IEEE Std-11'de Diğer Yük Kayıbları İçin Varsayılan Değerler

Motor Aralığı		Nominal Çıkış Gücünün Yük Kayıp Yüzdesi
1-125 hp	1- 90 kW	%1,8
126-500 hp	91-375 kW	%1,5
501-2499 hp	376-1850 kW	%1,2
2500 hp ve Üzeri	1851 kW ve Üzeri	%0,9

2) Ontario Hydro Modifiye Yöntem E (OHME): IEEE Std-112 yöntemi E1, sargı, sürtünme ve çekirdek kayıplarının (W_{fw} + W_{core}) nominal giriş gücünün %3,5'i –%4,2 olduğu varsayılarak basitleştirilmiştir (J. Hsu ve J. Kueck, 1996)– (J. D. Kueck, 1998). Belirli bir yüzdelik değer, farklı motor gücü seviyelerinde motor örneklerinin test edilmesiyle optimize edilebilir. Diğer yük kayıbları da Tablo 1'den tahmin edilmektedir (IEEE Standard 112-2004, 2004). Bu yöntem, nominal güç faktörü için varsayılan 0,8 değeri kullanılarak daha da basit hale getirilebilir. Stator direncinde, sıcaklık artışını tahmin etmek için motor akımı kullanılarak basit bir yaklaş ile tahmin edilir. Gerekli diğer ölçümler giriş gücü ve rotor hızıdır. Sisteme düşük müdahale seviyesi ve doğruluk oranını nedeniyle (%2-%3 hata aralığında (J. Hsu ve J. Kueck, 1996)), OHME yöntemi önemli yöntemlerden bir tanesidir.

F. Tork Yöntemleri

Motor verimliliği (10) 'da aşağıdaki şekilde tanımlanabilir:

Mil torku T_{Mil}, hava boşluğu torku (AGT) $T_{Hava\ boşluğu}$ ve rotor hızı ω_r dir.

$$\eta = \frac{T_{Mil} \times \omega_r}{P_{Giriş}} = \frac{T_{Hava\ boşluğu} \times \omega_r - W_{fw} - W_{LLr}}{P_{Giriş}} \quad (10)$$

$P_{Giriş}$ ve ω_r ölçülür veya tahmin edilirken, T_{Mil} biliniyorsa verimlilik kolayca belirlenebilir. Bu, tüm tork yöntemlerinin temel prensibidir.

1) AGT Yöntemi: Kaynak (J. Hsu ve B. P. Scoggins, 1995)'de önerilen AGT yöntemi, motorun anlık giriş hattı gerilimlerinden ve hat akımlarından denklem (11)'i kullanılarak AGT'yi hesaplar. (J. O. Ojo ve V.

Ostovic, 1990) W_{fw} ve W_{LLr} kayıpları motor boşta çalışırken yapılan testten elde edilir. Son olarak, motor verimliliği denklem (10) kullanılarak hesaplanır.

$$T_{\substack{Hava \\ Boşluğu}} = \frac{Kutup}{2\sqrt{3}}\{(i_A - i_B) \times \int[v_{CA} - R_S(i_C - i_D)]dt - (i_C - i_A) \times \int\int[v_{AB} - R_S(i_A - i_B)]dt\} \quad (10)$$

burada kutup olarak ifade edilen kutup sayısıdır, i_A, i_B ve i_C hat akımları, v_{CA} ve v_{AB} hat gerilimleridir.
Bu yöntemin önemli avantajı, endüstriyel tesisdeki gerçek gerilimlerdeki ve akımlardaki dengesizliklerle ilişkili kayıpları göz önünde bulundurmasıdır. Ancak, en büyük dezavantajı boşta test gerektirmesidir. Son derece yüksek doğruluk oranına (±%0,5 hata yüzdesi (J. Hsu ve J. Kueck, 1996)) sahiptir.

2) Mil Tork Yöntemi: Bu yaklaşımların en basiti olarak, bu yöntem, kayıpları hesaplamaya gerek kalmadan mil torkunun ve rotor hızının (ve dolayısıyla çıkış gücünün) doğrudan şafttan ölçülmesiyle verimlilik tahmini yapar (J. Hsu ve J. Kueck, 1996). En doğru motor verimliliği tahminini sunar, ancak aynı zamanda son derece sisteme müdahaleci bir yöntemdir. Ek olarak, tork dönüştürücülerinin yüksek maliyeti, bu yöntemi çoğu endüstriyel uygulama için kabul edilemez hale getirir.

Geri kalan üç verimlilik tahmin yönteminin ayrıntıları, burada daha önce tartışılan yöntemlerin veya burada irdelenmeyen ürüne özgü yöntemlerin kombinasyonları olduğundan, aşağıda başlık olarak verilmiştir. Bu yöntemlerin ayrıntıları kaynak (B. Lu ve T. G. Habetler, 2004)'ün içindedir.

G. Ampirik Yöntemler

1. Stanford Wilke Yöntemi (J. Hsu ve J. Kueck, 1996)

H. **İstatistiksel Yöntemler** (J. Hsu ve J. Kueck, 1996), (NEMA MG1-2003 Standard, 2003)

İ. Özel Enstrüman Yöntemleri

1) Anlık Akım Yöntemi (Wallance ve A. Von Jouanne, 2001), (E. J.Wiedenbrüg ve A. K.Wallace, 1998)
2) MotorMaster+ Yöntemleri (Wallance ve A. Von Jouanne, 2001)
3) Vectron (ECNZ) Yöntemi (Wallance ve A. Von Jouanne, 2001)
4) MAS-1000 Yöntemi (Wallance ve A. Von Jouanne, 2001)
5) Esterline Angus Yöntemi (Wallance ve A. Von Jouanne, 2001)

SONUÇ

Bu makale, elektrik motorlarında verimliliği tahmini hakkında güncel bir literatür taraması sunmaktadır. Bir çok verimlilik tahmin yöntemi incelenir ve fiziksel yapılarına göre dokuz kategoride sınıflandırılır.

Tablo 2. Elektrik Motorlarında Verimlilik Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Motor Verimliliği Tahmin Yöntemleri	Gerekli Testler ve Ölçümler							Performans	
	Nominal Güç Testi	Tam Yük Testi	Yüksüz Test	Stator Direnci	Etiket Değerleri	Rotor Hızı	Çıkış Torku	Sisteme Müdahale Seviyesi	Tahmin Edilen Verim Değerindeki Hata Yüzdesi
Standart Etiket Plakası Yöntemi	Gerekli Değil	Gerekli Değil	Gerekli	Ölçüm Gerekli Değil	Gerekli	Ölçüm Gerekli Değil	Ölçüm Gerekli Değil	Düşük	10% (J. Hsu ve J. Kueck, 1996)
Volgelsang ve Benning (V&B) Yöntem I	Opsiyonel	Gerekli Değil	Gerekli Değil	Ölçüm Gerekli	Gerekli Değil	Ölçüm Gerekli	Ölçüm Gerekli Değil	Yüksek	Uygulanabilir Değil
Volgelsang ve Benning (V&B) Yöntem II	Gerekli	Gerekli Değil	Gerekli Değil	Ölçüm Gerekli	Gerekli	Ölçüm Gerekli	Ölçüm Gerekli Değil	Orta	2.5% (Wallance ve A. Von Jouanne, 2001)
Standart Kayma Yöntemi	Gerekli	Gerekli Değil	Gerekli Değil	Ölçüm Gerekli	Gerekli	Ölçüm Gerekli	Ölçüm Gerekli Değil	Düşük	7% (J. Hsu ve J. Kueck, 1996)
Üst Sınır Kayma Yöntemi	Gerekli	Gerekli Değil	Gerekli	Ölçüm Gerekli	Gerekli	Ölçüm Gerekli	Ölçüm Gerekli Değil	Orta	8% (Wallance ve A. Von Jouanne, 2001)
Standart Akım Yöntemi	Gerekli Değil	Gerekli Değil	Gerekli	Ölçüm Gerekli Değil	Gerekli	Ölçüm Gerekli Değil	Ölçüm Gerekli Değil	Orta	6% (J. Hsu ve J. Kueck, 1996)
Standart Eşdeğer Devre Yöntemi (IEEE Std-112 Yöntemi F/F1)	Gerekli	Gerekli Değil	Gerekli	Ölçüm Gerekli	Gerekli	Ölçüm Gerekli	Ölçüm Gerekli Değil	Yüksek	5% (J. Hsu ve J. Kueck, 1996)
Etiket Plakası Eşdeğer Devresi (ORMEL96) Yöntemi	Opsiyonel	Gerekli Değil	Gerekli Değil	Opsiyonel	Gerekli	Ölçüm Gerekli	Ölçüm Gerekli Değil	Düşük	4% (J. D. Kueck ve M. Olszewski, 1996)
Rockwell Motor Verimliliği Wizard (RMEW) Yöntemi	Gerekli Değil	Gerekli Değil	Opsiyonel	Ölçüm Gerekli	Gerekli	Ölçüm Gerekli	Ölçüm Gerekli Değil	Orta	1% (Y. El-Ibiary, 2003)
Kilitli Rotor Yöntemi	Gerekli Değil	Gerekli Değil	Gerekli	Ölçüm Gerekli Değil	Gerekli	Ölçüm Gerekli	Ölçüm Gerekli Değil	Yüksek	Uygulanabilir Değil
Durma Frekansı Yanıt Yöntemi	Gerekli	Gerekli Değil	Gerekli	Ölçüm Gerekli	Gerekli Değil	Ölçüm Gerekli	Ölçüm Gerekli Değil	Yüksek	Uygulanabilir Değil
Std. Ayrılmış Kayıp Yöntemi (IEEE Std-112 Yöntemi E1)	Gerekli	Gerekli	Gerekli	Ölçüm Gerekli	Gerekli	Ölçüm Gerekli	Ölçüm Gerekli Değil	Yüksek	3% (J. Hsu ve J. Kueck, 1996)
Ontario Hydro Modifiye Yöntem E (OHME)	Gerekli Değil	Gerekli Değil	Gerekli Değil	Ölçüm Gerekli	Gerekli	Ölçüm Gerekli	Ölçüm Gerekli Değil	Orta	2-3% (J. D. Kueck ve M. Olszewski, 1996)
AGT Yöntemi	Gerekli Değil	Gerekli Değil	Gerekli	Ölçüm Gerekli	Gerekli	Ölçüm Gerekli	Tahmin	Yüksek	0.5% (J. D. Kueck ve M. Olszewski, 1996)
Mil Tork Yöntemi	Gerekli Değil	Gerekli Değil	Gerekli Değil	Ölçüm Gerekli Değil	Gerekli Değil	Ölçüm Gerekli	Ölçüm Gerekli	Yüksek	< 0.5% (J. Hsu ve J. Kueck, 1996)

Tablo 2'de makalede bahsedilen verimlilik analiz yöntemlerinin tahmin yapabilmesi için gerekli olan şartlar, sisteme müdahale seviyeleri ve tahmin sonuçlarındaki yüzdesel hatalar sıralanmıştır. Genel olarak, yöntem ne kadar sisteme müdahale ederse, verimlilik tahmini o kadar doğru olduğu görülmektedir.
Endüstriyel bir tesiste yukarıdaki yöntemlerden birtanesi kullanılmak istendiğinde sisteme en az müdahele eden yöntemler kullanılmak istenir ancak bu yöntemlerdede sorun yaptıkları tahminlerin hata yüzdelerinin yüksek olmasıdır.

Bu makalede asenkron bir motorun verimlilik tahmini yapılmak istendiğinde kullanılacak optimal yöntemin seçimine yardımcı olması hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

B. Lu, T. G. Habetler and R. G. Harley 2004 "A survey of available methods for evaluating in-service motor efficiency," Georgia Inst. Technol., Atlanta,EATON WSN Res. Rep.

B. S. Guru and H. R. Hiziroglu, 2001 *Electric Machinery and Transformers*, 3rd ed. New York: Oxford Univ. Press, ch. 8.

J. R. Holmquist, J. A. Rooks, and M. E. Richter, 2004 "Practical approach for determining motor efficiency in the field using calculated and measured values," *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 40, no. 1, pp. 242–248.

NEMA MG1-2003 Standard 2003, Motors and Generators.

IEEE Standard 112-2004 2004, *IEEE Standard Test Procedure for Polyphase Induction Motors and Generators*, IEEE Standard 112-2004.

Y. El-Ibiary 2003 "An accurate low-cost method for determining electric motors's efficiency for the purpose of plant energy management," *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 39, no. 4, pp. 1205–1210.

A. Dell'Aquila, L. Salvatore, and M. Savino 1984 "A new test method for determination of induction motor efficiency," *IEEE Trans. Power Appl. Syst.*, vol. PAS-103, no. 10, pp. 2961–2973.

J. R. Willis, G. J. Brock, J. S. Edmonds 1991 "Derivation of induction motor models from standstill frequency response tests," Electric Power Research Institute, Palo Alto, CA, Rep. GS-6250.

J. O. Ojo, V. Ostovic, T. A. Lipo, and J. C. White 1990 "Measurement and computation of starting torque pulsations of salient pole synchronous motors," *IEEE Trans. Energy Convers.*, vol. 5, no. 1, pp. 176–182.

J. Hsu and B. P. Scoggins 1995 "Field test of motor efficiency and load changes through air-gap torque," *IEEE Trans. Energy Convers.*, vol. 10, no. 3, pp. 477–483.

K. Ikuanobe and T. Wilke, "Guildelines for implementing an energy efficient motor retrofit program," unpublished.

T. G. Habetler, R. G. Harley, R. M. Tallam, S. B. Lee, R. Obaid and J. Stack 2002 "Complete current-based induction motor condition monitoring: Stator, rotor, bearings, and load," in *Proc. CIEP VIII IEEE Int. Power Electron. Congr.*, pp. 3–8.

E. J.Wiedenbrüg and A. K.Wallace 1998 "Induction machine speed extraction by analysis of stator current signatures," in *Proc. Electric Manuf. Conf.*.

J. Hsu, J. Kueck, M. Olszewski, D. Casada, P. Otaduy, and L. Tolbert 1996 "Comparison of induction motor field efficiency estimation methods," *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 34, no. 1, pp. 117–125, Jan./Feb. 1998. and load under field conditions," Oak Ridge Nat. Lab., Oak Ridge, TN, Oak Ridge National Laboratory Rep. ORNL/ TM-13165.

J. D. Kueck, M. Olszewski, D. A. Casada, J. Hsu, P. J. Otaduy, and L. M. Tolbert 1996 "Assessment of methods for estimating motor efficiency and load under field conditions," Oak Ridge Nat. Lab., Oak Ridge, TN, Oak Ridge National Laboratory Rep. ORNL/ TM-13165.

A. Wallance, A. Von Jouanne, E. Wiedenbrug, E. Matheson, and J. Douglass 2001 "A laboratory assessment of in-service and non-intrusive motor efficiency testing methods," *Electr. Power Compon. Syst.*, vol. 29, no. 6, pp. 517–529.

J. D. Kueck 1998 "Development of a method for estimating motor efficiency and analyzing motor condition," in *Proc. IEEE Pulp and Paper Ind. Tech. Conf.*, pp. 67–72.

W. Benning 1997 "Method of determining the efficiency of asynchronous motors and apparatus for carrying out the method," U.S. Patent 5 659 232, Aug. 19.

R. L. Nailen 1994 "Finding true power output isn't easy," *Electr. App.*.

"In-plant electric motor loading and efficiency techniques," Ontario Hydro, Toronto, ON, Canada, Market Literature.

ORAL PRESENTATION

Myocardial infarction complication estimation with feature reduction

İsmail Cantürk[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0690-1873*)

[*1]Yildiz Technical University, Faculty of Electrical and Electronics, Department of Biomedical Engineering, İstanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: icanturk@yildiz.edu.tr

Abstract
When some part of the heart does not receive enough blood flow, the necrosis process of the heart muscles starts. This process is related to death of that muscles. This condition is called as myocardial infarction or heart attack. Myocardial infarction can cause several complications such as various rhythms disorders and heart failure. Early diagnosis of the complications is significant for the treatment. In this study, we propose an expert system to detect one of the myocardial infarction complications by using the patient information. To remove the redundant features, feature reduction algorithm was applied.
Keywords: Machine learning, Classification, Myocardial infarction

INTRODUCTION

Myocardial infarction, also known as heart attack, is related to necrosis of heart muscle. This process occurs due to not enough blood flow to some part of the heart. There might be no blood flow or the flow might be decreased (Saleh and Ambrose 2018). Myocardial infarction is one of the largest causes of morbidity and mortality rate around the world. It is the reason of more than 2.4 million deaths in the USA and more than 4 million deaths in Europe and northern Asia (Nichols, Townsend et al. 2014). The health of 7 million people in the world is affected by this disease every year (Reed, Rossi et al. 2017).

Myocardial infarction may cause different complications. Early diagnosis of the complications is important for the treatment. The experts try to find the complications by using clinical tests like echocardiography (Reeder 1995). Various rhythms disorders and heart failure are among the myocardial infarction complications (Rossiev, Golovenkin et al. 1995). Rossiev et al.(Rossiev, Golovenkin et al. 1995) estimated four myocardial infarction complications with artificial neural networks. Golovenkin et al. (Golovenkin, Bac et al. 2020) proposed a semi-supervised methodology for the complication forecasting. Gürsoy and Varol (Gürsoy and Varol 2021) predicted rhythms disorder complications with machine learning methods.

In this study, we use the patient information to predict the development of one of the myocardial infarction complications. The patient information includes age, gender, and lots of clinical data. Machine learning methods were utilized to deal with this task. The machine learning methods may reduce the need for experts and also may be used as decision support systems.

MATERIALS AND METHODS

Myocardial infarction complications database (Golovenkin, Gorban et al. 2020) has recently made publicly available (https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Myocardial+infarction+complications). The dataset was collected in the Krasnoyarsk Interdistrict Clinical Hospital located in Russia between the years 1992-1995. There are records of 1700 patients. Input and output feature sizes are 112 and 12, respectively. Input features are patient information and output features are complications (Table 1). The dataset contains patient information collected at different time moments. These time moments are:

(i) admission to hospital
(ii) the end of first day
(iii) the end of second day
(iv) the end of third day

Table 1. Myocardial Infarction Complications Database (Golovenkin, Gorban et al. 2020)

Complication 1	Atrial fibrillation
Complication 2	Supraventricular tachycardia
Complication 3	Ventricular tachycardia
Complication 4	Ventricular fibrillation
Complication 5	Third-degree AV block
Complication 6	Pulmonary edema
Complication 7	Myocardial rupture
Complication 8	Dressler syndrome
Complication 9	Chronic heart failure
Complication 10	Relapse of the myocardial infarction
Complication 11	Post-infarction angina
Complication 12	Lethal outcome (cause)

Original dimension of the dataset was 1700x124 with a missing values ratio of 7.6%. Since we are interested in early detection of the complication development, we have utilized the patient information recorded at the time of admission to hospital. The feature dimension of this version of the dataset was 1700x102.

Before applying machine learning methods, missing values need to be addressed. Firstly, the number of missing values in each feature columns was counted. The average value was 150. Therefore, the feature columns with more than 150 missing values were removed from the dataset. The feature dimension size was 1700x91 at this point. Then, the patients with any missing values were also removed. The remaining size was 1154x91 (Table 2) with no missing values.

Table 2. The Dataset Dimensions

Original dimension	The time of admission to hospital	Removal of some features	Removal of some patients
1700x124	1700x102	1700x91	1154x91

In this study, we predicted the development of complication 9, which is chronic heart failure, based on the patient information recorded at the time of admission to hospital. Thus, the feature and target sizes were 1154x79 and 1154x1, respectively (Table 3). 272 patients out of 1154 had developed chronic heart failure complication.

Table 3. The Feature and Target Sizes

Feature size	Target size	Positive complication development	Negative complication development
1154x79	1154x79	272	882

MATLAB R2021b, which runs on a 11th Gen Intel(R) Core(TM) i5-1135G7 @ 2.40GHz 2.42 GHz processor, was used for all computations.

RESULTS and DISCUSSION

Lasso(Tibshirani 1996) was used to reduce feature dimension. Lasso keeps highly related features to targets in the feature subset, and removes redundant ones. Feature selection results are demonstrated in Figure 1. The feature subset at index 86 produced the lowest mean square error (MSE). The reduced feature dimension was 1154x9.

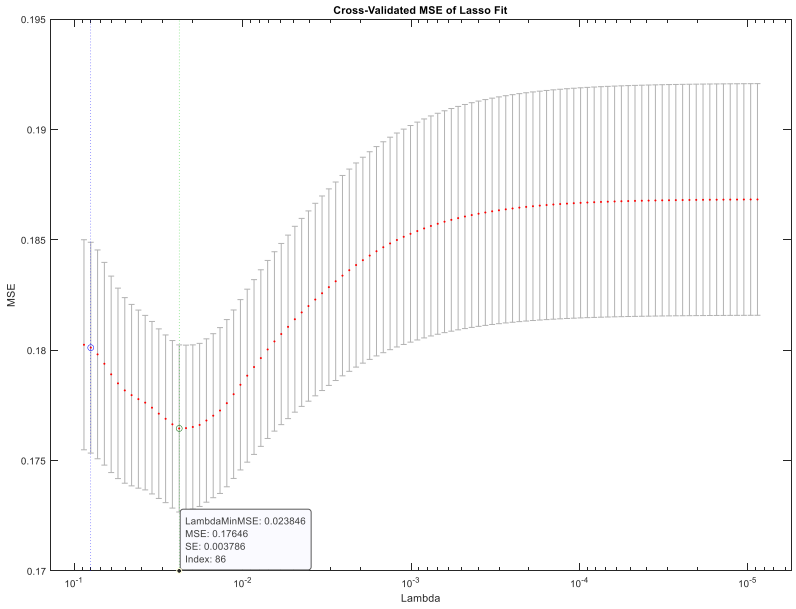


Figure 1. Feature Reduction with Lasso

K-fold cross validation method was utilized to validate the results and support vector machine was investigated as classifier. Accuracy results of each fold and average result are given in Figure 2. Average accuracy score was 0.76. The highest and lowest accuracies among the folds were 0.79 and 0.73, respectively.

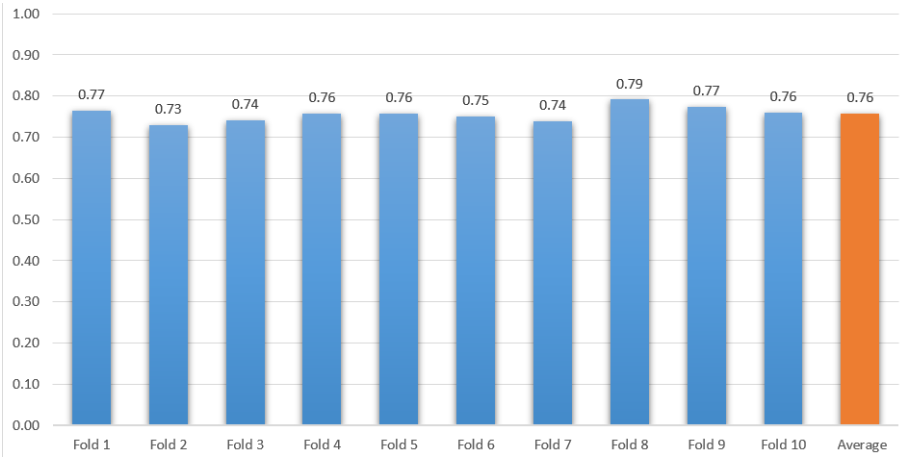


Figure 2. 10-fold Cross Validation Accuracy Results

To compare the effect of feature reduction, all features (i.e., feature dimension: 1154x79) were fed into the classifier. The accuracy results are depicted in Figure 3. Average accuracy score was 0.75. Feature selection improved the accuracy with 1.3%. Although obtained accuracies were similar, there was a big difference in utilized feature dimensions. Reduced feature dimension is important to increase the efficiency of the computers.

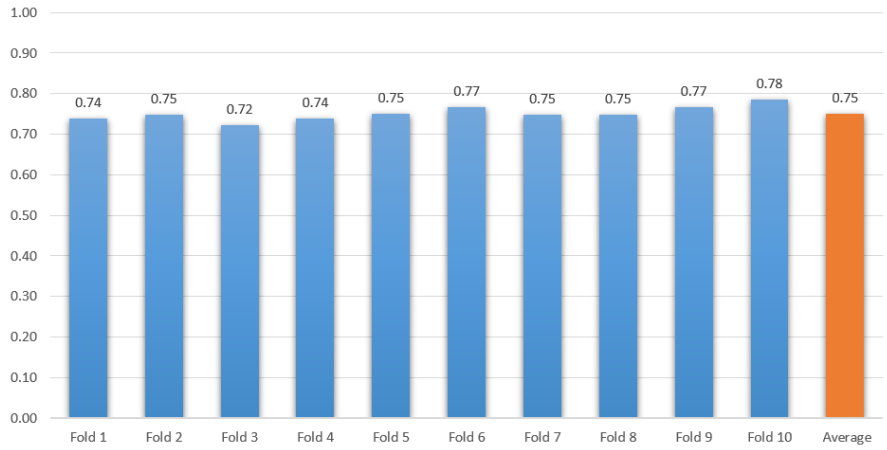


Figure 3. 10-fold Cross Validation Accuracy Results without Feature Selection

REFERENCES

Golovenkin, S. E., J. Bac, A. Chervov, E. M. Mirkes, Y. V. Orlova, E. Barillot, A. N. Gorban and A. Zinovyev (2020). "Trajectories, bifurcations, and pseudo-time in large clinical datasets: applications to myocardial infarction and diabetes data." GigaScience 9(11): giaa128.

Golovenkin, S. E., A. N. Gorban, E. M. Mirkes, V. A. Shulman, D. A. Rossiev, P. A. Shesternya, S. Y. Nikulina, Y. V. Orlova and M. G. Dorrer (2020). "Myocardial infarction complications Database." https://doi.org/10.25392/leicester.data.12045261.v3.

Gürsoy, G. and A. Varol (2021). Prediction of Arrhythmia with Machine Learning Algorithms. 2021 9th International Symposium on Digital Forensics and Security (ISDFS), IEEE.

Nichols, M., N. Townsend, P. Scarborough and M. Rayner (2014). "Cardiovascular disease in Europe 2014: epidemiological update." European heart journal 35(42): 2950-2959.

Reed, G. W., J. E. Rossi and C. P. Cannon (2017). "Acute myocardial infarction." The Lancet 389(10065): 197-210.

Reeder, G. S. (1995). Identification and treatment of complications of myocardial infarction. Mayo Clinic Proceedings, Elsevier.

Rossiev, D., S. Golovenkin, V. Shulman and G. Matjushin (1995). Neural networks for forecasting of myocardial infarction complications. The Second International Symposium on Neuroinformatics and Neurocomputers, IEEE.

Saleh, M. and J. A. Ambrose (2018). "Understanding myocardial infarction." F1000Research 7.

Tibshirani, R. (1996). "Regression shrinkage and selection via the lasso." Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological) 58(1): 267-288.

ORAL PRESENTATION

Investigation of adhesive shear strength for various nanomaterial reinforced AA7075-T6 adhesive joints

Reyhan CEYLAN[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2150-1002*), Elanur Ozun[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5937-3221)*, Mustafa Özgür BORA[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0921-418X*), Onur ÇOBAN[4] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8965-3459*), Togayhan KUTLUK[5](*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7249-9902*)

[*1]Kocaeli University, Institute of Science, Department of Mechanical Engineering, Kocaeli, Turkey
[2]Kocaeli University, Institute of Science, Department of Mechanical Engineering, Kocaeli, Turkey
[3]Kocaeli University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Department of Aircraft Body and Engine Maintenance, Kocaeli, Turkey
[4]Kocaeli University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Department of Aircraft Body and Engine Maintenance, Kocaeli, Turkey
[5]Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Kocaeli, Turkey

*Corresponding author e-mail: reyceylan@gmail.com

Abstract
Nowadays, adhesive joints are frequently used in many industries especially in the aviation industry. In this context, increasing the mechanical properties of adhesive joints has attracted the attention of researchers in recent years. It is known that the mechanical properties of adhesive joints are improved by reinforcing nanomaterials in the adhesive. In this study, epoxy adhesive reinforced with graphene nanoplatelets and nano alumina was used to produced single lap adhesive joints by using FPL-etched AA7075-T6 aluminium adherends. The effect of reinforcement type and weight ratio (0-4 wt. %) on the mechanical performance of adhesive joints (AA7075-T6/AA7075-T6) were determined by using single lap shear tests according to ASTM D1002-99. Shear strength values of various nanomaterial reinforced adhesive joints were compared with nonreinforced adhesive joints. The results of experimental studies showed that the shear strength of nanomaterial reinforced adhesive joints were increased significantly. The highest shear strength was increased by 0.75 wt. % graphene nanoplatelets and 2 wt. % nano alumina reinforced adhesive joints compared to untreated nonreinforced joints by approximately 144.50% and 145.02%, respectively. In addition, an improvement of 44.44% and 44.13%, respectively, was observed in 0.75 wt. % graphene nanoplatelets and 2 wt. % nano alumina reinforced joints compared to FPL-etched nonreinforced adhesive joints.
Keywords: Graphene nanoplatelets, nano alumina, adhesive joint, FPL-etching

INTRODUCTION

The material joining method in which the adhesive curing between the bonded surfaces in order to join traditional and/or new generation materials is defined as "adhesive bonding joints". Joining materials using adhesive provides many advantages compared to using mechanical fasteners. The adhesive, spreads the load and stress on the entire joint surface, ensuring that the static and dynamic loads are distributed properly and thus prevents the concentration of stress at certain points. Therefore, adhesive joints are more resistant to bending and vibration than formed by mechanical method (such as bolts and rivets) joints ((Romano et al., 2020), (Ebnesajjad, 2008)). Adhesive bonding joints are frequently used in various areas such as automotive, marine, railway, construction, electrical-electronics, especially in the aviation sector due to advantages such as reducing weight, providing high fatigue resistance, impact damping, reduction cost and sealing (Romano et al., 2020). Adhesive bonding joints are generally used in many parts such as honeycomb constructions, wing area, cargo compartments, cockpit area and interior floor coverings in aircraft (Aerospace 3M, 2021). Aviation industry mostly includes metal/metal adhesive joints. Metal/metal adhesive joints were used on the wing, tail and fuselage panels of the SAAB 340 aircraft (Hart-Smith, 2018). Adhesive joints formed by using 7xxx series aluminium alloys, which have the highest strength among the aluminium alloys preferred especially in aircraft structural parts, stands out in aviation applications where weight is of great importance. An application for the use of 7xxx series aluminium alloys in aircraft is the adhesive bonding technique of the frame/longeron interface on the fuselage of the Cessna citation III series aircraft (da Silva et al., 2011).

There are three different components in adhesive joints: the adherends, the adhesive and the interface (Ebnesajjad, 2008). It is known that in order to increase the adhesion performance, it should be improved at the interface. Improving the interface can be achieved either by modifying the surfaces of the adherends or by modifying the adhesive. Pretreatments applied to the adherends surfaces are realized in order to occur strong adhesive joints by increasing the molecular interaction between the adherends and the adhesive. There are also difficulties such as requiring surface preparation of the adherends material in adhesive joints (Bora et al., 2020). Especially, aluminium surfaces require surface pretreatment to provide strong adhesion because they are naturally covered with oxide layer and various contaminations (Anagreh and Al Robaidi, 2010). Chromic-sulfuric acid etching is the most commonly used chemical pretreatment to form a suitable oxide layer on aluminium surfaces and to obtain strong bonds (Leena et al., 2016).

Modification of the adhesive used in adhesive joints is another method used to increase the bonding performance. Epoxy adhesives with higher shear strength are frequently used in adhesive joints compared to other adhesive types (Ahmadi, 2019). However, epoxy adhesives have a low resistance to failure initiation and propagation due to their inherently high cross-link structure. For this reason, the adhesion performance of the adhesive joints decreases and joints failure earlier than expected time. For this purpose, epoxy adhesives need to be modified to improve the bonding performance of adhesive joints. Modification of epoxy adhesives is achieved by reinforcing micron or nano sized ductile (elastomer or thermoplastic) and rigid (glass, ceramic or metal) materials into the adhesive. Thus, it contributes to the improvement of the thermal and mechanical properties of adhesive joints (Barbosa et al., 2016). It is known that different types of reinforcing materials are used in order to obtain the desired properties in adhesive bonding joints. Especially in recent years, it has been determined that the addition of certain ratios of inorganic and organic nanomaterials to polymeric adhesives such as epoxies provides improvements in the shear strength of adhesive joints (Khalil et al., 2019). In general, nanomaterials well dispersed in the epoxy matrix provide uniform stress distribution, minimizing the stress concentration. Thus, improved mechanical properties are obtained (Yazman and Samancı, 2019). There are many different types of nanomaterials with different shapes and sizes such as graphene nanoplatelets (Jojibabu et al., 2019) carbon nanotube (Aradhana et al., 2018), nano alumina (Saraç et al., 2019), nano-silica (Kinloch et al., 2003) and nano-sized boron nitride (Jakubinek et al., 2018) that can be used for reinforcing adhesives. Recently, graphene nanoplatelets and alumina nanomaterials stand out as effective reinforcing materials especially in epoxy adhesives, due to their unique mechanical properties and relatively low cost . Graphene nanoplatelets, a type of carbon-based nanomaterial, have excellent strength and stiffness, high thermal properties and electrical conductivity, as well as a high aspect ratio. Thus, it provides a good load transfer by creating a large contact area with the polymer matrix (Jojibabu et al., 2016). Nano alumina, another reinforcing material, has a good interfacial interaction with epoxy due to its high specific surface area. At the same time, nano alumina is a preferred reinforcement material due to its superior mechanical properties such as high specific surface area, high conductivity, thermal stability and high strength (Said et al., 2020). It also has a very low cost compared to other nanomaterials such as carbon-based nanomaterials. Several researchers studied the effects of graphene nanoplatelets and nano alumina reinforcement on the mechanical behavior of adhesive joints. In a study conducted in this context, (Jojibabu et al., 2016) with grit blasted AA6061 aluminium adherends and epoxy adhesive formed as single lap adhesive joints. Different proportions of graphene nanoplatelets (GNP) were reinforced into the adhesive and the highest shear strength results were observed with an increase of 49% at 0.5 wt. % of GNP reinforcement. When graphene nanoplatelets were reinforced into the adhesive, the displacement capacity of the adhesive joints were increased and failure occurrence was delayed. In another study, (Akpınar et al., 2017) combined abraded AA2024-T3 aluminium adherends and three types of epoxy adhesives (rigid, toughened and flexible) as single lap adhesive joints. Then, Graphene-COOH nanomaterial was added to the adhesive and investigated the effect of adhesive joints on failure loads. It was stated that the addition of 2 wt. % Graphene-COOH to the rigid epoxy adhesive increased the failure load by 276%, and such an improvement was not observed in other adhesives. Similarly, (Gültekin et al., 2016) investigated the effect of graphene nanomaterials reinforcement on the strength of abraded AA2024-T3 single lap adhesive joints. It has been determined about 20% improvement in the joint strength by addition of 1 wt. % of graphene nanofiller into the adhesive. On the other hand, (Tabaei et al., 2014) combined abraded AA2024-T3 aluminium adherends with nano alumina reinforced epoxy adhesive as a single lap joints. As a result, with 1.5 wt. % nano alumina reinforcement, the highest shear strength was obtained with an increase of 70%. In a similar study, (Gupta and Shukla, 2020) reinforced nano alumina spheres and nano alumina rods in different ratios into the epoxy adhesive in single lap joints. The maximum improvement in shear strength of the bonded joints was obtained with a 128% increase in 1.5 wt. % nano alumina sphere reinforcement. In another study, (Dorigato and Pegoretti, 2011) formed single lap bonding

joints with grinded 6082 aluminium alloy adherends and alumina reinforced epoxy adhesive. The shear strength of nonreinforced adhesive joints was 7 MPa. The highest strength was observed as 12.3 MPa in 1 wt. % alumina reinforced adhesive joints. As a result of the literature studies on the graphene and alumina nanomaterial reinforcement to the epoxy adhesive, it has been determined that the mechanical performance of the adhesive joints has improved significantly. In addition, in the literature review, it has been determined that there were a limited availability of studies examining both graphene nanoplatelets and nano alumina nanomaterials together in AA7075-T6/AA7075-T6 adhesive joints with FPL-etching surface pretreatment applied.

In this study, graphene nanoplatelets and nano alumina were reinforced separately in aerospace based epoxy adhesive at 0-4 wt. % filler concentration. Single lap adhesive joints were formed in accordance with ASTM-D1002-99 standard with nanomaterial reinforced epoxy adhesive and AA7075-T6 aluminium alloy adherends with FPL-etching surface pretreatment before bonding. Single lap shear tests of the adhesive joints were done in a universal test device. For this purpose, the effect of nanomaterial reinforcement on the mechanical properties of adhesive joints was investigated and the most effective reinforcement weight ratio was determined. In addition, the effect of FPL-etching surface pretreatment on the shear strength value of the adhesive joints were investigated.

MATERIALS AND METHODS

Surface pretreatment of aluminium alloys

In this study, AA7075-T6 type of aluminium alloy was used that supplied from Seykoç Alüminyum A.Ş., Kocaeli/Turkey. The AA7075-T6 samples were cutting by using laser as a dimension of 1.6 mm × 114.3 mm × 25.4 mm. The laser cutting process was taken from Demirsan, Kocaeli/Turkey. Before bonding, FPL-etching (Forest Products Laboratory) was applied 20 minutes at 60°C to AA7075-T6 aluminium substrate in order to obtain a suitable surface for adhesion. All chemicals used in this study were of analytical pure and were purchased from Penalab, Kocaeli/Turkey. In FPL-etching surface pretreatment, AA7075-T6 samples were washed with pure acetone at room temperature to remove impurities on the surface. Then samples immersed in FPL-etching solution baths at 60°C for 20 minutes, which were prepared to consist of 30 parts water (H_2O), 10 parts sulfuric acid (H_2SO_4) and 2 parts sodium dichromate ($Na_2Cr_2O_7$). The samples were removed from the bath, washed with distilled water and finally dried in an oven at 60°C for 1 hour. After the FPL-etching process, the aluminium samples were made ready for bonding.

Preparation of nanomaterials reinforced epoxy adhesive

Loctite 9396 EA two component aerospace-based epoxy paste adhesive was used for bonding AA7075-T6 aluminium adherends. This type of adhesive has been preferred due to its low viscosity and long shelf life, as well as excellent strength at temperatures between -55°C and 177°C. Fig. 1 (Henkel Adhesive, 2013) shows the epoxy adhesive used in this study. In addition, as seen in Fig. 2 graphene nanoplatelets (>99.9% purity, 5 nm size, 135 m^2/g surface area and 7 µm diameter) and nano alumina (>99.5% purity, 18 nm size) used in reinforced the epoxy adhesive were supplied from Nanografi A.Ş., Ankara/Turkey.

Tensile Modulus @25°C	2750 MPa
Tensile Strength @25°C	35.2 MPa
Elongation at Break @25°C	3.4%
Maximum Lap Shear Strength (ASTM D1002)	27.6 MPa



Figure 1. Technical properties of Loctite EA 9396 epoxy adhesive (Henkel Adhesive, 2013)



Figure 2. Nanomaterials reinforced in epoxy

Epoxy adhesive and hardener were put in the bowl with certain weight ratio (100:30 by weight) and mixed manually for 2 minutes by using a spoon. 0.5, 1, 2 and 4 wt. % nano alumina and 0.5, 0.75, 1, 2 and 4 wt. % graphene nanoplatelets were added to the prepared mixture based on the literature and mixed manually for 3 minutes by using a spoon. This mixture was used for preparing single lap adhesive joints of AA7075-T6 aluminium alloys.

Manufacturing and testing of single lap adhesive joints

Bonding of aluminium alloy specimens was applied as a single lap joint (SLJ) according to ASTM D1002-99 standard (ASTM D1002-99, 1999) in Aviation Materials Research and Development (HAMAG) Laboratory (Kocaeli, Turkey). A fixture consisting of a three-axis linear translation stage was used to perform the bonding process (Fig. 3) (Bora et al., 2020). The fixture used in the bonding process has two micrometers that provide to move in the x axis and z axis (Bora et al., 2020). Bondline thickness was selected as approximately 100 µm and the bondline tolerance of the samples was ±10 µm by using this fixture. After the aluminium adherends were placed on the fixture, an overlap zone of 25.4 x 25.4 mm was set according to the standard. Then, the fixture was placed in the oven at 66°C and the adhesive was cured for 60 minutes. And then, the fixture was taken to another oven at room temperature and allowed for a normalization period of 24 hours. Finally, the samples were removed from the fixture and tested within 48 hours. Six coupon samples were prepared for each adhesive joint and average values of obtained test results were given.

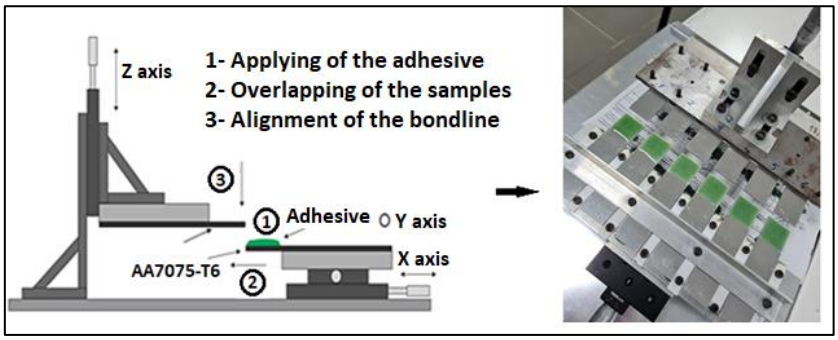


Figure 3. Adhesive bonding fixture (Bora et al., 2020)

A Besmak universal test device (Fig. 4) was used in KARTEAM Laboratory (Kocaeli, Turkey) to determine the adhesive shear strength of AA7075-T6 adhesive joints. The single lap test speed was selected as 1.3 mm/min. As seen in Figure 5, eccentricity was tried to be minimized by adding grips to both ends of the test sample.



Figure 4. Besmak universal test machine

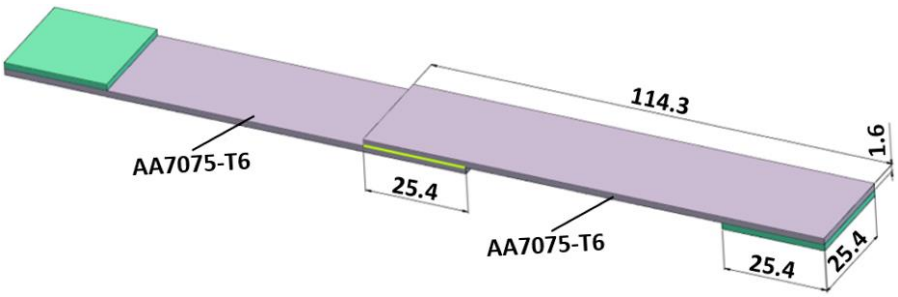


Figure 5. Dimension of AA7075-T6 single lap adhesive joint according to ASTM D1002-99 standard

RESULTS AND DISCUSSION

In order to evaluate the influence of the nanomaterials reinforcement on the adhesive shear strength of AA7075-T6/AA7075-T6 adhesive joints, single lap shear tests were applied. The effect of nanomaterial type and nanomaterial filler concentration on the adhesive shear strength of adhesive joints illustrated at Fig. 6. With the applied FPL-etching surface pretreatment, the shear strength value of the AA7075-T6/AA7075-T6 adhesive joints increased from 7.64 MPa to 12.96 MPa compared to the untreated nonreinforced adhesive joints. From the experimental results, it was determined that the adherends surface became more suitable for adhesion by applying only the FPL-etching surface pretreatment, and approximately 70% shear strength value was obtained compared to the untreated samples. As similar to Ref. (Leena et al., 2016), applying FPL-etching surface pretreatment that single lap shear strength of Al/Al adhesive joint was 70% improvement compared to degreased samples. The average shear strength values with standard deviations were obtained by adding nano alumina at 0, 0.5, 1, 2, 4 wt. % filler concentrations (Fig. 6-a). When the obtained results were investigated, it was shown that the nano alumina reinforcement affected the shear strength of adhesive joints. The highest shear strength values were determined at 2 wt. % nano alumina reinforcement, and the shear strength values increased at a value of 18.68 MPa compared to the untreated nonreinforced adhesive joints (7.64 MPa), with an improvement of 144.50%. Besides, the shear strength values increased from 12.96 MPa to 18.68 MPa compared to the FPL-etched nonreinforced joints, with 44.13% improvement. For the improvement shear strength of adhesive joints as stated in Ref. (Akpınar, 2016) alumina nanomaterial with high specific surface area improved the stress distributions in the interface region. In addition the nano alumina reinforcement enhanced the shear strength by increasing the contact area between the epoxy adhesive and the AA7075-T6 adherends and filling the micro voids in the adherends ((Khalil et al., 2019), (Akpınar, 2016)). After 2 wt. % nano alumina reinforcement (4 wt. %), a decrease was determined in the shear strength values of the adhesive joints. In nano alumina reinforcement higher than the optimum filler concentration, the wettability of the adhesive decreased due to the increase in viscosity and a reduced in shear strength was observed. Similar results were reported in the studies of Ref. (Gupta and Shukla, 2020), Ref. (Dorigato and Pegoretti, 2011) in which it bonded abraded aluminium plates with nano alumina reinforced epoxy.

Fig. 6-b showed the shear strength values of adhesive joints reinforced with graphene nanoplatelets (0, 0.5, 0.75, 1, 2, 4 wt. % filler concentration). In this context, as a result of the shear tests were carried out, the maximum shear strength values were obtained at 0.75 wt. % graphene nanoplatelets reinforcement, while the lowest shear strength values were realized at 4 wt. % filler concentration. The maximum shear strength values

observed at 0.75 wt. % graphene nanoplatelets, increased to 18.72 MPa by 7.64 MPa and 12.96 MPa compared to the untreated nonreinforced (145.02% improvement) and FPL-etched nonreinforced (44.44% improvement) adhesive joints, respectively. As stated in Ref. (Saraç et al., 2019), uniformly dispersed graphene nanoplatelets in the epoxy adhesive can improve adhesion strength by affecting of physical and chemical properties between the epoxy adhesive and the adherends. Similar results were obtained in Ref. (Jojibabu et al., 2016), that the highest shear strength values were obtained at lower filler concentration (0.5 wt. %) graphene reinforcement in grit blasted AA6061 adhesive joints and also it was determined that the adhesion strength decreased due to agglomeration at higher filler concentrations. Similarly in this study, the lowest improvement ratio was observed at 4 wt. % graphene nanoplatelets filler concentration. Also as stated in Ref. (Guadagno et al., 2015), it is known that graphene nanoplatelets are generally difficult to disperse homogeneously in the adhesive at high filler concentrations due to their large specific surface area. In addition, in another study (Gültekin et al., 2016) indicated the displacement capacity of the abraded AA2024-T3 adhesive joints increased with graphene nanomaterial reinforcement, thus the initiatition of failure was delayed. As a result, adherend material surfaces were improved by FPL-etching surface pretreatment, also the adhesive joints were developed by adding graphene nanoplatelets and alumina nanomaterials to the adhesive, thus increased the shear strength values of adhesive joints.

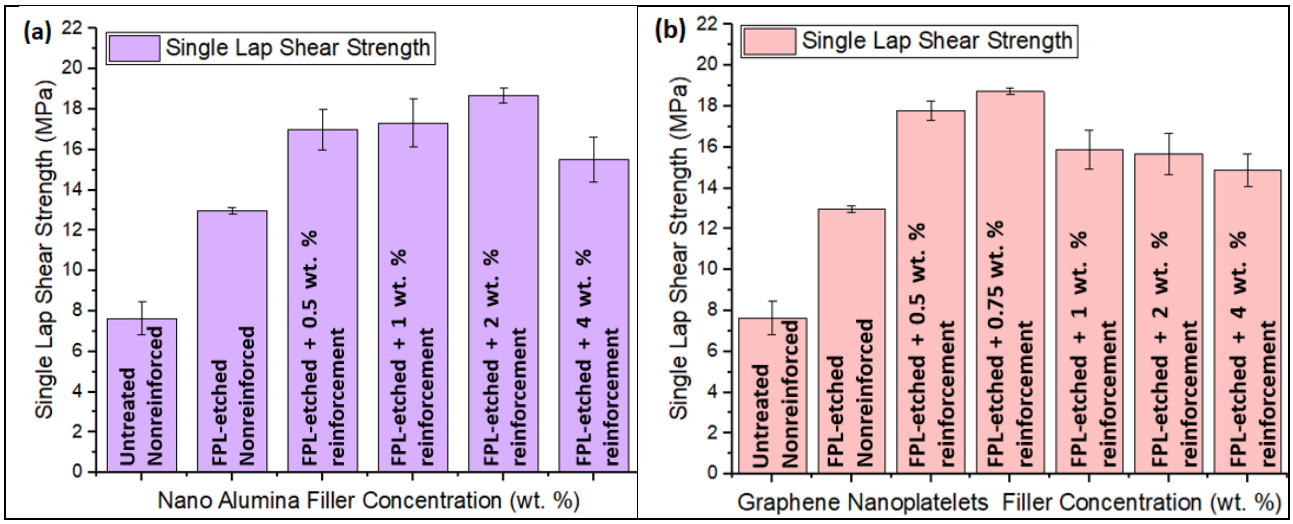


Figure 6. Shear strength values of (a) nano alumina and (b) graphene nanoplatelets reinforced adhesive joints

CONCLUSION

In this study, the effect of the nano alumina and graphene nanoplatelets reinforcement on the shear strength of AA7075-T6/AA7075-T6 adhesive joints were obtained by single lap shear tests. The outputs obtained are as below;

- Depending on the FPL-etching pretreatments applied to the aluminium adherends before bonding, the strength of the adhesive joint was increased to 12.96 MPa from 7.64 MPa with approximately 70% improvement compared to untreated nonreinforced adhesive joints.
- At the adhesively bonded joints, by adding nano alumina to the epoxy adhesive, the maximum shear strength values were obtained at 2 wt. % filler concentration. The shear strength values increased by 44.13% compared to FPL-etched nonreinforced adhesive joints.
- The highest shear strength improvement was achieved at the 0.75 wt. % graphene nanoplatelets filler concentration, compared to FPL-etched nonreinforced adhesive joints with an increase of 44.44%.
- Considering the more economical alumina and relatively more expensive graphene nanoplatelets nanomaterial costs and determined optimum filler concentrations, it is adviced to choose nanomaterials depending on the place of use in the sector. It is aimed to encourage university-industry cooperation by sharing the obtained results in this study with leading companies in the aviation and material sectors.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by Kocaeli University Scientific Research Projects Coordination Unit Project Number: FMP-2021-2760. All bonding processes were done at Aviation Materials Research and Development (HAMAG) Laboratory in Faculty of Aeronautics and Astronautics, Kocaeli University. Also, authors wish to thank Assist. Prof. Dr. Mustafa TÜMER for his kindly support of KARTEAM Laboratory at Uzunçiftlik Nuh Çimento Vocational High School in Kocaeli University.

REFERENCES

Aereospace 3M 1999. 3M Advanced Technologies for Aerospace Structures. Avaible at: http://www.proximatape.com/wp-content/uploads/settori-industriali/3M%20Aereospace.pdf [25.10.2021].

Ahmadi Z 2019. Nanostructured epoxy adhesives: A review. Progress in Organic Coatings, 135, 449-453.

Akpınar S 2016. Alüminyum Oksit ve Titanyum Dioksit Partikül Takviyeli Yapıştırıcılarla Birleştirilmiş Bağlantıların Mekanik Özelliklerinin Deneysel Olarak Belirlenmesi. Journal of Engineering Sciences, 5:2, 244-252.

Akpınar IA, Gültekin K, Akpınar S, Akbulut H, Ozel A 2017. Experimental analysis on the single-lap joints bonded by a nanocomposite adhesives which obtained by adding nanostructures. Composites Part B, 110, 420-428.

Anagreh N, Al Robaidi A 2010. Improvement in adhesion behavior of aluminum due to surfaces treatment with arc discharge. Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering, 4, 330-339.

Aradhana R, Mohanty S, Nayak SK 2018. High performance epoxy nanocomposite adhesive: Effect of nanofillers on adhesive strength, curing and degradation kinetics. International Journal of Adhesion and Adhesives, 84, 238-249.

ASTM D1002-99 Standard Test Method for Apparent Shear Strength of Single-Lap-Joints Adhesively Bonded Metal Specimens by Tension Loading (Metal-to-Metal) 1999. 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA, United States, 19428-2959.

Barbosa AQ, da Silva LFM, Banea MD, Öchsner A 2016. Methods to increase the toughness of structural adhesives with micro particles: an overview with focus on cork particles. Materials Science and Engineering Technology, 47, 307-325.

Bora MÖ, Çoban O, Akman E, Oztoprak B, Kutluk T 2020. Comparison of novel surface treatments of Al 2024 alloy for Al/CFRP adhesive bonded joints. International Journal of Adhesion and Adhesives, 103, 102721.

Ebnesajjad S 2008. Adhesive Technology Handbook-Second Edition. N o r w i c h-U S A: William Andrew.

Dorigato A, & Pegoretti A 2011. The role of alumina nanoparticles in epoxy adhesives. Journal of Nanoparticle Research, 13, 2429–2441.

Guadagno L, Sarno M, Vietri U, Raimondo M, Cirillo C, Ciambelli P 2015. Graphene-based structural adhesive to enhance adhesion performance. Royal Society of Chemistry, 5, 27874-27886.

Gupta S, Shukla D 2020. Quasi-static and Dynamic Lap Shear Strength of Aluminium Joints Bonded with Epoxy/Alumina Nanocomposite Adhesive. Journal of Dynamic Behavior of Materials, 6, 186-196.

Gültekin K, Akpınar S, Gürses A, Eroğlu Z, Cam S, Akbulut H, Keskin Z, Özel A 2016. The effects of graphene nanostructure reinforcement on the adhesive method and the graphene reinforcement ratio on the failure load in adhesively bonded joints. Composites Part B: Engineering, 98, 362-369.

Hart-Smith LJ 2011. Handbook of Adhesion Technology. In: da Silva LFM, Öchsner A, Adams RD (eds), Adhesively Bonded Joints in Aircraft Structures. Berlin: Springer, pp. 1101-1147.

Hart-Smith LJ 2018. Handbook of Adhesion Technology (Second Edition). In: da Silva LFM, Öchsner A, Adams RD (eds), Adhesively Bonded Joints in Aircraft Structures. Switzerland:Springer, pp. 1235-1285.

Henkel Adhesive 2013. LOCTITE EA 9396 AERO Technical Data Sheet. Avaible at: https://www.henkel-adhesives.com/vn/en/product/industrial-adhesives/loctite_ea_9396_aero.html[30.10.2021]

Jakubinek MB, Ashrafi B, Martinez-Rubi Y, Rahmat M, Yourdkkhani M, Kim K.S, Laqua K, Yousefpour A, Simard B 2018. Nanoreinforced epoxy and adhesive joints incorporating boron nitride nanotubes. International Journal of Adhesion and Adhesives, 84, 194-201.

Jojibabu P, Jagannatham M, Haridoss P, Janaki Ram GD, Deshpande AP, Bakshi SR 2016. Effect of different carbon nano-fillers on rheological properties and lap shear strength of epoxy adhesive joints. Composites Part A, Applied Science and Manufacturing, 82, 53-64.

Jojibabu P, Zhang YX, Rider AN, Wang J, Prusty G 2019. Mechanical Behaviour of Functionalized Graphene Nanoplatelet Reinforced Epoxy Adhesive Joints for Structural Applications. 13th International Conference on the Mechanical Behaviour of Materials (ICM13), 507-518.

Khalil N, Johanne M, Ishak M 2019. Influence of Al_2O_3 nanoreinforcement on the adhesion and thermomechanical properties for adhesive. Composites Part B: Engineering, 172, 9-15.

Kinloch AJ, Lee JH, Taylor AC, Sprenger S, Eger C, Egan D 2003. Toughening structural adhesives via nano and micro-phase inclusions. The Journal of Adhesion, 79:8-9, 867-873.

Leena K, Athira KK, Bhuvaneswari S, Suraj S, Rao VL 2016. Effect of surface pre-treatment on surface characteristics and adhesive bond strength of aluminium alloy. International Journal of Adhesion and Adhesives, 70, 265-270.

Romano MG, Guida M, Marulo F, Auricchio MG, Russo S 2020. Characterization of Adhesives Bonding in Aircraft Structures. Materials, 13, 4816.

Said S, Mikhail S, Riad M 2020. Recent processes for the production of alumina nano-particles. Materials Science for Energy Technologies, 3, 344-363.

Saraç İ, Adin H, Temiz Ş 2019. Investigation of the effect of use of Nano-Al_2O_3, Nano-TiO_2 and Nano-SiO_2 powders on strength of single lap joints bonded with epoxy adhesive. Composites Part B, 166, 472-482.

Tabaei M, Jafari SH, Khonakdar HA 2014. Lap Shear Strength and Thermal Stability of Diglycidyl Ether of Bisphenol A/Epoxy Novolac Adhesives with Nanoreinforcing Fillers. Journal of Applied Polymer Science, 131, 40017.

Yazman S, Samancı A 2019. A Comparative Study on the Effect of CNT or Alumina Nanoparticles on the Tensile Properties of Epoxy Nanocomposites. Arabian Journal for Science and Engineering, 44:1353–1363.

ORAL PRESENTATION

Effect of mechanical and chemical surface pretreatments on the shear strength of MWCNT-COOH reinforced aluminium adhesive joints

Elanur OZUN[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5937-3221*), Reyhan CEYLAN[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2150-1002*), Mustafa Özgür BORA[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0921-418X*), Onur ÇOBAN[4] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8965-3459*), Togayhan KUTLUK[5] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7249-9902*)

[*1]Kocaeli University, Institute of Science, Department of Mechanical Engineering, Kocaeli, Turkey
[2]Kocaeli University, Institute of Science, Department of Mechanical Engineering, Kocaeli, Turkey
[3]Kocaeli University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Department of Aircraft Body and Engine Maintenance, Kocaeli, Turkey
[4]Kocaeli University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Department of Aircraft Body and Engine Maintenance, Kocaeli, Turkey
[5]Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Kocaeli, Turkey

*Corresponding author e-mail: elanurozun@gmail.com

Abstract
Nowadays, the mechanical results obtained from adhesive joints have formed with nanomaterials reinforced epoxy adhesive are promising. For this purpose, in this study -COOH functionalized multiwalled carbon nanotubes (MWCNT-COOH) reinforced epoxy based adhesive was combined with AA7075-T6 aluminium adherends which exposed to abrading and FPL-etching surface pretreatment as single lap adhesive joints. First of all, MWCNT-COOH nanoparticles were reinforced into epoxy at 0.5, 0.75, 1, 2 and 4 wt. % reinforcement ratios. Shear strength values of the adhesive joints were determined as a result of single lap shear tests performed on a universal test device according to ASTM D1002-99 standard. In abraded adhesive joints, the maximum shear strength values were achieved at 2 wt % MWCNT-COOH reinforcement ratio with 41% improvement compared to abraded nonreinforced adhesive joints. The highest shear strength values were obtained with 60% improvement at 1 wt. % MWCNT-COOH reinforcement ratio in FPL-etched AA7075-T6 adhesive joints compared to nonreinforced FPL-etched adhesive joints. Thanks to the suitable surface pretreatment, higher performance can be obtained even at lower MWCNT-COOH reinforcement ratios.
Keywords: Adhesive joint, aluminium, abrading, FPL-etching, epoxy, MWCNT-COOH

INTRODUCTION

Desire to reduce energy and material consumption in industrial areas, and the increase in the need for the design of lightweight structures, the adhesive bonding method obtained by joining surfaces consisting of the same or different materials with an adhesive (Cavezza et al., 2020), in sectors such as being in the first place aviation, automotive, marine, construction, electrical-electronics, stand out as the preferred method. Metals are frequently used as the material to be adherend, and especially aluminiums with high specific strength are the material type that come to the fore. Metallic surfaces are often covered with several impurities such as dust, grease and brittle oxide layers, but good adhesion requires a clean and stable surface regardless of the adherend material (Golaz et al., 2013). It is essential to ensure complete wetting between the adhesive and the adherend to eliminate defects at the interface (Crompton, 1989). Pretreatment of aluminium alloys is important to procure adhesive joint strength. Natural oxide layer and contaminations are removed by mechanical (Abid et al., 2020), physical (Rechner et al., 2010), chemical (Abel et al., 2006) or electrochemical (Johnsen et al., 2004) pretreatments applied to aluminium surfaces in adhesive joints. In a study (Wang et al., 2020) conducted in this context, the effect of surface pretreatments on the strength of the adhesive joints was investigated in single lap adhesive joints formed with 2A12 aluminium plates and epoxy adhesive. While the shear strength values were 4 MPa in untreated samples, it increased to 17.2 MPa and 12.4 MPa with sandblasting and grinding pretreatments, respectively. On the other hand, in a study (Leena et al., 2016), single lap adhesive joints were occurred by applying FPL (Forest Products Laboratory) etching pretreatment to aluminium surfaces, and a significant increase of up to 70% in the shear strength of the adhesive joints was observed by obtaining good wetting, high surface energy and surface roughness.

As well as the use of structural adhesives in adhesive joints are common, epoxies are one of the most well-known structural adhesives in this group. Structural adhesives are known for their low ductility and toughness as well as having high strength and hardness. Epoxy adhesives with high crosslink structure is very high shear strength and they fill small voids well with little shrinkage. But cause brittleness with a low resistance to failure initiation and propagation due to rigid properties (Barbosa et al., 2016). It is known that the adhesive needs to be developed in order to increase the strength of the adhesive joints. One of the applications made for this purpose is adding reinforcement materials of different sizes impending macro, micro and nano to the adhesive. Improvements in adhesives in the presence of reinforcement materials vary from according to many parameters such as reinforcement type, shape, content and size (Ahmadi, 2019). Generally, as the reinforcement size decreases, a higher increase in strength is observed due to more effective stress transfer between the adhesive to the reinforcement material. Nano sized materials stand out as more effective reinforcement material compared to others due to their large surface area, high surface energy and reduced of structural defects (Giv et al., 2018). For this reason, by reinforcing nano sized organic/inorganic particles into epoxy adhesives, the be mentioned negative properties of epoxy adhesive can be improved and its adhesion performance can be enhanced. Nanoparticles can affect the ultimate properties of epoxy adhesive such as mechanical properties, lap shear strength, thermal stability and glass transition temperature (Ahmadi, 2019). Nanoparticles absorb the loads on the adhesive joint region and provide adhesive joints that are resistant to interface failure (Montarnal et al., 2011). Various nanomaterial types have been in the literature which have a part actively in the modification of epoxy based adhesive. Carbon based nanomaterials stand out in terms of improving the especially mechanical performance of adhesive joints. Stronger than steel, lighter than aluminium and more conductive than copper (Wernik and Meguid, 2014) carbon nanotubes (CNTs) are one of the best reinforcement material for polymers due to their extremely high tensile strength, modulus, large aspect ratio and similar chain structure to polymers which provides the relative stronger interfacial interaction between CNTs and polymers (Chen et al., 2013). In some literature studies significant improvements were obtained in the shear strength of the adhesive joints have been occurred by aluminium plates joined with carbon nanotube reinforced epoxy adhesive due to excellent mechanical properties of CNTs. In this sense, (Aradhana et al., 2018) reinforced 0.5, 1, and 1.5 wt. % of MWCNT into epoxy and formed single lap adhesive joints with aluminium plates exposed to acid etching. When shear strength of the adhesive joints examined, it had been obtained the maximum shear strength with 48% increase at 1 wt. % MWCNT reinforcement compared to nonreinforced adhesive joints. In another study (Gkikas et al., 2012) anodized AA2024-T3 aluminium plates joined with 1 wt. % MWCNT reinforced epoxy adhesive and showed an increase of approximately 50% in shear strength compared to nonreinforced adhesive joints. Similar results were obtained in the study of Ref. (Jojibabu et al., 2016) that they joined AA6061 grit blasted aluminium plates with added 0.2-2 wt. % MWCNT into the epoxy adhesive. (Ayatollahi et al., 2017) reinforced epoxy adhesive with 0.2, 0.5 and 0.8 wt. % MWCNT and formed adhesive joints with FPL-etched AA7075-T6. The maximum shear strength were determined at 0.2 wt. % MWCNT reinforced adhesive joints with 25% improvement. In the examined studies, it was observed that the mechanical properties of the adhesive joints were improved with carbon nanotubes reinforcement. And also the necessity of examining the effect of different surface pretreatments on carbon nanotubes reinforced adhesive joints was identified as a deficiency in the literature.

In this study, shear strength values of abrading that is a economical and simple method and FPL-etching which is a relatively more expensive and take time process, were evaluated. In this context, it was aimed to contribute to the industry in the selection of the optimum surface pretreatment, by taking into consideration the areas of use in different sectors and the expected strength values. Therefore, AA7075-T6 aluminium plates, which are frequently used in structural parts of aircraft, were exposed to abrading and FPL-etching surface pretreatment and joined with epoxy based adhesive as a single lap adhesive joint according to ASTM D1002-99 standard. MWCNT-COOH nanoparticles were reinforced into the epoxy matrix at 0.5, 0.75, 1.0, 2.0, 4.0 wt. % in order to strengthen the adhesive and increase the adhesion performance. The shear strength values of the adhesive joints, which were subjected to a single lap shear test according to the same standard, were determined on a universal test device.

MATERIALS AND METHODS

In this study, AA7075-T6 type of aluminium alloys were used that supplied from Seykoç Alüminyum, Kocaeli/Turkey. AA7075-T6 samples were cut by using laser as a dimension of 1.6 mm x 114.3 mm x 25.4 mm by Demirsan, Kocaeli/Turkey. Abrading process of AA7075-T6 aluminium alloy materials were carried out using P400 sandpaper with circular motions in such a way that the material surfaces had homogeneous roughness. Then, in order to remove the particles and dust remaining from the abrading process on the aluminium surfaces, air was sprayed on the surfaces by a compressor for 1 minute at 3 bar pressure. And then, the surfaces were washed with acetone and dried. Also in order to remove the impurities on the aluminium surfaces and make it suitable for adhesion, FPL-etching chemical surface pretreatment was applied to the AA7075-T6 surfaces. The chemical surface pretreatment was included degreasing and etching processes and all chemical consumable materials are of analytical purity and were purchased from PENALAB, Kocaeli/Turkey. First of all, AA7075-T6 samples were degreased with pure acetone at room temperature to remove contaminations on the surface. Then these samples were immersed sulfuric acid (H_2SO_4) and sodium dichromate ($Na_2Cr_2O_7$) solution (30 parts water, 10 parts H_2SO_4 and 2 parts $Na_2Cr_2O_7$) for 20 minutes at 60 °C. Afterwards, the samples were taken out from the solution bath and washed by spraying with distilled water. Finally these were dried in an drying-oven at 60°C for 1 hour and were made ready for bonding.

Two component (A-epoxy based, B-amine based) Loctite EA 9396 AERO (Fig. 1-a) (Henkel, 2013), was used as an adhesive in the bonding process of AA7075-T6 samples whose surfaces were prepared. This epoxy adhesive has low viscosity (liquid form) and also exhibits the best strength properties in the temperature range of -55 °C to 177 °C. The epoxy adhesive was prepared by considering the ratio of epoxy resin: hardener as 100:30 (w/w) which according to maximum adhesive strength. A mixture of epoxy and hardener was placed in an empty cup at the specified rates and mixed mechanically by a spoon for 2 minutes. Then, as seen in Fig. 1-b MWCNT-COOH nanoparticles were added into this mixture at 0.5, 0.75, 1.0, 2.0 and 4.0 wt. % reinforcement ratios, considering the common usage ratio in the literature, and was mixed mechanically for 3 minutes. MWCNT-COOH with a purity of >96% and a diameter of 4-16 nm were used as nanomaterial and this material were obtained from Nanografi Nano Teknoloji A.Ş., Ankara/Turkey.

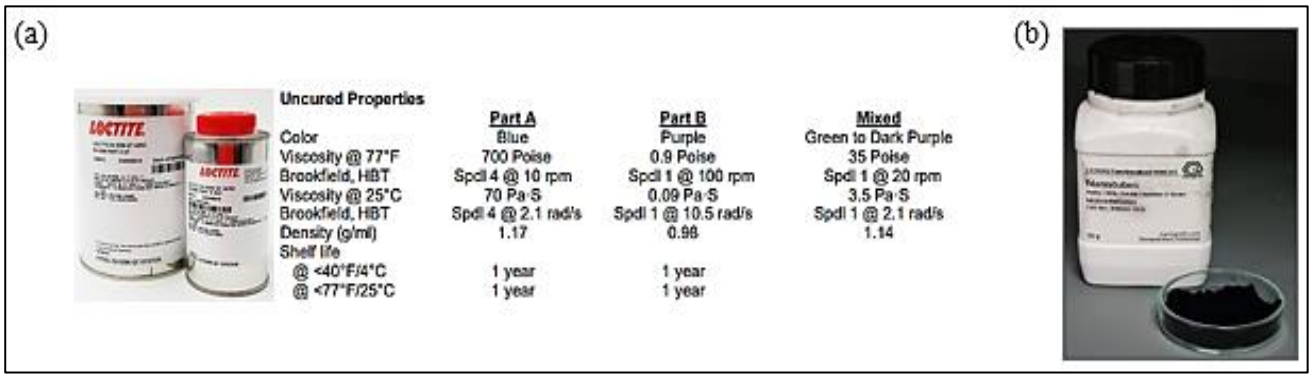


Figure 1. (a) Technical properties of Loctite EA 9396 AERO epoxy adhesive (Henkel, 2013), and (b) MWCNT-COOH reinforcement nanomaterial

In order to determine the contact angle changes immediately after the mechanical (abrading) and chemical (FPL-etching) surface pretreatments applied to the aluminium material surfaces, measurements were taken with a contact angle device (Fig. 2) with ±2° deviation in the Aviation Materials Research and Development (HAMAG) laboratory. After surface pretreatments, with contact angle measurements, it was evaluated whether aluminium alloy surfaces been more suitable in terms of adhesion performance.

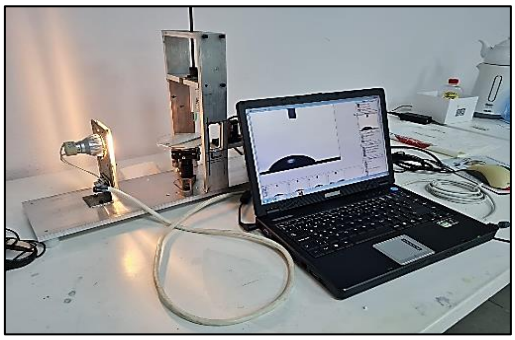


Figure 2. Contact angle measurement device

AA7075-T6 single lap adhesive joints were prepared according to ASTM D1002-99 (ASTM D1002-99, 1999) as seen in Fig. 3-a. The single lap specimens were occurred using abraded and FPL-etched aluminium adherends with a 25.4 mm x 25.4 mm overlap. An apparatus (Fig. 3-b) consisting of three axis linear translation stages was prepared to provide precision control of the bondline. The bondline thickness of bonding is 100 µm and tolerance of the samples using this apparatus was ±10 µm. After the bonding process was completed, the apparatus was kept in an oven set at 66°C for 1 hour to cure the adhesive, and after curing, the apparatus was placed in another oven at room temperature for a 24 hour normalization period (Bora et al., 2020). The formation processes of the AA7075-T6 adhesive joints were carried out in the Aviation Materials Research and Development (HAMAG) Laboratory. In order to determine the shear strength of prepared adhesive joints according to ASTM D1002-99 standard, the single lap shear tests were carried out with cross head speed of 1.3 mm/min by BESMAK universal test device in KARTEAM laboratory. In order to perform the tests without eccentricity in one axis, grips were attached to the ends of the samples as seen in Fig. 3-a.

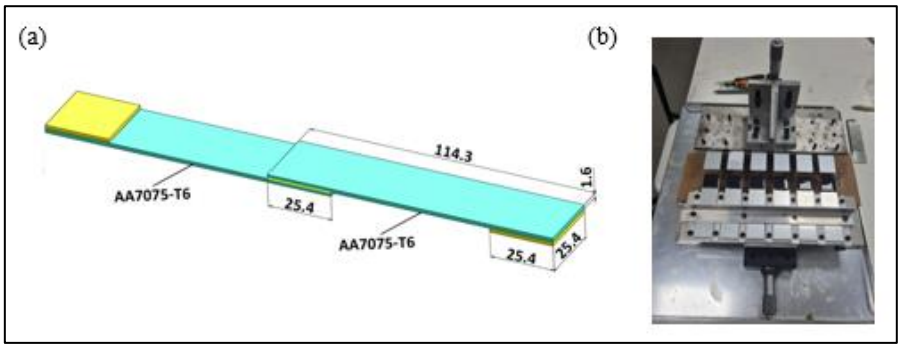


Figure 3. (a) Schematic representation of the single lap adhesive joint, and (b) apparatus of the adhesive joint (Bora et al., 2020)

RESULTS AND DISCUSSION

Fig. 4 shows the contact angle values of untreated, abraded and FPL-etched AA7075-T6 aluminium materials. The contact angle being close to 0° is a result of the excellent wettability (hydrophilic surface) of the surface and thereby the availability of high adhesive joint strength. According to the contact angle results, it was determined that the untreated aluminium materials had the highest contact angle (about 85°) and exhibited a hydrophobic surface character. As stated in Ref. (Ghumatkar et al., 2016), it was reported that with the increase in surface roughness values, significant increases in contact angle values were also observed. With the effect of the abrading process, the contact angle value decreased slightly (about 70°) compared to untreated surfaces, but a higher contact angle value was obtained compared to FPL-etched surfaces. As indicated in Ref. (Sekercioğlu and Ozenc, 2012), it was stated that the roughness of the surfaces increased with mechanical surface pretreatments, thus increasing the adhesion surface area and increasing the strength of the adhesive joints. It was also added that obtaining suitable surface roughness is important in these methods. Failure to achieve an essential improvement in contact angle values of AA7075-T6 aluminium materials with abrading. When the effect of FPL-etching surface pretreatments on the contact angle values were examined, it was determined that the lowest contact angle value (about 45°) was obtained. Leena et al. (2016) obtained aluminiums which had hydrophilic surfaces due to the increased surface energy and the controlled roughness

obtained by the FPL-etching exposed to the aluminium surface before bonding process. Thus, it had been observed that the contact angle values were decreased.

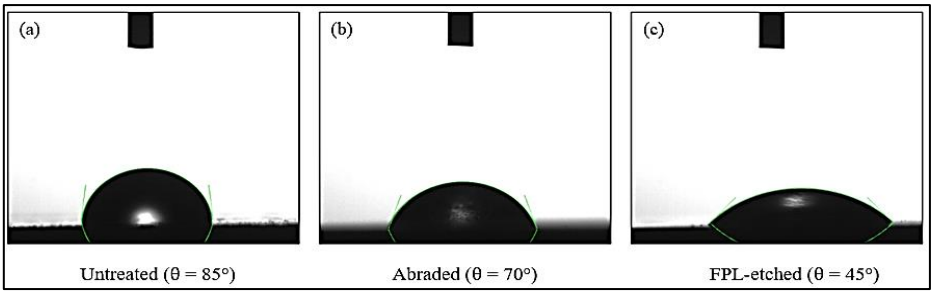


Figure 4. Contact angle values of (a) untreated, (b) abraded and (c) FPL-etched AA7075-T6 aluminium surfaces

The comparison of the shear strength values of MWCNT-COOH reinforced abraded and FPL-etched AA7075-T6/AA7075-T6 adhesive joints compared to untreated adhesive joints was shown in Fig. 5. In the nonreinforced adhesive joints, 41% improvement in shear strength value was observed with the abrading process compared to untreated. Owing to the roughness occurred on the surface by the abrading process, the surface wettability of aluminium materials improved as well as supported by contact angle measurements. Similar results were determined in Ref. (Boutar et al., 2016), observed an improvement in the shear strength values due to the increase in the adhesion surface area thanks to the roughness on the aluminium surfaces. Shear strength values increased in abraded adhesive joints with MWCNT-COOH reinforcement compared to abraded nonreinforced adhesive joints. And the maximum shear strength value in adhesive joints formed with abraded aluminium surfaces was achieved with 41% increase at 2 wt. % MWCNT-COOH nanoparticles reinforcement compared to abraded nonreinforced adhesive joints. As stated by (Wagner, 2002), carbon nanotubes thank to their high aspect ratio composed large interfacial areas, and enabled effective stress transfer to occur. The lowest shear strength value was determined as 11.64 MPa at 0.5 wt. % MWCNT-COOH nanoparticles reinforcement in abraded MWCNT-COOH reinforced adhesive joints. Also after the optimum reinforcement ratio (2 wt. %), in the case of at 4 wt. % MWCNT-COOH reinforcement ratio, the wettability of the adhesive decreased due to their highering viscosity and its ability to fill the gaps in the abraded adherend decreased. This caused a reduce in the shear strength value of the abraded adhesive joints. As stated in Ref. (Borsellino et al., 2008) and Ref. (Prolongo et al., 2006), it is due to the fact that the adhesive does not completely fill the roughness of the abraded surface and therefore optimum adhesion can not be achieved at the interface between the adhesive and the adherends.

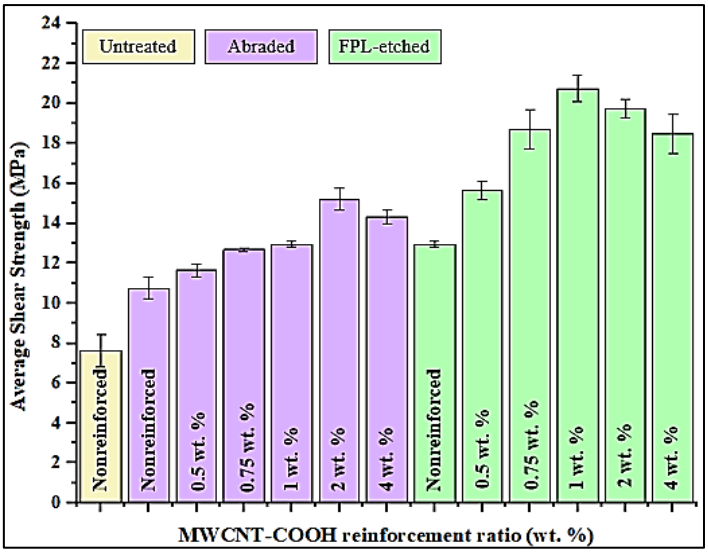


Figure 5. Average shear strength values of MWCNT-COOH reinforced adhesive joints

With the FPL-etching surface pretreatment, the shear strength of the adhesive joints increased significantly, and in the nonreinforced adhesive joints a 70% improvement was observed compared to untreated adhesive joints with the FPL-etching pretreatment. When the MWCNT-COOH nanoparticles reinforced the adhesive joints with FPL-etching surface pretreatment applied to the aluminium surfaces were examined, the highest shear strength was obtained with 1 wt. % MWCNT-COOH nanoparticles reinforced adhesive joints with 20.74 MPa, and an improvement of 60% was achieved compared to FPL-etched nonreinforced adhesive joints. Similar results were reported in the study of Ref. (Aradhana et al., 2018) that MWCNT nanoparticles with high aspect ratios interacted better with epoxy and obtained the maximum shear strength value with a 48% improvement at 1 wt. % MWCNT reinforcement in the adhesive joints formed with FPL-etched aluminium surfaces. On the other hand, as stated in Ref. (Ayatollahi et al., 2017) local stress concentrations occurred due to agglomeration of MWCNT at relatively higher reinforcement ratios. This situation caused a reduce in the improvement increase in shear strength. In this context, it was predicted that the source of the decrease in the shear strength value at 4 wt. % MWCNT-COOH reinforcement was the agglomeration of nanoparticles.

When the shear strength values of the MWCNT-COOH nanoparticles reinforced abrading and FPL-etching surface pretreated AA7075-T6 adhesive joints were evaluated, it was determined that the FPL-etching process was more effective. The shear strength values of the adhesive joints, which were abraded nonreinforced and FPL-etched nonreinforced were determined as 10.76 MPa and 12.96 MPa, respectively. While with the FPL-etching surface pretreatment, more stable and suitable aluminium surfaces were occurred, controlled surface roughness could not be obtained due to the fact that abrading is a mechanical process. As stated in Ref. (Sekercioglu and Ozenc, 2012) since the effective contact area decreases on the surfaces with low roughness the shear strength of the adhesive joints decreases, while the surfaces with high roughness can not be fully wetted by the adhesive, and a reduce in shear strength is observed. Also as indicated in Ref. (Harris and Beevers, 1999) when increasing of surface roughness, surface energy reduce as the peaks and valleys form barriers which restrain the spreading of the droplet.

CONCLUSION

In this study, worked on the effect of mechanical (abrading) and chemical (FPL-etching) surface pretreatments on the shear strength values of AA7075-T6 adhesive joints formed with MWCNT-COOH nanoparticles reinforced epoxy adhesive. The obtained results in this study was given below;

- In nonreinforced adhesive joints, with the abrading and FPL-etching surface pretreatments an increase of 41% and 70% was achieved in the shear strength value compared to untreated adhesive joints, respectively.
- The highest shear strength value of abraded adhesive joints with MWCNT-COOH reinforcement was found to be 15.20 MPa at 2 wt. % reinforcement ratio and 41% improvement was observed compared to nonreinforced abraded adhesive joints.
- The maximum shear strength value of the adhesive joints formed with FPL-etched aluminium was 20.74 MPa at 1% MWCNT-COOH reinforcement, and 60% improvement was achieved compared to FPL-etched nonreinforced adhesive joints.
- Abrading is simple and economical surface pretreatment method but lower shear strength values were obtained. While FPL-etching surface pretreatment is more expensive method according to abrading surface pretreatment, higher shear strength values were determined. By this means the proper surface pretreatment method, higher shear strengths were achieved even at lower MWCNT-COOH reinforcement ratios.
- Considering all situations, the determination of the surface pretreatment method to be applied to the adhesive joints should be preferred depending on the place of use in the sectoral area.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by Kocaeli University Scientific Research Projects Coordination Unit Project Number: FYL-2021-2722. The bonding processes were carried out in the Aviation Materials Research and Development (HAMAG) Laboratory in Faculty of Aeronautics and Astronautics, Kocaeli University. Single lap shear tests were conducted at KARTEAM Laboratory in Uzunçiftlik Nuh Çimento Vocational High School, and the researchers would like to thank Assist. Prof. Dr. Mustafa TÜMER for his support at this stage.

REFERENCES

Abel ML, Adams ANN, Kinloch AJ, Shaw SJ, Watts JF 2006. The effects of surface pretreatment on the cyclic-fatigue characteristics of bonded aluminium-alloy joints. International Journal of Adhesion and Adhesives, 26: 50-61.

Abid J, Raza H, Akhtar A, Gohar GA, Ullah S, Akram M, Raza Y, Bukhari MD 2020. Effect of Surface Roughness on Shear Strength of Bonded Joints of Aluminum AL 6061 T6 substrate. VW Applied Sciences, 2(2): 87-91.

Ahmadi Z. 2019 Nanostructured epoxy adhesives: A review. Progress in Organic Coatings, 135: 449-453.

Aradhana R, Mohanty S, Nayak SK 2018. High performance epoxy nanocomposite adhesive: Effect of nanofillers on adhesive strength, curing and degradation kinetics. International Journal of Adhesion and Adhesives, 84: 238-249.

Ayatollahi MR, Giv AN, Razavi SMJ, Khoramishad H 2017. Mechanical properties of adhesively single lap-bonded joints reinforced with multi- walled carbon nanotubes and silica nanoparticles. The Journal of Adhesion, 93(11): 896-913.

ASTM D1002-99 Standard Test Method for Apparent Shear Strength of Single-Lap-Joints Adhesively Bonded Metal Specimens by Tension Loading (Metal-to-Metal) 1999. 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA, United States, 19428-2959.

Barbosa AQ, da Silva LFM, Banea MD, Öchsner A 2016. Methods to increase the toughness of structural adhesives with micro particles: an overview with focus on cork particles. Materials Science and Engineering Technology, 47: 307-325.

Boutar Y, Naïmi S, Mezlini S, Ali MBS 2016. Effect of surface treatment on the shear strength of aluminium adhesive single-lap joints for automotive applications. International Journal of Adhesion and Adhesives, 67: 38-43.

Bora MB, Çoban O, Akman E, Oztoprak BG, Kutluk T 2020. Comparison of novel surface treatments of Al 2024 alloy for al/cfrp adhesive bonded joints. International Journal of Adhesion and Adhesives, 103: 102721.

Borsellino C, Bella GD, Ruisi VF 2008. Adhesive Joining Of Aluminium AA6082: The Effects Of Resin And Surface Treatment. International Journal of Adhesion and Adhesives, 29: 36-44.

Cavezza F, Boehm M, Terryn H, Hauffman T 2020. A Review on Adhesively Bonded Aluminium Joints in the Automotive Industry. Metals, 10(6): 730.

Chen J, Shi YY, Yang JH, Zhang N, Huang T, Wang W 2013. Improving interfacial adhesion between immiscible polymers by carbon nanotubes. Polymer, 54(1): 464-471.

Crompton JS 1989. Interfacial properties and stability in bonded aluminium. Journal Of Materials Science. 24: 1575-1581.

Ghumatkar A, Budhe S, Sekhar R, Banea MD, Barros S 2016. Influence Of Adherend Surface Roughness On The Adhesive Bond Strength. Latin American Journal of Solids and Structures, 13: 2356-2370.

Golaz B, Michaud V, Lavanchy S, Månson JAE 2013. Design and durability of titanium adhesive joints for marine applications. International Journal of Adhesion and Adhesives, 45: 150-157.

Giv AN, Ayatollahi MR, Ghaffari SH, da Silva LFM 2018. Effect of reinforcements at different scales on mechanical properties of epoxy adhesives and adhesive joints: a review. The Journal of Adhesion, 94: 1082-1121.

Gkikas G, Sioulas D, Lekatou A, Barkoula NM, Paipetis AS 2012. Enhanced bonded aircraft repair using nano-modified adhesives. Materials and Design, 41: 394-402.

Harris AF, Beevers A 1999. The effects of grit-blasting on surface properties for adhesion. International Journal of Adhesion and Adhesives, 19(6): 445-452.

Henkel 2013. LOCTITE EA 9396 AERO Epoxy Paste Adhesive Technical Bulletin. Available at: https://www.aeroconsultants.ch/view/data/3285/Produkte/Henkel%20Adhesive/LOCTITE%20EA%209396%20AERO.pdf [18.10.2021].

Johnsen BB, Lapique F, Bjorgum A 2004. The durability of bonded aluminium joints: a comparison of AC and DC anodising pretreatments. International Journal of Adhesion & Adhesives, 24: 153-161.

Jojibabu P, Jagannatham M, Haridoss P, Janaki RGD, Deshpande AP, Bakshi SR 2016. Effect of different carbon nano-fillers on rheological properties and lap shear strength of epoxy adhesive joints. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 82: 53-64.

Leena K, Athira KK, Bhuvaneswari S, Suraj S, Rao VL 2016. Effect of surface pre-treatment on surface characteristics and adhesive bond strength of aluminium alloy. International Journal of Adhesion and Adhesives, 70: 265-270.

Montarnal D, Capelot M, Tournilhac F, Leibler L 2011. Silica-like malleable materials from permanent organic networks. Science, 334: 965-968.

Prolongo SG, Rosario G, Urena A 2006. Study of the effect of substrate roughness on adhesive joints by SEM image analysis. Journal of Adhesion Science and Technology, 20: 457-470.

Rechner R, Jansen I, Beyer E 2010. Influence on the strength and aging resistance of aluminium joints by laser pre-treatment and surface modification. International Journal of Adhesion and Adhesives, 30(7): 595-601.

Sekercioglu T, Ozenc M 2012. Metallerin Yapıştırılmasında Yüzey Hazırlama Yöntemlerinin İncelenmesi. Mühendis ve Makina, 53: 43-50.

Wagner HD 2002. Nanotube–polymer adhesion: a mechanics approach. Chemical Physics Letters, 361: 57-61.

Wang W, Xu JW, Chen X, Liang YJ, Zhu LZ 2020. The effect of laser surface treatment on the adhesive bonding performance of aluminum alloy. Journal of Physics: Conference Series, 1605: 012136.

Wernik JM, Meguid SA 2014. On the mechanical characterization of carbon nanotube reinforced epoxy adhesives. Materials & Design, 59: 19-32.

ORAL PRESENTATION

Study of mechanical properties of silicone rubber coating composition reinforced with different silica derivatives

Ezgi İpek Dirin[1*] (*https://orcid.org/0000-0003-0190-7467*), Oğuzhan Çimen[2] (*https://orcid.org/0000-0003-0872-8015*)

[*1]Akcoat (İleri Kimyasal Kaplama Malzemeleri San. ve Tic. A.Ş., Sakarya, Türkiye.
[2]Akcoat (İleri Kimyasal Kaplama Malzemeleri San. ve Tic. A.Ş., Sakarya, Türkiye.

*ezgi.ipek@akcoat.com

Abstract

Silicone rubbers generally have poor mechanical properties, and fillers take an important role for performance of silicone rubber. The mechanical properties of the coating were investigated by adding different fillers to the silicone rubber coating composition obtained in this study. Fumed silica (FSI), Precipitated silica (PSI), after-treated precipitated thermal silica (TPSI) etc. were investigated the effect of incorporating silica-derived fillers into the coating composition. Samples were prepared specifically for each test and each coating composition was cured at 150 °C for 2 h. The mechanical properties of the coatings were characterized by Shore A hardness and tensile tests. In this study, the silicone rubber coating composition, was formed and the effect of various silica-derived filling materials on the mechanical properties of the coating composition was demonstrated in the studies.

Keywords: Silicone rubber, silica, mechanical properties, reinforcement

INTRODUCTION

Polysiloxanes, often called silicones, are one of the most used and studied synthetic functional elastomers (Xu et al., 2011). Silicone polymers differ from most polymers in that they have a polymer backbone composed of alternating silicon and oxygen units (–Si–O–) instead of the traditional carbon-based backbone. The most common structure of silicone polymers, which are tetrahedral by nature, is polydimethylsiloxane (PDMS). The presence of two side methyl chains attached to the –Si–O– backbone in each silicone leading silicones to have different properties from other polymers such as high inherent flexibility and softness (Mojsiewicz-Pieńkowska, 2015). These unique properties of silicones result from the extensive delocalization of electrons along the silicon backbone. Consequently, the simultaneous presence of "organic" groups attached to this "inorganic" backbone gives silicon a combination of unique properties (Shit and Shah, 2013).

Silicone elastomers, also called 'silicone rubbers', are frequently used in many different areas such as flexible baking molds, bathroom sealants, coatings, and cosmetics. In addition, these products are widely used in advanced technologies in the form of drug delivery vehicles, superhydrophobic surface coatings, and implants (Mazurek et al., 2018). The natural flexibility, durability and biocompatibility of silicone rubbers allow these products to be used in many areas (Lan and Pinnavaia, 1994).

Silicone rubbers need to be reinforced with fillers because of their low mechanical properties (Suzuki et al., 2012). Fillers impart enhanced physical and chemical performances to elastomeric materials (Okel and Waddell, 1994) .

Silica particles, one of the widely used reinforcing fillers in rubber compounds, can be considered as a polymer of silicic acid (Wolff et al., 1994). Silica aggregates contain Si-O groups and hydroxyl groups bonded together at the surface, which are responsible for the acid-based character of silica surfaces. Hydroxyl groups on the silica surface can interact strongly with polysiloxane chains through hydrogen bonding, which largely determines the interface chemistry and can physically cross-link in the silica filled rubber system. On the other hand, silanol groups also induce adsorption of environmental moisture, causing agglomeration of silica particles and thus poor dispersion in silicone rubbers (Yan et al., 2015). The magnitude of reinforcement by the addition of fillers depends not only on the number of particles but also on their surface area and the degree of surface bonding with rubbers (Breiner et al., 1999). Due to the high porosity of silica, the physical

performance of various silica-filled rubbers is affected by both the total surface area and the pore volume of the silica (Patkar et al., 1998). Among these fillers, amorphous silica, whose surface area ranges from 150 m2/g to 400 m2/g, offers the highest reinforcement (Wolff et al., 1994).

MATERIALS AND METHODS

Raw Materials Used in Experiment

Silicone rubber, silica filler derivatives, were used in coating production.

Coatings Preparation

The preparation of coating material is as follows:

Table 1. Formulation of coating.

Component	%
Non-silica rubber coating composition	94
Silica filler derivatives	6
Totals	100.00

[a] Parts per hundred parts of rubber.
[b] Silicone rubber composite with no added SPC silica
[c] SPC1, Silicone rubber composite with added FSI
[d] SPC2, Silicone rubber composite with added PSI
[e] SPC3, Silicone rubber composite with added TPSI

Non-silica rubber coating composition for 60 minutes by adding 6 phr silica filler derivatives process was mixed. The glass selected as the substrate was purified from impurities such as oil, dirt, and dust by using a ketone-derived solvent. Then, 110-120 micron thickness was applied to the glass surface at 25 ºC with the help of a gravity feed spray gun with a gun tip diameter of 1.4 mm. Following the application of the spray method, the curing processes is starts.

Table 2. Coating curing time.

Substrate	Temperature(°C)	Curing Time(hr)
Glass	150	2

RESULTS AND DISCUSSION

Characterization of Silicone Rubber Coatings Reinforced with Different Silica Derivatives

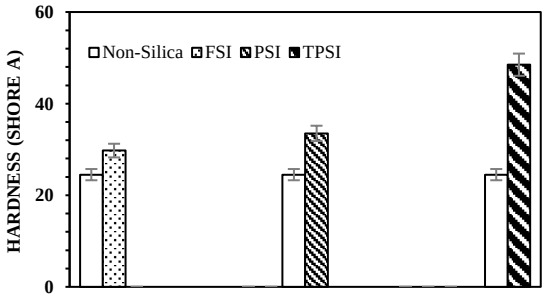


Figure 1. Hardness of silica/ silicone rubber composition containing different silica-derived.

In this study result, it was observed that Shore Hardness measurements increased for different types of silica and while a harder coating composition was obtained with the addition of different silica-derived. As a result of loading different silica types at 6 phr ratios for each product, the hardness of PSI-filled vulcanizates increased compared to FSI-filed vulcanizates while, It was observed that vulcanizates filled with TPSI-filled gave higher hardness than vulcanizates filled with PSI-filled.

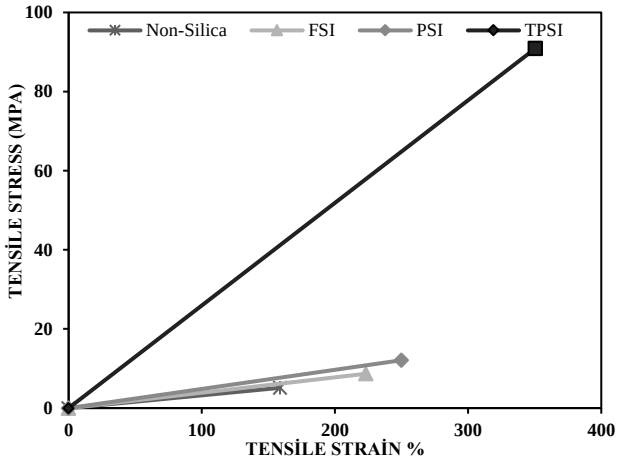


Figure 2. Stress-Strain resistance of silica/silicone rubber composites containing different silica-derived.

As seen in the stress-strain graphic, the addition of TPSI in sample SPC3 greatly increased the tensile strength and elongation at break. Thus, the elastic modulus has increased. The increased elastic modulus indicates that the endurance of the obtained coating composition increases. The greater the modulus of elasticity of a material, the more durable and resistant to deformation it is (Smith,1986).

While the elongation value reached most to 250% in the samples using other additives, 350% elongation was occured in SPC3. In the content without any additives considering 120%, it is possible to talk about a threefold improvement. This is because the positive effect of the addition of TPSI on its reinforcement to the silicone rubber structure is due to the fact that the inclusion of fillers contributes to an increase in the crosslinking density, thereby facilitating the interfacial interaction between the fillers and the silicone rubber matrix (Liu et al., 2009).

Therefore, the particle size of the fillers increases the crosslinking density. When viewed from this aspect, the silica additive with the largest particle size is TPSI. TPSI has a particle size of 7 microns. Then, although the highest particle size was 4.4 micron in other samples, the improvement of mechanical properties remained relatively weak.

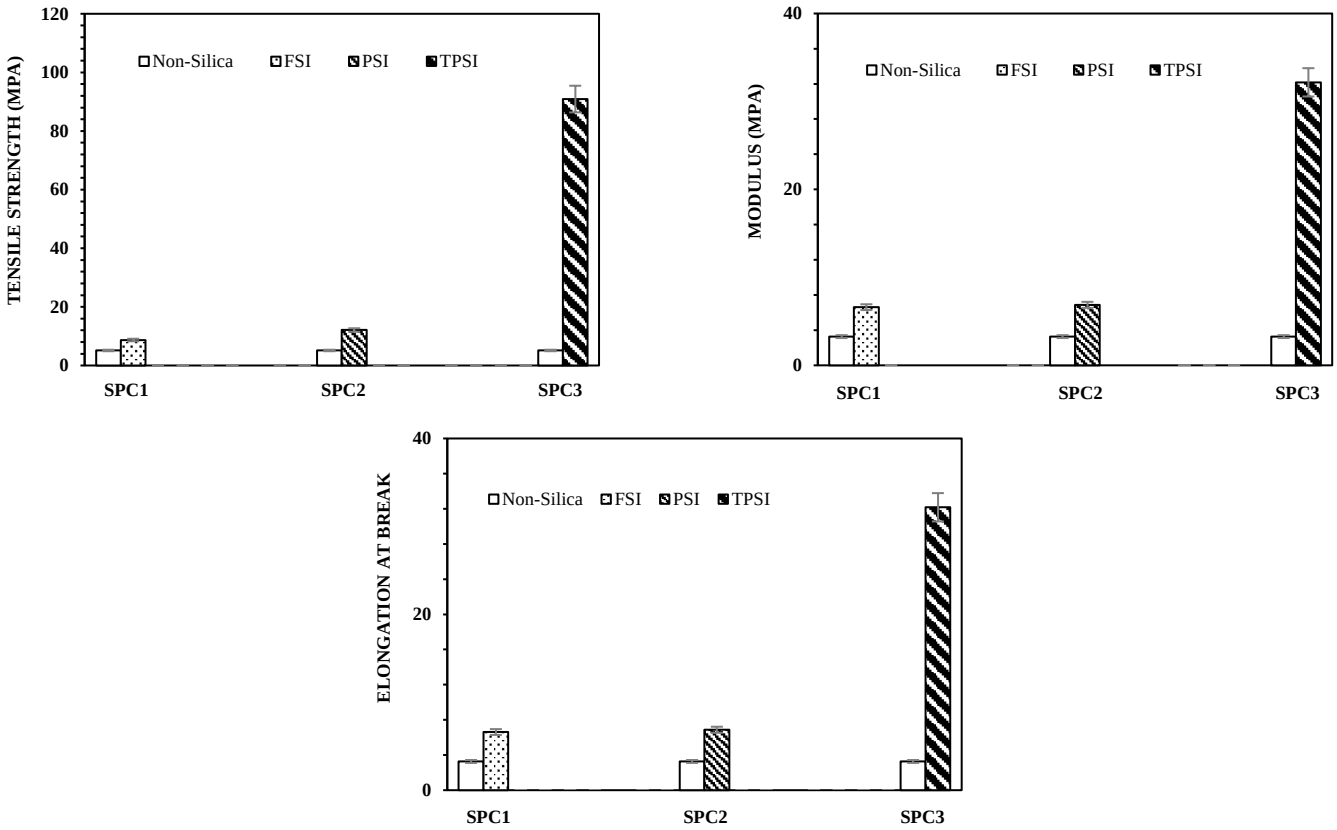


Figure 3. Tensile strength, Modulus, Elongation at break of silica/Silicone rubber composites containing different silica-derived.

When the properties analyzed in the tensile test were evaluated, it made a good contribution with the addition of TPSI. However, a force is not always applied in single a direction to a materials. Also with the tensile stress, shear stress will also occur. Shear stress, like tensile stress is a type of stress that affects normal stress. Mohr circle is used for for the calculating of resultand stress and is calculated by 1 numbered equation.

$$\sigma_R = \sqrt{(\frac{1}{2}(\sigma_x - \sigma_y))^2 + {\tau_{xy}}^2} \quad (1)$$

As seen in the formula, normal stress and shear stress are stresses that can affect each other and can be applied in different axes. However, it is possible to increase the stress applied to the material by combining both stress types (Parry, 2004).
While normal stress effects the modulus of elasticity and elongation at break, shear stress also affects the dislocation velocity. Indirectly, it affects the modulus of elasticity and elongation at break due to the increase in the resultant stress. The dislocation velocity depends on the shear stress.

$$v = \eta\, \tau^m \quad (2)$$

v: *dislocation velocity*
η: *material constant*
τ: *shear stress*
m: *temperature constant*

Here, it is shown in equation (2) (Soboyejo, 2002). In this case, the dislocation velocity depends only on the shear stress. Since shear stress is the division of the force applied to the area, the larger the specific surface area, smaller the dislocation velocity will have been. The decreasing dislocation velocity makes it difficult to deformdirectly. It has been found that this morphological structure provides better reinforcement to mechanical

properties than others (Li et al., 2018). Because the high dislocation is a durable material property, in other words, any effect that restricts the movement increases the mechanical strength. Materials with easy dislocation movements, in a word high dislocation movements are easy to deform. The sample that provides the highest level of improvement is the coating obtained with a silica-derived with a high specific surface area. TPSI silika dolgu maddesinin spesifik yüzey alanı 190 m^2/g'dir. In the present case it show that TPSI has a fine-porous structure. In the same way, if we evaluate the coating composition obtained with other additives, the best improvement is SPC2 with the addition of PSI. The specific surface area is 130 m^2/g. Since the specific surface area is lower than our other filling material, the breaking strain also remained at lower levels. Accordingly, the elastic modulus also decreased.

We observe the least effect in the SPC1 product with the addition of FSI. It has been observed that there was a slight increase in breaking strain with a specific surface area of 90 m^2/g.

CONCLUSION

In this study, silicone rubber coating composition was created. Three different silica-derived filler materials, FSI, PSI and TPSI, were used to strengthen the coating composition. The obtained results showed that the mechanical of the coating were positively affected by the addition of different silica derivatives. The mechanical properties of the composition reinforced with silica fillers were investigated. It was observed that mechanical properties such as Shore A hardness, tensile strength, elongation at break differ in each silica derivative used. It was revealed that this situation was caused by the differences in the specific surface area and particle size in general. As a result of the tensile test performed for this study, the highest breaking strength and elongation at break were seen in the coating composition to which TPSI was added. In addition, it was observed that it is the most durable and resistant to deformation with its increasing modulus of elasticity.

As a result of this study, it was observed that the particle size of the fillers increased the crosslinking density. TPSI, which has the largest particle size, had a very positive effect when considering the elongation at break compared to other silica additives. In addition to the analyzes made, it is also known that the dislocation rate of the material decreases due to the increase in the specific surface area with the addition of silica. According to the fact that as proved the literature it is foreseen that it is the coating composition to which TPSI is added, that has the lowest dislocation speed with a specific surface area of 190 m^2/g. Moreover, it is foreseen that this coating composition will be difficult to deform.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank you to Akcoat for their support of this study.

REFERENCES

Bradt RC 2011. The fractography and crack patterns of broken glass. Journal of failure analysis and prevention, 11(2): 79-96.

Breiner JM., Mark J E, Beaucage G 1999. Dependence of silica particle sizes on network chain lengths, silica contents, and catalyst concentrations in in situ-reinforced polysiloxane elastomers. Journal of Polymer Science Part B: Polymer Physics, 37(13): 1421-1427.

Campagna M., Pierce DT, Meier F,Satt K 1976. Er and HC Siegmann. Adv. Electron. Electron Phys, 41: 113.

Darband GB, Aliofkhazraei M., Khorsand S, Sokhanvar S, Kaboli A 2020. Science and engineering of superhydrophobic surfaces: review of corrosion resistance, chemical and mechanical stability. Arabian Journal of Chemistry, 13(1): 1763-1802.

Lan T, Pinnavaia TJ 1994. Clay-reinforced epoxy nanocomposites. Chemistry of materials, 6(12): 2216-2219.

Li X, Wu Q, Zheng M, Li Q, Wang S, Zhang C 2018. Mechanical, thermal properties and curing kinetics of liquid silicone rubber filled with cellulose nanocrystal. Cellulose, 25(1): 473-483.

Liu JS, Wu SP, Chen MZ, Mi YX 2009. The Effect of Filler on the Properties of Silicone Rubber. In Materials Science Forum, 620:311-314.

Mazurek P, Brook MA, Skov, AL 2018. Glycerol–Silicone Elastomers as Active Matrices with Controllable Release Profiles, 34(38):11559-11566.

Mojsiewicz-Pieńkowska K 2015. Review of current pharmaceutical applications of polysiloxanes (Silicones). Handbook of Polymers for Pharmaceutical Technologies, 2: 363-382.

Okel TA, Waddell WH 1994. Silica properties/rubber performance correlation. Carbon black-filled rubber compounds. Rubber chemistry and technology, 67(2): 217-236.
Parry RH 2004. Mohr circles, stress paths and geotechnics. CRC Press.
Patkar SD, Bice JA, Okel TA 1998. Effect of silica on the viscoelastic properties of a model tread compound les. Rubber world, 218(3): 21-28.
Shit SC, Shah P 2013. A review on silicone rubber. National academy science letters, 36(4): 355-365.
Smith, WF 1986. Principles of materials science and engineering.
Soboyejo W 2002. Mechanical properties of engineered materials. CRC press.
Suzuki N, Kiba S, Kamachi Y, Miyamoto N, Yamauchi Y 2012. Unusual reinforcement of silicone rubber compounds containing mesoporous silica particles as inorganic fillers. Physical Chemistry Chemical Physics, 14(10): 3400-3407.
Xu, Y, Yin, H, Zheng, H, Yuan, S, & Chen, Z 2011. Application performance and surface morphologies of amino polysiloxanes with different amino values and amino types. Journal of Applied Polymer Science, 119(4): 2326-2333.
Yan F, Zhang X, Liu F, Li X., Zhang Z 2015. Adjusting the properties of silicone rubber filled with nanosilica by changing the surface organic groups of nanosilica. Composites Part B: Engineering, 75: 47-52.

ORAL PRESENTATION

Pestisitlerin gıda güvenliği ve insan sağlığı üzerine etkileri

Gülcan Çınar* *(https://orcid.org/0000-0001-6167-3362)*, Muhittin Doğan

Gaziantep Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü Şehitkamil-Gaziantep

*Sorumlu yazar e-mail: gulcancnar03@gmail.com

Özet

Pestisitler, genel olarak son yüzyılda dünya çapında tarım sistemlerinde zararlıların, yabancı ot, mantar ve böceklerin yönetimi ve kontrolünde önemli bir bileşen olup, mahsul veriminde ve gıda üretiminde gözle görülür bir artış sağlamışlardır. Pestisitlerin çoğu, suda ve toprakta kalabildiği ve kalıcı yapıları, toksik özellikleri, biyobirikimleri, lipofiliklikleri ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle çok büyük endişe kaynağıdır. Aynı zamanda, son yıllarda, zirai kimyasal kalıntıların çevreye yayıldığı, karasal ekosistemlerin önemli ölçüde kirlenmesine neden olduğu ve gıdaların bu kimyasallarla kirlendiği fark edilmiştir. Gıda, pestisit kontaminasyonuna neden olabilecek maruziyetin ana yoludur. İnsan nüfusu arttıkça gıda talebi de artmaktadır. Bunun sonucunda artan nüfusa cevap verebilmek için koruma, gübreleme ve gıda üretiminin hızlandırması amacıyla kullanılan pestisitlerin, ekolojik sistemlere, biyoçeşitliliğe ve çevresine olan olumsuz etkileri genel olarak dikkate alınmadan tarımsal faaliyetlerde aşırı ve kontrolsüz kullanımına yol açmıştır. Ancak bilinçsiz ve aşırı pestisit kullanımı çevre kirliliğine ve artan insan sağlığı risklerine yol açabilmektedir. Sağlık riskleri, kalıcılık ve uzun vadeli çevresel etkileri nedeniyle, pestisitlerin tarım ve halk sağlığı üzerindeki etkisi önemli araştırma konularından birisi olmuştur. Bu çalışma, bu kimyasalların gıda güvenliği ve insan sağlığına olası risklerinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Pestisitler, çevre kirliliği, gıda güvenliği, insan sağlığı

Effects of pesticides on food safety and human health

Abstract

Pesticides have generally been an important component in the management and control of pests, weeds, fungi and insects in agricultural systems around the world over the last century, resulting in a noticeable increase in crop yield and food production. Most pesticides are of great concern because of their persistence in water and soil and their persistent nature, toxic properties, bioaccumulation, lipophilicity, and adverse effects on human health. At the same time, in recent years, it has been noticed that agrochemical residues spread to the environment, causing significant pollution of terrestrial ecosystems and contamination of food with these chemicals. Food is the main route of exposure that can cause pesticide contamination. As the human population increases, the demand for food also increases. As a result, pesticides used for protection, fertilization and accelerating food production in order to respond to the increasing population have led to the excessive and uncontrolled use of pesticides in agricultural activities without considering their negative effects on ecological systems, biodiversity and the environment in general.However, inappropriate and excessive use of pesticides can lead to environmental pollution and increased human health risks. The impact of pesticides on agriculture and public health has been one of the important research topics due to health risks, persistence and long-term environmental effects. This study was prepared to evaluate the possible risks of these chemicals to food safety and human health.

Keywords: Pesticides, environmental pollution, food safety, human health

GİRİŞ

1950'de 2,5 milyar olan dünya nüfusu 2000 yılında 6,1 milyara yükselmiştir. 2050 yılına kadar dünya nüfusunun 9,1 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu durum, 1950'den 2000'e kadar geçen 50 yılda Dünya nüfusunun iki katından fazla arttığını ve 2000'den 2050'ye kadar olan 50 yılda muhtemelen daha da artacağı anlamına gelmektedir (UN, 2005). Şu anda dünya nüfusu yıllık %1,2 oranında, yani yılda 77 milyon kişi ile büyürken diğer bir yandan da yaşam süresi de artmaktadır. 1995-2000 döneminde, daha gelişmiş bölgelerde yaşam süresi 75 yıl ve daha az gelişmiş bölgelerde ise 63 yıl olarak tahmin edilmiştir. Küresel olarak, 60 yaş

ve üstü kişilerin sayısı, bugünden 2050 yılına kadar üç kattan fazla artacağı, yani 806 milyondan 2 milyara yükseleceği öngörülmektedir (UN, 2001).

Artan nüfusun gıda tedarikini karşılamak ve üretimini artırma çalışmalarına yetişebilmek amacıyla, zirai kimyasallar daha yoğun bir şekilde kullanılmaktadır Zirai kimyasallar iki büyük bileşik grubunu içerir: kimyasal gübreler ve böcek ilaçları. Kimyasal gübrelerin (azot, fosfor, potasyum) kullanımı 1960'lardan bu yana dünya çapında muazzam bir şekilde artmıştır ve "yeşil devrim" ile mineral gübreler ve yoğun sulama yardımıyla aynı toprak yüzeyinden elde edilen üründeki büyük artışı önemli ölçüde etkilemiştir (Borlaugh vd, 1993).

Artan nüfusun gıda ihtiyacına cevap verebilmek için koruma, gübreleme ve gıda üretimini hızlandırma amacıyla tarım ilaçları kullanılmaktadır. Bu durum, ekolojik sistemlere, biyoçeşitliliğe ve çevreye olan olumsuz etkileri genel olarak dikkate almadan tarım faaliyetlerinde pestisitlerin aşırı ve kontrolsüz kullanımına yol açmıştır (Karlsson vd, 2000; Jovanic 2006; Saltmarsh, 2010; Nnamonu vd, 2015; Richards vd, 2017; Annabella vd, 2018). Pestisitler, bitkileri (yabani otları), zararlıları (böcekler, solucanlar, yumuşakçalar ve kemirgenler) ve mikroorganizmaları öldürmek, kontrol etmek ve yok etmek için farklı amaçlarla (tarımsal, endüstriyel ve evsel) kullanılan organik veya inorganik kimyasallardır (Randall, 2014).

Özellikle diklorodifeniltrikloroetan (DDT) gibi organoklorlu pestisitler (OKP'ler) ve metabolitleri oldukça tehlikelidir (Gaur vd, 2018). Kalıcı toksisite nedeniyle, aldrin, klordan, DDT, dieldrin, endrin, heptaklor, HCB, mirex ve toksafen gibi birçok OKP' nin kullanımı yasaklanmış veya kısıtlanmıştır. Ancak bu OKP kalıntılarının kalıcı yapıları nedeniyle çevrede uzun süre kalırlar. Ayrıca Afrika, Güney Asya, Orta ve Güney Amerika gibi bölgelerde bazı OKP' ler halen kullanılmaktadır (Páez-Osuna vd, 2002).
Hindistan gibi tropikal kuşakta yer alan ve pestisit üretmek için endüstriyel kapasiteye sahip ülkeler, DDT ve HCH' ler gibi ucuz pestisitlere yatırım yapmaktadır. Bu pestisitler Bangladeş'e satılmasıyla Filipinler ve Latin Amerika gibi ülkelere geçer, bu durum tropik bölgelerde organoklorlu bileşiklerin yoğun kullanımının rotasını oluşturur. Bununla birlikte, bileşiklerin buharlaşması, atmosferik süreçlerle taşınan kalıntıların daha yüksek enlemlere yayılmasına neden olur. Sınır ötesi oluşan kirlilik bu süreçle ılıman bölgelerdeki ülkelere ve hatta kutup bölgelerine kadar ulaşmaktadır (Chernyak vd, 1996; Carvalho, 2005).

Pestisitler, zararlıları kontrol etmek için çevreye kasıtlı olarak salınan kimyasallardır, ancak hedef olmayan türler üzerinde ciddi yan etkilere neden olmaktadırlar. Pestisit kalıntıları toprağı ve suyu kirletir, ekinlerde kalır, besin zincirine girer ve sonunda gıda maddeleri ve su ile insanlar tarafından alınır (Barcelo' vd, 1997; Taylor vd, 2003). Pestisit kalıntıları, özellikle organoklor ve organofosfor bileşikleri toprakta, atmosferde ve su ortamında yüksek konsantrasyonlarda varlığını sürdürür (Carvalho vd, 1997).

Böcek zararlıları insektisitlere karşı direnç geliştirir ve bunun sonucunda kimya şirketleri sürekli olarak yeni kimyasallar sentezler. Avrupa Birliği'nde pestisit olarak kayıtlı 800'den fazla kimyasal madde bulunmaktadır. Ancak halen bu kimyasalların çevresel davranışları ve insan sağlığı üzerindeki etkileri hakkında çok az şey bilinmektedir (Sharpe, 1999; EEA, 2005). Pestisitlerin insan sağlığı üzerindeki etkileri bulantı, alerji ve baş ağrısı gibi küçük rahatsızlıklardan nörolojik bozukluklar, kanser ve üreme bozuklukları gibi kronik rahatsızlıklara kadar uzanmaktadır (Abdulra'uf vd, 2015; Farina vd, 2017; Li vd, 2014).

Pestisitler ve gıda güvenliği

"Gıda güvenliği" terimi, gıdanın yenmesinin ne ölçüde güvenli olduğunu ifade eder. Gıda güvenliği dünya çapında önemli bir kamu sorunudur ve gıda tüketimi, insanların belirli çevresel kirleticilere maruz kalmasının ana yolu olarak tanımlanmıştır. Gıda, Soluma veya dermal maruz kalma yollarına kıyasla kirlilik alınımının >%90'ını oluşturmaktadır (Fries, 1995). İnsanlarda oluşan kanser türlerinin yaklaşık %30'u, diyet yoluyla kanserojen kirleticilere düşük miktarda maruziyetten kaynaklanmaktadır (Tricker vd, 1990). Gıda, birçok farklı kaynaktan gelen kimyasallarla kirlenebilen küresel çevrenin bir parçasını temsil eder. Çevreye bırakılmalarının ardından (toprak, tortu, su, hava) kimyasal kirleticiler, ilk olarak besin zincirinin alt kısmındaki bitkilere geçer. Daha sonra besin zinciri aracılığıyla diğer canlılara taşınır. Bu "gıda zinciri" kontaminasyon yolu, çevrede kalıcı olan ve biriken kimyasallar için özellikle önemlidir (Mansour vd, 2009).

Zirai kimyasallar dünya çapında yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler 108 çeşit insektisit, 30 çeşit fungisit, 39 çeşit yabani ot ilacı, 5 çeşit akarisit ve 6 çeşit rodentisit kullanmaktadır (Moreno vd, 2006). Gıda, pestisit kontaminasyonuna neden olabilecek maruziyetin ana yoludur. Gıda tüketimi yoluyla

pestisitlere maruz kalmanın, hava ve su gibi diğer maruziyetlere kıyasla büyüklük açısından beş kat daha fazla olduğu kabul edilmektedir (Claeys vd, 2011).

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre meyve ve sebzeler en çok tüketilen besin grubudur ve besin tüketiminin ortalama %30'u meyve ve sebzelere dayanmaktadır. Ayrıca, meyve ve sebzeler öncelikle çiğ veya yarı işlenmiş olarak tüketildiğinden, ekmek ve tahıl işlemeye dayalı diğer gıda maddeleri gibi farklı bitkisel kaynaklı gıda gruplarına kıyasla daha yüksek miktarlarda pestisit kalıntısı içerdikleri düşünülmektedir (Schiffers vd, 2011). Literatürde yakın zamanda araştırılan yaş sebze ve meyve örneklerindeki pestisit analizleri ve gıda güvenliği açısından değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Sebze ve meyve örneklerinde pestisit analizleri ve gıda güvenliği açısından değerlendirilmesi

	Amaç	**Örnekleme**	**Pestisit**	**Sonuç**
Khan vd. (2020)	Meyve ve sebzelerde pestisitlerin varlığına bağlı olarak oluşan kontaminasyonu ve sağlık riskini değerlendirmek	Üç farklı örnekleme noktasından toplam 6 sebze, 3 meyve, 7 toprak ve 6 su örneği	Amamectin, Bifenthrin ve Difenoconazole	Bifenthrin ve Difenoconazole'ün sebzelerde 7,8 ile 12,46 arasında, meyvelerde ise 2,704 ile 30,544 arasında Amamektin, sadece meyve ve su örneklerinde tespit edilmiş ve 30,454 ile en yüksek sağlık riskine sahip olduğu belirlenmiştir.
Ahoudi vd. (2018)	Lomé bahçelerinde yetiştirilen sebzelerde pestisit kullanımı sonucunda insanlarda oluşacak sağlık risklerini ve biyolojik birikimlerini değerlendirmek	Lome bölgelerinden toplanan sebze örnekleri: patlıcan, havuç, şalgam, biber, marul, ıspanak, pırasa,	Ditiyokarbamatlar, Chlorpyriphos etil, Klorotalonil, karbendazime, Prothioconazole, Pendimethalin, sipermetrin	Havuçta ditiyokarbamatlar (7,79 ppm), Ispanak ve salatalıkta (0,239 ppm), biberde (0,032 ppm) ve şalgamda Chlorpyriphos etil (0,445 ppm) Biberde klorotalonil ve karbendazime, şalgamda prothioconazole ve pendimethalin, biberde ve patlıcanda sipermetrin kalıntı limitlerinin üzerindeki seviyelerde belirlenmiştir.
Bolor vd. (2018)	Gana, Kumasi' de sebzelerde biriken organoklorlu pestisitlerin insanlara yönelik sağlık riskini değerlendirmek	Toplamda 15 numune	Metoksiklor, betaheksaklorosikloheksan (beta-HCH), diklorodifeniltrikloroetan (DDT), aldrin, OKP'ler	Lahanada yüksek metoksiklor konsantrasyonu (184,10 12,11 µg/kg) ve düşük betaheksaklorosikloheksan (beta-HCH) (0,20 0,00 µg/kg) toprak numunelerinin sırayla: metoksiklor > diklorodifeniltrikloroetan (DDT) > aldrin > OKP'ler sırasıyla <0,01 ila 49,00, <0,01 ila 165,81 ve <0,01 ila 174,91 µg/kg aralığında pestisit içerdiğini, su örneklerinde ise pestisitleri (p,p0-DDT, DDT izomerleri, HCH ve β-HCH) tespit etmişlerdir.

				Sağlık riski indekslerini kullanarak elde ettikleri sonuçlarda, yetişkinler için potansiyel olarak önemli sağlık riski olduğunu, ancak bu riskin çocuklarda daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.
Elgueta vd. (2017)	2014-2015 yıllarında Şili'nin Kuzeyindeki tarım alanlarında yetiştirilen sebzelerdeki Pestisit kalıntı konsantrasyon-larını ve potansiyel insan sağlığı riskini araştırmak	Toplanan 118 yapraklı sebze örneği	Karbon disülfür (CS_2), metamidofos, azoksistrobin ve sipermetrin	Toplam numunelerin %27'sinin, her bir aktif bileşenin maksimum kalıntı limitlerinin üzerinde pestisit kalıntısı içerdiğini tespit etmişlerdir. Maksimum tahmini günlük alım miktarının karbon disülfür (CS_2), metamidofos, azoksistrobin ve sipermetrin için elde ettikleri değerler sırasıyla 0,57, 0,07, 0,06 ve 0,05 mg kg^{-1} olduğunu ve bunun da kabul edilebilir günlük alınımlarından daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.
Nakano vd. (2016)	Narenciye türlerinde 66 farklı pestisit kalıntısını değerlendirmek ve rapor etmek	Toplamda 66 numune	miklobutanil, klofentezin, bifentrin fenitrothion, parathion, azinphos-etil ve profenofos	66 numunede bulunan ortalama pestisit yüzdesinin, %42,1'sinin 0,06–2,9 mg/kg ortalama aralığında kontamine olduğunu ve bunun % 3,5'i klofentezin ve bifentrin ile %12,3'ü ise MK'yi (maksimum kalıntı seviyesi) aşan miklobutanil, fenitrothion, parathion, azinphos-etil ve profenofos gibi izinsiz pestisitler olduğunu tespit etmişlerdir. İnsanlar için tahmin edilen olası riski sırasıyla yetişkinlerde %0,04-6,6 ve çocuklarda %0,1-26,5 olarak belirlemişlerdir.

Pestisitler, kalıcı yapıları, toksik özellikleri, biyobirikimleri, lipofiliklikleri ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle çok büyük endişe kaynağıdır. Bu kimyasallar, kontamine meyve ve sebzelerin tüketimi yoluyla insan vücuduna girebilir. Bir pestisitin etkisi, belirli bir pestisite maruz kalma süresi ve toksisitesi ile belirlenir, neden olabilecek etkiler ya akut ya da kroniktir. Pestisitlerle ilişkili başlıca sağlık etkileri arasında kanserler, doğum kusurları, nörolojik bozukluklar, endokrin ve üreme sistemlerini bozucu etkiler bulunur (Gan vd, 2005).

DSÖ dünya çapında yılda 3 milyon akut ve şiddetli pestisit zehirlenmesi vakası ve yaklaşık 220.000 ölüm olduğunu tahmin etmektedir (WHO, 1990). Gelişmiş ülkelerde çok daha fazla miktarda pestisit kullanılmasına rağmen, bu zehirlenme ve ölüm vakalarının çoğu gelişmekte olan ülkelerde meydana gelmektedir (Bhanti vd, 2004). Bununla birlikte, tarımsal ürünleri kirletebilecek pestisitlere kademeli olarak düşük düzeyde maruz kalmanın sağlık üzerindeki etkileri giderek daha fazla dikkat çekmektedir (Fantke vd, 2013; Slovic, 2010). Bu

nedenle, pestisitlere diyetle maruz kalma önemli bir husus haline gelmiştir (Fantke vd, 2012; Fantke vd, 2013; Fantke vd, 2011).

Çeşitli ulusal ve uluslararası yasalara uyumu sağlamak ve tarımsal gıdaların güvenliğini garanti altına almak ve bitkisel kaynaklı gıdalardaki pestisit kalıntılarını kontrol etmek için çeşitli programlar geliştirilmiş ve uygulamaya konmuştur. Bununla birlikte, belirli bitki türlerinde çok sayıda pestisit kullanılması, araştırmacılar için kalıntı pestisitlerin analizini zorlaştırmaktadır. Bu pestisitler çeşitli kimyasal sınıflara aittir ve farklı fiziko-kimyasal özellikleri ile bir geniş yelpaze sergilerler (Walorczyk, 2008).

Pestisit kalıntısı alımını tahmin etmek için çok sayıda indeks kullanılabilir:

- Maksimum kalıntı limiti (MKL), Codex Alimentarius Komisyonunun gıda ürünlerinde ve hayvan yemlerinde yasal olarak izin verilmesini önerdiği bir pestisit kalıntısının (mg/kg) maksimum konsantrasyonunu temsil eden böyle bir indekstir (FAO/WHO 2004).
- Gıdadaki (vücut ağırlığı bazında ifade edilen) bir maddenin tüketici için kayda değer bir sağlık riski olmaksızın bir ömür boyunca günlük olarak alınabilen tahmini miktarı olan kabul edilebilir günlük alım miktarı (KGA).
- Belirli bir gıdadaki pestisit kalıntısının tahmini günlük alınımı (TGA), gıdadaki kalıntı seviyesinin tüketilen gıda miktarı ile çarpılmasıyla elde edilir. Pestisit kalıntılarının TGA' sı, yerleşik KGA' sından daha az olmalıdır.
- Gıda maddesi içeren pestisit kalıntılarının tüketiminden kaynaklanan potansiyel sağlık riskini değerlendirmek için tehlike risk indeksi (TRİ) uygulanır (Darko vd, 2008; FAO/WHO, 2004).

Pestisitler ve insan sağlığı

Artan insan nüfusunun tarıma dayalı beslenme ihtiyacını karşılamak için küresel gıda üretiminin 2050 yılına kadar %70 oranında artması gerektiği tahmin edilmektedir (Farina vd, 2017). Bununla birlikte, pestisitlerin yaygın kullanımı, bitkisel dokulara nüfuz etme yetenekleri nedeniyle önemli çevre sorunlarına neden olmakta ve böylece insan sağlığını olduğu kadar doğal besin zincirini de etkilemektedir (Abdulra'uf vd, 2013, 2014). Kalıcı ve biyobirikimli kimyasalların çoğu sonunda besin zinciri yoluyla vücudumuza girer. Bu kimyasallar lipofiliktirler (yağda çözünür) ve bu nedenle canlıların yağ dokularında birikmek suretiyle, biyokonsantrasyon olarak bilinen bir süreç başlar. Besin zincirinde bir canlı diğerini tüketirken, bu seviyeler daha da yükselerek (biyomagnifikasyon) birikebilir. Sonuç olarak, besin zincirlerinin tepesindeki canlılar, bu tehlikeli kimyasalların bazılarını en yüksek seviyelerde bulundurma eğilimindedirler. Omnivor bir beslenme çeşidine sahip olan insan ise bu durum karşısında savunmasızdır (Colborn vd, 1996). Tehlikeli kimyasallar anneler aracılığıyla doğmamış çocukların vücutlarına geçebilir. Araştırmalar, annelerin hem hamilelik sırasında hem de emzirme döneminde bazı kimyasalları çocuklarına geçirdiğini göstermiştir. Kadınların vücutlarında yaşamları boyunca birikmiş kalıcı lipofilik kimyasallar, hamileyken veya çocuklarını emzirirken yağ rezervleri harekete geçirildiğinde açığa çıkmaktadır (Srivastava vd, 1989).

Tehlikeli kimyasalların hormon bozucu etkileri, potansiyel olarak ciddi bir tehdit olmaya devam etmektedir. Son yıllarda, birkaç yaban hayatı türü endokrin bozucu kimyasallara maruz kalmaktan kesinlikle etkilendiğinden, hormon bozucu özelliklere sahip kimyasallarla ilgili endişeler artmıştır. 'Östrojenik' veya 'anti-androjenik' olarak adlandırılan aktiviteye sahip kimyasal maddelerin hormon sistemi üzerindeki olası etkileri, son on yılda özellikle endişe kaynağı olmuştur. Bu kimyasal maddeler dişi cinsiyet hormonlarının (östrojenler) etkilerini taklit eder veya erkek cinsiyet hormonlarının (androjenler) etkisini bloke eder ve hayvanlarda üremeyi ciddi şekilde bozabilmektedirler. Örneğin, sıçan veya farelerin erkek embriyoları, DDT veya vinklozilin (bir mantar ilacı) gibi kimyasallara maruz kalırsa, bu tür bir maruz kalmanın, erkek cinsiyet organlarının gelişimini olumsuz etkileyebilmekte olduğu belirlenmiştir (Skakkebaek vd, 2001).

WWF-UK' ye göre:

- İnsan vücudunda 300'den fazla insan yapımı kimyasal bulunur,
- Tüm bu kimyasallar fetüste dahi bulunabilir,
- İnsan yapımı kimyasallar, doğal olarak oluşanlardan daha tehlikelidir,
- Bu kimyasalların varlığı düşük seviyelerde bile tehlikelidir,
- Kirleticiler yoğun olarak yetiştirilen gıdalarda bulunur ve
- İnsan yapımı kimyasallar insanlarda doğum kusurları ile bağlantılıdır (WWF-UK, 2003).

Bu tehlikeli kimyasallar arasında yer alan pestisitlerin tarımda ve endüstriyel faaliyetlerde hızlanan kullanımı, olası sağlık tehlikeleri ve çevresel zararlılıkları nedeniyle son zamanlarda kamuoyunda daha fazla konuşulmaya başlanmıştır (US EPA, 2017). Bazı pestisitlerin topraklarda yüksek oranda kalıcılık özelliği ve hedef olmayan türler üzerindeki toksisitesi göz önüne alındığında, pestisit atıklarıyla oluşan toprak kirliliği artan bir endişe konusu haline gelmiştir (Silva vd, 2019).

Glifosat dünya çapında en yaygın olarak uygulanan pestisittir ve ABD'de 2014 yılında çiftçiler ekili alanlarda yaklaşık 1 kg/ha oranında glifosat uygulamıştır (Benbrook, 2016). AB, glifosat için günlük kronik referans dozunu günde 0,5 mg/kg vücut ağırlığı olarak belirlerken, ABD EPA, glifosat için günlük kronik referans dozunu günde 1,75 mg/kg vücut ağırlığı olarak belirlemiştir. Bununla birlikte, glifosat hakkında yakın zamanda yapılan toksikolojik veriler derlemesi, günlük kronik referans dozunu günde 0,1 mg/kg vücut ağırlığına daha da düşürme ihtiyacını desteklemektedir (Antoniou vd, 2012).

Dünyanın dört bir yanındaki çiftçiler, bitki zararlılarının ve hastalıklarının yıkıcı bir ürün kaybı oluşturması riskine karşı ve ayrıca artan dünya nüfus için yeterli gıda arzını sağlamak amacıyla tarımsal verimliliği artıran Organoklorinler, organofosfor, karbamat ve piretroid gibi böcek öldürücüler, mantar öldürücüler ve herbisitler dahil olmak üzere farklı türde pestisitler kullanmaktadırlar. Son birkaç on yılda tarım sektöründe pestisitlerin miktarında ve kullanımında hızlı bir artış gözlemlenmiştir ve bu büyüme eğiliminin çeşitli sosyo-ekonomik ve teknolojik gelişmeler nedeniyle önümüzdeki on yıllarda da devam etmesi beklenmektedir (Bempah vd, 2011; Ntow vd, 2006). Bununla birlikte, pestisit kullanımı, hem mesleki hem de mesleki olmayan maruziyetlerden kaynaklanan insan sağlığı üzerindeki potansiyel riskler, çiftlik hayvanlarının ölümü ve doğal çevrenin değişmesi dahil olmak üzere çeşitli endişelerle ilişkilendirilmiştir (Mansour vd. 2009). Bu bileşiklerin birçoğu, diyet yoluyla kalıntıların tüketimiyle orta ila şiddetli solunum problemleri ve nörolojik hasara neden olabilir veya genotoksik, kanserojen, endokrin bozucu ve mutajenik ajanlar vb. olarak hareket edebilirler (Hayat vd, 2011; Galloway, 2003). İnsan vücudundaki pestisit kalıntılarının çok yaygın etkileri arasında bulantı, kusma, bulanık görme, koma, nefes almada zorluk, hiperaktivite bozukluğu, fetüs ve çocuklarda çeşitli bozukluklar vb. sayılabilir (Rauh vd, 2006; EPA, 1999). Birçok pestisit ve bunların kalıntılarının kanser, kalp hastalıkları, Alzheimer ve Parkinsonizm gibi çeşitli hastalıklara da neden olan faktörler olduğu bilinmektedir (Khaniki vd, 2007).

Daha yüksek miktarlarda tarım kimyasalları kullanarak gıda üretimini artırma konusundaki geçmiş deneyimleri değerlendirecek olursak, bu uygulamanın çevreye daha fazla zarar vererek gıda ve su kalitesini daha da düşürmesinin muhtemel olduğu görünmektedir. Bu da, otomatik olarak zirai kimyasalların yararsız veya tamamen zararlı olduğu anlamına gelmez, ancak mevcut sorunlar, bunların kayıt ve kullanımının çok daha iyi kontrol edilmesini gerektirmektedir (Harris, 2002).

SONUÇ

Pestisit kirliliği, toksik ajanların ve onların metabolitlerinin dağılmasının en kolay yolu olmaya devam etmektedir. Gıdaların kontaminasyonu sonucunda bu tür zararlı ajanların olası risklerinin verdiği endişe, tüketici sağlığı için olası ve güncel bir tehdittir.

Tarım alanlarında, ekinleri artırmak, mahsül zararlılarıyla mücadele etmek, artan nüfusun gıda tedarikine yetişebilmek ve maliyetleri azaltmak amacıyla tarımsal uygulamalarda kullanılan bu pestisitler, toprağı, suyu hatta sınırlar aşarak dünyanın en uzak bölgesindeki ekosistemleri bile kirletebilmektedir. Ve bu kimyasallar besin piramidinin en altında bulunan bitkiler tarafından alınarak biriktirilirdiği ve bu bitkilerle beslenen canlıların bünyesine geçebildiği daha sonra besin zinciri yoluyla artan birikimlerle taşındığı yapılan birçok çalışmada kanıtlanmıştır. Bu taşınım ve birikimin sonucunda ise insan sağlığı çok ciddi bir şekilde ve geri dönüşümsüz olarak bozulabilir. Artan kanser insidansı, kronik böbrek hastalıkları, bağışıklık sisteminin baskılanması, erkekler ve kadınlar arasında kısırlık, üreme davranışı bozuklukları, endokrin sistem bozuklukları, nörolojik ve davranışsal bozukluklar, özellikle çocuklar arasında, toksik kimyasallara kronik olarak maruz kalmaya veya bu tür kimyasallarla kirlenmiş yiyeceklerin uzun süreli tüketimine bağlanmıştır.

Gıda güvenliğini sağlamak ve halk sağlığını korumak için, istikrarlı bir şekilde tarımda pestisit kullanımının ve ekilen ürünlerin izlenmesi, olası risklerin belirlenmesi ve endişelerin değerlendirilmesini sağlamak için dünya çapında gıda güvenliği koordinasyonuna ihtiyaç vardır. Gıda güvenliğini tehdit eden çevre kirliliğini önlemek ve bu kirleticilere müdahale etmek ya da sınırlandırmak, gıda kirliliği tehdidine karşı koymanın önemli stratejileridir. İnsanların sürdürülebilir ve sağlıklı bir yaşam sürmeleri için gıda şarttır. Herkes için gıda güvenliğini sağlamak geniş ve kapsamlı bir konudur.

KAYNAKLAR

Abdulra'uf LB, Tan GH 2014. Review of SBSE technique for the analysis of pesticide residues in fruits and vegetables. Chromatographia, 77(1–2), 15–24.

Abdulra'uf LB, Tan GH 2013. Multivariate study of parameters in the determination of pesticide residues in apple by headspace solid phase microextraction coupled to gas chromatography-mass spectrometry using experimental factorial design. Food Chemistry, 141(4), 4344–4348.

Abdulra'uf LB, Tan GH 2015. Chemometric approach to the optimization of HS-SPME/GC-MS for the determination of multiclass pesticide residues in fruits and vegetables. Food Chemistry, 177, 267–273.

Ahoudi H, Gnand K, Tanouayi G, Our-Sama K, Yorke JC, Creppy EE, Moesch C 2018. Assessment of pesticides residues contents in the vegetables cultivated in urban area of Lome (southern Togo) and their risks on public health and the environment, Togo. International Journal Biolgical and Chemical Sciences, 12(5): 2172-2185.

Annabella A, Stephen O 2018. Pesticides and food safety in Africa. European Journal of Biological Research, 8(2):70–83.

Antoniou M, Habib MEM, Howard, CV, Jennings RC, Leifert C, Nodari RO 2012. Teratogenic Effects of Glyphosate-Based Herbicides: Divergence of Regulatory Decisions from Scientific Evidence. Journal Environmental Analytical Toxicology, S4:006

Barcelo D, Hennion MC 1997. Trace determination of pesticides and their degradation products in water. Techniques and Instrumentation in Analytical Chemistry, vol. 19. Elsevier, Amsterdam, p. 542.

Bempah CK, Donkor A, Yeboah PO, Dubey B, Osei-Fosu PA 2011. preliminary assessment of consumer's exposure to organochlorine pesticides in fruits and vegetables and the potential health risk in Accra Metropolis, Ghana. Food Chemistry, 128, 1058–1065.

Benbrook CM 2016. Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. Environmental Sciences Europe, 28: 3.

Bhanti M, Shukla G, Taneja A 2004. Contamination levels of organochlorine pesticides andfarmers' knowledge, perception, practices in rural India A case study. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 73, 787–793.

Bolor VK, Owusu BN, Sheringham BL, Samuel A 2018. Human risk assessment of organochlorine pesticide residues in vegetables from Kumasi. Ghana Journal of Chemistry, 11. https://doi.org/10.

Borlaugh N, Dowswell CR 1993. Fertilizer: to nourish infertile soil that feeds a fertile population that crowds a fragile world. In: Proceeding of the 61st International Fertilizer Association Annual Conference.

Carvalho FP, Fowler SW, Villeneuve JP, Horvat M 1997. Pesticide residues in the marine environment and analytical quality assurance of the results. In: Proceedings of an International FAO/IAEA Symposium on the Environmental Behaviour of Crop Protection Chemicals. IAEA, Vienna, pp. 35–57.

Carvalho, FP 2005. Residues of persistent organic pollutants in coastal environments a review. In: Benbrook, C. M., 2016. Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. Environmental Sciences Europe, 28: 3.

Chernyak SM, Rice CP, McConnel LL 1996. Evidence of currently-used pesticides in air, ice, fog, seawater and surface microlayer in the Bering and Chuckchi Seas. Marine Pollution Bulletin. 32, 410–419.

Claeys WL, Schmit JF, Bragard C, Maghuin-Rogister GL, Schiffers B 2011. Exposure of several Belgian consumer groups to pesticide residues through fresh fruit and vegetable consumption. Food Control, vol. 22, no. 3-4, pp. 508–516.

Colborn T, Myers J, Dumanoski D 1996. Our stolen future. Dutton, NewYork, ISBN 0-525- 93982-2.

Darko G, Akoto O 2008. Dietary intake of organophosphorus pesticide residuesthrough vegetables from Kumasi, Ghana. Food Chemical Toxicology, 46, 3703–3706.

EEA 2005. Environment and Health. European Environment Agency, EEA Report No. 10.

Elguetaa S, Moyanoa S, Sepúlvedab P, Quirozc C, Correaa A 2017. Pesticide residues in leafy vegetables and human health risk assessment in North Central agricultural areas of Chile. Food Addıtıves And Contamınants: Part B, vol: 10, no: 2, 105–112.

EPA (US Environmental Protection Agency) 1999. Integrated Risk Information System (IRIS) on Carbaryl; National Center for Environmental Assessment, Office of Research and Development: Washington, DC, USA.

Fantke P, Friedrich R, Jolliet O 2012. Health impact and damage cost assessment of pesticides in Europe. Environment International, 49, 9–17.

Fantke P, Juraske R 2013. Variability of pesticide dissipation half lives in plants. Environmental Science and Technology, 47(8), 3548–3562.
Fantke P, Juraske R, Antón A, Friedrich R, Jolliet O 2011. Dynamic multicrop model to characterize impacts of pesticides in food. Environmental Science and Technology, 45(20), 8842–8849.
FAO/WHO (Food and Agriculture Organization/World Health Organization) 2004. Food Standards Programme. In Proccedings of Codex Alimentarius Commission. Twenty-Seventh Session, Geneva, Switzerland, ; pp. 1–103.
Farina Y, Abdullah MP, Bibi N, Khalik WMAWM 2017. Determination of pesticide residues in leafy vegetables at parts per billion levels by a chemometric study using GC-ECD in Cameron highlands, Malaysia. Food Chemistry, 224, 55–61.
Fries GF 1995. A review of the significance of animal food products as potential pathways of human exposures to dioxins. Jorna of Animal Science, 73(6):1639–1650.
Galloway T, Handy R 2003. Immunotoxicity of organophosphorous pesticides. Ecotoxicology, 12, 345–363.
Gan J, Lee SJ, Liu WP, Haver DL, Kabashima JN 2005. Distribution and persistence of pyrethroids in runoff sediments. Journal of Environmental Quality, vol. 34, no. 3, pp. 836–841.
Gaur N, Narasimhulu K, PydiSetty P 2018. Recent advances in the bio-remediation of persistent organic pollutants and its e_ect on environment. Journal of Cleaner Production, 198, 1602–1631.
Harris CA 2002. The regulation of pesticides in Europe Directive 91/414. J. Environmental Monitoring, 4, 28–31.
Hayat K, Ashfaq M, Ashfaq U, Saleem MA 2011. Determination of pesticide residues in blood samples of villagers involved in pesticide application at District Vehari (Punjab), Pakistan. African Journal of. Environmental Science and Technology, 4, 666–684.
Jovanic NZ 2006. Groundwater contamination from pesticides in Africa a review. In: Yongxin X, Brent U (eds) Groundwater pollution in Africa. Imprint CRC Press, London, pp 77–87.
Khan N, Yaqub G, Hafeez T, Tariq M 2020. Assessment of Health Risk due to Pesticide Residues in Fruits, Vegetables, Soil, and Water. Journal of Chemistry Volume, 5497952,7. https://doi.org/10.1155/2020/5497952.
Khaniki GR 2007. Chemical contaminants in milk and public health concerns: A review. International Journal of Dairy Science, 2, 104–115.
Leibson T, Lala P, Ito S, Slikker JW, Paule MG 2018. Drug and Chemical Contaminants inBreastMilk: Effects onNeurodevelopment of theNursing Infant. Handbook of Developmental Neurotoxicology, pp. 275–284.
Li W, Tai L, Liu J, Gai Z, Ding G 2014. Monitoring of pesticide residues levels in fresh vegetable form Heibei Province, North China. Environmental Monitoring and Assessment, 186(10), 6341–6349.
Mansour SA, Belal MH, Abou-Arab AA, Gad MF 2009. Monitoring of pesticide and heavy metals in cucumber fruits produced from different farming system. Chemosphere, 75, 601–609.
Moreno JLF, Libanas FJA, Frenich AG, Vidal JLM 2006. Evaluation of different sample treatments for determining pesticide residues in fat vegetable matrices like avocado by low pressure gas chromatography–tandem mass spectrometry. Journal of Chromatography A, vol. 1111, no. 1,pp. 97–105, 2006.
Nakano VE, Kussumi TA, Lemes VRR, Kimura RSB, Janete AMC, Oliveira C, Ribeiro RA, Faria, ALR, Waldhelm KC 2016. Evaluation of pesticide residues in oranges from São Paulo, Brazil. Iracema de Albuquerque. Food Science Technology Campinas, 36(1):40–48.
Nnamonu LA, Onekutu A 2015. Green pesticides in Nigeria: an overview. Journal of Biology, Agriculture Healthcare 5(9):48–62.
Ntow WJ, Gijzen HJ, Drechsel P 2006. Farmer perceptions and pesticide use practices in vegetable production in Ghana. Pest Management Science, 62, 356–365.
Páez-Osuna F, Ruiz-Fernández AC, Botello AV, Ponce-Vélez G, Osuna-López JI, Frías-Espericueta MG. López-López G, Zazueta-Padilla HM 2002. Concentrations of selected trace metals (Cu, Pb, Zn), organochlorines (PCBs, HC B) and total PAHs in mangrove oysters from the Pacific Coast of Mexico:An overview. Marine Pollution Bulletin, 44, 1303–1308.
Price RZ, H Hollnagel, H Ketelslegers, X Han 2014. Assessing the safety of co-exposure to food packaging migrants in food and water using the maximum cumulative ratio and an established decision tree. Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment, vol. 31, no. 3, pp. 414–421, 2014.

Randall C 2014. Pest management. In: National pesticide applicator certification core manual, 2nd edn. National Association of State Departments of Agriculture Research Foundation, Washington.

Rauh VA, Garfinkel R, Perera FP, Andrews HF, Hoepner L, Barr DB, Whitehead R, Tang D, Whyatt RW 2006. Impact of prenatal chlorpyrifos exposure on neurodevelopment in the first 3 years of life among inner-city children. Pediatrics, 118, 1845–1859.

Richards NL, Ogada D, Buij R, Botha A 2017. The killing fields: the use of pesticides and other contaminants to poison wildlife in Africa, Reference module in earth systems and environmental sciences. Elsevier.

Saltmarsh M 2010. Food safety. Pesticides. In: Encyclopedia of human nutrition. Elsevier, Oxford, pp 323–329.

Schecter A, Papke O, Tung KC, Staskal D, Birnbaum L 2004. Polybrominated diphenyl ethers contamination of United States food. Environmental Science and Technology, 8(20):5306–5311.

Schiffers CK, Kwofie AB, Denutsui D, Asomaning J, Tutu AO 2011. Monitoring of pesticide residues in fruits and vegetables and related health risk assess,ment in kumasi metropolis, Ghana. Research Journal of Environmental and Earth Sciences, vol. 3, no. 6, pp. 761–771.

Sharpe M 1999. Towards sustainable pesticides. Journal of Environmental Monitoring. 1, 33–36.

Silva V, Mol HG. Zomer P, Tienstra M, Ritsema CJ, Geissen V 2019. Pesticide residues in European agricultural soilseA hidden reality unfolded. Science of the Total Environment , 653, 1532-1545.

Skakkebaek NE, Meyts RD, Main KM 2001. Testicular dysgenesis syndrome: an increasingly common developmental disorder with environmental aspects. Human Reproduction, 16(5):972–978.

Slovic P 2010. Perceptions of pesticides as risks to human health. In Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology (Vol. 3). Elsevier Academic Press: Amsterdam, Netherlands.

Srivastava S, Awasthi VK, Srivastava SP, Seth PK 1989. Biochemical alterations in rat fetal liver following in utero exposure to di (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP). Indian Journal of Experimental Biology, 27(10):885–888.

Taylor M, Klaine S, Carvalho FP, Barcelo D, Everaarts J 2003. Pesticide Residues in Coastal Tropical Ecosystems. Distribution, Fate and Effects. Taylor and Francis, London.

Tricker AR, Preussmann R 1990. Chemical food contaminants in the initiation of cancer. Proceedings of the Nutrition Society, 49: 133–144.

UN 2001. World Population Prospects. The 2000 Revision. Population Division, Department of Economic and Social Affairs. United Nations, N.Y.

UN 2005. World Population Prospects. The 2004 Revision. Highlights. Population Division, Department of Economic and Social Affairs. United Nations, N.Y.

US Environmental Protection Agency. 2017. Why we use pesticides. https:// www.epa.gov/safepestcontrol/why-we-use-pesticides.

Vafeiadi M, Georgiou V, Chalkiadaki G, Rantakokko P, Kiviranta H, Karachaliou M, Fthenou E 2015. Association of prenatal exposure to persistent organic pollutants with obesity and cardiometabolic traits in early childhood: the Rhea mother-child cohort (Crete, Greece). Environmental Health Perspectives, vol: 123, no: 10.

Walorczyk S 2008. Application of gas chromatography/tandem quadrupole mass spectrometry to the multi residue analysis of pesticides in green leafy vegetables. Rapid Communications in Mass Spectrometry, 22(23), 3791–3801.

WHO (World Health Organization in collaboration with UNEP). 1990. Public Health Impact of Pesticides Used in Agriculture; WHO: Geneva, Switzerland; pp. 1–129.

WHO 1992. Our Planet, Our Health. Report of the WHO Commission on Health and Environment. Geneva: WHO.

WWF-UK 2003. Contamination: the results of WWF's Biomonitoring Survey. 32 pp. www.wwf.org.uk.

ORAL PRESENTATION

Enhancing the scratch resistance of industrial PTFE coatings via tribological approach

Kübra Kaya[1*] (https://orcid.org/0000-0001-6432-5291), Oğuzhan Çimen[1] (https://orcid.org/0000-0003-0872-8015)

[*]Akcoat (İleri Kimyasal Kaplama Malzemeleri San. ve Tic. A.Ş.), Sakarya, 54300, Turkey

*kubra.kaya@akcoat.com

Abstract
Polytetrafluoroethylene (PTFE) has low friction force and low surface energy due to its chemical structure. PTFE has hydrophobic and dirt/stain retention properties and therefore it is used as non-stick coatings at cookware, bakeware equipments and many other areas. In addition to these advantages, the weakness of hardness, scratch resistance of (PTFE) resin is major disadvantage as it weakens the service life of the coating. In this study scratch resistance and hardness of PTFE coatings are improved by boron carbide, titanium diboride and silicon carbide. The tribological behavior, e.g. coefficient of friction and wear resistance of the PTFE coatings samples were evaluated by tribometer using ball-on-disc mode. An aluminum ball tip (10 mm dia.) was applied against the coating. The wear rate was evaluated using the formula $K=V/(F\times s)=A/(F\times n)$ (Archard equation), where V is the worn volume, F is the normal load, s is the sliding distance. With nano-indentation test Vickers hardness of coatings were eveluated with Berkovich type indenter under 50.00 Mn load. Samples were visualized by scanning electron microscopy (SEM). cross-cut adhesion (ASTM D3359) test was examined.
Keywords: Non-stick coatings, PTFE, scratch resistance, Vickers hardness, friction coefficient

INTRODUCTION

Polytetrafluoroethylene (PTFE) polymer exhibits superior chemical stability because of its carbon-fluorine bonds. It has high melting point at 327 °C (620 °F) and maintains high strength, toughness and self-lubricating properties at low temperatures. PTFE's superior performance (non-stick property, easy cleaning, chemical stability at high temperatures, and high corrosion resistance) in different environments makes it an attractive candidate for a variety of industrial applications such as cookware, automotive, aerospace and pharmaceuticals [1,2]. In addition, it is not harmful to human health because it is FDA (American Food and Drug Administration) compliance and does not contain PFOA (Perfluorooctanoic Acid), PFAS (polyfluoroalkyl compounds). The area that we can show as the most important of these equipment is the use of non-stick pans as a coating. The increasing supply of non-stick cookware on the market plays a key role in improving the performance of the coated surface. Product differentiations arising from the need to meet different customer demands lead to the emergence of a wide variety of functional and aesthetic options in pot and pan coatings. While studies are constantly being carried out for technical developments in non-stick PTFE coatings, the main objective is to have the highest non-stick performance. To quantitatively evaluate the tribo-mechanical properties of PTFE coatings, to serve the purpose of further improvement of mechanical properties and better control of consumption safety issues in the quality control process; knowing the controlled and known surface friction, wear, scratching and adhesion values of the coatings and making comparisons are of critical importance in order to provide and increase the intended performance. Hardness is a relative measure and is a measure of the resistance to local deformation caused by marks or abrasion mechanically (penetration, friction, scratching and cutting) on the material. Scratch resistance is the deformation of the coating that is scratched using a knife or metal piece. It is observed that material loss occurs as a result of breaking or separating parts from a surface as a result of poor scratch resistance. And again, after scratching, the non-stick feature of the coating decreases over time. Of course, the most important disadvantage is that after scratching the aluminum surface coated with organic coating material, the aluminum surface appears and has extremely harmful results for human health. It is important to develop a fluoropolymer coating material with high scratch resistance to eliminate the mentioned disadvantages [3]. In order to increase the scratch resistance, the hardness of the coating material should be increased so inorganic abrasive ceramic filling materials are used to harden the coating. These inorganic abrasive materials can be selected according to their Knopp hardness values. As an example of inorganic hardening filling materials with a Knoop hardness value of at least 1200 kgmm2;

zirconium (1200), aluminum nitride (1225); beryllium (1300); zirconium nitrite (1510); zirconium boride (1560); titanium nitride (1770); tungsten carbide (1880); aluminum (2025); zirconium carbide (2150); titanium carbide (2470); silicon carbide (2500); aluminum boride (2500); titanium diboride (3000); boron carbide (3400) can be given. This study is about obtaining fluoropolymer-based coating materials with increased scratch resistance in different compositions and coating these materials on the aluminum substrate surface to provide non-stick coating [4,5].

MATERIALS AND METHODS

As inorganic abrasive ceramic filling materials, three different particle size of silicon carbide abrasives (d_{50}: 21±1,5, d_{50}: 17±1,5, d_{50}: 12±1,5) were purchased from Saint Gobain, boron carbide abrasive (d_{50}: 21±1,5) were produced from Futong Industry, China. Titanium diboride (d_{50}: 21±1,5) was procured from Merck, USA. Sandblasted 1050 aluminum pans were used as substrates in all coatings. Particle size of abrasive fillers were measured by Malvern Mastersızer 3000. Microscopic properties was performed with scanning electron microscopy (SEM) by JEOL JSM 6060LV instrument.
Cross-cut adhesions were performed to determine the degree of adhesion of the coating to the metal surface according to ASTM D3359. In this test, two groups of lines are drawn at ninety degrees to each other on the coating and the amount of paint removed from the surface is compared by applying tape to the surface. It is classified between 5B and 0B which corresponds to the non-spillage to the spills. The hardness values of the coatings were measured by NHT^3 nanoindentation tester. Tribologic wear tests such as average friction coefficients and wear rates were eveluated by Anton Paar tribometer. Scratch resistant of PTFE coated aluminum pans were examinated bu tiger paw tester. Pressurized spray method, which is one of the non-stick coating application methods, is applied at a pressure of 4.5-5.0 bar with a 1.0 - 1.4 mm spray gun. Drying of the primer coat is carried out at 120-130°C for 4 minutes and cooled. An intermediate coat with a dry film thickness of 10-12 microns is applied on the primer coat and after drying at 120-130°C for 4 minutes, the top coat is applied with a dry film thickness of 10-12 microns, top coat dried and cured at 430°C for 5 minutes. For characterization tests E1, E2, E3, E4 trials were formulated with silicon carbide (SiC), boron carbide (B_4C) and titanium diboride (TiB_2) as in table 1.

RESULTS and DISCUSSION

1.Nanoindentatıon Hardness Measurement Test

Hardness is a relative measure and is defined as resistance to sinking, rubbing, scratching, shearing and plastic deformation. The value in hardness measurements is the resistance of the material to plastic deformation. Indentation Hardness measurement consists of measuring the resistance of the material against the immersion of a conical or spherical standard tip into the material. *(*Wredenberg, Fredrik; PL Larsson 2009). When the selected tip is immersed in the material under a load, it leaves a mark on the material. The hardness of the material is inversely proportional to this trace. Nanoindentation is a test method applied to nanoscopic materials (thin films and coatings, micro and nanostructures); The sample surface is compacted with a special piece called the 'indenter (notcher). Indenter special shape, elastic modulus, etc. used in indentation porose. It has specific mechanical properties such as Change in shape and size in the contact area following a certain force applied in the test, or is examined or a load-indenter position curve is drawn. It uses standardized techniques and standard indents to measure the hardness of the sample. The most common material strength tests include the Vickers, Brinell and Rockwell hardness test. In figure 1 vickers hardness of coated materials were measured in nanoindentation tester using berkovich type diamond tip in E1, E2, E3, E4 experiments we have done. In E1 formulation, silicon carbide in three different particle sizes was used as inorganic hardener filler for primer and interlayer to harden the coating material. In the E2 study, silicon carbides with the same particle size used in E1 were used and the mass percent composition of the primer and intermediate layer was increased. When the graph in figure 1, where we got the result of nanoindentation measurements, is examined, we observe that the Vickers hardness value increases from E1 to E2 when the mass percent composition of the hardener materials in the formulation is increased. In the E3 and E4 trials, boroncarbide and titanium diboride materials, which we know have different Knoop hardness values were used in order to see the change in the hardness value by keeping the silicon carbide composition percentage in the E1 formulation content in the primer and interlayer the same. When we compare the hardness values of the coated material in E1, E3 and E4 studies, we can state that the hardness values increase when we increase the mass percent concentration of the

hardening materials (quantitatively). Between E2, E3, E4, we see that the hardness value of the coated surface increases again when we use different abrasive inorganic materials with the same weight by mass. When we look at the nanoindentation results, we can state that the hardness of the surface treated materials is increased by using inorganic abrasive materials with high Knoop hardness values.

Table 1. Experiment compositions

Experiment no	Primer coat	Intermediate
E1	SiC F400: % 1,3 SiC F500: % 1,3 SiC F600: % 1,3	SiC F400: % 1,1 SiC F500: % 1,1 SiC F600: % 1,1
E2	SiC F400: % 2,3 SiC F500: % 2,3 SiC F600: % 2,3	SiC F400: % 2,1 SiC F500: % 2,1 SiC F600: % 2,1
E3	SiC F400: % 1,3 SiC F500: % 1,3 SiC F600: % 1,3 B_4C F400: % 3	SiC F400: % 1,1 SiC F500: % 1,1 SiC F600: % 1,1 B_4C F400: % 3
E4	SiC F400: % 1,3 SiC F500: % 1,3 SiC F600: % 1,3 TiB_2 F400: % 3	SiC F400: % 1,1 SiC F500: % 1,1 SiC F600: % 1,1 TiB_2 F400: % 3

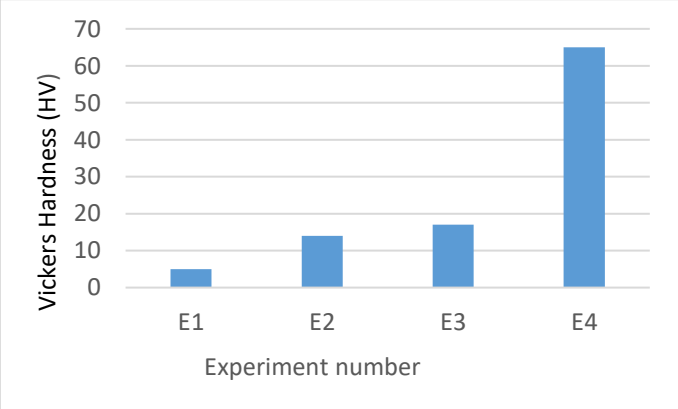


Figure 1. Vickers hardness results by nanoindentation of E1, E2, E3, E4 surfaces

While measuring the hardness with nanoindentation, the surface was also imaged with the integrated microscope. In Figure 2, the berkovich tip trace can be seen from the microscope images taken during the indentation measurement of the surfaces covered with PTFE-based coating material.

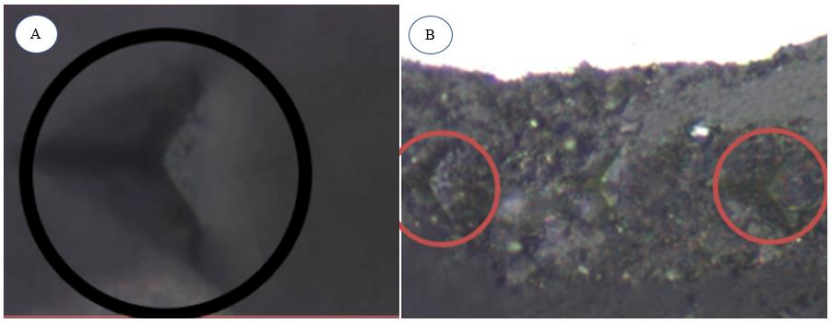


Figure 2. Microscopes images of berkovich tip traces A)image on top coat B)image of interlayer between base and intermediate coats

2. Tribologic Wear Test

Friction and wear and energy loss occur between the contacting and relative moving surfaces. Tribology is the branch of science that studies friction and wear and the physical phenomena associated with them, and it is one of the most important subjects in determining the performance of coated surfaces. The tribological system mainly examines the wear phenomenon that occurs with the effect of the mutually interacting main friction element and the opposite body operating conditions (speed, force and environmental conditions, etc.). Research in the field of tribology is divided into three main groups. These researches generally include the determination of the friction coefficient and wear rates of the materials, the determination of the natural mechanisms that affect the friction and wear (atmosphere, the amount of load, speed, etc.), the finding of the materials that will reduce the friction and wear. Wear tests of solid materials (such as metal, ceramic, polymer, composite and coating) are carried out in the tribometer device. Wear measurement results in tribometer are determined by "ball-on-disc" and "pin-on-disc" mechanisms. Wear tests are carried out using different balls (such as steel, Si_3N_4, WC, Al_2O_3) and different speeds (from 0.5 cm/s to 50 cm/s) under different loads (from 0.25N to 20N). The etching process is carried out using two different types of heads. The first head is a reciprocating linear type moving head. The second head is the head that rotates. As a result of the test on the wear device; The average friction coefficient of the sample, the wear rate (the area of the wear trace is measured with the help of a profilometer or electron microscope and the found value is entered into the software of the tribometer) and the wear rate of the ball used (the ball diameter is measured from the microscope and the found value is entered into the software of the tribometer). In the E1, E2, E3, E4 trials, first of all, the friction coefficient was determined by using a tribometer and ball-on-disc method and using steel balls under 2 newtons weight as abrasive material. The linearly moving head covered a total distance of 250 meters. As can be seen in the graph in the figure, the friction coefficient of the coated surface decreased depending on the increasing hardness values. Depending on the decrease in the friction coefficient, it is seen that the wear rates of the coatings decreased in direct proportion in the E1, E2, E3, E4 trials, respectively. As we go from E1 to E2, we see that the average friction coefficient decreases with increasing inorganic hardeners. Due to the decrease in wear rates, the service life of non-stick PTFE coated surfaces is extended.

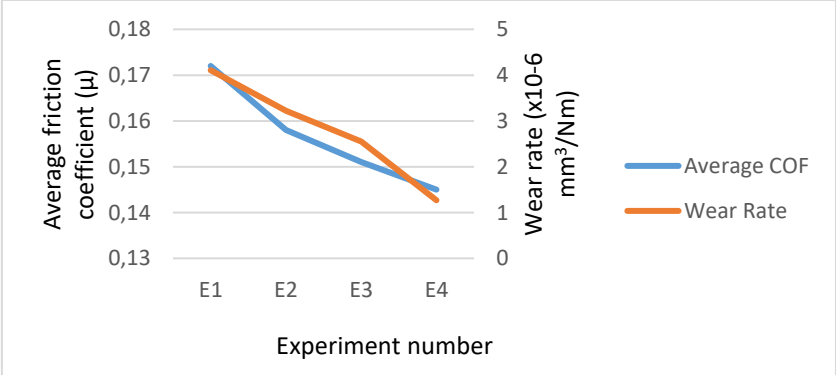


Figure 3. Tribometer measurement graph of surfaces E1, E2, E3, E4

In Figure 5, microscope images of the eroded surfaces were taken using scanning electron microscopy after tribometer measurements. When the wear traces of the surfaces worn in the linear direction are examined in these images, it is clearly seen that there is abrasive wear in the E1 test. When we look at the E2, E3 and E4 images, we see that the abrasive wear trace has disappeared. Comparing the average friction coefficient and wear rate obtained as a result of the tribometer measurement, we see that all the results confirm each other with the combination of the surface images. As the friction coefficient decreases, the wear rate decreases, and abrasive wear disappears with the decrease in the wear rate. When abrasive inorganic filling materials with small particle size with large particle size are mixed and used in appropriate proportions, when the surface is abraded, the wear of the surface is reduced and abrasive traces are disaappeared due to the intertwining of the particles.

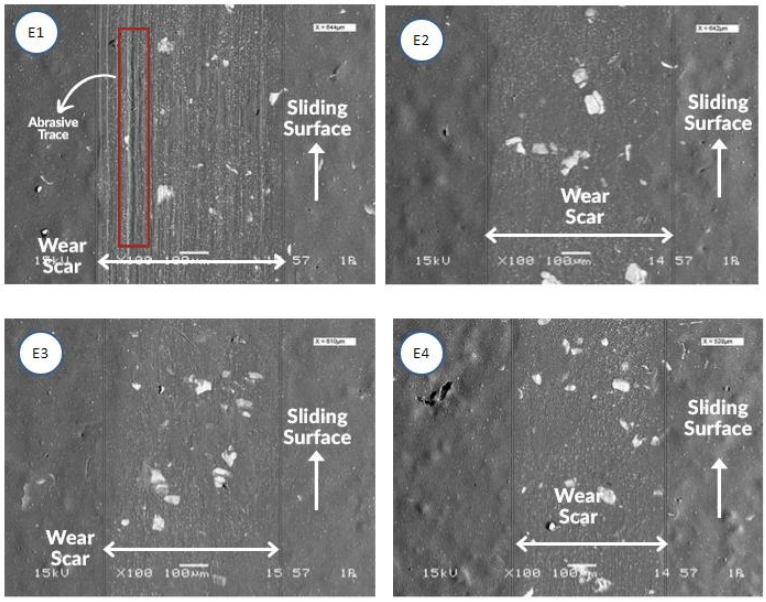


Figure 4. SEM image of wear traces after tribometer measurement

3. Tiger Paw Test

Different metal equipment such as metal spatulas can be used in the use of baking and oven materials. In the use of this type of equipment, Tiger paw test is performed to determine the scratch resistance of the coated surface. In this study we applied for, the hardness and wear tests of the coated aluminum surfaces were also carried out with the tiger paw scratch test after nanoindentation and tribometer measurements. We can state that the scratch resistance of 3-layer PTFE-based non-stick coatings increases with the increase in hardness and the disappearance of abrasive wear.



Figure 5. Tiger Paw test results

4.Cross-Cut Tape Adhesion Test

Cross-cut adhesion test is performed according to ASTM D3359 standard in order to measure the degree of adhesion of the organic coating film applied and cured on a surface to the surface. After the paint film is deeply scratched with a sharp tool, an adhesive tape is attached to its surface. The quality of the paint's adhesion to the surface is determined by measuring whether the paint film is separated from the surface, and if so, to what extent. Quality is rated between 5B and 0B, with no separation (0%) rated at 5B, while more than 65% separation is rated at 0B. Our adhesion test results in all the samples we have made are in the 5B grade. No paint separation was observed from the surface.



Figure 6. Adhesion test result

CONCLUSION

In this study three diffrent particle size of boron carbide, titanium diboride and silicon carbide materials were used in four primer and intermediate coat formulations. These formulations were applied onto aluminum pans with same top coat. Quantitative and qualitative analysis was done with SEM/EDS analysis. When inorganic abrasive materials with higher hardness values in the same particle size are used in the formulations scratch resistance improves. Particle sizes and amount of abrasive fillers were affected scratch resistance of PTFE coatings. PTFE coatings scratch enhancing by strengthening the primer and intermediate layer.

ACKNOWLEDGEMENTS

Equipment and Characterization support from Akcoat R&D Center**,** Sakarya, Türkiye.

REFERENCES

[1] Teng, H. Overview of the Development of the Fluoropolymer Industry. *Appl. Sci.* 2012, 2, 496-512

[2] Morita, K.; Gonzales J.; Sakaue, H. Effect of PTFE Particle Size on Superhydrophobic Coating for Supercooled Water Prevention. Coatings 2018, 8, 42

[3] Bozan, U.; Altuncu, E.; Ustel, F. Nano partikül takviyeli teflon kaplamaların üretilmesi ve karakterizasyonu. *SAU J. Sci*. 2014 18(1) 21-30

[4] R. Komanduri, S. Iyengar. Conventional and Super Abrasive Materials. Encyclopedia of Materials:Science and Technology, 2001, 1629-1652

[5] W. McKEEN L. Fluorinated Coatings and Finishes Handbook:The Definitive User's Guide and Databook, William Andrew Publishing, 2006

ORAL PRESENTATION

New Trends for Identifying COVID-19 Pandemic Variants by Using Machine Learning Techniques

Ali Şenol (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0364-283)*

Tarsus University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Mersin, Turkey.

alisenol@tarsus.edu.tr

Abstract
With the COVID-19 pandemic, it was revealed how important the early diagnosis of the outbreak is. However, it has been revealed that detecting outbreaks is not enough during the COVID-19 pandemic process, the detection and identification of variants that emerge over time is also vital importance. For this reason, interest in studies to detect pandemics and their variants has increased. In this sense, an important part of the studies carried out both to identify outbreaks at an early stage and to follow variant occurrences are based on Machine Learning (ML) studies. Because, Machine Learning approaches can make predictions about new arrival data by learning from arrived data before. In this study, a survey on machine learning-based studies that try to detect COVID-19 pandemic variants are presented.
Keywords: COVID-19, variant, mutation, machine learning.

INTRODUCTION

The COVID-19 pandemic has revealed how dangerous the pandemics are for human life. As of December 2021, the number of daily cases worldwide is around 500 thousands and the total number of cases has reached 260 millions, while the number of deaths has exceeded 5 millions (Worldometers, 2021). As seen in Figure 1 and Figure 2, there are some fluctuations in both the number of cases and the death curves. It can be said that these fluctuations are because of new variants of coronavirus. Because, in each variant appearance, the speed of spread of the virus and its effect on both the number of cases and deaths are change.

All viruses including coronavirus (SARS-CoV-2) change over time. Most changes have no meaning about the impact of the viruses. However, some of them can impact the spread speed among people or other living things.

Machine learning approaches are commonly used in many areas like education, technology, science, engineering, finance, etc. Because, they can learn from existing data and then can make predictions about which group any incoming data should be assigned to, or can find patterns inside data. In general, machine learning techniques are grouped into three types which are (Friedman, Hastie, & Tibshirani, 2001; James, Witten, Hastie, & Tibshirani, 2013; Şenol, Canbay, & Kaya, 2021):

- **Supervised machine learning**: The model is trained with the existing data and then, based on this information, it decides to which group the new incoming data will be assigned (Cunningham, Cord, & Delany, 2008). Support Vector Machines (SVM) K-Nearest Neighbour (kNN), Naive Bayes (NB), Linear Regression (LR) some examples of these types of algorithms.
- **Unsupervised machine learning**: The model tries to group the data according to various similarity parameters (Abbas & Fahmy). The aim is to be sure as possible as the data in the same group are similar to each other. Some examples are kmeans, DBSCAN, OPTICS, etc.
- **Semi-supervised machine learning**: In these kinds of machine learning techniques, both supervised and unsupervised approaches are used together. It is aimed to use the advantages of both techniques together (Ackermann et al.). Semi-Supervised SVM, Self-training and Co-Training some examples of semi-supervised machine learning algorithms.
- **Reinforcement machine learning**: In these types of machine learning approaches, there is no need to have any prior knowledge about the data. Reward and punishment mechanisms are used to improve the model in each cycle (Kaelbling, Littman, & Moore, 1996). Q-Learning, SARSA, and Markov Decision Process are some examples.

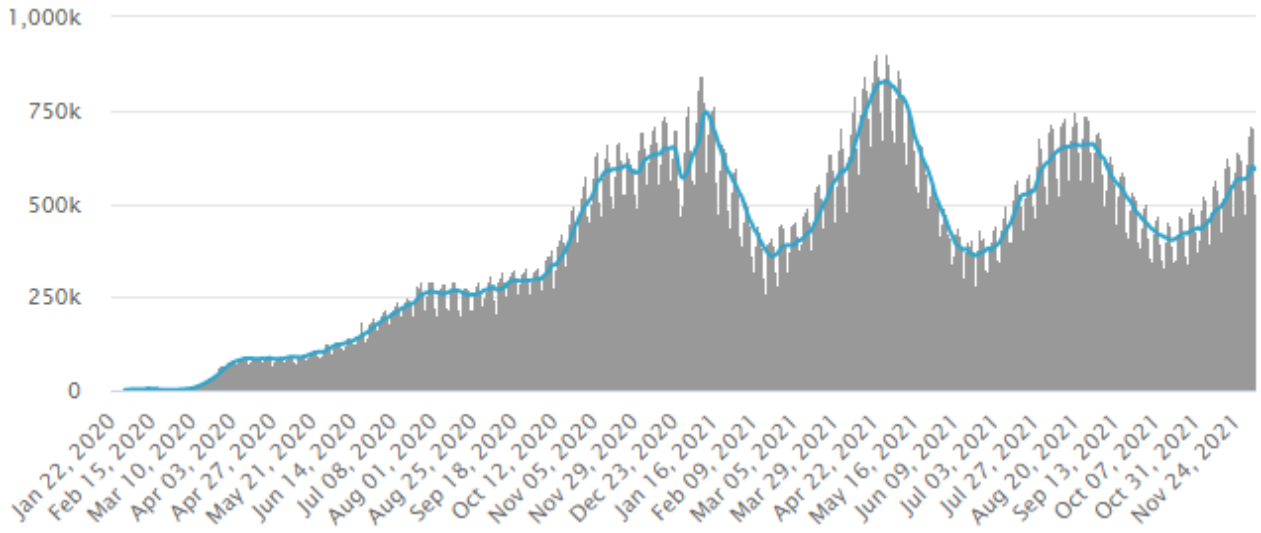


Figure 1. Daily New Cases of Coronaviruses with 7-day Moving Average (Worldometers, 2021)

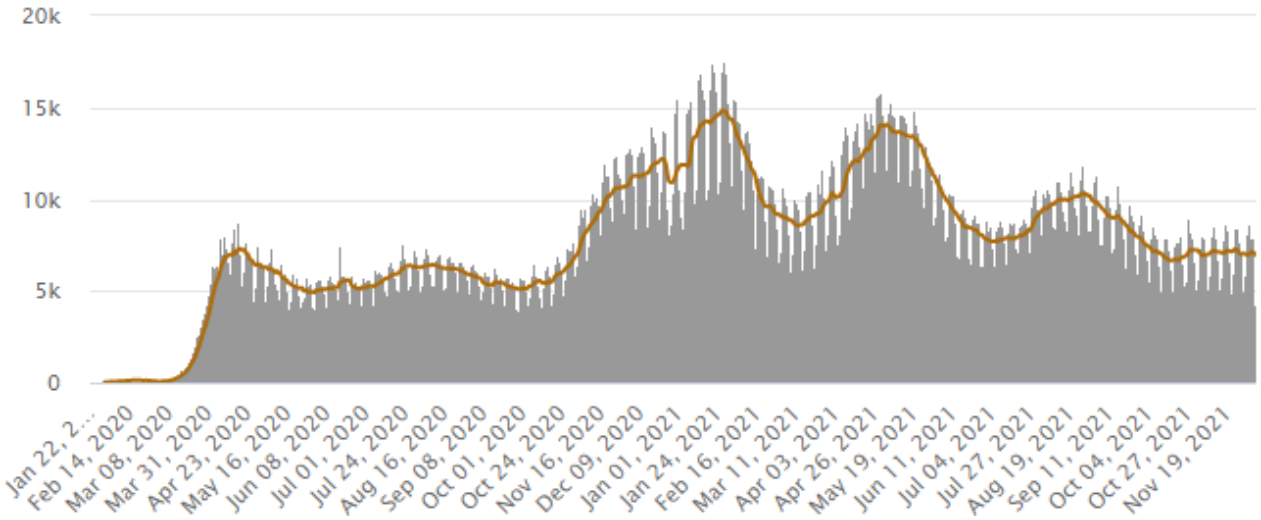


Figure 2. Daily Deaths of COVID-19 Pandemic with 7-day Moving Average (Worldometers, 2021)

COVID-19 VARIANTS

Viruses change constantly through genetic mutations which are called variant during replication of the genome. Before explaining the variants of Coronavirus (SARS-CoV-2), let's make some key definitions. While **mutation** refers to one genetic change in a virus's genetic code, the **variant** refers to the new version of the virus which resulted from one or more mutations. Coronavirus also has some variants. These variants are categorised as Variants of Interest (VOIs) and Variants of Concern (VOCs) by WHO according to shared attributes and their characteristics which may need taking action about public health. As seen in the Table 1, the names and categories of coronavirus variants are given. According to EU/EEA, VOC type of variants have clear evidences on transmissibility, severity and/or immunity that is likely to have an impact on the epidemiological situation. On the other hand, VOI type of variants, while we having epidemiological evidence about genomic properties, transmissibility, severity and/or immunity; the evidence is still preliminary or is associated with major uncertainty (European Centre for Disease Prevention and Control, 2021). As given in Table 1, there have been 5 VOC variants of coronavirus which are Alpha, Beta, Gamma, Delta, and Omicron. On the other hand, Lambda and Mu are the VOI variants of coronavirus (WHO, 2021).

Table 1. Variants of Coronavirus

WHO label	VOC or VOI	Pango Lineage	Earliest documented sample	Date of designation
Alpha	VOC	B.1.1.7	United Kingdom, Sep-2020	18-Dec-2020
Beta	VOC	B.1.351	South Africa, May-2020	18-Dec-2020
Gamma	VOC	P.1	Brazil, Nov-2020	11-Jan-2021
Delta	VOC	B.1.617.2	India, Oct-2020	VOI: 4-Apr-2021 VOC: 11-May-2021
Omicron	VOC	B.1.1.529	Multiple countries, Nov-2021	VUM: 24-Nov-2021 VOC: 26-Nov-2021
Lambda	VOI	C.37	Peru, Dec-2020	14-Jun-2021
Mu	VOI	B.1.621	Colombia, Jan-2021	30-Aug-2021

MACHINE LEARNING BASED APPROACHES TO DETECT COVID-19 VARIANTS

As mentioned above machine learning techniques are commonly used in health monitoring, disease diagnosing and outbreak detection areas (Şenol et al., 2021). As seen in the Figure 3, with machine learning methods, we can diagnose diseases and pandemics like COVID-19 in a timely manner and develop appropriate treatment methods (Alimadadi et al., 2020). Because of coronavirus variants that have affecting all the world, the need of detecting coronavirus variants on the time is now one of the new interesting topics as seen in Table 2. To fulfil this task, machine learning approaches are very suitable because they can make prediction about future based on various methods.

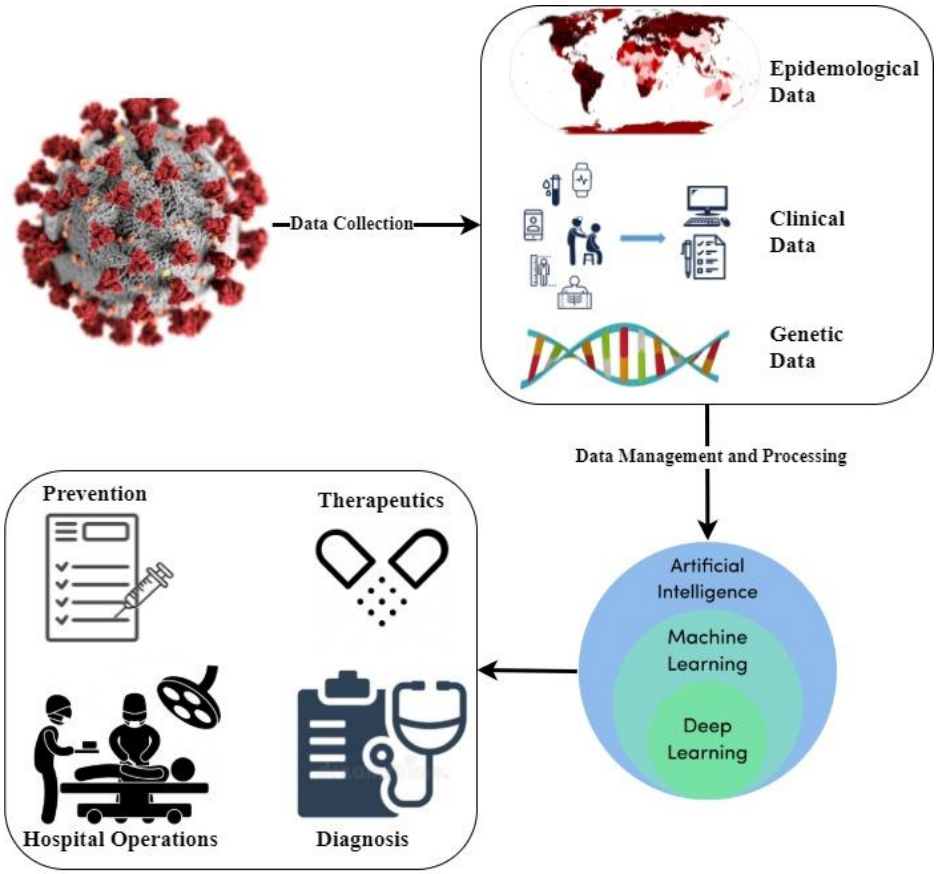


Figure 3. Application of Artificial Intelligence and Machine Learning against COVID-19 (Alimadadi et al., 2020).

One of these approaches was proposed by (Torun et al., 2021). The authors proposed genetic algorithm based nanostructure screening technique to detect SARS-CoV-2 variants. The origin of their system is based on metasurface platform for direct sensing of COVID-19 from unprocessed saliva by analysing the DNA to make decision. The authors used alpha and beta variants of SARS-CoV-2 as samples. The classification success of their techniques is 95.2% which can be said as satisfying. Consequently, they allege that their platform can be used for future variants of SARS-CoV-2 which may appear.

Similarly, (Cabrera Alvargonzález et al., 2021) proposed a SVM and Neural Network (NN) based technique to classify the SARS-CoV-2 variants correctly. They found out that by analysing large datasets with three channels (E (the structural protein envelope), N (nucleocapsid), RdRP (the RNA-dependent RNA polymerase)/S (the spike)) by using machine learning, it is possible to efficiently identify the variants in the SARS-CoV-2 pandemic. The proposed algorithm needs no additional information regarding to age, gender, condition, etc. So, it is concluded that ML algorithms can be used to identify SARS-CoV-2 variants.

Bioinformatics based researches consist the origin of machine learning techniques that try to identify the variants of coronavirus. In these type of works, genetic code of SARS-CoV-2 is processed to detect variants. Spike protein which has central role in mediating viral outbreak and replication in host cells is commonly used. (de Hoffer et al., 2021) focused on spike protein to identify mutations. In their work, Levenshtein Measure (LM) is used to cluster protein sequences based on their distance in terms of number of amino acid substitutions. They used their approach as an early warning tool to detect the emergence of a new epidemiologically dangerous, variant. They are think of that their system could identify any new variant of coronavirus before appearing, and the system also could be used for other virus-driven outbreaks like influenza. Another work which carried out based on Spike protein is done by (Derecichei & Atikukke, 2020). In their work, authors propose a model to identify the coronavirus variants and track the accumulation of mutations by using Next-Generation Sequencing (NGS) with machine learning and bioinformatics. According to preliminary results, their framework was able to track down SARS-CoV-2 genomic variants.

(Ali, Sahoo, et al., 2021) proposed a classification model which learns from genomic data and predicts any change in amino acid of SARS-CoV-2, including Spike protein. They used Principle Component Analysis (PCA) for dimensionality reduction. Then, various machine learning algorithms like SVM, NB, kNN, Random Forest, etc. are used to classify the data. They concluded that their model could outperform the primary algorithms with small datasets as well.

As changes occur in the genome of viruses over time, using clustering techniques may be very useful to identify variants of them. (Ali, Ali, Khan, Khan, & Patterson, 2021) used kmeans, kmeans with Ridge Regression (RR) and kmeans with Lasso Regression (LR) to identify variants of SARS-CoV-2 over Spike protein data. RR and LR are used in the aim of feature selection. According to experimental results, RR and LR are effective on clustering of the variants.

Table 2. ML and AI Trends to Identify SARS-CoV-2 Variants

Publication	Aim	ML/AI methods	Dataset	Achievement
(Cabrera Alvargonzález et al., 2021)	to classify the SARS-CoV-2 variants	SVM and NN	20,418 PCR samples collected by the Microbiology Department of the CHUVI from March 2020 to July 2021	Accuracy: SVM:78.50% NN:78.60%
. (de Hoffer et al., 2021)	to study the relation among Spike protein mutations	Levenshtein distance based ML	Genomic sequencing of the SARS-CoV-2 Spike proteins in the UK nations	Capable of new epidemiological threats when the variant only represents 1% of the new sequences
(Derecichei & Atikukke, 2020)	to track the accumulation of mutations of SARS-CoV-2	Next-Generation Sequencing (NGS) with machine learning and bioinformatics	15,000 SARS-CoV-2 sequences from NCBI	Preliminary results showed that the model could identify mutations
(Ali, Sahoo, et al., 2021)	to detect variants by analysing Spike protein	SVM, NB, kNN, Random Forest, etc.	GISAID 1, GISAID 2, and GISAID 3, having 7000, 7000, and 3029.	model could give satisfying results on small datasets
(Ali, Ali, et al., 2021)	To cluster the spike amino acid sequences of SARS-CoV-2	k-means kmeans+Ridge kmeans+Lasso	GISAID dataset collected from UK, South Africa, India, Brazil and California	Ridge Regression and Lasso Regression improves the success of kmeans

CONCLUSION AND FUTURE DIRECTIONS

Since the SARS-CoV-2 virus and its variants have been affecting the world, the need of works that can help to fight against the pandemic are raised. Machine learning based, or machine learning supported studies are suitable to analyse, learn, and make predictions from existing data to help the authorities to take measures. As of today, it can be said that ML based studies are focused on genome of SARS-CoV-2 virus and its variants. However, the data regarding to symptoms which collected from the patients can be analysed to identify diseases, outbreaks, and then pandemics. As of today, despite of being less as the number; the number of machine learning based studies to struggle against viruses like coronavirus will be increased in the near future.

REFERENCES

Abbas, H. M., & Fahmy, M. M. (1994). Neural networks for maximum likelihood clustering. *Signal Process., 36*(1), 111-126. doi:10.1016/0165-1684(94)90182-1

Ackermann, M. R., Martens, M., Raupach, C., Swierkot, K., Lammersen, C., & Sohler, C. (2012). StreamKM++: A clustering algorithm for data streams. *J. Exp. Algorithmics, 17*, 2.1-2.30. doi:10.1145/2133803.2184450

Ali, S., Ali, T., Khan, M., Khan, I., & Patterson, M. (2021). *Effective and scalable clustering of SARS-CoV-2 sequences*.

Ali, S., Sahoo, B., Ullah, N., Zelikovskiy, A., Patterson, M., & Khan, I. (2021, 2021//). *A k-mer Based Approach for SARS-CoV-2 Variant Identification.* Paper presented at the Bioinformatics Research and Applications, Cham.

Alimadadi, A., Aryal, S., Manandhar, I., Munroe, P. B., Joe, B., & Cheng, X. (2020). Artificial intelligence and machine learning to fight COVID-19. *52*(4), 200-202. doi:10.1152/physiolgenomics.00029.2020

Cabrera Alvargonzález, J., Larrañaga Janeiro, A., Pérez Castro, S., Martínez Torres, J., Martínez Lamas, L., Daviña Nuñez, C., . . . Porteiro Fresco, J. (2021). Can a Machine Learning Algorithm Identify SARS-COV-2 Variants Based on Bonventional rRT-PCR? Proof of Concept. *medRxiv*, 2021.2011.2012.21266286. doi:10.1101/2021.11.12.21266286

Cunningham, P., Cord, M., & Delany, S. J. (2008). Supervised learning. In *Machine learning techniques for multimedia* (pp. 21-49): Springer.

de Hoffer, A., Vatani, S., Cot, C., Cacciapaglia, G., Chiusano, M. L., Cimarelli, A., . . . Sannino, F. (2021). Variant-driven multi-wave pattern of COVID-19 via a Machine Learning analysis of spike protein mutations. 2021.2007.2022.21260952. doi:10.1101/2021.07.22.21260952 %J medRxiv

Derecichei, I., & Atikukke, G. (2020). *Machine Learning Model to Track SARS-CoV-2 Viral Mutation Evolution and Speciation Using Next-generation Sequencing Data*. Paper presented at the Proceedings of the 11th ACM International Conference on Bioinformatics, Computational Biology and Health Informatics, Virtual Event, USA. https://doi.org/10.1145/3388440.3415991

European Centre for Disease Prevention and Control, A. a. o. t. E. U. (2021). SARS-CoV-2 variants of concern as of December 2021. Retrieved from https://www.ecdc.europa.eu/en/covid-19/variants-concern

Friedman, J., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2001). *The elements of statistical learning* (Vol. 1): Springer series in statistics New York.

James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). *An introduction to statistical learning* (Vol. 112): Springer.

Kaelbling, L. P., Littman, M. L., & Moore, A. W. (1996). Reinforcement learning: a survey. *J. Artif. Int. Res., 4*(1), 237–285.

Şenol, A., Canbay, Y., & Kaya, M. (2021). Trends in Outbreak Detection in Early Stage by Using Machine Learning Approaches. *Bilişim Teknolojileri Dergisi, 14*(4), 355-366.

Torun, H., Bilgin, B., Ilgu, M., Yanik, C., Batur, N., Celik, S., . . . Onbasli, M. C. (2021). Machine learning detects SARS-CoV-2 and variants rapidly on DNA aptamer metasurfaces. In: medRxiv.

WHO. (2021). Tracking SARS-CoV-2 variants. Retrieved from https://www.who.int/en/activities/tracking-SARS-CoV-2-variants/

Worldometers. (2021). COVID-19 Coronavirus Pandemic. Retrieved from https://www.worldometers.info/coronavirus/

ORAL PRESENTATION

Rot Kollarında Büküm Derinliğinin Rot kollarının Burkulma Yükü Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi

İbrahim Kılınç[1*] (https://orcid.org/0000-0002-9589-2819), Özkan Tunç[1] (https://orcid.org/0000-0001-7177-2428)

[1]DİTAŞ Doğan Yedek Parça İmalat ve Teknik A.Ş, Ar-Ge Merkezi,51000, Niğde, Turkey; ibrahimkilinc@ditas.com.tr
[1]DİTAŞ Doğan Yedek Parça İmalat ve Teknik A.Ş, Ar-Ge Merkezi,51000, Niğde, Turkey; ozkantunc@ditas.com.tr

*Sorumlu yazar e-mail: ibrahimkilinc@ditas.com.tr

Özet

Hafif ticari vasıta ve ağır ticari vasıta araçlarda direksiyondan direksiyon kutusuna gelen hareketi pitman aracılığı ile tekere aktaran parçalara direksiyon rot kolu denilmektedir. Direksiyon rot kolları araç kinematik ve türlerine göre farklı tasarımlara sahip olmaktadır. Özellikle burkulma olayı iki rot başı arasında olan bağlantı elemanında meydana gelmektedir. Bağlantı elemanlarının dolu çubuk ya da boru malzeme gibi çeşitleri olmaktadır. Bu çalışma kapsamında borusu bükümlü olan rot kollarının burkulmaları üzerine bir çalışma yapılmıştır. Rot kollarının burkulma yükleri analitik olarak hesaplanmış ve fiziki testler gerçekleştirilerek kıyaslanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Rot kolu, Burkulma, Boru, Hafif ticari araç, Ağır ticari araç, Direksiyon sistemi

Investigation of The Effect of Bending Depth on Buckling Load in Drag Links

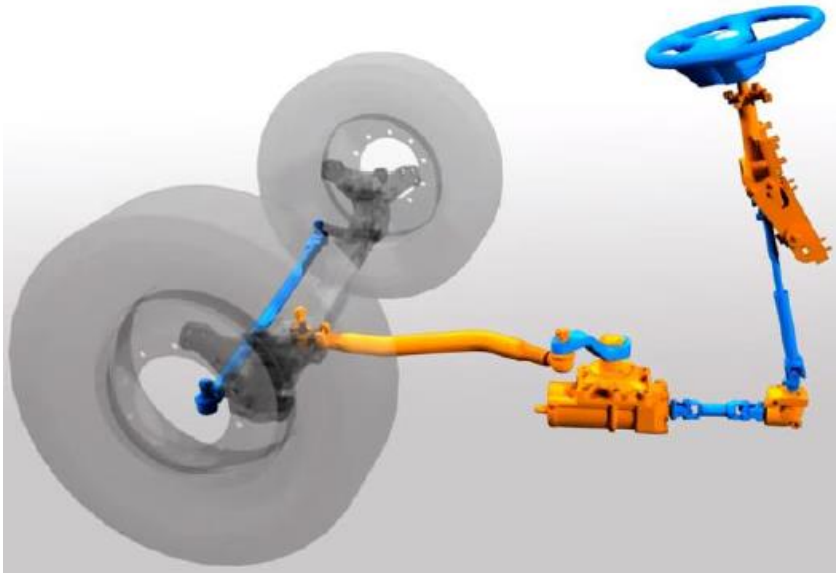
Abstract

In light commercial vehicles and heavy commercial vehicles, the parts that transfer the movement that transferred from the steering wheel to the steering box to the wheel via the pitman are called steering drag link. Steering drag links have different designs according to vehicle kinematics and types. In particular, the buckling occurs in the connecting element between the two rod ends. There are various types of connection such as solid bar or pipe material. Within the scope of this study, a study was carried out on the buckling of the bent tube drag links. The buckling loads of the tie rods were calculated analytically and compared by performing physical tests.

Keywords: Drag link, Buckling, Tube, Light commercial vehicle, Heavy commercial vehicle, Steering System

GİRİŞ

Rot kolu, direksiyondan aldığı hareketi tekerleklere ulaştırarak tekerleklerin sağa ve sola dönmesini sağlayan direksiyon sisteminin bir parçasıdır. Rot kolu üzerinde bulunan iki rot başını birbirine bağlayan uzun bir çubuktan oluşmaktadır. Rot kolunda kullanılan bağlantı çubuğu boru veya dolu gibi malzemelerden üretilebilmektedir. Rot kollarında büküm istenmeyen bir durum olmakla beraber araçların direksiyon sistemleri ve yasal regülasyon gereklilikleri kapsamında diğer bileşenleri ile olan mesafelerinden dolayı rot kollarının farklı ofset miktarlarında büküm olabilmektedir. Ağır vasıta ticari araçlarda tek bükümlü rot kolları olduğu gibi araçların çalışma koşullarına göre çok sayıda bükümü olan rot kolları da mevcuttur. Rot kolları araç üzerinde basma, çekme, dönme ve burkulma kuvvetlerine maruz kalmaktadırlar. Esas olarak, bağlantı borularının burkulma hatalarına sebep olan basma kuvvetlerine maruz kalırlar [9]. Direksiyon sisteminde sürüş güvenliği açısından önemli bir yere sahip olan rot kolları yol ve araç dinamiğinden gelen kuvvetleri karşılamadığı durumlarda genellikle büküm bölgelerinden plastik deformasyona uğramaktadırlar. Özellikle bükümlü rot kollarının yüksek yükler altında büküm bölgelerinden hasara uğramaması ve güvenlik riski oluşturmaması bu alanda yapılan çalışmaları önemli kılmaktadır.



Şekil 1. Ağır ticari vasıta direksiyon sistemi [7]

Araç direksiyon sistem parçaları olan rot kolları için burkulma mukavemetini hesaplamışlardır. Ayrıca rot kolu borularının basma yükleri altındaki davranışını analiz ederek burkulma mukavemetinin et kalınlığı ve borunun dış çapıyla doğru orantılı, boru büküm ofseti ile ise ters orantılı olarak değiştiğini göstermişlerdir [9].

Rot kolu burkulma yükü kapasitesini arttırmak için boru içerisine büküm bölgesini kapsayacak şekilde farklı mukavemetli bir boru yerleştirerek boru içinde boru prosedürünü uygulamışlardır. Normal mukavemetli ve yüksek mukavemetli borular için laboratuvar ortamında burkulma testleri yapmışlardır. Elde ettikleri değerleri SE analiz sonuçları ile karşılaştırmışlardır. İç içe boru kullanılarak burkulma yükü kapasitesinin arttırılabileceğini göstermişlerdir [4].

İtici rotil burkulma mukavemetinin değerlendirmesini ve uzunluk ve malzemenin aynı kalması şartıyla önerdikleri farklı çap ve et kalınlığındaki daha hafif itici rotil için burkulma mukavemeti karşılaştırmasını yapmışlardır. Kritik burkulma yükünün teorik ve SE analiz değerlerini karşılaştırmışlardır. Önerilen boyutlardaki itici rotilin daha iyi performans gösterdiğini belirlemişlerdir [3].

Bir rot kolu için çelik malzeme ve karbon-epoxy kompozit malzemesi kullanılarak SE ortamında kritik burkulma performanslarını incelemişlerdir. Çelik malzemeye alternatif malzemeleri değerlendirmişler ve yüksek elastisite modülünden dolayı karbon fiber malzemeyi çelik malzemeye alternatif olarak seçmişlerdir. SE ortamında yaptıkları kritik burkulma analizlerine göre birbirine çok yakın kritik burkulma yük değerleri elde etmişlerdir. Buna göre çelik malzeme yerine yaklaşık 5 kat daha hafif olan karbon kompozit malzemenin kullanılabileceği sonucuna varmışlardır[5].

Ayarlanabilir rot kolları üzerinde gövde ve boru bağlantısını sağlayarak mesafe ayarını sağlayan cıvata-somunlu tasarım yerine kelepçeli tasarım önermişlerdir. Mevcut tasarımda kullanılan cıvata ve somun bağlantıları sebebi ile rot kolunun yüksek çekme ve basma kuvvetlerine dayanamadığını belirtmişlerdir. Cıvata-somun bağlantılı tasarım ve kelepçeli tasarım için farklı yüklemeler altında çekme-basma SE analizleri gerçekleştirmişlerdir. Buna göre kelepçeli tasarımın daha yüksek yüklere dayanabileceğini göstermişler ve önerilen tasarımın kritik burkulma yükünün mevcut tasarıma göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Böylece traktörler için kelepçeli tasarımın daha uygun olduğunu belirtmişlerdir[2].

Mevcut dolu malzemeden üretilen bir rot yerine farklı çap ve et kalınlıklarında içi boş malzemeler için analizler gerçekleştirerek mevcut tasarıma alternatif en uygun içi boş tasarımı önermişlerdir. Mevcut çelik malzemeye ek olarak alüminyum ve dökme demir malzeme seçeneklerine göre de analizler gerçekleştirmişlerdir. Yapmış oldukları analiz ve fiziksel testler sonucunda 11 mm çapında ve 3,5 mm et kalınlığında içi boş çelik malzemenin mevcut tasarıma alternatif kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Böylece önerilen tasarımın kullanılması durumunda mevcut tasarıma göre % 12,76 hafifletme elde edileceğini belirtmişlerdir [6].

Çelik malzemeden üretilmekte olan bir rot koluna alternatif olarak karbon-fiber (CFRC) kompozit rot kolu önermişlerdir. Çelik ve kompozit rot kollarının toplam deformasyon ve kritik burkulma SE analizlerini gerçekleştirerek karşılaştırmışlardır. Ayrıca kompozit rot kolu üretimi yaparak burkulma testlerini

gerçekleştirmişlerdir. Kompozit malzemenin çeliğe çok yakın stifness değeri gösterdiğini belirtmişlerdir. Kompozit malzeme nümerik kritik burkulma değerinin gerçek değerden %10,93 saptığını göstermişlerdir. Rot kolu için çelik malzemenin mukavemetten ödün vermeden kompozit malzeme ile değiştirilebileceğini söylemişlerdir [1].

8x8 özel amaçlı araç için aracın direksiyon bağlantısını içeren çok gövdeli dinamik modelini (MBD) oluşturarak servis yüklerini belirlemek için yol tutuş simülasyonları gerçekleştirmişlerdir. Oluşturdukları modeli doğrulamak için tüm sistemin SE analizlerini de yapmışlardır. MBD ve SE analizleri arasında %3'ü geçmeyen sapma elde etmişlerdir. Rot kollarının güvenlik katsayısını belirleyerek elde ettikleri yüksek güvenlik katsayısından dolayı rot kolu ağırlığının %22 oranında azaltılabileceğini ve mekanizmada kullanılan rot kollarının burkulma açısından kritik yük koşulları için güvenlik koşullarını sağladığı sonucuna varmışlardır[8].

MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada aynı malzeme özelliklerine sahip, ikişer adet 40 mm ve 80 mm büküm derinliğinde toplam 4 adet direksiyon rot kolu kullanılmıştır. Rot kollarına ait özellikler Tablo 1'de gösterilmiştir. Ayrıca ağır ticari araçlarda kullanılan direksiyon rot kolu görüntüsü 'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Rot kolu özellikleri

Tanımlama	**1**	**2**	**3**	**4**
Büküm Derinliği	40 mm		80 mm	
Dış çap (D)	52 mm			
İç çap (d)	38 mm			
Malzeme	St52-3 (E355+N)			
Eksen Uzunluğu (L)	905 mm			



Şekil 1. Ağır ticari araç rot kolu

2.1 Kimyasal bileşenler

Rot kolu ana malzemesi St 52-3 malzemesine ait kimyasal bileşenler Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2. St 52-3 malzeme kimyasal bileşenleri (weight %) [10].

Content	C (max)	Si (max)	Mn (max)	P (max)	S (max)
%	0.22	0.55	1.6	0.025	0.025

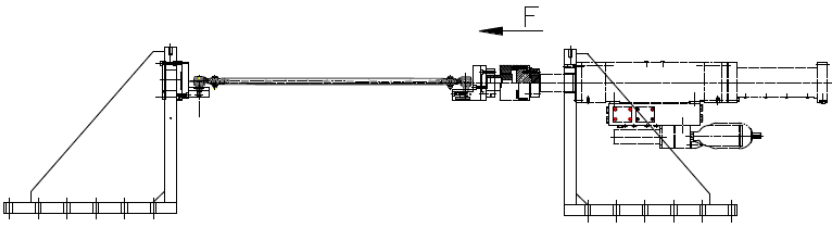
St 52-3 malzeme mekanik özellikleri tablo 3'de gösterilmektedir.

Tablo 3. St 52-3 malzeme mekanik özellikleri [10].

Akma gerilmesi (σ_{min})	355 MPa
Çekme gerilmesi	490-630 MPa
Uzama (min)	22%

2.2 Basma yükü deneyleri

Farklı büküm derinliklerinde üretilen ikişer adet rot kolunun basma testi gerçekleştirilmiştir. Rot kolları bir rot başından sabitlenerek diğer rot başından kuvvet uygulanmıştır. Basma testi test düzeneği Şekil 3'te gösterilmektedir. Basma testleri Ditaş A.Ş arge test merkezinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2 Basma testi şematik gösterimi

3.Bulgular ve Tartışma

Rot kollarının kritik burkulma yükleri Rankine formülü kullanılarak hesaplanmaktadır [1]. Rankine formülü denklem 1'de gösterilmektedir. Ayrıca rot kolu şematik gösterimi Şekil 4'te gösterilmiştir.
Rankine kritik burkulma yükü

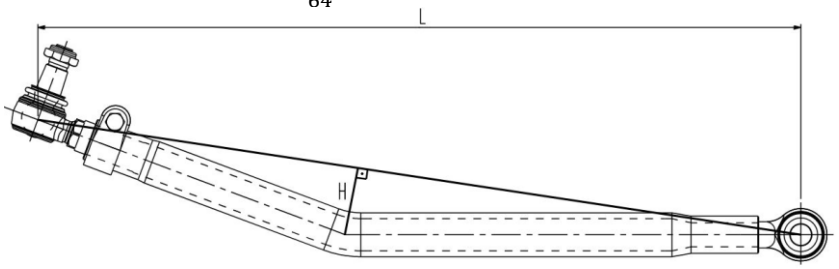
$$P_{cr} = \frac{\sigma * A}{1 + \frac{L^2}{6500 * K^2} + \frac{H * R}{K^2}} \quad (1)$$

σ; malzeme akma gerilmesi, **A**; malzeme kesit alanı, **L**; rot eksen mesafesi, **H**; büküm derinliği, **R**; borunun yarıçapı, **K**; jirasyon yarıçapını temsil etmektedir. Jirasyon yarıçapı denklem 2 ile hesaplanmaktadır.

$$K = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad (2)$$

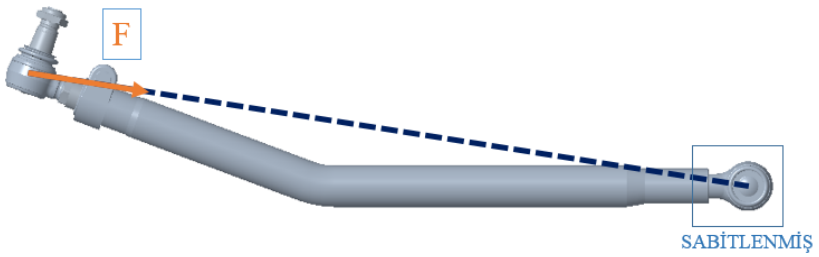
I; atalet momentidir ve denklem 3 ile hesaplanmaktadır.

$$I = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64} \quad (3)$$



Şekil 3 Rot kolu şematik gösterimi

Sırasıyla 40 mm ve 80 mm büküm derinliği için denklem 1 yardımıyla kritik burkulma yükleri hesaplanmıştır. Teorik hesaplamaları yapılan rot kollarının test merkezinde basma testleri deneysel olarak yapılmış olup, teorik ve deneysel sonuçlar Tablo 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Rot kolu burkulma yükü uygulama CAD görünümü

Rot kollarının test sonrası görüntüsü şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 5 Basma testi sonrası hasara uğramış rot kolları

Tablo 4. Teorik ve Deneysel burkulma yük değerleri

Parça No	Büküm derinliği (mm)	Teorik Burkulma Yükü (kN)	Deneysel Burkulma Yükü (kN)
1	40	63,9	108
2			103
3	80	36,9	73
4			72

SONUÇ

Bu çalışmada St-52 boru malzemeden üretilen ağır ticari aracın direksiyon rot kollarının teorik ve deneysel burkulma yükleri incelenmiştir.

- Öncelikle iki farklı büküm derinliği için burkulma yükü teorik olarak hesaplanmıştır,
- Aynı büküm derinliğinde rot kolları için burkulma testi deneysel olarak yapılarak sonuçlar teorik ile kıyaslanarak güvenlik katsayılarına bakılmıştır.
- Karşılaştırma sonucuna göre 40 mm büküm derinliği olan rot kollarında gerçek burkulma yük değerlerinin teorik değere göre güvenlik katsayısı yaklaşık 1,7 olarak elde edilirken, 80 mm büküm derinliğindeki rotlar için ise güvenlik katsayısı yaklaşık 1,9 olarak hesaplanmıştır.
- Deneysel değerlerin teorik değerlere göre emniyetli tarafta yüksek çıkma sebebi büküm operasyonu sırasında büküm bölgesinde oluşan plastik deformasyon sebebi ile malzemenin pekleşmesi, büküm derinliğinin artması ile teorik değerlere göre emniyet katsayısının artması daha fazla pekleşme olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.
- Bir sonraki çalışmada büküm operasyonu sonlu elemanlar analizi yardımıyla simüle edilerek büküm bölgesindeki plastik deformasyonun belirlenmesi planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

[1] Akash S., Dr. A.P. Tadamalle, (2019), “Design, Development and Testing of CFRC Tie Rod”, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Volume: 06, Issue: 08 , 369-377.

[2] Aravindaraj E, Natrayan L, Santhosh M. S, Kumar M. S, (2018), “Design and Analysis of Connecting Tie Rod Assembly for Automotive Application”, Journal of Engineering Sciences, Volume 5, Issue 2 D15-D20.

[3] Ganesh B. B., Dr.V.S. Joshi, (2016) "Performance Evolution of Tie Rod in Suspension System of Car using Finite Element Approach", IJSRD - International Journal for Scientific Research & Development Vol. 3, Issue 11, ISSN (online): 2321-0613

[4] K. H. Aravind Kumar, A. Vijayanand, S. Arul Selvan, (2016) "Design Optimization and Buckling Analysis of Tube in Tube Drag Link", Int. J. Chem. Sci 14 (S2) 543-548 .

[5] Laxman Shinde, Dr.S.S.Gawade, (2018) "Weight optimization and buckling analysis of tie rod using CFRC material", International Journal of Advance Research in Science and Engineering, Volume no.07, Special Issue No.03, April 716-723.

[6] Pranav S. Kankarej, Prof. Anurag A. Nema, Prof. Anantharma, (2016), "FEA and Optimization of Tie Rod of motor vehicle", International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), p-ISSN: 2395-0072, Volume: 03 Issue: 09, 812-817.

[7] Sijith PM, Prof. Shashank Gawade, Prof. S.S Kelkar, "CAE Analysis and Structural Optimization of PitmanArm", International Engineering Research Journal Page No 1-5

[8] Topaç, M.M, Karaca, M., Başdemir, A., Kuleli, B., (2019), "Buckling Safety Assessment for the Multi-Axle Steering Linkage of an 8x8 Special Purpose Vehicle", Celal Bayar University Journal of Science, Volume 15, Issue 4, 321-327

[9] Yuvraj N. Doke, Prof. Sameer M. Shaikh, (2016). "Design & Analysis of Steering System Drag Link Against Buckling Loads for Tipper Application", International Journal Of Innovations In Engineering Research And Technology [IJIERT]

[10] 19 Ekim 2021 tarihinde https://www.metaldata.info/reports/E355.pdf adresinden erişildi.

ORAL PRESENTATION

Alternatif Solar Radyasyon Ölçümü İçin LDR ve Akıllı Telefon Kullanımı

Harun Tatlı[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4243-2800*),
Hakan Özcan[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7848-3650*)

[*1]Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Samsun, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: hrun810@gmail.com

Özet

Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en çok kullanılan kaynak güneş enerjisidir. Güneşten doğrudan gelen ve yayılan tüm ışınlara solar radyasyon denir. Solar radyasyon birçok farklı yöntem kullanılarak enerjiye dönüştürülür. Bu yöntemlerin belirlenmesinde kullanılan en önemli parametre ise solar radyasyondur. Solar radyasyon miktarının bilinmesi kurulan tesislerde verim hesabı, uydu ölçümlerini doğrulama, solar radyasyon dağılımının ve varyasyonunun analizi gibi konularda bize yardımcı olur. Solar radyasyon piranometre adı verilen cihazlarla ölçülür veya doğruluğu ispatlanmış matematiksel modeller ile tahmin edilir. Solar radyasyon miktarının ölçülmesinde kullanılan cihazların maliyetlerinin yüksek olması, solar radyasyon miktarının tahmini için kullanılan matematiksel yöntemlerin ise karmaşıklığı daha ucuz ve kolay erişilebilir yöntem veya cihazların geliştirilmesini teşvik etmektedir. Yapılan bu çalışmada, LDR (foto direnç) ve akıllı telefonların ışık sensörlerinin solar radyasyon ölçümünde kullanılabilirlikleri araştırılmış ve sonuçları karşılaştırılmıştır. Öncelikle aydınlanma şiddeti ölçmek amacıyla MIT App Inventor kullanılarak Android akıllı telefonlar için bir mobil uygulama oluşturulmuştur. Solar radyasyon miktarını ölçmek için piyasadan temin edilen orta maliyetli tipik bir solar metre kullanılmıştır. LDR'nin direnç değişimleri ise multimetre yardımıyla okunmuştur. Yapılan ölçümler sonucunda lux biriminde aydınlanma şiddeti, Ω (ohm) biriminde direnç ve W/m^2 biriminde solar radyasyon değerleri elde edilmiştir. Elde edilen veriler ışığında Lineer Regresyon yöntemi uygulanarak aydınlanma şiddeti-solar radyasyon ve direnç-solar radyasyon kalibrasyonları yapılmış, kalibrasyon eğrileri elde edilmiştir. Daha sonra bu eğriler kullanılarak hesaplanan solar radyasyon miktarları ile referans cihazdan ölçülen solar radyasyon miktarları karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucunda; referans cihaza göre LDR kullanılarak yapılan radyasyon ölçümlerinde ortalama % 4,5, akıllı telefon ışık sensörü ile yapılan ölçümlerin ise ortalama % 7,6 hata içerdiği belirlenmiştir. Dolayısıyla bu iki yöntem arasından LDR'nin doğruluğunun daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar hem akıllı telefonların ışık sensörlerinin hem de LDR'lerin solar radyasyon ölçümünde alternatif basit bir yöntem olarak kullanılabileceklerini göstermektedir. Gelecekteki çalışmalarda bu yöntemlerin doğruluğunu artırmak için bazı iyileştirmeler yapılması üzerine yoğunlaşmak solar radyasyonu çok daha ucuz maliyetle ölçmemize olanak sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Solar radyasyon, alternatif, LDR, akıllı telefon

Using LDR and Smartphone for Alternative Solar Radiation Measurement

Abstract

Solar energy is the most widely used renewable energy source. All rays that come directly from the sun and are emitted are called solar radiation. Solar radiation is converted into energy using many different methods. The most important parameter used to determine these methods is solar radiation. Knowing the amount of solar radiation helps us calculate the efficiency of the established facilities, verify the satellite measurements, and analyze the solar radiation distribution and variation. Solar radiation is measured with pyranometers or estimated using proven mathematical models. The high cost of the devices used to measure the amount of solar radiation and the complexity of the mathematical methods used to estimate the amount of solar radiation encourage the development of cheaper and easily accessible methods or devices. In this study, the usability of LDR (photoresistor) and light sensors of smartphones in solar radiation measurement were investigated, and the results were compared. First of all, a mobile application was created for android smartphones using MIT App Inventor to measure illumination intensity. A typical commercially available mid-cost solar meter was used to measure the amount of solar radiation. The resistance changes of the LDR were read with the help of a multimeter. As a result of the measurements, illuminance intensity in lux, resistance in Ω (ohm), and solar radiation in W/m^2 were obtained. In light of the received data, the calibrations of illumination intensity-solar

radiation and resistance-solar radiation were made by applying the Linear Regression method, and calibration curves were obtained. Then, the solar radiation amounts calculated using these curves and the solar radiation amounts measured from the reference device were compared. As a result of the comparison; According to the reference device, it has been determined that the radiation measurements made using LDR have an average of 4.5% error, and the measurements made with a smartphone light sensor have an average of 7.6% error. Therefore, among these two methods, the accuracy of LDR was found to be higher. These results show that both light sensors of smartphones and LDRs can be used as a simple alternative method for measuring solar radiation. Concentrating on improving the accuracy of these methods in future studies may allow us to measure solar radiation at a much cheaper cost.
Keywords: Solar radiation, alternative, LDR, smartphone

GİRİŞ

18. yüzyılın ikinci yarısında başlayan sanayi devrimi ile küresel endüstri dolayısıyla küresel ekonominin en önemli unsuru enerji olmuştur. Sanayi devriminin başlamasından günümüze kadar ki geçen sürede artan nüfusa bağlı olarak değişen ve gelişen üretim yöntemleri, artan makinalaşma gibi faktörlerden dolayı enerjiye olan bağımlılık ve ihtiyaç sürekli artmıştır (Kaygusuz, 2012). İhtiyaç duyulan bu enerjinin büyük bir kısmı nükleer enerji ve fosil yakıtlardan (Petrol, Kömür, Doğalgaz) karşılanmaktadır (TCETKB, 2021). Ancak bu enerji kaynaklarının kullanımı ülkelere ciddi bir ekonomik yük oluştururken dünyamız ekosistemine de geri dönülmesi güç olan zararlar vermiştir. 21. yüzyılın başlarına gelindiğinde fosil yakıtların ve nükleer enerjinin çevreye olan olumsuz etkileri daha iyi anlaşılmış, bu etkilerin gözle görülebilir düzeyde arttığı farkedilmiştir (TÜİK, 2021). Fosil yakıt ve nükleer enerji kullanımının ortaya çıkardığı insan ve dünya yaşamı açısından son derece zararlı etkiler bu enerji kaynaklarının güvenilirliğini sarsmış alternatif olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasını gerekli hale getirmiştir. Doğal kaynaklardan elde edilebilen ve doğa tarafından daimî olarak takviye edilebilen enerjiye Yenilenebilir Enerji denir. Yenilenebilir enerji kaynakları; güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidrolik enerji, jeotermal enerji, deniz akımları enerjisi ve biyokütle enerjisi olmak üzere altı ana başlıkta incelenir. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en çok kullanılan kaynak güneş enerjisidir. Güneşten saçılarak dünyamıza gelen ışınımlara Güneş Radyasyonu denir. Dünya atmosferinin dış yüzeyinde 1 m^2 alana dik gelen güneş radyasyonu miktarı saniyede 1367 W/m^2 değerindedir ve bu değerin yıl boyunca değişmediği kabul edilir (Öztürk, 2013). Dünya yüzeyine ulaşan güneş radyasyonu direkt ve difüz radyasyon olmak üzere ikiye ayrılır. Güneşten çıkıp dünya atmosferinde kırılmadan yeryüzüne ulaşan radyasyona Direkt Radyasyon; bulut, havadaki partiküller ve yeryüzü şekilleri gibi etmenler sebebiyle kırılarak dünya yüzeyine ulaşan radyasyona ise Difüz Radyasyon denir. Global Radyasyon, bu iki tip radyasyonun toplamı olarak ifade edilir ve birim alana düşen toplam güneş radyasyonu miktarını gösterir. Birimi W/m^2'dir. Solar radyasyon birçok farklı yöntem kullanılarak enerjiye dönüştürülür. Bu yöntemlerin belirlenmesinde kullanılan en önemli parametre ise solar radyasyondur. Solar radyasyon miktarının bilinmesi kurulan tesislerde verim hesabı, uydu ölçümlerini doğrulama, solar radyasyon dağılımının ve varyasyonunun analizi gibi konularda bize yardımcı olur (Olano ve ark., 2015). Solar radyasyon piranometre adı verilen cihazlarla ölçülür veya doğruluğu ispatlanmış matematiksel modeller ile tahmin edilir. Solar radyasyon miktarının ölçülmesinde kullanılan cihazların maliyetlerinin yüksek olması, solar radyasyon miktarının tahmini için kullanılan matematiksel yöntemlerin ise karmaşıklığı daha ucuz ve kolay erişilebilir yöntem veya cihazların geliştirilmesini teşvik etmektedir (Shenoy ve ark., 2018). Daha ucuz ve kolay erişilebilir solar radyasyon ölçüm cihazı ve yöntemi için birçok çalışma yapılmıştır. Sartarelli ve ark., güneş radyasyonu ölçümü için Hottel yöntemini kullanarak bir güneş ısı akısı ölçeri kalibre etmişlerdir. Kalibre edilen güneş ısı akısı ölçer verileri ile ticari bir solarimetre verilerini karşılaştırmışlar ve tatmin edici bir sonuç almışlardır (Sartarelli ve ark., 2010). Ergün ve ark., yaptıkları çalışmada yoğunlaştırılmış güneş ışınımını ölçmek için bir solar metre tasarlamışlardır. Arduino kart tarafından kontrol edilen bu cihaz için 0,944, 0,936, 0,939 ve 0,986 R^2 değerlerine sahip dört adet fonksiyon belirlemişlerdir. Bu fonksiyonları kullanarak ölçümler yapmış, ölçüm sonuçlarını referans bir ölçüm cihazı sonuçları ile karşılaştırmışlardır. Yaptıkları karşılaştırma sonucunda, tasarladıkları cihazın oldukça hassas ölçümler yapabileceği ve uygun fonksiyonların geliştirilmesinden sonra yoğunlaştırılmış güneş ışınımı ile çalışan sistemlerde kullanılabileceğini belirtmişlerdir (Ergün ve ark., 2019). Tohsing ve ark., kontrol kartı olarak Arduino ve sensör olarak BPX43-4 fototransistor kullandıkları yeni bir geniş bant güneş radyasyonu ölçebilen ucuz maliyetli piranometre geliştirmişler, bu cihaz verileri ile standart bir piranometre verilerini karşılaştırdıklarında sonuçların tatmin edici olduğunu görmüşlerdir (Tohsing ve ark., 2019). Avallone ve ark., piyasada bulunan termal piranometrelere oranla çok daha ucuz maliyetli bir piranometre tasarlamış ve üretmişlerdir. Sensör olarak bir alüminyum disk ve kontrol kartı olarak Arduino kullandıkları bu piranometreyi standart bir foto diyot sensörü ile kalibre ederek sonuçlarını karşılaştırmışlar,

bu yöntemin çoğu güneş enerjisi testi için yeterli olduğunu belirtmişlerdir (Avallone ve ark., 2018). Yapmış olduğumuz bu çalışmada da geleneksel solar radyasyon ölçüm cihazlarına alternatif olabilecek daha ucuz maliyetli yöntemler belirlenerek, sonuçları karşılaştırılmıştır.

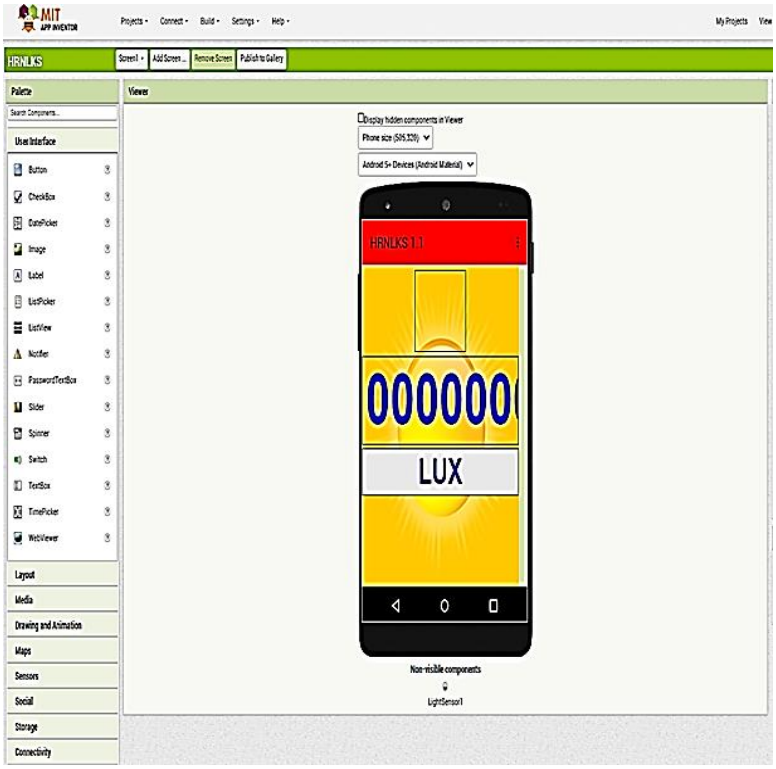
MATERYAL VE METOD

Ölçümlerde sensör olarak akıllı telefonun ışık sensörü ve LDR (foto direnç) kullanılmıştır. Bu sensörlerden ve solar metreden ölçülen fiziksel büyüklükler birbirlerinden farklı olduğu için aralarında bir ilişki kurmak için kalibrasyon yapılmalıdır. Çalışmada, aydınlanma şiddeti ölçümleri için Şekil 1'de gösterilen Android işletim sistemine sahip Huawei marka akıllı telefon kullanılmıştır.



Şekil 1. Huawei P Smart Akıllı Telefon

Akıllı telefonun ışık sensörü yardımıyla lux biriminde aydınlanma şiddeti ölçümünü gerçekleştirmek için MIT App Inventor ortamında bir mobil uygulama oluşturulmuştur (Şekil 2).



Şekil 2. MIT App Inventor ortamında aydınlanma şiddeti ölçümü için mobil uygulama oluşturulması.

Akıllı telefonun ışık sensörüne gelen ışığı belirli bir dalga boyu aralığına indirgemek adına sensör üzerine Şekil 3'te gösterildiği gibi Hukseflux tarafından geliştirilen bir difüzör (filtre) yerleştirilmiştir (AL-Taani ve Arabasi, 2018).



Şekil 3. Akıllı telefonun ışık sensörü üzerine difüzörün yerleştirilmesi

Ω (ohm) biriminde direnç ölçümleri için yarı iletken malzemesi kadmiyum sülfür olan Şekil 4'te gösterilen 11mm LDR (foto direnç) kullanılmıştır.



Şekil 4. 11 mm LDR (Foto direnç)

Solar radyasyon ölçümü için ise Şekil 5'te gösterilen orta maliyetli ticari bir solar metre kullanılmıştır.



Şekil 5. Solar metre

Bütün bu bahsi geçen cihaz ve elemanlar kullanılarak Şekil 6'da gösterilen ölçüm düzeneği oluşturulmuştur. Burada LDR'nin direnç değişimleri bir multimetre yardımıyla okunmuştur.

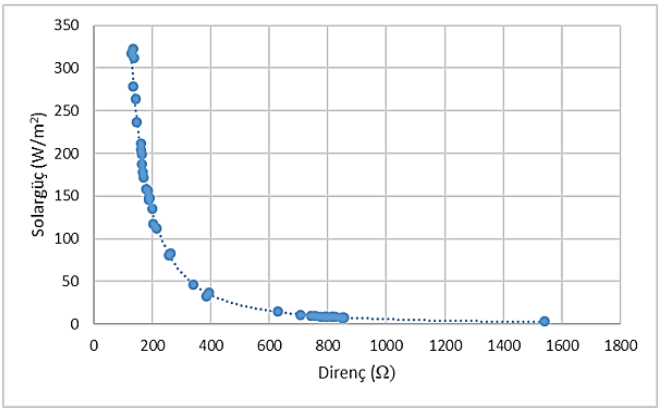


Şekil 6. Ölçüm düzeneği

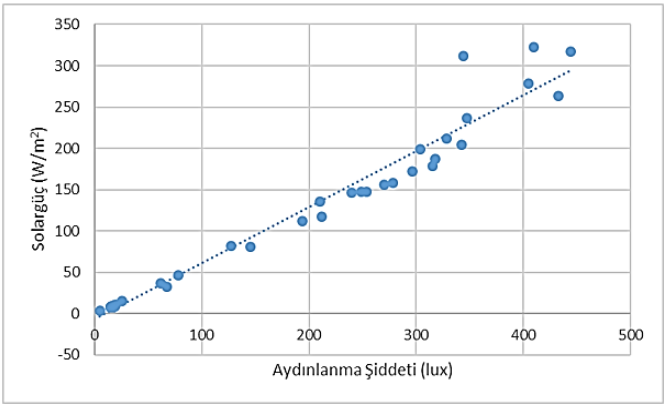
Şekil 6' da verilen düzenek yardımıyla belirli aralıklarla ölçümler yapılmış, aydınlanma şiddeti, direnç ve solar güç (solar radyasyon) verileri toplanmıştır. Toplanan veriler düzenlenerek Lineer Regresyon yöntemiyle direnç-solar güç ve aydınlanma şiddeti-solar güç kalibrasyonları yapılmıştır. Daha sonra yapılan bu kalibrasyonların sonuçları referans cihaz kabul edilen ticari solar metre sonuçları ile karşılaştırılıp hangi yöntemin daha kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Ölçümler sonucunda Şekil 7'de verilen direnç-solar güç ve Şekil 8'de verilen aydınlanma şiddeti-solar güç dağılımını gösteren grafikler oluşturulmuştur.



Şekil 7. Direnç- Solar Radyasyon dağılımı



Şekil 8. Aydınlanma Şiddeti- Solar Radyasyon Dağılımı

Daha sonra ölçüm sonuçlarından elde edilen veriler düzenlenerek, direnç-solar radyasyon kalibrasyonu için R^2 = 0,998 korelasyonuna sahip olan Denklem (1) ve aydınlanma şiddeti- solar radyasyon kalibrasyonu için R^2 = 0,995 korelasyonuna sahip Denklem (2) elde edilmiştir.

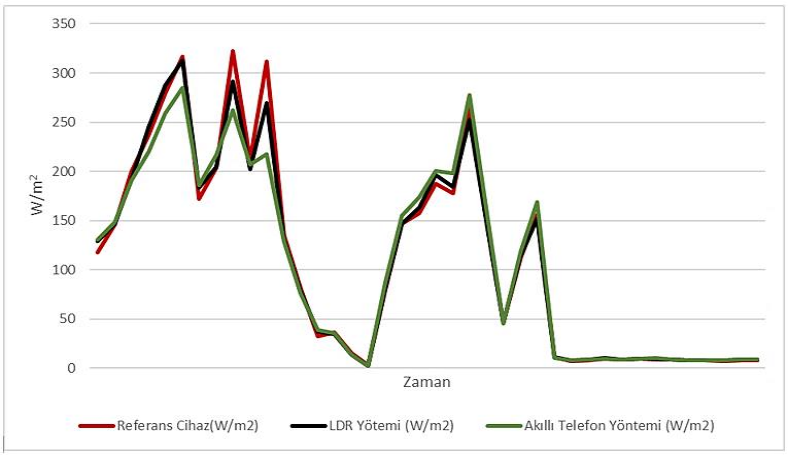
$$y = e^{(15,228 - 1,9512\ln(x)} \quad (1)$$

$$y = e^{(-0,7885 + 1,0567\ln(x)} \quad (2)$$

Burada y solar radyasyonu simgelerken Denklem 1'deki x direnci, Denklem 2'deki x ise aydınlanma şiddetini simgelemektedir. Bu eğrilerden yola çıkarak elde edilen solar radyasyon değerleri referans cihaz değerleri ile karşılaştırılıp, sonuçları incelenmiştir.

SONUÇ

Yapılan kalibrasyonların sonuçlarına göre ortalama hata miktarları LDR yöntemi için %4,5, akıllı telefon yöntemi için ise %7,6 olarak bulunmuştur. Bu durumu daha iyi ifade etmek adına Şekil 9'da verilen karşılaştırma grafiği çizilmiştir.



Şekil 9. Kalibrasyon verileri ile referans cihaz verilerinin karşılaştırılması

Çalışma sonucunda her iki yöntemin de solar radyasyon miktarını ölçmede kullanılabileceği görülmüş, LDR yönteminin akıllı telefon yöntemine göre doğruluğu daha yüksek çıkmıştır. Bu bağlamda yapılacak çalışmalarda; kullanılan LDR özellikleri, güneş ışığı spektrumuna göre kullanılacak difüzör (filtre) çeşidi, kullanılan solar radyasyon ölçüm cihazı ve veri kaydetme yöntemi gibi konularda iyileştirmeye gidilirse bu yöntemler solar radyasyonu çok daha ucuz maliyetle ölçmemize olanak sağlayabilir.

KAYNAKLAR

Al-Taani H, Arabasi S 2018. Solar Irradiance Measurements Using Smart Devices: A Cost-Effective Technique for Estimation of Solar Irradiance for Sustainable Energy Systems. *Sustainability*. 10(2):508. https://doi.org/10.3390/su10020508.

Avollone E, Mioralli PC, Scalon VL, Padilha A, Oliveira SdR 2018. Thermal Pyranometer Using the Open Hardware Arduino Platform. International Journal of Thermodynamics (IJoT) Vol. 21 (No. 1), pp. 1-5, doi: 10.5541/ijot.5000209000

Ergün A, Ceylan İ, Aydın M, Gürel AE, Koçbulut G 2019. Solarmeter Design for High Solar Radiation Measurement and Experimental Validation. El-Cezerî Journal of Science and Engineering Vol: 6, No: 3, (726-735) DOI :10.31202/ecjse.575642.

Kaygusuz K 2012. Energy For Sustainable Development: A Case Of Developing Countries. Renewable and Sustainable Energy Reviews,16 (2), 1116-1126.

Olano X, Sallaberry F, Garcia de Jalon A, Gaston M 2015. The influence of sky conditions on the standardized calibration of pyranometers and on the measurement of global solar irradiation. Solar Energy, 121: 116–122.

Öztürk HH 2013. Yenilenebilir Enerji Kaynakları. İstanbul: Birsen Yayınevi

Sartarelli A, Vera S, Echarri R, Cyrulies E, Samson I 2010. Heat flux solarimeter. Solar Energy, 84: 2173–2178.

Shenoy V, Tripathi P, Mahadik A, Nalawade P, Mahajan A 2018. Devices Used For Measuring Solar Radiation - A Review. IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN) Volume 7, pp. 01-04.

TCETKB 2021. Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. Available at: https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-tabii-kaynaklar-komur [09.12.21]

TUİK 2021. Türkiye İstatistik Kurumu. Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2019. Available at: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2019-37196 [09.12.21]

Tohsing K, Phaisathit D, Pattarapanitchai S, Masiri I, Buntoung S, Aumporn O, Wattan R 2019. A development of a low-cost pyranometer for measuring broadband solar radiation. Journal of Physics: Conference Series 1380 012045 doi:10.1088/1742-6596/1380/1/012045.

ORAL PRESENTATION

Genetik algoritma kullanarak, çift robot kollu sistemde görev paylaşımının optimizasyonu

Metin SEVİNÇLİ[1*] (0000-0001-7651-7389), Ersin Özdemir[2] (0000.0002.6598.9484)

[*1]İskenderun Teknik Üniversitesi, İskenderun Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Hatay, Türkiye
[2]İskenderun Teknik Üniversitesi, Doğa Bilimleri ve Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Hatay, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: metin.sevincli@iste.edu.tr

Özet

Bu çalışmada konveyör bandının iki tarafında bulunan robot kolların, bandın üzerindeki hedefleri çarpışmadan eşit veya yakın sayıda toplamaları amaçlanmıştır. Çalışmada birim zamanda 81 malzeme taşıyabilecek bir bant kullanılmıştır. Konveyör bandında işlenecek her çerçeve 9 satır ve 9 sütundan oluşmaktadır. Genetik Algoritma tekniği kullanılarak robot kolların ortak bir sorun için iş bölümü yapması ve sistemin optimizasyonu sağlanmıştır. Geliştirilen algoritma ile alınan malzeme sayısı ve kat edilen toplam mesafe bakımından robotlar arasındaki iş paylaşımın da %98 oranında başarı elde edilmiştir. Robotların çarpışmadan hedefleri toplamasın da ise %100' lük bir başarı elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Robot kol, Optimizasyon, Genetik Algoritma.

Optimization of Task Sharing in a Dual Robot Arm System Using Genetic Algorithm

Abstract

In this study, it is aimed that the robot arms located on both sides of the conveyor belt collect the targets on the belt in equal or close numbers without colliding. In the study, a belt that can carry 81 materials per unit time was used. Each frame to be processed on the conveyor belt consists of 9 rows and 9 columns. Genetic Algorithm technique was used for robot arms to share tasks for a common problem and the system was optimized. With the developed algorithm, 98% success was achieved in the task sharing between the robots in terms of the number of materials taken and the total distance traveled. A 100% success has been achieved in the robots collecting targets without colliding.

Keywords: Robot arm, Optimization, Genetic Algorithms.

GİRİŞ

Bugün robotlar endüstrinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. İnsan gücünü ve hata payı oranlarını azaltarak, üretim verimini arttırmaktadır. 1136-1206 yılları arasında yaşayan El Cezeri nin yaptığı ilk robottan bugün, kendi kendine karar verebilen, otonom robotlara ulaşılmıştır (Al-Jazarí, 2011).

Çok farklı alanlarda robot ve uygulamalarını görebiliriz. Kesme, ark ve nokta kaynağı, malzeme taşıma, montaj, boyama, paketleme, yerleştirme gibi birçok alanda robotlar üretimi verimli hale getirmektedir.

Robot kollar çalışma şekillerine göre SCARA, Kartezyen, Silindirik, Küresel, Eklemli gibi modelleri vardır. Son 40 yılda robot uygulamaları ve algoritmaları hakkında çok farklı akademik çalışma yapılmıştır.

Bu amaç doğrultusunda yapılan literatür taramasında, bir hedef için çoklu mobil robot ve çoklu robot kolun kontrolü amacıyla geliştirilen algoritmalar incelenmiştir.

Parker, J.K., ve arkadaşları (1989), yaptıkları çalışmada robot kolun rotasının optimal yörünge planlamayı pürüzsüz bir yörünge haline getirilmesi için GA kullanmışlardır. Uygulamayı PUMA566 üzerinde de denemişlerdir. Başarılı sonuçlar aldıklarını raporlamışlardır.

Diğer bir çalışmada, Sun, S., Morris, A., ve Zalzala, A. (1996) iş yükü ve büyüklüğü tek bir robotun kapasitesinin ötesinde olan bir nesneyi işbirliği içinde manipüle eden çoklu çift kollu robotların deneysel sonuçlarını sunmaktadır. Çalışmada yüke uygulanacak kuvveti sensörler den gelen bilgiler kullanılarak tespit edilmiştir.

Vidaković J, ve arkadaşları 2017 yılında çok amaçlı bir maliyet fonksiyonuna dayalı olarak iki robotik kolun cerrahide kullanımı üzerine bir çalışma yürütmüştür.

Arif M. and Haider S. (2017)'de yaptıkları çalışmada birçok robotlardan oluşan sistemin görev paylaşımında verimli iş atamasını sağlamak amacıyla, gezgin satıcı probleminden esinlenerek, evrimsel algoritmaları (EA) kullanmışlardır. Ma, X., Zhang, Q., & Li, Y. (2007) yaptıkları çalışmada bilinmeyen çevrenin keşfinde birden fazla robotun daha başarılı olduğunu, bunların görev alanlarının GA ile belirlendiğini belirtmişlerdir.

Robot kontrolü konusunda Genetik algoritma kullanılarak yapılmış çalışmalar incelendiğinde, bu çalışmaların malzemeyi alma, iki nokta arasındaki en kısa yolun bulunması (Güllü, 2017), engellere çarpmadan yol alma (Aksungur ve Kavlak, 2009), robotla yapılan bir imalat hücresindeki, taşıma işlemlerinin, en kısa yoldan, en hızlı ve verimli şekilde yapılabilmesi için, makinaların konumları ile ilgili çalışmalar (Usta,2005), kameradan alınan görüntülere görüntü işleme teknikleri uygulayıp dairesel nesnelerin konumlarını tespit etme ve tespit edilen nesnelerin 3 boyutlu koordinatları, genetik algoritma kullanılarak robot kolunun nesnelere erişim sırası optimize edilmesi (Kert, 2006). olduğu görülmektedir.

Hedef malzemelerin alınmasıyla ilgili işbirliği yapılması konusunda yapılmış çalışmalar da vardır. Qiuzhen Wang and Xinjun Mao (2020)' de yaptıkları çalışmada sürü robotlarının bilinmeyen bir ortamda büyük ölçekli dinamik görevleri verimli bir şekilde kendi kendine organize etmelerini sağlamaya çalışmışlardır. Jun Kurosu ve arkadaşları 2017' de yaptıkları çalışmada çift kollu robotların birkaç nesnenin olduğu dinamik bir ortamda al ve yerleştir (pick-and-place) görevini çalışma süresini en aza indirerek verimli alma ve yerleştirme performansı elde etmeye çalışmışlar. Nesneyi hangi kolun hangi sırayla alacağını belirlemek için MILP (mixed integer linear programming), kolların çarpışmaması için ise "The rapidly exploring random tree" yöntemi kullanılarak yol planlaması yapmışlardır. Michalos G, ve arkadaşları tarafından 2018' de insan operatörlerin ve endüstriyel robotların aynı çalışma alanında ve aynı ürün üzerinde çalışabilmesi için eş zamanlı yerleşim planlama ve görev atama_planlanmasını destekleyen çok kriterli bir yöntem sunulmuştur.

Bu çalışmada, bir taşıma bandının iki yanında karşılıklı olarak konumlandırılmış iki adet robot kolun, aynı görev alanında, birbiri ile çarpışmadan, dengeli görev paylaşımının Genetik Algoritma (GA) ile yapılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOD

Birden fazla robotun bir iş için eş güdümlü olarak çalışması amacıyla geliştirilen bu optimizasyon projesinde yöntem olarak genetik algoritma kullanılmıştır. Optimizasyon bir sorunun çözümü için belirlenmiş bazı kısıtlamalar altında olabilecek çözüm alternatifleri içerisinden en uygun olanın bulunmasıdır. Genetik algoritmalar, problemleri çözmek için güçlünün hayatta kalma prensibi temel alınarak, çözümler üzerinde çaprazlama ve mutasyon işlemleri uygulayarak sonuca ulaşan bir araştırma algoritmasıdır.

Bu çalışmada, satır (Y) ekseninde 9 ve sütun (X) ekseninde 9 olacak şekilde toplamda 81 adet malzeme taşıma kapasitesine sahip bir bant üzerinde rastgele seçilen 20 adet kadar malzemeyi iki robotun toplaması hedeflenmiştir.

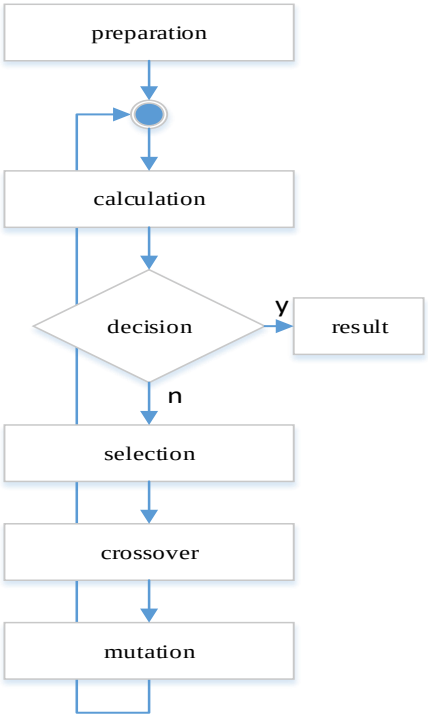
Birden fazla robotun aynı iş için çalışmasında, robotların kat ettikleri mesafeler farklı olabilir ve birinin diğerine göre çok malzeme toplaması gibi dengesizlikler oluşabilir. Bu yüzden robotların dengeli iş yükü dağılımı için aşağıda listelenmiş kurallar uygulanır.

1- Robotlar, kendilerine yakın hedefleri toplamalıdır.

2- Topladıkları malzeme sayıları birbirine eşit veya yakın olmalıdır.

3- Robotların malzemeleri toplamak için kat ettikleri yol miktarı minimum ve birbirine eşit veya yakın olmalıdır.

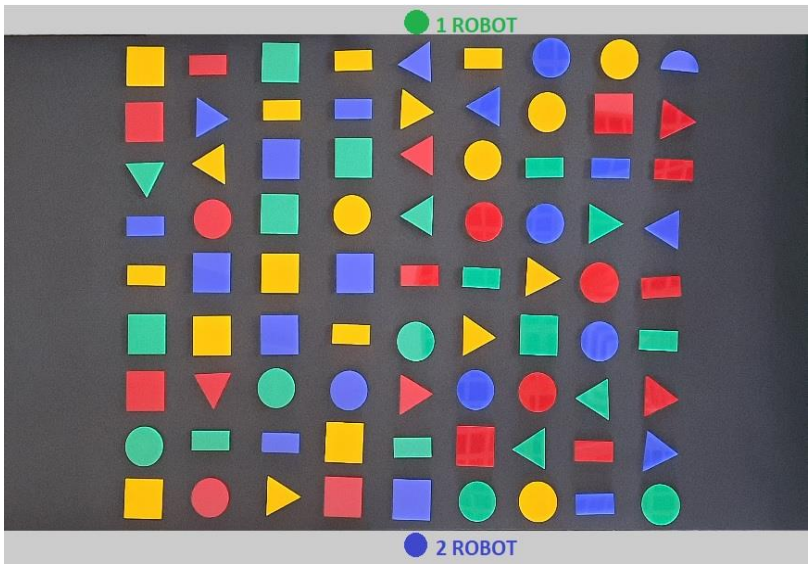
Bu kurallar genetik algoritma kullanılarak geliştirilen algoritmada uygunluk değerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Şekil 1' de genetik algoritmanın akış diyagramı verilmiştir.



Şekil 1. Genetik Algoritma Akış Diyagramı

2.1. Hazırlık

Algoritmanın üzerinde çalışacağı 9 satır ve 9 sütundan oluşan 81 adet gerçek malzeme rastgele dizildi ve bandın her iki yanına birer robot kolun yerleştirildiği kabul edilerek deney düzeneği oluşturuldu (Şekil 2) Bu rastgele dizilen parçaların içinden alınması istenen hedefler aşağıdaki kodlamaya göre verildi.



Nesne Şekline Göre Kodlama
1- Daire
2- Dikdörtgen
3- Üçgen
4- Kare
5- Belirsiz şekil
Nesne Rengine Göre Kodlama
R (Red)
G (Green)
B (Blue)
Y (Yellow)
T (All Color)
Ör: (1, 'T') Tüm renkteki daireler
(3, 'Y') Sarı renkteki üçgenler
(4, 'B') Mavi renkteki kareler

Şekil 2. Bant üzerine rastgele dizilen şekilli parçaların gerçek fotoğrafı

Örnek olarak (1, 'T') Tüm renkteki dairelerin toplanması istendi.

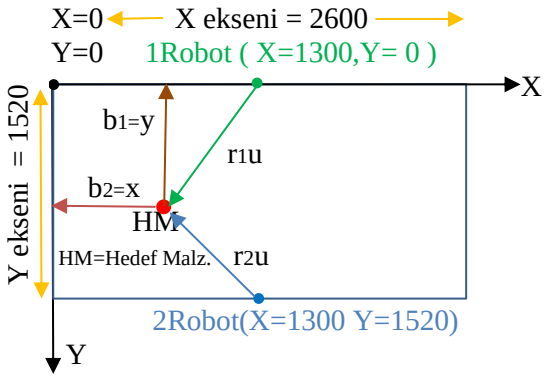
2.2. İlk popülasyonun oluşturulması

Genetik algoritma oluşturulurken her bir kromozom bant üzerindeki olası bir çözümü barındırır. Bu çalışmada tablo 1' de kromozomda hangi robotun (renksiz olanlar) hangi malzemeyi (sarı renkli olanlar) aldığı, 1 ve 2. robotun kaç adet malzeme aldığı (mavi olanlar) bilgileri yer alır. Ayrıca her kromozomda 1 ve 2. robotun

malzeme başına aldıkları puanların toplamı (gri ile boyanmış) ile kromozomun başarı puanı (en son sütun) bilgileri de yer almaktadır. Bant üzerine rastgele yerleştirilen hedefler, bant'ın iki tarafında ve tam orta noktaya konumlandırılmış 2 adet robotun hedefleri rasgele toplama sırası (Şekil 3) kromozoma işlenir. Bu işlem belirlenen sayıda tekrar edilerek, ilk popülasyon oluşturulur. Bu deneyde popülasyondaki kromozom sayısı 20 olarak seçildi.

Tablo 1. İlk popülasyondaki, en iyi puana sahip kromozom dahil 5 örnek kromozom

| | | |



$$r_1u=\sqrt{(|\ 1300-b_2(o)\ |)^2+(b_1(o))^2} \quad (1)$$

$$r_2u=\sqrt{(|\ 1300-b_2(o)\ |)^2+(1520-b_1(o))^2} \quad (2)$$

Şekil 4. Hedef malzeme başına robotların kazandığı puanın hesaplanması

Bu şekilde robotların hedef malzemelere uzaklıkları bulunduktan sonra hedef başına robotların alacakları puan hesaplanır. Bu puan aşağıdaki şekil 4' te gösterildiği gibi hesaplanır.

1. Robotun Aldığı Malzeme Başına Kazandığı Puan(R1MBP)$=\frac{r2u}{r1u+r2u}\cdot\frac{100}{HMS}$ (3)

2. Robotun Aldığı Malzeme Başına Kazandığı Puan(R2MBP)$=\frac{r1u}{r1u+r2u}\cdot\frac{100}{HMS}$ (4)

HMS = Hedef Malzeme Sayısı

Daha sonra aldıkları her malzemeden kazandıkları puanlar toplanarak her bir robotun toplam puanı hesaplanır.

R1KTP = 1. Robotun kazandığı toplam puan
R2KTP = 2. Robotun kazandığı toplam puanı verecektir.
Bundan sonra robotların ayrı ayrı aldıkları malzeme sayısı (R1AMS, R2AMS) bulunur.
Robotların aldıkları hedef malzeme sayısının birbirine oranı (RAMSO) ise şu şekil de bulunur.

R1AMS < = R2AMS if RAMSO= R1AMS / R2AMS (5)

R1AMS > R2AMS if RAMSO= R2AMS / R1AMS (6)

Robotların kazandıkları puan toplamlarının birbirine oranı (RKTPO) ise şu şekil de bulunur.

R1KTP < =R2KTP if RKTPO= R1KTP / R2KTP (7)
R1KTP > R2KTP if RKTPO= R2KTP / R1KTP (8)

Uygunluk Puanı (UP) = (RAMSO * 40) + (RKTPO * 60) (9)

Denklem 9' daki UP=100 olduğunda genetik algoritma çalışmayı durdurmaktadır.

2.4. Seçim

Seçim algoritması olarak 2'li Turnuva seçim algoritması kullanıldı. (Daban ve Özdemir, 2004). Rastgele seçilen iki kromozomdan uygunluk derecesi yüksek olan çaprazlama işlemi için seçilir. Bu seçim işlemi bir kez daha tekrar edilerek iki adet kromozom çaprazlama için seçilmiş olur.

2.5. Çaprazlama

İki adet seçilmiş kromozom üzerinde rastgele belirlenen bir nokta referans alınarak iki kromozom arasında veriler çaprazlanır. Böylece yeni bireyler oluşturulur.

2.6. Mutasyon

Çaprazlama sonucu elde edilen yeni kromozomların oluşturduğu yeni popülasyon içinden rasgele seçilen kromozomların, rastgele seçilen genlerine müdahale edilerek değişime uğratılır. Bu çalışmada hedef malzemeyi alan robot değiştirilerek soruna özgü mutasyon işlemi uygulanmıştır. Böylelikle araştırma uzayında farklı alanların incelenmesi sağlanır ve popülasyonun çeşitliliği arttırılır. Mutasyon işleminden sonra yeni popülasyon oluşturulmuş olur. GA hesaplama basamağına döner ve çözümlerin uygunluk değeri tekrar hesaplanır. Eğer sonuç hedefe ulaşmış ise algoritma sonlandırılır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Yapılan çalışmada ilk popülasyondaki rastgele seçimlerde, robotların aldıkları malzeme sayısının ve kat ettikleri mesafenin birbirine eşit olmayıp çakışmaların da meydana geldiği görülür. Tablo 2 de GA çalışmadan önce ve sonra elde edilen sonuçlar verilmiştir. GA çalıştırılmadan elde edilen en iyi sonucun başarı oranı 75,348 iken GA çalıştırıldıktan sonra 98,178 olduğu görülür. Algoritmamızın çalışmasından sonra bu sorunların kalmadığı şekil 6' da görülmektedir. Sonuç grafik olarak ta şekil 5' te görülmektedir.

Tablo 2. Genetik algoritma öncesi ve sonrası farklı sayıda malzeme alma karşılaştırma tablosu

	R1_Aldigi_Malzeme_Sayisi	R1_Gitigi_Mesafe
G.Algoritma Öncesi	12	11741.0
G.Algoritma Sonrası	10	6587.7

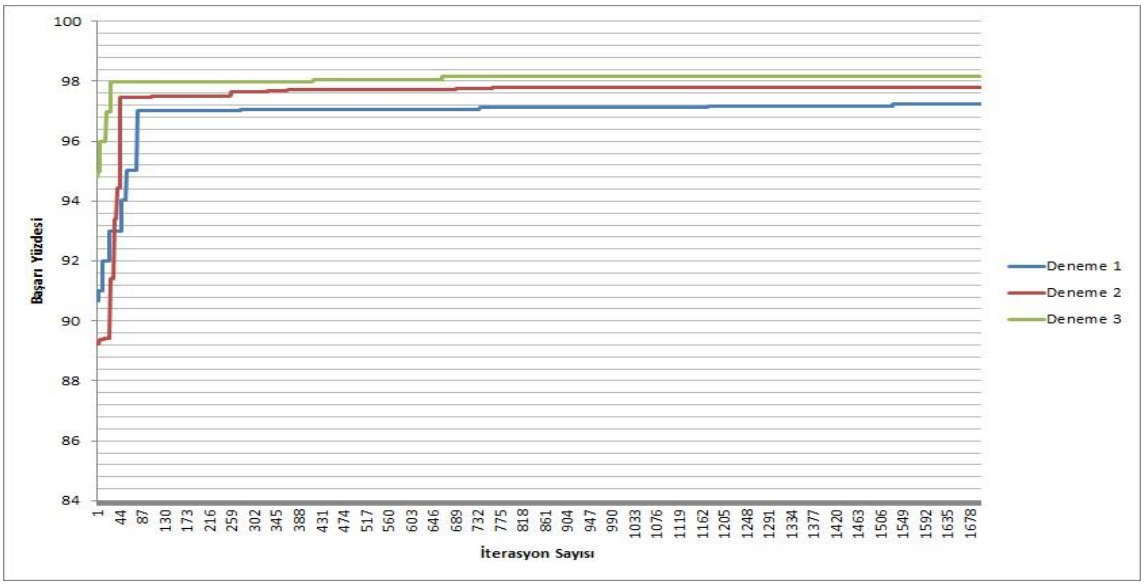
	R2_Aldigi_Malzeme_Sayisi	R2_Gitigi_Mesafe
G.Algoritma Öncesi	8	6215.8
G.Algoritma Sonrası	10	6792.7

	Toplam_Gidilen_Mesafe	Basari_Orani
G.Algoritma Öncesi	17956	75.348
G.Algoritma Sonrası	13380	98.178

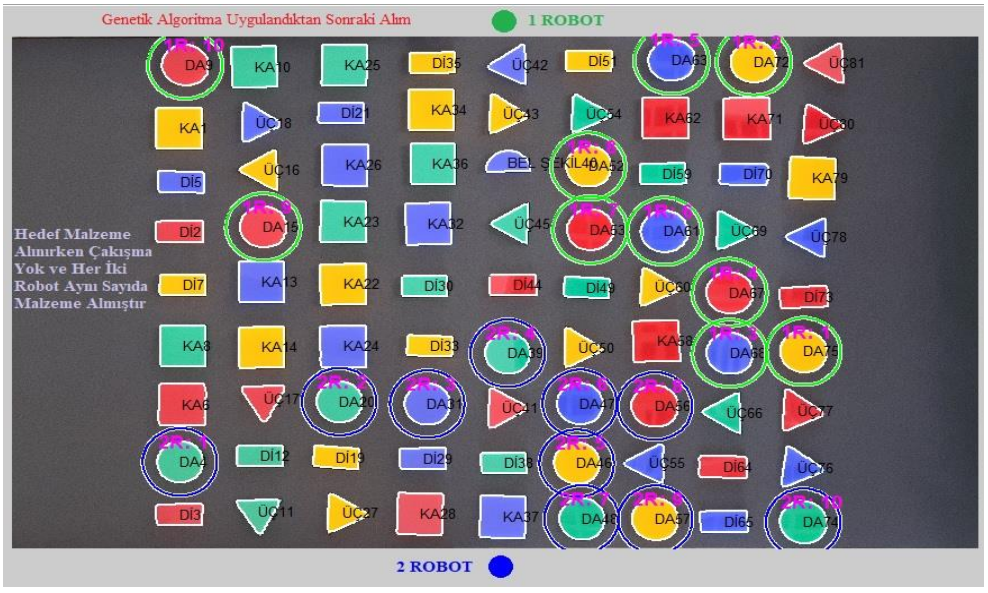
Yapılan deneylerden sonra şu noktalar fark edilmiştir. Genetik algoritma sonrası 1. ve 2. Robotun aldığı malzeme sayıları birbirlerine eşit, kat ettikleri mesafe de birbirlerine yakındır. Tablo 3'te görüldüğü gibi toplam gittikleri mesafe 19074 birimden 13222 birime düşmüştür. Bu da robotların görevi daha kısa sürede ve daha kısa yol ile yapmaları, dolayısıyla daha az yıpranması anlamına gelmektedir.

Tablo 3. Genetik algoritma öncesi ve sonrası aynı sayıda malzeme alma karşılaştırma tablosu

	R1_Aldigi_Malzeme_Sayisi	R1_Gitigi_Mesafe
G.Algoritma Öncesi	10	10554.0
G.Algoritma Sonrası	10	7066.9
	R2_Aldigi_Malzeme_Sayisi	**R2_Gitigi_Mesafe**
G.Algoritma Öncesi	10	8519.3
G.Algoritma Sonrası	10	6154.9
	Toplam_Gidilen_Mesafe	**Basari_Orani**
G.Algoritma Öncesi	19074	93.435
G.Algoritma Sonrası	13222	94.838



Şekil 5. Genetik algoritma ile elde edilmiş sonuç grafiği



Şekil 6. Genetik algoritma sonrası malzemeleri alma sayısı ve sırası

SONUÇ

Bu çalışma, yürüyen bandın iki tarafına konumlandırılmış robot kolların, aynı görev alanı içinde çarpışmadan, görsel olarak belirlenen hedeflere yönlendirilmesi amacıyla Genetik algoritma kullanan yazılım geliştirilmiştir. Her bir robot kolun diğerine eşit veya yakın sayıda malzeme alması ve kat ettikleri mesafelerin yine eşit veya yakın olması amaçlanmıştır. GA çok parametreli uygunluk hesabı ile çözüme ulaşmaktadır. Malzemelerin toplanması için kat edilen toplam mesafede %30' a varan kısalma sağlanmıştır. Ayrıca robot kolların malzemeleri çarpışmadan almasında olabilecek en kısa yolun süresi %15 kısalmıştır. Genetik algoritmalar ile elde edilen toplam yol ve iş sürelerindeki azalmalar, kullanılan robotların görev ömürlerinin artmasını sağlamaktadır.
GA gerçek zamanlı uygulamalar için işlem süresi bakımından uygun değildir. Çalışmalar dezavantajlı bu duruma çözüm bulmak amacıyla paralel genetik algoritma kullanımı konusunda devam etmektedir.

KAYNAKLAR

Aksungur S. and Kavlak K. (2009). "Scara robotun engelli ortamda çarpışmasız hareketinin yapay sinir ağları ve genetik algoritma kullanılarak gerçekleştirilmesi", Selçuk Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Teknik-Online Dergi, 8(2), 112-126.

Al-Jazarí, Encyclopædia Britannica Ultimate Ref. Suite. Chicago: Encyclopædia Britannica, 2011

Arif M. and Haider S. (2017) "An Evolutionary Traveling Salesman Approach for Multi-Robot Task Allocation". DOI: 10.5220/0006197305670574 In Proceedings of the 9th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART 2017), pages 567-574 ISBN: 978-989-758-220-2

Güllü A. (2017). "Labirentlerde yapay zekâ tabanlı yön bulma algoritmaları kullanan bir gezgin robot geliştirilmesi". Doktora tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kert M., (2006). "Gerçek görüntüden elde edilen koordinatlarla robot kol hareket optimizasyonu", Mustafa Kemal Üni. FBE.Yüksek Lisans Tezi

Kurosu J., Yorozu A., and Takahashi M. (2017). "Simultaneous Dual-Arm Motion Planning for Minimizing Operation Time" Appl. Sci. 2017, 7, 1210; doi:10.3390/app7121210, www.mdpi.com/journal/applsci

Lamini C, Benhlima S, Elbekri A, (2018) "Genetic Algorithm Based Approach for Autonomous Mobile Robot Path Planning", Procedia Computer Science, Volume 127, Pages 180-189, ISSN 1877-0509, https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.01.113).

Ma, X., Zhang, Q., & Li, Y. (2007). "Genetic Algorithm-based Multi-robot Cooperative Exploration." *2007 IEEE International Conference on Control and Automation*, 1018-1023.

Michalos G, Spiliotopoulos J, Makris S, Chryssolouris G. (2018), "A method for planning human robot shared tasks" CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, Volume 22, August 2018, Pages 76-90, https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2018.05.003

Parker, J.K., Khoogar, A.R., Goldberg, D.E. (1989), "Inverse kinematics of redundant robots using genetic algorithms". In: Proc. of the 1989 IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, pp. 271–276 Sun, S., Morris, A., & Zalzala, A. (1996). "Trajectory planning of multiple coordinating robots using genetic algorithms",.*Robotica,14*(2), 227-234. doi:10.1017/S0263574700019147.

Uyanık. B., (2003). "Görüntü islemeye dayalı robot kol hareket optimizasyonu", Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

Usta Y. (2005). "Robotlu bir imalat hücresindeki taşıma işlemleri için modele dayalı bir uzman sistem geliştirilmesi". Gazi Ünv. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 20(2), 275-288,

Vidaković J, Jerbić B, Švaco M, Šuligoj F, Šekoranja B. (2017) "Position plannıng for collaborating robots and its application in neurosurgery", SSN 1330-3651 (Print), ISSN 1848-6339 (Online) https://doi.org/10.17559/TV-20170213110534,

Wang Q. and Mao X. (2020), "Dynamic Task Allocation Method of Swarm Robots Based on Optimal Mass Transport Theory", Symmetry 2020, 12, 1682; doi:10.3390/sym12101682,www.mdpi.com/journal/symmetry

Zahn B, Fountain J, Houliston T, Biddulph A. (2019), "Optimization of robot movements using genetic algorithms and simulation" https://2019.robocup.org , ZahnEtAl2019

ORAL PRESENTATION

Compression strength behavior of fiber reinforced polymer-based glass, carbon, and glass/carbon hybrid composites

Ahmet Saylık[1]* (*https://orcid.org/0000-0003-1801-0082*), Şemsettin Temiz[2] (*https://orcid.org/0000-0002-6737-3720*)

[*1]Mus Alparslan University, Faculty of Engineering and Architecture, Mechanical Engineering Department, Muş, Turkey
[2]Inonu University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering Department, Malatya, Turkey

*Corresponding author e-mail: a.saylik@alparslan.edu.tr

Abstract

In this study, the behavior of fiber-reinforced polymer matrix glass (GFRP), carbon (CFRP) and glass-carbon (GCFRP) layered hybrid composites under compression load was experimentally investigated. The aim of the study was to determine the effect of composites formed by arranging different fiber types on their behavior under compression load. For the compression tests, 8 layers of composite plates with dimensions of 33 x 33 cm^2 were produced using the VARTM method. E-glass (twill) and carbon (plain) fibers were used as reinforcement elements. Polymer-based RIM135 adhesive and RIMH 137 hardener epoxy resin were used as matrix material. Compression test specimens were prepared according to the specimen dimensions in ASTM 3410-75 test standards. The maximum compressive load values of the composites are respectively; It was determined that it has a maximum compression load of 3710 N in GFRP composites, 3920 N in GCFRP composites, and 4320 N in CFRP composites. Maximum compressive strength value of CFRP fibers; It was calculated that it is 19.77% more than GFRP composites and 13.32% more than GCFRP composites. The behavior of hybrid composites formed by reinforcing glass fibers with carbon fibers under compression load was investigated, and it was concluded that carbon fiber reinforcement increased the compressive strength.
Keywords: Polymer matrix composites, woven fabric composite, compressive strength, mechanical behavior.

1. INTRODUCTION

In today's structures, due to the low specific gravity, high strength, fatigue and corrosion resistance of composite materials, the use of traditional structures is increasing day by day. Especially, the fact that it provides lower weight and higher strength compared to metal materials in aviation and space applications reveals the importance of using composite materials. Medium thickness laminated composite panels are used in primary structures where compression behavior is often critical to design. Therefore, a comprehensive understanding of the compression behavior of composite laminates is desirable for the development of composite aircraft structures (Yokozeki et al., 2005). In the design phase of a structure, it is of great importance to predict the damage behavior of the composite material during the load acting on it in order to use the composite material efficiently. For example, In terms of composite bearing and failure, longitudinal compression is a typical loading case and plays an important role in predicting the damage tolerance of structural components (Han et al., 2017). In the past, many studies have been conducted to improve the behavior of fiber-reinforced composites under longitudinal compression loads. Rosen (1965) proposed the first model for fiber-reinforced plastic failure under longitudinal compression, which is based on the in-phase micro-buckling of a two-dimensional layered (fibers and matrix) elastic material with no initial imperfection. Argon (1972) proposed that an initial local fiber misalignment would induce fiber bending and matrix shearing, forcing the material to rotate further in a positive feedback process and leading subsequently to ultimate failure during compression. Moran et al. (1995) investigated kink band formation and band broadening in fiber composites under compression loading. A combination of experimentation and analysis has been used to identify and examine the mechanisms governing the failure of unidirectional fiber composites under compression (Kyrakides et al., 1995). It was concluded that a model should have splitting capability to determine the compressive response of a laminate, and the compressive strength and mode of failure (splitting or kinking) are dependent on the interface fracture properties (Prabhakar et al., 2013). Mahboob et al. (2017) evaluated the damages that occur because of tensile and compression tests in flax fiber reinforced epoxy

composites by looking at SEM analysis. According to Bishara et al. (2017) models considered fiber breakage and matrix plasticity and simulated the formation and expansion of the bending band. Their results showed that the plastic yield of the matrix plays a key role in the formation of the kink-band, and the degradation of the fibers first occurs at the edge of the kink-band. Ali and Anjaneyulu (2018) experimentally and numerically compared the mechanical effects of fiber-matrix volume ratio and fiber orientation under compression load for the fiber-reinforced composite suspension system they designed. Four typical stages of the unidirectional fiber reinforced polymer (FRP) composites compression instability are established: uniform compression, elastic instability, plastic deformation and plastic instability in which some suggestions on material performance that can be delayed for each stage propagation are given (Yuan et al., 2019). Orcen et al. (2020) compared the compressive strength values of glass fiber reinforced composites at different temperature and time conditions. Li et al. (2020) investigated the compression behavior of carbon fiber reinforced polymer matrix (CFRP) composites, it was concluded that the presence of initial fiber misalignment under the effect of an axial compression load leads to a significant shear stress concentration that will result in the plastic yield of the matrix. Tang et al. (2021) carried out an experimental and computational study of the longitudinal compression error of continuous carbon fiber reinforced composites with a 3D printer. It is concluded that the experimental validation demonstrates the feasibility of computational models for predicting stress-strain curves of 3D printed materials and also captures realistic longitudinal compression failure behavior.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Preparation of Materials and Samples

In this study, the mechanical behavior of glass/epoxy (GFRP), carbon/epoxy (CFRP) and glass-carbon/ epoxy hybrid (GCFRP) composite specimens under compression load was investigated. In Figure 1, the materials used as fibers and matrix used in composite production are shown. In composite fabrication, the EPIKOTE epoxy system (*HEXION*) was used as a matrix, RIM 135 was used as resin, and RIM 137 was used as hardener. The mixing ratio of epoxy and hardener was 100:30. Woven-type E-glass (twill) fiber with a density of 300 g/m^2 and woven-type carbon (plain) fiber with a density of 300 g/m^2 were used as reinforcement elements.

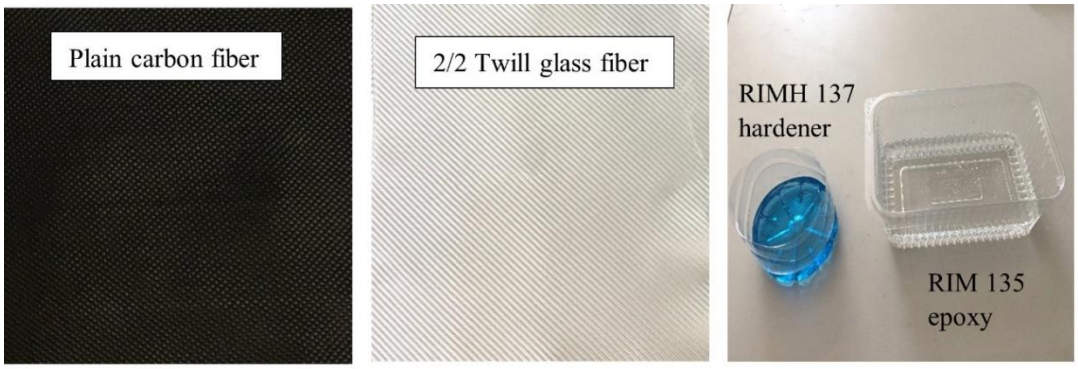


Figure 1. Fibers and matrices used in the preparation of composite samples.

Three types of homogeneous composites reinforced with carbon, glass, and glass-carbon fibers were fabricated with epoxy matrix composites. Composite sample fabrication was carried out using the vacuum-assisted resin transfer molding (VARTM) method shown in Figure 2. For the composites, the fiber fabrics were prepared by cutting them in dimensions of 300 × 300 mm^2 and 8 layers. The GFRP samples were prepared by stacking 8 layers of glass fiber fabric, while CFRP samples were prepared by stacking 8 layers of carbon fiber fabric. The GCFRP samples consisted of 8 layers of fiber in total, including 2 layers of glass fiber as the top and bottom layers and 4 layers of carbon fiber as the middle layers. All of the composites left in the vacuum environment were produced by keeping them in a vacuum environment for one day at 25 °C room temperature as shown in Figure 2.

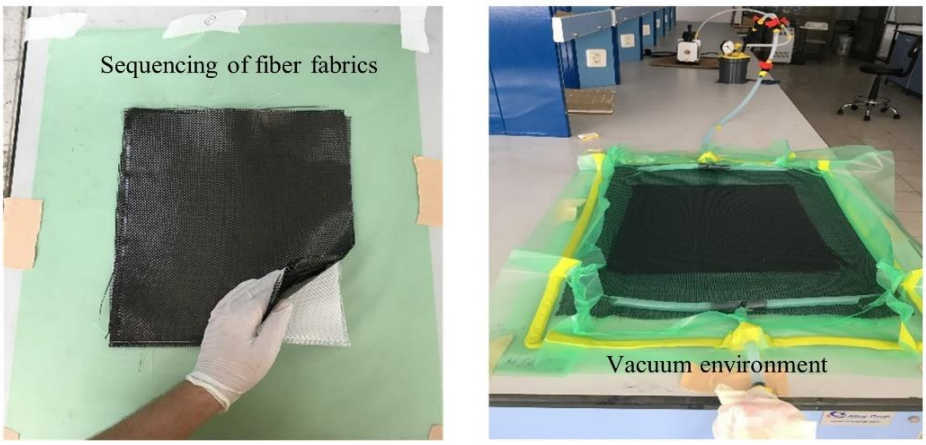


Figure 2. Processes of producing composites with VARTM method.

Table 1 provides the mechanical properties of the adhesive, glass and carbon fibers used in the study. The fiber/volume ratio was %50.91 for the GFRP composites, %56.06 for CFRP composites, and %54.20 for GCFRP composites.

Table 1. Mechanical and physical properties of used materials as component in composite structure.

Meterials type	**Density (g/cm^3)**	**Modulus of elasticity (GPa)**	**Tensile strength (MPa)**	**Tensile strain (%)**
Carbon fiber	1.79	240	3800	1.60
Glass fiber	2.58	81,50	2306	2.97
Epoxy (RIM 135, RIM H137)	1.19	105	70	12

2.2. Compression Test

Composite samples, whose production was completed, were cut according to the dimensions in ASTM 3410-75 standard shown in Figure 3 and prepared for compression tests. While the compression tests were carried out at a speed of 1 mm/min, 4 samples from each composite sample type were tested and the experiments were repeated.

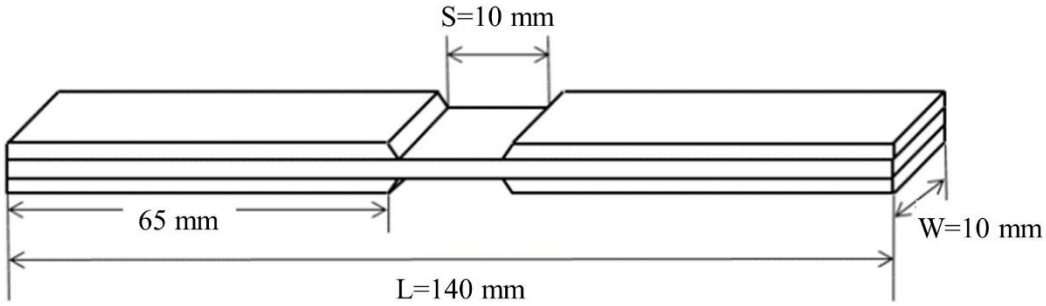


Figure 3. Specimen geometry of the compression test.

Shown in Figure 4; the thickness of GFRP composites is 1.90 mm, the thickness of CFRP composites is 1.85 mm and the thickness of GFRP composites is 1.87 mm. Compression tests were carried out on a 250 kN capacity *Shimadzu* brand test device using the compression test setup shown in Figure 5.

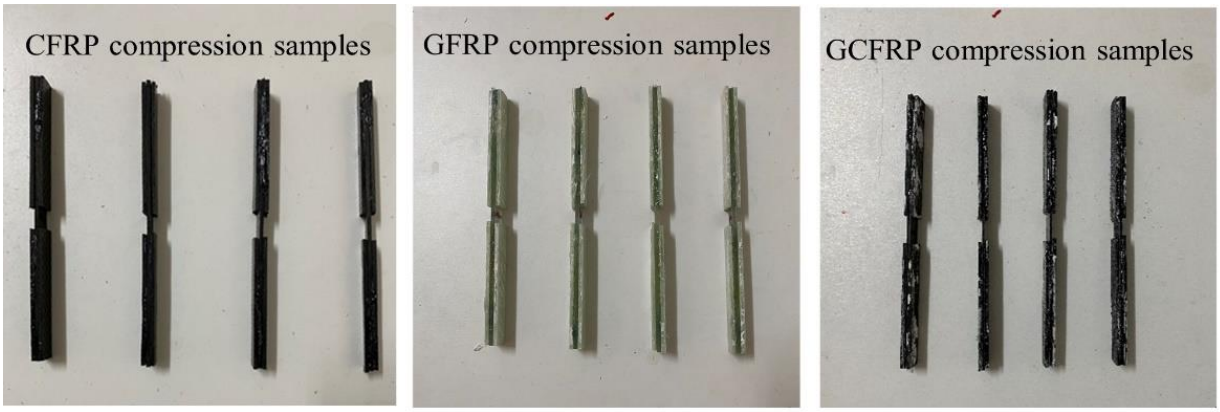


Figure 4. Compression samples of CFRP, GFRP and GCFRP composites.

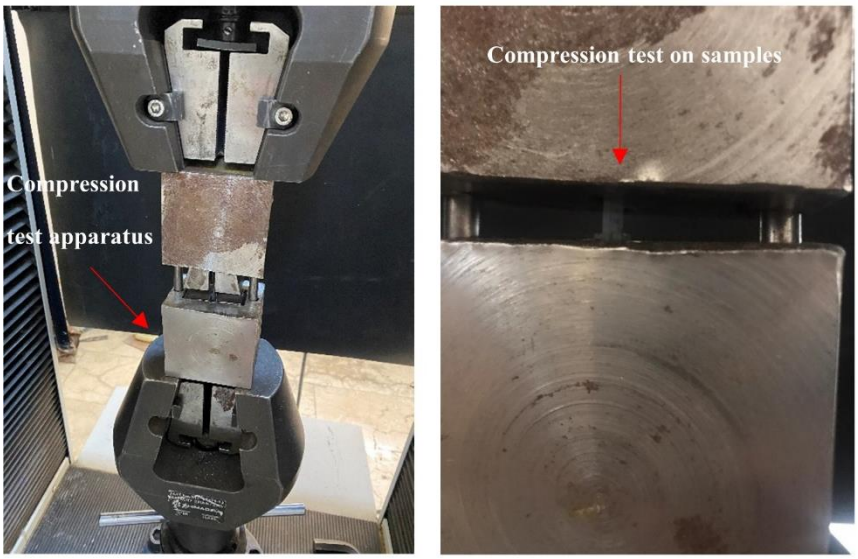


Figure 5. Application of compression test on composite specimens.

3. RESULTS and DISCUSSION

As a result of the tests; the load and displacement values of fiber reinforced polymer matrix composite samples under compression load were calculated from the data obtained from the compression test device. Compressive load-displacement curves of CFRP, GFRP and GCFRP composites are shown in Figure 6. The compressive strength of composite materials was calculated using the equation shown in (1). X_C=Fiber longitudinal direction (MPa), P_{max}=Maximum compressive load (N), A= Surface area (mm^2). Maximum load and maximum displacement values of CFRP, GFRP and GCFRP composites are shown in Table 2.

$$X_C = \frac{P_{max}}{A} \quad (1)$$

Table 2. Maximum compression load and maximum displacement values of CFRP, GFRP and GCFRP composites.

Composite type	Maximum load (N)	Maximum displacement (mm)
GFRP	3710	1.95
CFRP	4320	0.88
GCFRP	3920	1.45

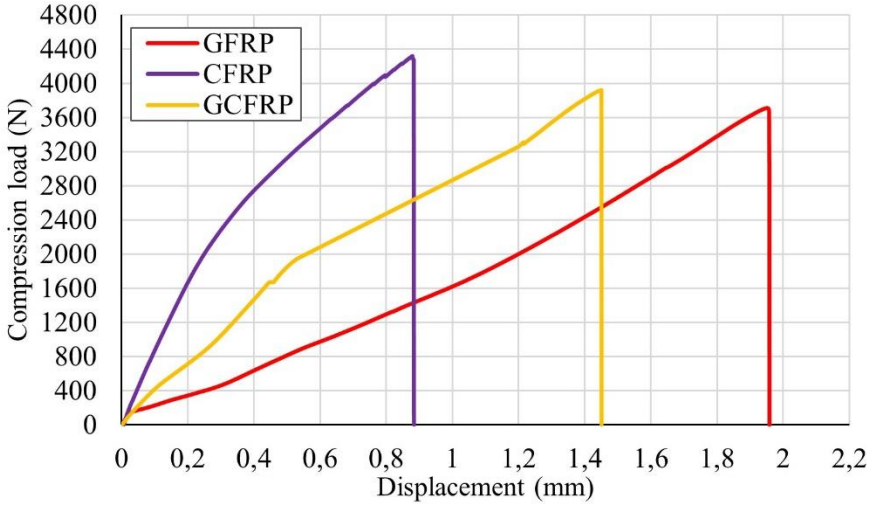


Figure 6. Compressive load-displacement curves of CFRP, GFRP and GCFRP composites.

The stress values of the composite samples under compression load were calculated according to the equation specified in the equation (1). Compressive strength-strain curves of CFRP, GFRP and GCFRP composites are shown in Figure 7. The graph showing the highest stress values obtained as a result of the compression test performed on the composite specimens is shown in Figure 8.

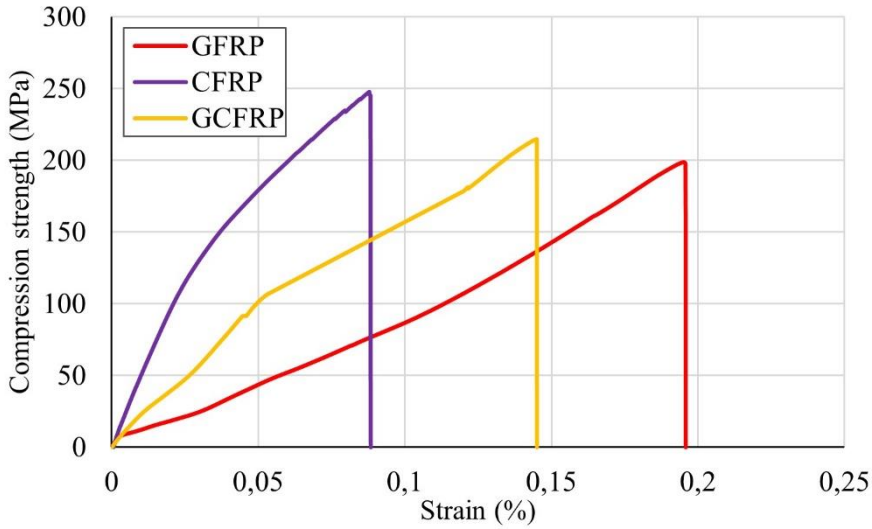


Figure 7. Compressive strength-strain curves of CFRP, GFRP and GCFRP composites.

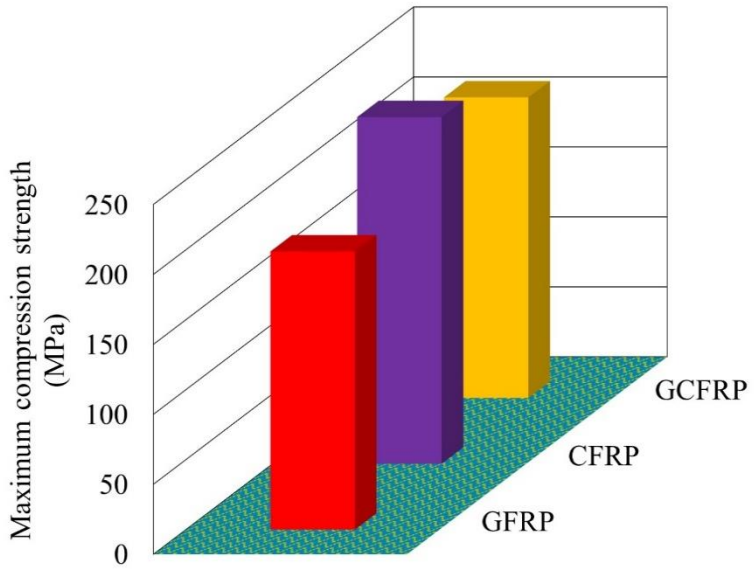


Figure 8. Compression strength graph of CFRP, GFRP and GCFRP composites.

In the literature; It is known that the results obtained when the compression test is performed on the composite samples, the fibers with uniform deformation cause the shear damage by forming a kink band after the elastic region boundary. During the compression test, the composite material forms a kink band and the composites break as a result of shear damage. Looking at the damage images in the study, it is shown in Figure 9 that a similar damage situation supporting the literature occurred and that the composite samples were broken as a result of shear damage.

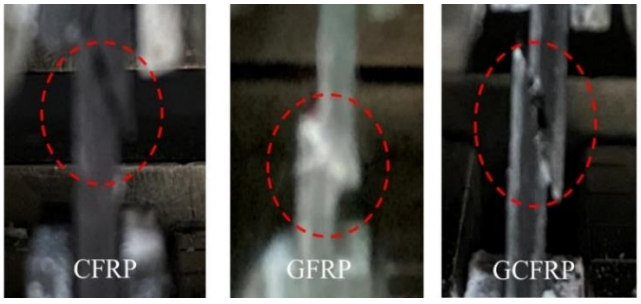


Figure 9. Damages after compression test on composite samples.

4. CONCLUSION

In this study, the tensile behavior of fiber-reinforced polymer matrix composites under compression load was investigated. The results of the effect of fiber type and fiber hybridization on the compressive strength of polymer-based composite materials were evaluated. When the results are evaluated in general;

- It was observed that carbon/epoxy composites (CFRP) had the highest compressive load and strength, while the lowest compression strength was observed in glass/epoxy (GFRP) composite samples.
- It was determined that it has a maximum compression load of 3710 N in GFRP composites, 3920 N in GCFRP composites, and 4320 N in CFRP composites. Maximum compressive strength value of CFRP fibers; It was calculated that it is 19.77% more than GFRP composites and 13.32% more than GCFRP composites.
- Considering the maximum displacement values of the composites tested under compression load, it was calculated that CFRP composites created 0.88 mm, GFRP composites 1.98 mm and GCFRP composites 1.45 mm.

- When the compressive strength of GCFRP hybrid composites formed by reinforcing glass fibers with carbon fibers was evaluated, it was observed that the compression strength values of hybridization increased.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author(s) announced the following financial support for the research of this article: This study was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Inonu University (Project ID: 1822).

REFERENCES

Argon A, 1972. In: Herman H, editor. Fracture of composites. Treatise on materials science and technology, vol. 1, New York: Academic Press, pp: 79-114.

Ali MI, Anjaneyulu J, 2018. Effect of fiber-matrix volume fraction and fiber orientation on the design of composite suspension system. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 455 (1) 012104.

Bishare M, Rolfes R, Allix O, 2017. Revealing complex aspects of compressive failure of polymer composites-Part I: Fiberkinking at microscale. Composite Structures, 169: 105-115.

Bishara M, Vogler M, Rolfes R, 2017. Revealing complex aspects of compressive failure of polymer composites–Part II: Failure interactions in multidirectional laminates and validation. Composite Structures, 169: 116-128.

Han G, Guan Z, Li X, Ji R, Du S, 2017. The failure mechanism of carbon fiber-reinforced composites under longitudinal compression considering the interface. Sci Eng Compos Mater, 24(3): 429–437.

Kyrıakıdes S, Arseculeratne R, Perry EJ, Liechtı KM, 1995. On the compressive failure of fiber reinforced composites. Int. J. Solids Structures, 32:689-738.

Li AJ, Zhang JJ, Zhang FZ, Li L, Zhu SP, Yang YH, 2020. Effects of fiber and matrix properties on the compression strength of carbon fiber reinforced polymer composites. New Carbon Materials, 35(6): 752-761.

Mahboob Z, Sawi IE, Zdero R, Fawaz Z, Bougherara H, 2017. Tensile and compressive damaged response in Flax fibre reinforced epoxy composites. Composites: Part A 92:118–133.

Moran PM, Liu XH, Shih CF,1995. Kink band formation and band broadening in fiber composites under compressive loading. Acta Metallurgica et Materialia, 43(8):2943-2958.

Orcen G, Turan K, Bingöl S, 2020. Mechanıcal properties of composite plates at different conditions. European Journal of Technique (EJT), 10(1):13-24.

Prabhakar P, Waas AM, 2013. Interaction between kinking and splitting in the compressive failure of unidirectional fiber reinforced laminated composites. Composite Structures, 98:85–92.

Rosen VW, 1965. Mechanics of Composite Strengthening: Fiber Composite Materials, American Society of Metals, Ohio 37-75.

Yokozeki T, Ogasawara T, Ishikawa T, 2006. Nonlinear behavior and compressive strength of unidirectional and multidirectional carbon fiber composite laminates. Composites: Part A 37:2069–2079.

Yuan Y, Yao X, Niu K, Liu B, Wuyun Q, 2019. Compressive failure of fiber reinforced polymer composites by imperfection. Composites Part A 118:106–116.

Tang H, Sun Q, Li Z, Su X, Yan W, 2021. Longitudinal compression failure of 3D printed continuous carbon fiber reinforced composites: An experimental and computational study. Composites: Part A 146: 106416.

ORAL PRESENTATION

Computed tomography slices may cause overfitting in deep learning

Ese AK[1*] (https://orcid.org/0000-0001-5065-561X)

[*1]Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University, Institute of Graduate School, Electrical and Electronics Engineering, Adana, Turkey

*eseak@hotmail.com

Abstract
Computed tomography is a widely used imaging technique in the field of medical imaging. In this technique, which enables the visualization of body tissues in slices, the image slices contain global patterns that are similar to each other. It has been evaluated that global features can cause overfitting in deep learning algorithms if the training and test data are not correctly separated.
Keywords: Deep learning, convolutional neural networks, overfitting, computed tomography

INTRODUCTION

Scanning the structures of organs and tissues in the human body are methods that are widely used in the diagnosis and treatment of diseases. Medical imaging techniques, which started in the 1890s, showed a gradual development after the 1980s(Ilangovan et al., 2016). Imaging techniques, which have developed rapidly in recent years, are based on different physical, chemical and nuclear phenomena. X-ray and CT imaging is based on X-rays(Sun et al., 2012). Another imaging technique MRI is based on the detection of electromagnetic radiation emitted by atomic particles as a result of spin motion in a magnetic field(Möllenhoff et al., 2012). Except those, nuclear isotope-based, ultrasonic wave-based and hybrid techniques are also commonly used imaging techniques in the field of medicine(Ilangovan et al., 2016).

Artifical Neural Networks(ANN) is a mathematical computational model inspired by the biological nervous system(O'Shea & Nash, 2015). The purpose of this model is to find non-parametric solutions to problems that are difficult to solve with deterministic methods. In this model, it is tried to reach the best solution rather than the exact solution. The model is a black box that learns by updating itself based on the input data and the output success produced by the model(O' Mahony et al., n.d.). The learning information of the model is stored in the connection weights between the neurons that make up this black box.

Convolutional Neural Netwoks(CNN) is a special type of ANN with additional layers it has. CNN consist of several layers applied sequentially. These layers are convolution layer, pooling layer, fully connected layer and classification layer. In addition, the special transfer functions applied at the output of these layers are also the components of this network. The chain structure formed by the successive addition of these layers gives the concept of depth to these networks. On the other hand, the number of channels in the input data is another dimension that gives these networks the concept of depth. This network structure, which has a widespread usage in computer vision(CV), is called Deep Convolutional Neural Networks.(O'Shea & Nash, 2015)

The success of deep learning networks depends on the architecture of the network(Li et al., 2020), as well as the dataset to be used in the training of that network. The data set should contain enough common features for the network to reach a generalization. However, it should contain differentiated data to prevent memorization. The difference between the error values that occur during the training and testing of the network is an indicator of memorization. This situation is called overfitting.(Yamashita et al., 2018) The result to be discussed in this paper is the finding that the associated CT slices can cause overfitting in the CNN applications I made within the scope of my master's thesis. Associated CT slices are slices that contain common global attributes of the same body tissue. The dataset consists of chest CT slices created for the diagnosis of Covid-19. The finding is that CT data sets that cannot be properly organized cause overfitting.

MATERIALS AND METHODS

In this study, Covid-19 diagnosis was studied from chest CT images using created CNN models. The application was carried out by installing the MatConvNet(Vedaldi et al., 2015) library in the Matlab R2018B[1] program. Two different data sets were used in the application. One of them is SARS-CoV-2 CT-scan Dataset-1(Soares et al., 2020) was used as training validation and test data. 1024 images from Covid-19 positive and Covid-19 negative classes were used in the training of the network. Of the remaining images, 100 images for each class were reserved for validation and test sets. The other Dataset-2 was prepared by (Yang et al., 2020). In the second dataset, 180 images were used for training and 60 images were used for validation and testing. In experimental studies, both data sets have been increased 20 times by using rotation and translation transformations. Summary information about the data sets used in this study is presented in Table 1. The created CNN models were trained with different training parameters and the results were interpreted.

Table 1. Datasets used in the study

	Original Dataset-1(Soares et al., 2020)	Original Dataset-2(Yang et al., 2020)	Augmented Dataset-1	Augmented Dataset-2
Training	1024	180	21.504	3.780
Validation	100	60	2.100	1.260
Test	100	60	2.100	1.260

Application studies were carried out on a laptop computer with Intel(R) Core(TM) i5-3230M CPU @ 2.60GHz 2.60GHz processor, 8GB ram memory capacity, 64 bit Windows 10 operating system installed. The model was created using the MatConvNet library in the Matlab R2018b program. The starting point is the "custom_imdb" example work in this library. The file "cnn_toy_data.m" has been modified (as “Covid.m”) to create the model and specify the training parameters. This file also includes code for reading images and creating imdb file. In order to test the created model, the function that evaluates the network object and test images and presents the results is coded in the "testrun.m" file. Modified project files and dataset imdb files are available[2].

Augmented Dataset-2 is used for Train-1 and testing for Train-1-4-6-10-14 in Table. When the images in this dataset were examined visually, it would be seen that they were images compiled from different sources. The resolution and quality of the images also vary. Classification success is less than Augmented Dataset-1

Augmented Dataset-1 is used for training and testing remains. In this dataset, images are grouped into CT slices with similar patterns. The rows shown with superscript in Table are the trials in which the cross-tests were performed. In these trials, training and test data were taken from different data sets. It is seen that the success of classifying these lines is very low.

Model-1, shown in Table, includes four convolution layers. The input image dimension is 64x64. Model-2, shown in Table, includes three convolution layers. The input image dimension is 32x32. Model-3, shown in Table, includes four convolution layers. The input image dimension is 64x64. Filter sizes, filter numbers and other parameters of the models vary.

In Table, both training and taste data for Train-1 were selected from Augmented Dataset-2. A low level of learning is observed here.

The training dataset for Train-2 is the same as for Train-1. But the test data is Augmented Dataset-1. It is seen that there is no learning in cross checking.

[1] https://www.mathworks.com/products/matlab.html
[2] https://drive.google.com/file/d/1DSgxxatWUYjftZ4h4aqE4MUTXJVZtosn/view?usp=sharing

Table 2. CNN Model-1 used in the study

Model No	Layer No	Layer Type	İnput Size	Filter Size	Stride size	Padding size	Filter Count	Output size
	1	Conv	64x64	33x33	1	0	32	32x32
	2	Relu	32x32		-	-	-	32x32
1	3	Conv	32x32	9x9	1	0	16	24x24
	4	Maxpool	24x24	2x2	2	0	-	12x12
	5	Relu	12x12	-	-	-	-	12x12
	6	Conv	12x12	7x7	1	0	8	6x6
	7	Maxpool	6x6	2x2	2	0	-	3x3
	8	Relu	3x3	-	-	-	-	3x3
	9	Dropout	3x3	Dropout rate=0.4				3x3
	10	Conv	3x3	3x3	1	0	2	1x1
	11	Softmaxloss	1x1	-	-	-	-	1x2

Train-5 uses the same training data and parameters as Train-3. The only difference is that batch size=512. This change has led to an increase in classification success of more than 1%.

Table 3. CNN Model-2 used in the study

Model No	Layer No	Layer Type	İnput Size	Filter Size	Stride size	Padding size	Filter Count	Output size
2	1	Conv	32x32	9x9	1	0	15	24x24
	2	Maxpool	24x24	2x2	2	0	-	12x12
	3	Relu	12x12	-	-	-	-	12x12
	4	Conv	12x12	7x7	1	0	5	6x6
	5	Maxpool	6x6	2x2	2	0	-	3x3
	6	Relu	3x3	-	-	-	-	3x3
	7	Dropout	3x3	Dropout rate=0.4 - 0.5				3x3
	8	Conv	3x3	3x3	1	0	2	1x1
	9	Softmaxloss	1x1	-	-	-	2	1x2

Train-4 shows the test results with the Augmented Dataset-2 of the network trained with Augmented Dataset-1. It is clear that there is not enough learning in cross-tests. Similar interpretation is true for Train-6-10-14.

Table 4. CNN Model-3 used in the study

Model No	Layer No	Layer Type	İnput Size	Filter Size	Stride size	Padding size	Filter Count	Output size
3	1	Conv	64x64	7x7	3	0	15	20x20
	2	Maxpool	20x20	2x2	2	0	-	10x10
	2	Relu	10x10	-	-	-	-	10x10
	3	Conv	10x10	5x5	1	0	20	6x6
	4	Maxpool	6x6	2x2	2	0	-	3x3
	5	Relu	3x3	-	-	-	-	3x3
	6	Conv	3x3	3x3	1	0	10	1x1
	8	Relu	1x1	-	-	-	-	1x1
	9	Dropout	3x3	Dropout rate=0.6				3x3
	10	Conv	1x1	1x1	1	0	2	1x1
	11	Softmaxloss	1x1	-	-	-	-	1x2

The most successful result in the Table 5 is Train-13. This is due to the fact that this training and testing was conducted with Augmented Dataset-1, as well as increasing the input image sizes and the number of iterations. The Train-14, which shows the test results of this trained model with Augmented Dataset-2, shows that the classification success is very low.

The depth of networks is an important factor in the success of deep learning networks. It is a fact that state-of-the-art successful deep learning networks contain many more layers.(Li et al., 2020) The result obtained in this study emphasizes an important point in the classification with CT images, even if it is not reliable and has not a high classification success.

As seen in Figure 1, there are similar global features between different slices of the same chest CT. These attributes may depend on the anatomical structure of the breast, the CT device used, and the recording color settings. The CNN networks in this study, which has a relatively small depth, did not give successful results in the diagnosis of Covid-19. However, the high classification rate obtained indicates that more general features have been learned and generalization has been made. CT slices with similar attributes are labelled as the same class (Covid+/-). In this case, knowing the general features of the images is sufficient to classify that image. When Figure is examined, global patterns will be clearly seen. There is a similar pattern, starting with image number two up to image number eleven. A new pattern starts from the twelfth image. In order to classify any image to be selected from these series, it will be sufficient to know the global attributes. Networks that do not have sufficient depth and ability to learn can also make this generalization. When one of these images is used for testing and the others for training, the image can be successfully classified without the need to learn about local Covid-19 lesions.

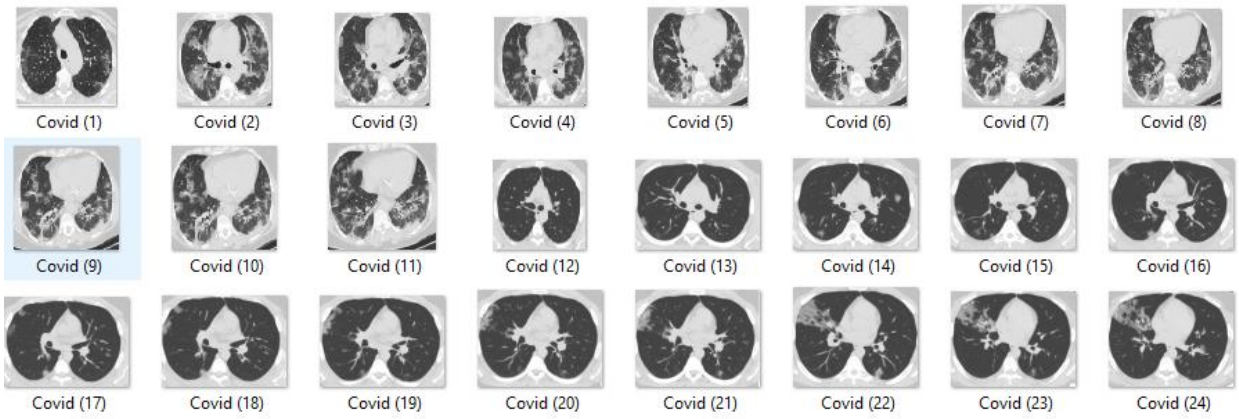


Figure 1. Global patterns on the CT image slices

The value of 0.9738 obtained in the study of (Soares et al., 2020), which is the source of the Original Dataset-1 used in this study, is better than the value of 0.934, which is our result. However, the possibility of this value including overfitting should be considered. In this case, both values are likely to contain overfitting.

Table 5. Training and testing data

Training No	Model No	Batch size	Learning rate	Epoch	Training time(sec)	Accuracy	F1 Scor
1	1	64	0,001	100	11.806	0.679	0.679
2[3]	1	64	0,001	100	11.806	0.496	0.476
3	2	32	0.002	100	3.735	0.872	0.871
4[4]	2	32	0.002	100	3.375	0.500	0.667
5	2	512	0.002	100	3.064	0.888	0.890
6[5]	2	512	0.002	100	3.064	0.558	0.591
7	3	64	0.002	100	2.017	0.500	0.666
8	3	64	0.002	300	5.976	0.898	0.929
9	3	64	0.002	500	10.099	0.898	0.930
10[6]	3	64	0.002	500	10.099	0.549	0.612
11	3	128	0.002	100	2.200	0.876	0.8819
12	3	128	0.002	300	4.407	0.933	0.933
13	3	128	0.002	500	10.904	0.934	0.934
14[7]	3	128	0.002	500	10.904	0.588	0.657

In Yang's study, which is the source of Original Dataset-2 used in this study, classification accuracy is 0.89; this value is 0.68 in our study, which is very small. The reason for this low result is that the images in the second dataset were compiled from different sources. As a result, the images do not contain common global

[3] Trained with Augmented Dataset-2 and tested with Augmented Dataset-1
[4] Trained with Augmented Dataset-1 and tested with Augmented Dataset-2
[5] Trained with Augmented Dataset-1 and tested with Augmented Dataset-2
[6] Trained with Augmented Dataset-1 and tested with Augmented Dataset-2
[7] Trained with Augmented Dataset-1 and tested with Augmented Dataset-2

attribute series, so the effect of overfitting is less. The overfitting effect during the training of the models is clearly seen in Figure 2.

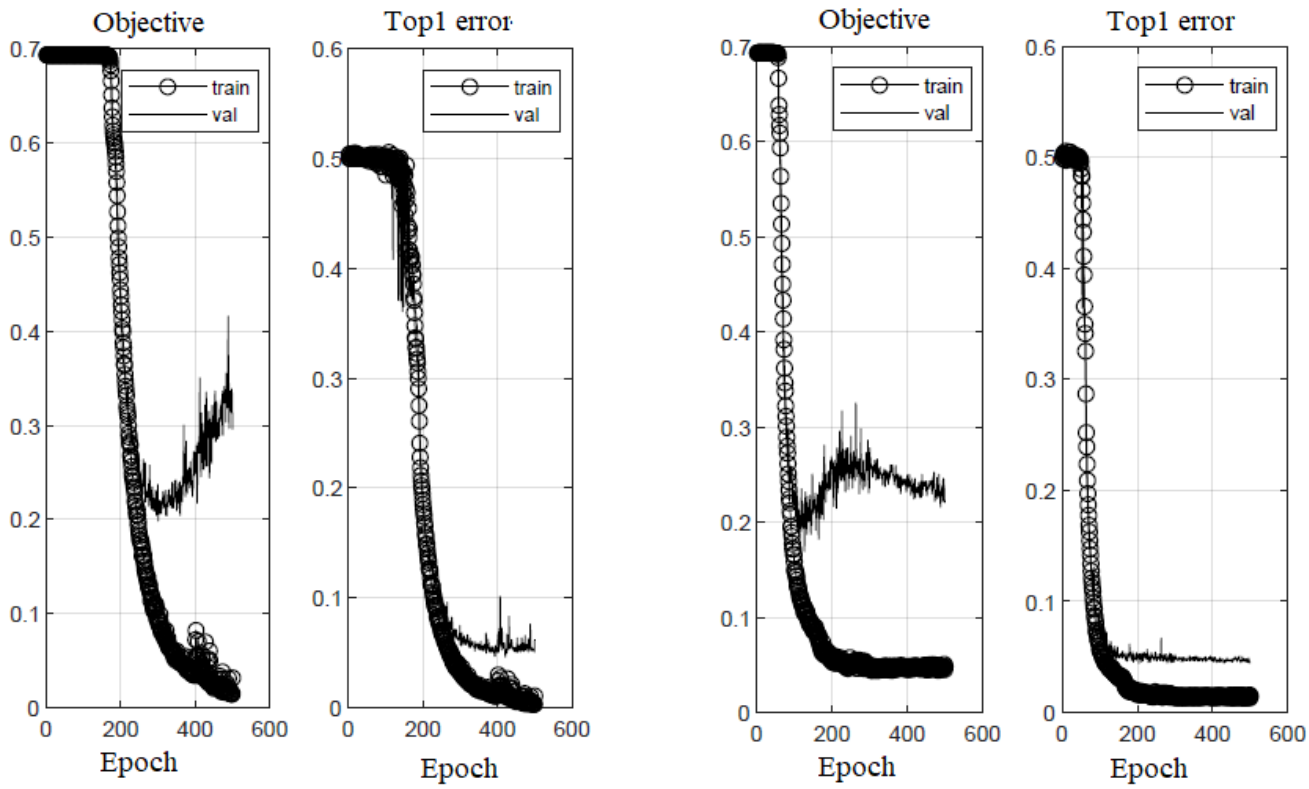


Figure 2. Objective and Top-1 Error graph for Train-9(left) and Train-13(right)

RESULTS

Since sequential slices in CT images contain similar global features, using some of these images as training data and others as test data may cause overfitting. This is because global attributes are common to both groups, leading to overfitting.

DISCUSSION

These results may be a special case only for this study. Or it may be caused by an error at any stage of the work. The accuracy of the results should be tested by other studies.

CONCLUSION

The reliability of the learning level in deep learning algorithms depends on the correct organization of the data set. Separating all slices of the same CT image as only training or only test data may be prevent the overfitting mentioned in the findings section. The validity of this recommendation should be tested in future studies.

ACKNOWLEDGEMENTS

The advisor of my master's thesis, which is the source of this study, I would like to thank Assoc. Dr. Önder TUTSOY for his contributions.

REFERENCES

Ilangovan, S. S., Mahanty, B., & Sen, S. (2016). Biomedical Imaging Techniques. *Information Science Reference (an Imprint of IGI Global)*, *August*, 401–421. https://doi.org/10.4018/978-1-4666-9685-3.ch016

Li, Z., Yang, W., Peng, S., & Liu, F. (2020). *A Survey of Convolutional Neural Networks: Analysis, Applications, and Prospects*. http://arxiv.org/abs/2004.02806

Möllenhoff, K., Oros-Peusquens, A. M., & Shah, N. J. (2012). Introduction to the basics of magnetic resonance imaging. *Neuromethods*, *71*(January), 75–98. https://doi.org/10.1007/7657-2012-56

O' Mahony, N., Campbell, S., Carvalho, A., Harapanahalli, S., Velasco Hernandez, G., Krpalkova, L., Riordan, D., & Walsh, J. (n.d.). *Deep Learning vs. Traditional Computer Vision*.

O'Shea, K., & Nash, R. (2015). *An Introduction to Convolutional Neural Networks*. http://arxiv.org/abs/1511.08458

Soares, E., Angelov, P., Biaso, S., Froes, M. H., & Abe, D. K. (2020). SARS-CoV-2 CT-scan dataset: A large dataset of real patients CT scans for SARS-CoV-2 identification. *MedRxiv*, 1–8.

Sun, W., Brown, S. B., & Leach, R. K. (2012). An overview of industrial X-ray computed tomography. *National Phsical Laboratory*, *January*.

Vedaldi, A., Lenc, K., & Gupta, A. (2015). MatConvNet: Convolutional neural networks for MATLAB. *MM 2015 - Proceedings of the 2015 ACM Multimedia Conference*, 689–692. https://doi.org/10.1145/2733373.2807412

Yamashita, R., Nishio, M., Togashi, K., & Do, richard K. G. (2018). Convolutional neural networks: an overview and application in radiology. *Springer*, *19*, 21–30. https://doi.org/10.1007/s13244-018-0639-9

Yang, X., He, X., Zhao, J., Zhang, Y., Zhang, S., & Xie, P. (2020). *COVID-CT-Dataset: A CT Scan Dataset about COVID-19*. 1–14. http://arxiv.org/abs/2003.13865

ORAL PRESENTATION

Number of Trainable Parameters and Computational Cost for CNN

Ese AK[1*] (https://orcid.org/0000-0001-5065-561X)

[*1]Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University, Institute of Graduate School, Electrical and Electronics Engineering, Adana, Turkey

*eseak@hotmail.com

Abstract

A common problem with ANN in computer vision is that the increase in the size of the input images excessively increases the number of trainable parameters of the network. Extracting meaningful features from input images is also an area that requires personal effort. Convolutional Neural Networks (CNN), a type of ANN, promises solutions to these problems with its additional layers. This study provides a brief overview of CNN and examines the complexity of CNN and the calculation of the number of parameters that affect training costs.

Keywords: Convolutional Neural Network, parameter count, calculation cost.

INTRODUCTION

ANN is a non-parametric mathematical computational model inspired by the biological nervous system.(O'Shea & Nash, 2015) This model is a predictive model that sets out the rule of complex relationships by testing a large number of simple events.(O' Mahony et al., n.d.) The general rules are coefficient that stored in neurons. These coefficients are adjusted by evaluating the output from the input during the training of the neural network. CNN, the subject of this paper, is mainly based on the traditional ANN. (Basheer, I.A., 200 C.E.). CNN promises to solve several CV problems with its additional layers. (Namatēvs, 2017). These layers are convolution and pooling layer(Wu, 2017). In addition, the transfer functions applied at the output of these layers are also the components of this network. The fully connected layer and classification layer, two of CNN's layers, are similar to classic ANN. It is seen that the depth of successful CNN architectures is very high(Li et al., 2020). Depth increases calculation costs. The parameters that affect the computational cost for CNN are input data size, size and number of filters, number of layers of the network, preferred activation function, etc.

In the remaining part of the study, a brief overview of the structure of ANN is made. The structure of CNN is explained in more detail. The parameters that determine the computational cost in each layer are examined. The relationship between the number of parameters and memory requirements is explained. Studies on predicting the training time of the network are summarized.

MATERIALS AND METHODS

Before introducing the CNN, it would be helpful to provide an overview of the classical ANN.

Artificial Neural Networks

The basic building block of the ANN is the artificial neuron shown left in Figure 1. The output of each neuron is equal to the sum of the products of that neuron's inputs and input weights.

$$y_o = \sum_n Wi.Xi + b \quad (1)$$

Here n is number of input and b is a bias value for avoid zero out. A non-linear activation function δ is that ensures that neuron output remains in a certain range for all real values produced by the neuron.

$$\bar{y} = \delta(y_o) \quad (2)$$

The ANN, shown on the right in Figure 1, consists of a multilayered structure with different numbers of neurons. The first layer is the input layer where the data is received. The output of each neuron in the input layer is connected to the hidden layer. The last layer is the output layer of the network, and the performance

of the network is evaluated according to the result obtained from this layer. Intermediate layers are fully hidden layers that store the learning weights.

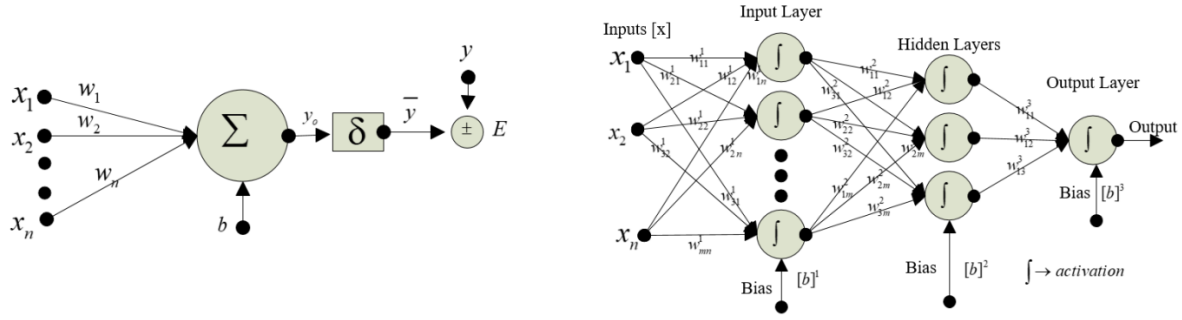


Figure 1. Single artificial neuron and ANN model

In order to evaluate the learning level of the artificial neural network, the error value E produced at the output is calculated. This value is simply derived from the difference between the expected value and the produced value:

$$E = y - \bar{y} \tag{3}$$

Here y is the output value we expect the network to produce for each sample input. $\bar{y}$ is value which produced by activation function. To reduce this error value, a correction calculation is made from output to input. This is called back propagation. Backpropagation requires calculating the derivative of the error with respect to each input weight. This calculation is performed by applying the chain rule. The derivative of the error obtained by these operations according to the input weights is used to update these weights.

$$w_{i=}w_i - \mu \frac{\partial E}{\partial w_i} \tag{4}$$

Here, μ is the learning coefficient and its value affects the speed of learning. Since there is a multi-neuron structure for ANN, these operations can be expressed as matrix or vector operations.

Convolutional Neural Networks

CNN consist of several ordered layers. Really, Convolution + Pooling + Activation together are called only the convolution layer. The other layer is the classification layer (Figure 2). It is also known as softmax layer.

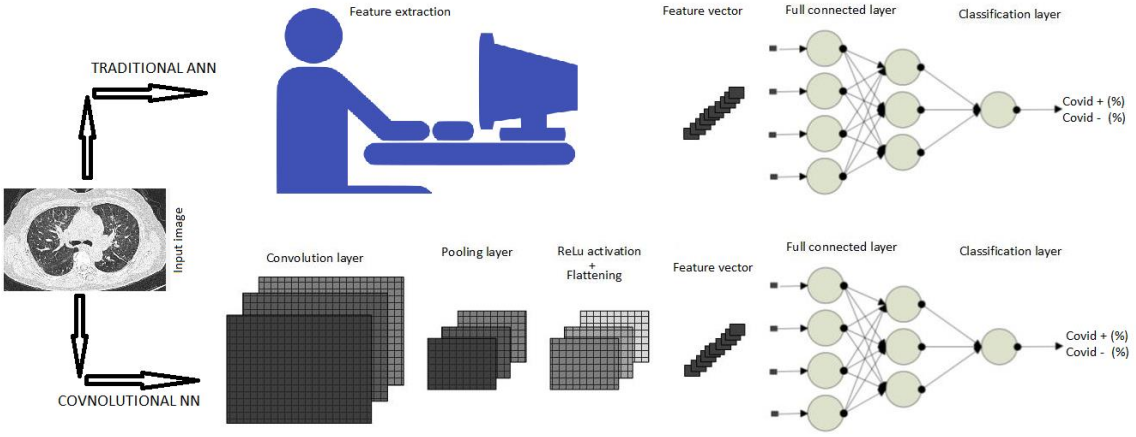


Figure 2. Traditional ANN and CNN computer vision flowchart

Generally speaking, **convolution** is a special function that produces a new function when applied to two functions. The output of the convolution function is a measure of the overlap of functions given as parameters. In CV applications, input data is usually a multidimensional array of data and the kernel is usually a multidimensional array of parameters that are adapted by the learning algorithm. If there is a two dimensional space, for example, image I as an input, the two-dimensional kernel K has to be used. The convolution for two

dimensions is as follows (Namatēvs, 2017). Here i and j are the index of the input elements; m and n are the filter sizes.

$$S(i,j) = (I * K)(i,j) = \sum_m \sum_n I(m,n)K(i-m, j-n) \quad (5)$$

The convolution for each element of the input matrix is equal to the sum of the products of overlapping elements.(Figure) Overlapped elements centre on the all elements of input matrix sequentially. For multi-channel input data, the convolution is applied independently for each channel. Convolution filters (kernel) updated by the back propagation during the training of the network. In pre-trained networks, these weights are assigned an initial value with previous training. Thus, faster and more successful results of the training made with new data are ensured.(Li et al., 2020),(Yamashita et al., 2018). One of the drawbacks of the convolution is the loss of information at the border of the image. A very simple, yet efficient method to resolve the issue is to use **zero-padding** before convolution (Albawi et al., 2018).

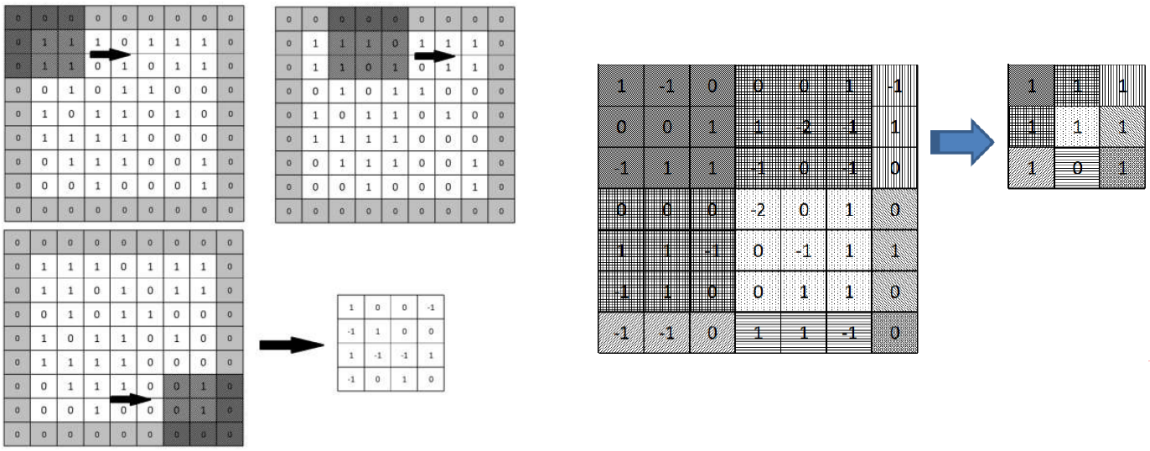


Figure 3. Convolution with S=1 and Z=1(left) and pooling R=3 S=3 (right)

Stride is the distance between sequential pixels in convolution. If set stride is 1, then we would have a heavily overlapped receptive field producing extremely large activations. Alternatively, setting the stride to a greater number will reduce the amount of overlapping and produce an output of lower spatial dimensions (O'Shea & Nash, 2015)(Wu, 2017). When zero padding is applied, output size of convolution is equal to:

$$M = \frac{(V-R)+2Z}{S} + 1 \quad (6)$$

Here V is the size of the input data. R is kernel size. Z is the amount of zero padding at the image boundary. S is the number of stride and M is the new dimension of output image.

The main idea of **pooling** is down-sampling in order to reduce the complexity for further layers. Max-pooling is one of the most common types of pooling methods (Figure) It partitions the image to sub-region rectangles, and it only returns the maximum value of the inside of that sub-region. One of the most common sizes used in max-pooling is 2×2 (Albawi et al., 2018).

In reality, the output value the network must produce is in a more limited range. This is usually a real probability value between 0 and 1. However, a more linear **activation** function in the intermediate layers is suitable to prevent oscillation. The features of ReLU activation make it the preferred choice in CNN. The benefit of the ReLU function is that its value and its derivative can be calculated simply. It converges faster than other functions with saturation. Since it has a fixed derivative, it is easy to calculate and is not affected by the vanishing gradient problem (Lederer, 2021)(Murphy, 2016). Leaky-ReLU uses a small multiplier to avoid gradient loss in the negative region. Frequently used activation functions and their derivatives are presented in Table 1.

Table 1. Mostly used activation functions in NN

Name	Sigmoid	Sofplus	Leaky-ReLU	Tanh	Softsign
Expression	$\frac{1}{1+e^{-x}}$	$\ln(1+e^{x})$	$\begin{cases} a.x, & x<0 \\ x, & x>=0 \end{cases}$	$\frac{e^{x}-e^{-x}}{e^{x}+e^{-x}}$	$\frac{x}{1+\lvert x\rvert}$
First derivative	$x(1-x)$	$\frac{1}{1+e^{-x}}$	$\begin{cases} 1\ for\ \forall x \geq 0 \\ a\ othervise \end{cases}$	$1-tan^{2}x$	$1-x^{2}$

The fully-connected layer is a similar to the way that neurons are arranged in a traditional neural network. Therefore, each node in a fully-connected layer is directly connected to every node in both the previous and in the next layer (Albawi et al., 2018). The number of fully connected layers increases the number of parameters to be calculated as well as increasing the depth of learning. Determining the number of hidden layers is a critical task in CNN architecture. Low layer number does not allow learning complex patterns. A high number of layers can be lead to memorization rather than learning. There is no magic formula for determining the optimal number of hidden layers. When you add 1 layer more than the number you think is the ideal number, it is difficult to predict how the success of the classification and the time cost will change. It can be heuristically said that the number of layers is related to the number of input and output layers and the number of training parameters. Hidden layer size formulas based on these parameters have entered the literature (Basheer, I.A., 200 C.E.).

Although the classification layer is fully connected to the fully connected layer before it, the number of neurons it contains is different from the previous ones. The number of neurons in this layer depends on the number of classes of input data and the activation function used in the layer. In the classification layer, sigmoid or softmax functions can be preferred depending on the type of classification. For example as last layer activation function for binary classification is sigmoid useful. For multiple classification tasks, softmax is useable (Yamashita et al., 2018).

PARAMETER COUNT FOR CNN

There are many parameters that determine and constrain the architecture of the neural network. This is also true for CNN. First of all, it is the task for which the network will be used. The number of classes for each task type is also one of the main variables that affect the architecture. The number of classes will also affect the number of layers of the network and the number of filters used. Increasing the number of classes or the complexity of the patterns to be learned requires increasing the depth of the network for an acceptable level of learning. The dimensions of the input image and the number of channels are another variable that affects the architecture. Therefore, many deep learning architectures only accept data with certain input sizes.(Li et al., 2020)

Another variable that determines the architecture of the network is the computing hardware. The memory requirement of the hardware varies depending on the architecture. The processing power of the hardware is also a factor that determines the architecture so that the training of the network can be completed in a reasonable time. (Murphy, 2016). The variables mentioned earlier indirectly affect the parameter number of CNN. Variables such as image dimensions, image depth (number of channels), number of filters, filter sizes, number of convolution, pooling and activation layers directly affect the number of parameters.

Although the convolution operation is performed by shifting the filter over the entire input data, this method is not a preferred method in terms of computational speed. This method, which includes iteration, negatively affects the computational speed. Successful CNN frameworks are capable of computation on graphics cards. (Bahrampour et al., 2015) This method is based on parallel work instead of iteration in calculations. Thus, the convolution operation for each input is performed in parallel. This method is accomplished by vectorization of both the input data and the filter.(Wu, 2017). Another method of performing the convolution operation is to use the Fast Fourier Transform. This method can be useful in some situations.(Chetlur et al., 2014)

In CNN, the fully connected layer takes place before the classification layer. In this layer, forward computation can be converted to a convolution operation. When the spatial dimensions of the input image are reduced to 1x1 as a result of convolution operations, the output turns into a vector of equal size to the number of filters. In this layer, the filters(weights) are reduced to the same size, and the forward computation in the fully connected layer turns into a convolution operation.(Wu, 2017)

The number of parameters and computational complexity for deep learning algorithms may differ depending on the preferred methods and reduction operations. Here, the parameters for a CNN structure will be displayed in its simplest form. Since the same filter is used for each layer of the input image (parameter sharing) in the convolution process, no specific weight is calculated for each input data. Instead, the number of parameters is determined for each input channel, depending on the filter size and the number of filters. A bias value is also added for each output channel of the convolution process. The calculation of the number of learnable parameters for a CNN layer is as follows.

$$P = (C.R.R + 1).F \tag{7}$$

Here C is the depth (number of channels) of the input image, in this example it is equal to 1. The convolution filter is in square form and R indicates the dimensions of the filter. F is the number of filters applied in the convolution layer. In addition, a bias value is added for each filter.(Murphy, 2016) The stride(S) and padding(Z) values affect the convolution output sizes. These parameters have no effect on the number of trainable parameters (kernel).

Table 2. A basic CNN model for parameter counting

LAYER	INPUT SIZE (V)	FILTER SIZE(R)	STRIDE (S)	PADDING (Z)	FILTER COUNT(F)	OUTPUT SIZE(M)	PARAMS. COUNT(P)
CONVOLUTION	32x32x1	9x9	1	0	4	24x24x4	328
POOLING	24x24x4	2x2	2	0	0	12x12x4	0
CONVOLUTION	12x12x4	7x7	1	0	3	6x6x4x3	591
POLING	6x6x12	2x2	2	0	0	3x3x12	0
CONVOLUTION	3x3x12	3x3	1	0	3	1x1x12x3	111
FULLY CONN.	1x1x36	1x1	1	0	3	1x1x3	108
CLASSIFICATION	1x1x3	1x1	1	0	2	1x1x2	6

The first convolution+pooling layer of the CNN in Table is seen in Figure.

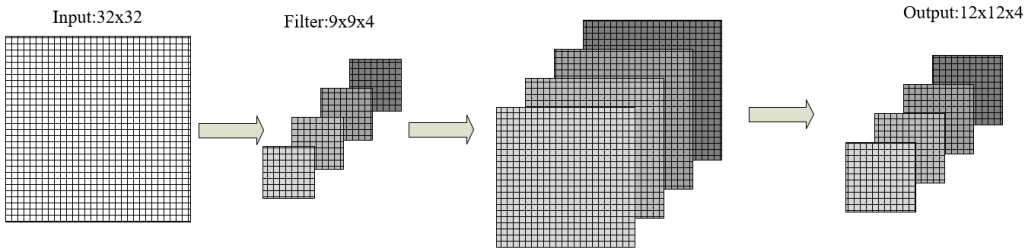


Figure 4. First convolution + pooling layer of model in Table 2

The pooling layer does not contain any trainable parameters, although it reduces input sizes.

The activation function is not used in this model. Generally, the pooling layer is followed by the ReLU activation function. The activation function does not create any size change at the output and does not contain learnable parameters. Since the second convolution+pooling layer contains four input channels, convolution is applied with all filters for each channel. According to **Equation (7),** this layer contains 591 trainable parameters (Figure 5).

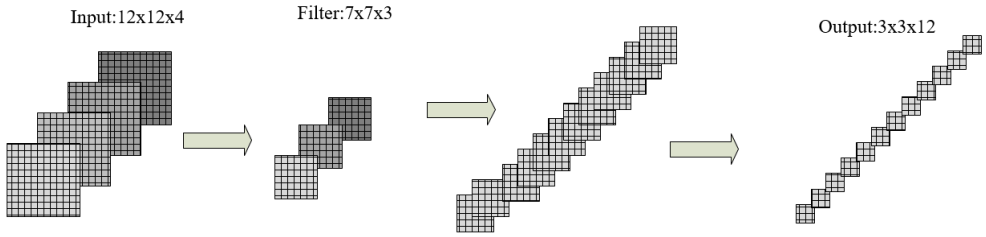


Figure 5. Second convolution + pooling layer of model in Table 2

Third convolution layer is also known as the flattening layer, as the last convolution layer makes the input sizes equal to 1. After this layer, the convolution layer to be applied without changing the output dimensions is equivalent to a fully connected layer (Figure 6).

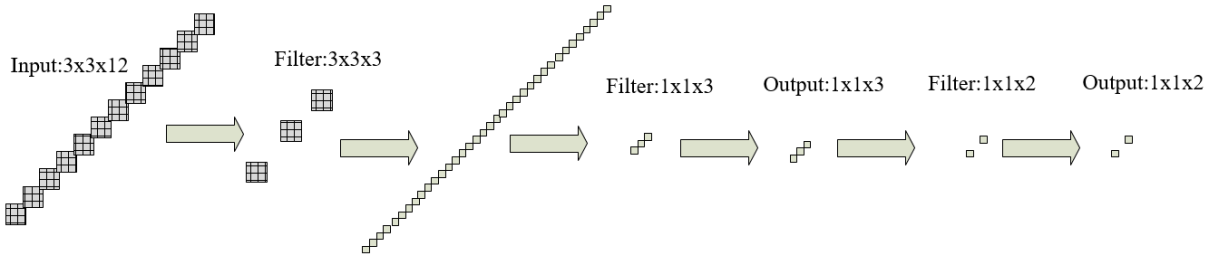


Figure 6. Last three layer of model in Table:2

The number of trainable parameters in the fully connected layer is the product of the number of channels in the input and number of filters. The last layer, the classification layer, is actually a fully connected layer. In this layer, the number of outputs is equal to the number of classes that the network will learn. The activation function used in this layer may different from ReLU according to the classification task.

MEMORY REQIREMENT FOR CNN

There are different parameters that determine the memory requirement for a deep learning model. These can be parameters of the building blocks of the network and the training model of the network. In addition to these, the number system used also determines the memory requirement. Deep learning frameworks generally use single precision(32 bit) numbers. Considering the CNN model in Table, memory must be allocated for both the attributes in the layers and the filters.

Table 3. Total parameter for CNN model in Table 2

LAYER	OUTPUT SIZE	TRAINABLE PARAMS	TOTAL
CONVOLUTION	24x24x4=2304	328	2632
POOLING	12x12x4=576	0	576
CONVOLUTION	6x6x4x3=432	591	1023
POLING	3x3x12=108	0	108
CONVOLUTION	1x1x12x3=36	111	147
FULLY CONNECTED	1x1x3=3	108	111
CLASSIFICATION	1x1x2=2	6	8
		TOTAL	4605

Also, gradients need to be calculated for back propagation. Since it is generally not possible to store the input data completely, certain batch sizes are determined for the input data. When the average error value is used for weight updates, the network output values should be stored as much as a certain batch size value. Considering

all these variables, the concept of memory footprint is more appropriate for a network rather than the exact amount of memory. The memory footprint gives an idea of the memory requirement of the network. The total value is multiplied by 2 to determine the memory footprint calculation for the network given in Table with the data in **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**. This also saves memory for gradients. Assuming that 32-bit numbers are reserved for each value, the number 294720 is obtained. The equivalent of this value in MB is 0.281. Although this value is relatively small, it should be noted that the number of layers and filters are much higher in a successful network model. It should be noted that the memory footprint will increase exponentially as input images and filter sizes increase.

COMPUTOTIONAL COST FOR CNN

One of the factors that determine the performance of deep learning algorithms is the training time of the network. In order to estimate this time for certain iteration values, the number of parameters of the network and the performance of the computing hardware used must be known. One of the important factors affecting the number of calculations is the algorithms aimed at increasing the processing speed in CNN layers.

The computing speed of the computer is expressed in the unit FLOPS (Float Operations per Second), which expresses the number of operations per second. After determining the number of operations that the network will perform during forward and backward propagation, an estimated training time can be determined by dividing this value by the FLOPS value of the hardware. Activation functions with exponential expressions are more costly than ReLU functions. The value of these functions is determined by iterative calculations.

The complexity of deep learning models, the variety of frameworks and computing hardware in which these algorithms work, make a conventional deterministic computation very difficult. Instead, predictive methods have been developed for computation time estimation.

A linear regression model was developed for estimating training time for CNN in Study (Gianniti et al., 2019). In this method, each layer of CNN is characterized as a gray box. The computational parameters representing these layers are given as inputs for the linear model. When the linear model is compared with the results obtained from experimental studies, it is stated that the average error is 10%.

In Study (Pei et al., 2019), a model is developed to predict the training time of the network according to the multi-GPU usage scenario. In this predictive model, the inputs are parameters to the CNN, hardware parameters, and network parameters that enable parallel operation. It has been shown that the error rate in the model applied for six CNN architectures is less than 15%.

RESULTS

In this study, it is aimed to give an idea about the memory requirement and computational cost, which is a determining factor in the training of CNN networks. The calculations made for this purpose are a relative size, and detailed analyzes should be made for each network model and computing hardware in order to determine realistic values. The computational models developed for this purpose are predictive models and give users an idea about the training costs of the deep learning architectures they will develop. Estimating the computational cost for deep learning algorithms, which is actually a predictive model, can also be a suitable study area for deep learning algorithms. Studies to be made with the suitable training datasets to be created in this area and the models to be trained can be produce successful predictions.

DISCUSSION

In this presentation, the number and computational complexity of trainable parameters for CNN are presented in a limited number of pages. A more detailed presentation of this topic is recommended.

CONCLUSION

Despite the developing computing hardware and memory architectures, the memory requirement and computational cost for deep learning algorithms is an important challenge. It must be taken into account when developing models.

ACKNOWLEDGEMENTS

The advisor of my master's thesis, which is the source of this study, I would like to thank Assoc. Dr. Önder TUTSOY for his contributions.

REFERENCES

Albawi, S., Mohammed, T. A., & Al-Zawi, S. (2018). Understanding of a convolutional neural network. *Proceedings of 2017 International Conference on Engineering and Technology, ICET 2017*, *2018-Janua*, 1–6. https://doi.org/10.1109/ICEngTechnol.2017.8308186

Bahrampour, S., Ramakrishnan, N., Schott, L., & Shah, M. (2015). *Comparative Study of Deep Learning Software Frameworks*. http://arxiv.org/abs/1511.06435

Basheer, I.A., M. H. (200 C.E.). Artificial neural networks: fundamentals, computing, design, and application. In *Journal of Methods Microbiological* (Vol. 11, Issue 3). www.elsevier.com/locate/jmicmeth

Chetlur, S., Woolley, C., Vandermersch, P., Cohen, J., Tran, J., Catanzaro, B., & Shelhamer, E. (2014). *cuDNN: Efficient Primitives for Deep Learning*. 1–9. http://arxiv.org/abs/1410.0759

Gianniti, E., Zhang, L., & Ardagna, D. (2019). Performance prediction of GPU-based deep learning applications. *CLOSER 2019 - Proceedings of the 9th International Conference on Cloud Computing and Services Science*, *1*, 279–286. https://doi.org/10.5220/0007681802790286

Lederer, J. (2021). *Activation Functions in Artificial Neural Networks: A Systematic Overview*. 1–42. http://arxiv.org/abs/2101.09957

Li, Z., Yang, W., Peng, S., & Liu, F. (2020). *A Survey of Convolutional Neural Networks: Analysis, Applications, and Prospects*. http://arxiv.org/abs/2004.02806

Murphy, J. (2016). *An Overview of Convolutional Neural Network Architectures for Deep Learning*. *22*, 1–22. https://www.microway.com/download/whitepaper/An_Overview_of_Convolutional_Neural_Network_Architectures_for_Deep_Learning_fall2016.pdf

Namatēvs, I. (2017). Deep Convolutional Neural Networks: Structure, Feature Extraction and Training. *Information Technology and Management Science*, *20*(1), 40–47. https://doi.org/10.1515/itms-2017-0007

O' Mahony, N., Campbell, S., Carvalho, A., Harapanahalli, S., Velasco Hernandez, G., Krpalkova, L., Riordan, D., & Walsh, J. (n.d.). *Deep Learning vs. Traditional Computer Vision*.

O'Shea, K., & Nash, R. (2015). *An Introduction to Convolutional Neural Networks*. http://arxiv.org/abs/1511.08458

Pei, Z., Li, C., Qin, X., Chen, X., & Wei, G. (2019). Iteration time prediction for CNN in Multi-GPU Platform: Modeling and analysis. *IEEE Access*, *7*, 64788–64797. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2916550

Wu, J. (2017). Introduction to Convolutional Neural Networks. In *Introduction to Convolutional Neural Networks* (pp. 1–31). National Key Lab for Novel Software Technology-Nanjing University. https://cs.nju.edu.cn/wujx/paper/CNN.pdf

Yamashita, R., Nishio, M., Togashi, K., & Do, richard K. G. (2018). Convolutional neural networks: an overview and application in radiology. *Springer*, *19*, 21–30. https://doi.org/10.1007/s13244-018-0639-9

ORAL PRESENTATION

Farklı Hammadde ile Üretilen Tozluk Lastiklerinin Ömürlerinin İncelenmesi

Kamil Saygı[1]*(ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8772-8464), Özkan Tunç[1](https://orcid.org/0000-0001-7177-2428), Ali Sürmeli[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-00022238-4514)

[1]DİTAŞ Doğan Yedek Parça İmalat ve Teknik A.Ş, Ar-Ge Merkezi,51000, Niğde, Turkey;

*Sorumlu yazar e-mail: kamilsaygı@ditas.com.tr

Özet

Direksiyon ve süspansiyon sistemlerinde kapalı tip yağlama sistemleri kullanılmaktadır. Bu kapalı tip yağlamalarda sızdırmazlığı sağlayan en önemli alt bileşen tozluk lastiği olarak bilinen parçadır. Tozluk lastikleri kullanıldıkları yer, kullanıldıkları coğrafi bölge, vb; gibi durumlardan dolayı farklı tip hammadde ve farklı özellikleri karşılaması beklenmektedir. Bundan dolayı çalışmamızda direksiyon ve süspansiyon sistem parçalarının olmazsa olmaz alt kompenentleri arasında yer alan tozluk lastiklerinin kullandıkları malzemelere göre yorulma ömürlerinin araştırılması üzerine olmuştur. Çalışmamızda kullandığımız Elastollan C75, Hytrel ® 3078,NBR, tozluk lastiklerinin birbirlerine göre kıyaslamalı sonuçlarına yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tozluk Lastiği, Çevrimsel Similasyon Testi, Tozluk Lastiği Aşınma

Investigation of The Fatigue Life of Dust Boots Made With Different Raw Materials

Abstract

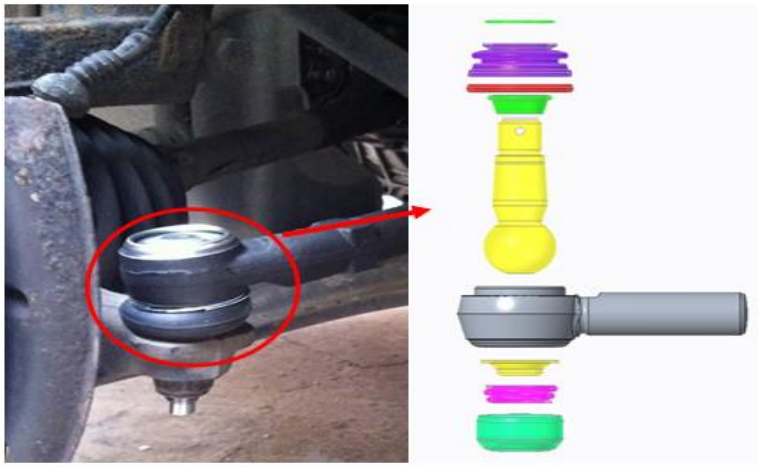
Closed type lubrication systems are used in steering and suspension systems. The most important sub-component providing sealing in these closed-type lubrication is the part known as dust boot. The place where the dust boot are used, the geographical region where they are used, etc.; It is expected to meet different types of raw materials and different properties due to such situations. Therefore, our study focused on the fatigue life of dust boot, which are among the indispensable sub-components of steering and suspension system parts, according to the materials they use. The comparative results of the Elastollan C75, Hytrel ® 3078,NBR, dust boot we used in our study are given.

Keywords: Dust Boot, Cyclic Simulation Test, Dust Boot Wear Test

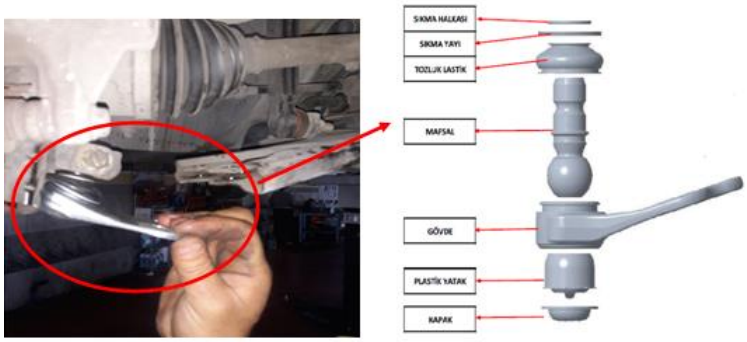
GİRİŞ

Tozluk lastiği, mekanik olarak bir bağlantı elemanı değil sadece koruyucu ve muhafaza edici özelliğe sahip olan mafsalın hareketini taklit edip esneyebilen kauçuk malzemeden yapılmıştır. Tozluk lastikleri sadece yatak içerisinde bulunan gresin boşalmamasını sağlamak ve dış etkenlerden korumak için vardır. Tozluk lastiklerinde hammadde olarak, doğal kauçuk kullanılır. Tozluk lastiklerinin test şartlarını ve araç hareket kabiliyetini karşılayabilmesi için dayanıklı olması gereklidir. Çalışmamızda çeşitli türdeki tozluk lastiklerinin araç üzerindeki hareketlerini simüle edecek şekilde teste tabi tutarak tozluk lastiklerinin ömürlerinin araştırılması üzerine yapılmıştır.

Tozluk lastiği, mekanik olarak bir bağlantı elemanı değil sadece koruyucu ve muhafaza edici özelliğe sahip olan mafsalın hareketini taklit edip esneyebilen kauçuk malzemeden yapılmıştır. Tozluk lastikleri sadece yatak içerisinde bulunan gresin boşalmamasını sağlamak ve dış etkenlerden korumak için vardır. Tozluk lastiklerinde hammadde olarak, doğal kauçuk kullanılır. Tozluk lastiklerinin test şartlarını ve araç hareket kabiliyetini karşılayabilmesi için dayanıklı olması gereklidir. Çalışmamızda çeşitli türdeki tozluk lastiklerinin araç üzerindeki hareketlerini simüle edecek şekilde teste tabi tutarak tozluk lastiklerinin ömürlerinin araştırılması üzerine yapılmıştır.



Şekil 1: Rotbaşı Tozluk Lastiği Montaj Görüntüsü



Şekil 2: Rotil Tozluk Lastiği Montaj Görüntüsü

Otomobil tampon uygulamaları için kauçuk partikül takviyeli termoplastiğin mekanik ve mikro yapısal karakterizasyonu üzerinde bir çalışma yapmıştır. Düşük yoğunluklu polietilen ile çeşitli oranlarda toz haline getirilen kauçuk partiküllerini karıştırarak termoplastik elastomer kompozitin mekanik özellikleri karakterize edilmiştir. Elastomerin mekanik özelliklerine bakmak için çekme, darbe, eğilme ve sertlik testlerine tabi tutulmuştur. Elde edilen veriler baz alınanrak daha ağır olan kauçuk partikül takviyenin daha yüksek elastite modülü ve sert bir kompozit oluşturduğu gözlemlenmiştir. Bu kompozitin eğilme kuvveti ve darbe enerjisi daha düşüktür. Bunun nedeni matris fazları arasındaki yetersiz yapışmadan dolayı sonuçlar düşük gelmiş olabilir [1].

Ticari ve kişisel araçlar için kauçuk hava süspansiyon sistemleri, yaylı sönümleme bileşenleri olarak giderek daha fazla kullanılmaktadır. Gelişmiş stabilite ve araç konforu, otomatik yükseklik ayarı, rijitlik düzenleme kabiliyeti ve farklı yüklerde neredeyse sabit rezonans frekansı gibi özellikler kauçuk hava süspansiyon sistemlerinin diğer süspansiyon sistemlerine karşı temel avantajları olarak sayılabilir [2].

Kauçukların malzeme dayanımı, geometri ve gerçekçi yük koşullarına bağlı olan model hava süspansiyon körüğünün yorulma ömrü, simülasyon modelleri veya prototipleri test ederek belirlenmektedir. Günümüzde, yayların yorulma ömrü tahminleri esas olarak deneyler yoluyla elde edilmektedir [3].

Hava körükleri uzun yıllardır ticari araçlarda ve otobüslerde, sürüş yüksekliğini korumak ve yükten bağımsız olarak araç konforunu artırmak için kullanılmaktadır. Bu çalışmada hem deneysel hem de sonlu eleman yöntemleri ile havalı süspansiyon sisteminin bir parçası olan hava körüklerinin statik ve dinamik sönümleme özellikleri araştırılmıştır. Statik ve dinamik sönümleme özellikleri belirlenirken, farklı basınç ve deplasmanlardan dolayı körüklerde oluşan reaksiyon kuvvet değerleri kullanılmıştır. Sıkıştırma sonrası geri yaylanma esnasında deneysel ve analitik çalışmalardan elde edilen yay sabitlerinde farklılıklar gözlemlenmiştir. Minimum yüksekliğe ulaşıldıktan sonra geri hareket başladığı anda yay sabitinde yaklaşık %10'luk bir sapma gözlemlenmiş, sonrasında %6'dan daha az bir sapma değeri gözlemlenmiştir. Deneysel ve analitik çalışmalarda, anlık yükleme sonucunda elde edilen yay sabitleri arasındaki sapma değerleri %4'ün altında hava körüklerinde FEA analizinin etkin bir şekilde kullanılabileceği görülmüştür [4].

Kauçuk karışımı, bitmiş üründe istenilen özelliklerin sağlanması için uygun kauçuk (polimer), diğer hammaddeler ve katkı maddelerinden oluşan vulkanize edilebilen (çapraz bağlanabilir) bir hamur çeşididir. Kauçuk(lar) dışında kullanılan tüm malzemeler, tarifte PHR (yüz kauçuk başına düşen parça), yani yüz parça kauçuk için gerekli miktar olarak belirtilmiştir. Kauçuk karışımında kullanılan maddeler proses özelliklerini, nihai üründe istenen özellikleri ve maliyet kontrolünü kontrol etmek için kullanılır. Bunlardan en önemlisi kauçuğu çapraz bağlamak için gerekli olan vulkanizasyon sistemidir. Karışımı güçlendirmek veya daha az maliyetli hale getirmek için dolgu malzemeleri kullanılır. Stabilizatörler, hem işlem sırasında hem de parça kullanılırken karışımı bozulmaya karşı korur. Gerektiğinde diğer katkı maddeleri (yağlayıcılar, şişirici maddeler, manyetik dolgu maddeleri vb.) eklenebilir [5-7].

Kauçuklar farklı sıcaklıklarda, kritik gözyaşı enerjisi, malzeme, statik yırtılma kırılma testleri testleri ile yırtılma enerjileri ölçülmüştür. Kritik yırtılma enerjisi artan sıcaklıkla katlanarak azalmaktadır. Düşünen kritik yırtılma enerjisinin sıcaklığa bağımlılığı, sıcaklığa bağlı yorulma çatlağı CB dolgulu kauçuğun büyüme kinetiği belirlendi ve malzemenin yorulma ömrü yüksek sıcaklıklar kinetiklere göre tahmin edilmiştir. Sonuç olarak, yorulma ömrü sıcaklık ve gerinim deki artışla azalır. Sıcaklığın kauçuk ürünlerin yorulma ömrünü etkilediği bakış açısına dayanarak, Malzemenin yırtılma enerjisi, farklı sıcaklıklardaki yırtılma kırılma testi verilerine ve oda sıcaklığındaki yorulma çatlağı büyüme testi verilerine dayanan bir model, bu yazıda incelenen kauçuğun sıcaklığa bağlı yorulma ömrünü tahmin etmek için kullanılabilir [6].

Sıcaklıklar arasında termal yaşlandırma yapılmıştır. 3 ila 24 gün arasında değişen süreler için 80 °C ve 120 °C. Termal bozulmanın etkisi kullanılarak ölçüldü sıcaklıktaki zamanın bir fonksiyonu olarak vulkanizatların çapraz bağ dağılımındaki değişiklikler. Bir ana eğri ilişkisi termal bozulma nedeniyle vulkanizatların çapraz bağ dağılımı ile statik ve dinamik mekanik arasında özellikleri geliştirilmiştir. Hem yarı statik hem de dinamik mekanik özelliklerin birbiriyle ilişkili olduğu bulunmuştur. Poli ve monosülfidik çapraz bağların yüzdesi ile genel olarak daha yüksek seviyelerde polisülfidik çapraz bağ en yüksek mekanik özelliklere yol açmıştır [8].

NBR kauçuğun (Nitril Kauçuk) metal vulkanizasyonu için yapıştırıcının sentezi, karakterizasyonu ve uygulamaları araştırılmıştır. Silan dolguların yapıştırıcı üzerindeki etkisi araştırıldı. Yapıştırıcı, bir organik solvent sisteminde çözünmüş veya dağılmış polimerler, organik bileşikler ve mineral dolgu maddelerinin bir karışımından oluşur. Metal plaka, yüzey temizliği ve pürüzlülüğü sağlamak için çinko fosfat ile kaplanmıştır. Kaplama uygulaması yapılarak yapıştırıcı uygulaması yapılmıştır. Vulkanize sonra kauçuk ile metal arasındaki yapıştırıcı incelenmiştir. Silane Filler ile hazırlanan kauçuk-metal yapıştırma malzemesi Karbon Siyahına göre daha iyi yapışma sağlamıştır [9].

Tozluk lastiklerinin sayısal analizi ve deneysel olarak değerlendirmesi üzerine olmuştur. Tozluk lastikleri, esnek yapılı bağlantıları dış etmenlerden korumak için otomotiv ve endüstride kullanılan koruyucu elemandır. Tozluk lastikleri, parçanın hareketindeki maksimum açıyı karşılayacak şekilde tasarlanmalıdır. Çalışmada, 1 mm kalınlığa sahip tozluk lastiklerinin, ön yüklemelere maruz kalan tozluk lastiklerinin hata modlarını ve iyileştirmeleri sayısal analiz yöntemi ve deneyler ile açıklamaya çalışılmıştır. Deney sonucunda hasarlanan tozluk lastikleri zorlanmalara maruz kaldığı gözlemlenmiş ve tüm numuneler ret çıkmıştır. Tozluk lastiklerinin kalınlıklarını 1,5 mm'ye çıkartılarak sayısal analiz yönteminde yapılan çalışmada uygun olduğu gözlemlenmiştir [10].

Bir elastomerin yorulma ömrünün tahmini üzerine bir çalışma yapmışlardır. Arıza analizi ve yorulma ömrü tahmini, tasarım prosedüründe güvence altına almak için çok önemlidir. Bir demiryolu elastomerik pedinin ömrü, malzeme testleri ve sonlu elemanlar analizi ile tahmin edilebilir. Bu çalışma kapsamında, özel olarak geliştirilen kloropren kauçuğun yorulma ömrü, üretilen numunelere çekme ve yorulma testleri yaparak, malzemenin gerinim dağılım konturları ve maksimum ana gerilim sonuçlarına bakılmıştır. Elde edilen sonuçlar literatürlerdeki sonuçlara benzer sonuçlar çıkmıştır. Sonuç olarak, önerilen yorulma ömrü tahmin yöntemi, ürün tasarım döngüsünü kısaltabilir, tasarımı azaltabilir ve ürün maliyeti oldukça yüksektir ve bir elastomerik pedin kalitesini artırır [11].

Taşıtlardaki süspansiyon sistemlerinin bir parçası olan hava süspansiyon körüğünün üretim tipinin, ürün kalite özellikleri üzerine etkisi inceleyerek körüklerin ilgili standartlara göre fiziksel ve mekanik özellikleri belirlemeye çalışmışlardır. Üretilen körüğün mekanik performanslarının belirlenmesine yönelik çalışma kapsamında Patlatma Test Cihazı, Taşıma-Genişleme ve Ömür Test Cihazı kullanılmıştır. İmal edilen hava

süspansiyon körüklerinin mekanik özelliklerini incelemek amacıyla patlatma, taşıma, genişleme ve ömür testleri gerçekleştirilmiştir [12].

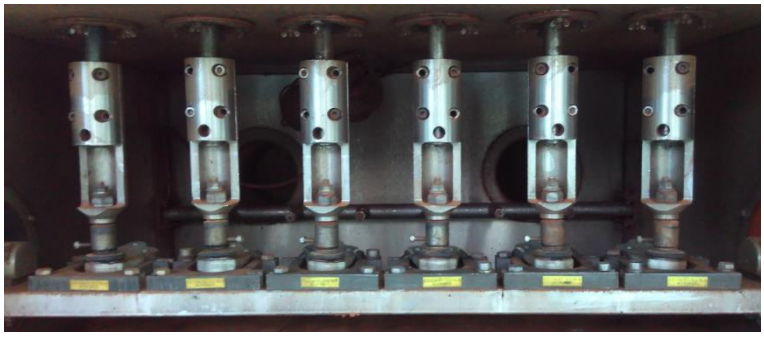
MATERYAL VE METOD

Çalışmamız kapsamında 3 çeşit hammadde ile üretilen tozluk lastikleri rot başı ve rotillere montaj yapılmıştır. Montaj yapılan tozluk lastiklerinin hammadde özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Tozluk Lastiği Hammadde Özellikleri

Malzeme Adı	Sertlik (Shore A)	Yoğunluk (g/cm^3)	Gerilme Direnc (MPa)	Kopma uzaması (%)	Yırtılma Mukavemeti (kN/m)
Elastollan C75	75	1,25	35	660	75
Hytrel ® 3078	30	1,07	24	900	80
NBR	50	1,45	5	250	15

Test kabininde montajı yapılmış tozluk lastiklerin normal ve soğuk şartlardaki durumlarının görsellerine aşağıda yer verilmiştir.



Şekil 3. Normal Şartlarda Çalışan Rotil Tozluk Lastiği Görüntüsü

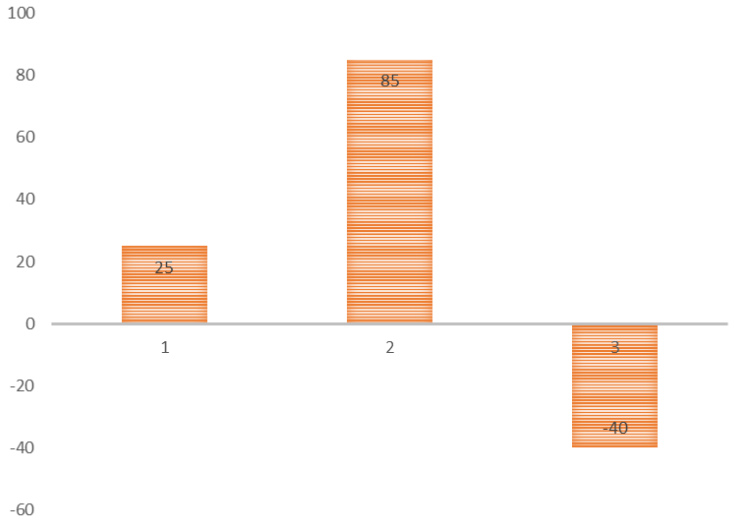


Şekil 4. Soğuk Ortamda Çalışan Tozluk Lastiği Görüntüsü

Çalışma kapsamında tozluk lastiğinde yırtılma, mafsal kısmından su girişi, yağa su girişi, yağ sızıntısı gibi parametreler 3 hammadde için eşit koşullarda yapılan testlerde kıyaslanmıştır.

Test döngüsel olarak 4 eksende sıcaklıkla birlikte uygulanarak yapılmıştır. İki eksen açı iki eksen kuvvet ve aynı zamanda su, kum karışımı 1,5 milyon çevrim uygulanmıştır.

Tablo 2. Test Şartları



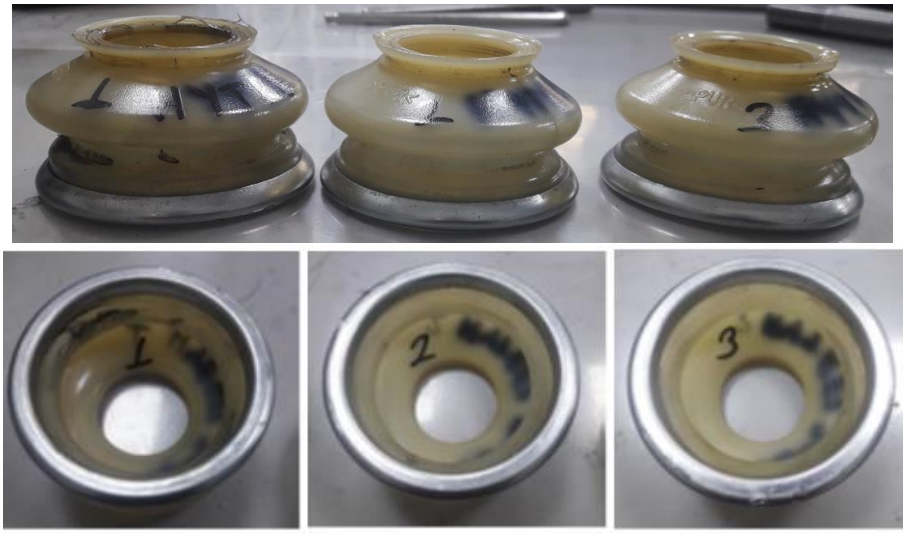
Elastollan C75, Hytrel ® 3078, NBR, malzemelerden üretilen tozluk lastikleri -40, +85 derece arasında 4 eksenli kauçuk yorulma testi yapılmıştır. Test sonrasında çıkan ürünlerin fotoğrafları şekil 5'de gösterilmiştir.



Şekil 5. Test Sonrası Tozluk Lastiği Görüntüsü

Tablo 3. 500.000 Çevrim Çalışmış NBR Tozluk Lastiklerinin Test Sonuçları

Çevrim (cycle)	SICAKLIK (℃)	Kontrol Adımı	Gözlem	1	2	3	4	5	6
500.000	25	1	Tozluk Lastikde Çatlak veya Aşınma	OK	OK	OK	OK	OK	OK
		2	Mafsala su girişi	OK	OK	OK	OK	OK	OK
		3	Ateş ile su kontrolü	OK	OK	OK	OK	OK	OK
		4	Mafsaldan gres sızıntısı	OK	OK	OK	OK	OK	OK
		5	Yataktan Gres sızıntısı	OK	OK	OK	OK	OK	OK
500.000	85	1	Tozluk Lastikde Çatlak veya Aşınma	OK	OK	OK	OK	OK	OK
		2	Mafsala su girişi	OK	OK	OK	OK	OK	OK
		3	Ateş ile su kontrolü	OK	OK	OK	OK	OK	OK
		4	Mafsaldan gres sızıntısı	OK	OK	OK	OK	OK	OK
		5	Yataktan Gres sızıntısı	OK	OK	OK	OK	OK	OK
500.000	-40	1	Tozluk Lastikde Çatlak veya Aşınma	OK	OK	OK	OK	OK	OK
		2	Mafsala su girişi	OK	OK	OK	OK	OK	OK
		3	Ateş ile su kontrolü	OK	OK	OK	OK	OK	OK
		4	Mafsaldan gres sızıntısı	OK	OK	OK	OK	OK	OK
		5	Yataktan Gres sızıntısı	OK	OK	OK	OK	OK	OK



Şekil 6. Test Sonrası Hytrel ® 3078 Tozluk Lastiği Görüntüsü



Şekil 7. Test Sonrası Elastollan C75 Tozluk Lastiği Görüntüsü

Tablo 4. 500.000 Çevrim Çalışmış Hytrel ® 3078 ve Elastollan C75 Tozluk Lastiklerinin Test Sonuçları

Çevrim (Cycles)	Sıcaklık (°C)	Kontrol Adımı	Gözlem	HYTREL 3078			Elastollan C75		
				1	2	3	1	2	3
500.000 Çevrim	25	1	Tozluk lastiğinde çatlak veya aşınma	Ret	OK	OK	OK	OK	OK
		2	Mafsala su girişi	Ret	OK	OK	OK	OK	OK
		3	Ateş ile su kontrolü	Ret	OK	OK	OK	OK	OK
		4	Mafsaldan gres sızıntısı	Ret	OK	OK	OK	OK	OK
		5	Yataktan gres sızıntısı	Ret	OK	OK	OK	OK	OK
500.000 Çevrim	85	1	Tozluk lastiğinde çatlak veya aşınma	Ret	OK	OK	OK	OK	OK
		2	Mafsala su girişi	Ret	OK	OK	OK	OK	OK
		3	Ateş ile su kontrolü	Ret	OK	OK	OK	OK	OK
		4	Mafsaldan gres sızıntısı	Ret	OK	OK	OK	OK	OK
		5	Yataktan gres sızıntısı	Ret	OK	OK	OK	OK	OK
500.000 Çevrim	-40	1	Tozluk lastiğinde çatlak veya aşınma	Ret	OK	OK	OK	OK	OK
		2	Mafsala su girişi	Ret	OK	OK	OK	OK	OK
		3	Ateş ile su kontrolü	Ret	OK	OK	OK	OK	OK
		4	Mafsaldan gres sızıntısı	Ret	OK	OK	OK	OK	OK
		5	Yataktan gres sızıntısı	Ret	OK	OK	OK	OK	OK

4. Sonuç

Yapılan testlerde elde edilen bulgular sonucunda;

- NBR ve Elastollan C75 tozluk lastiği Hytrel ® 3078 tozluk lastiğine göre daha dayanıklı olduğu sonucu çıkarılmıştır.
- Hytrel ® 3078 tozluk lastiği üzerinde iyileştirmeler yapılarak yeni bir araştırma konusu ortaya çıkabilir.
- Bu analizlerde tozluk lastiklerin birim üretim maliyetleri açısından da kıyaslanmıştır NBR, diğer malzemelere göre daha uygun olduğu görülmüştür.
- Yapılan çalışmalar neticesinde iklim şartları altında tozluk lastiklerin hammaddelerinin davranışları tayin edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışma kapsamında çevresel şartlar simüle edilerek kullanılan ürünlerde kıyaslamalar yapılmıştır. Bu çalışmalar kapsamında daha zor şartlar altında çalışabilecek hammaddeye sahip tozluk lastikler tayin edilebilmiştir.

KAYNAKLAR

Bodude M.A., Akano T., Owa A.F. (2019),"Mechanical and microstructural characterization of rubber particle reinforced thermoplastic for automobile bumper application" MANAS Journal of Engineering 7 (2) 89-93.

Diwakar A., Singh Vinay P., Kumar A., 2021," Mechanical Properties Evaulation of Concrete With Crumb Rubber Particles Used As Fine Aggregate" Usak Universty Journal of Engineering Sciences 4(1):28-41.

Fischer, G., and Streicher, M., (1998). "Procedure for validation tests on air-springs for commercial vehicles", SAE technical paper series, 982841, November

Kasım, H., Özkan, E., Yazıcı, M. (2021). Hava Körüklerinin Statik ve Dinamik Sönümleme Özelliklerinin Sonlu Elemanlar Yöntemi ile İncelenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (21), 12-22.

Leblane JL. (2002); "Rubber-filler interactions and rheological properties in filled compounds". Prog Polym Sci 27: 627-687.

Luo W., Li M., Huang Y.,Yin B., Hu X., (2019) " Effect of Temperature on the Tear Fracture and Fatigue Life of Carbon-Black-Filled Rubber" Polymers,11,768.

Morawetz H., (2000),"History of Rubber Research. Rubber Chem Technol"; 73: 405–426.

South Joseph T., Case Scott W., Reifsnider Kenneth L., (2003)" Effects of Thermal Aging on The Mechanical Properties of Natural Rubber" Rubber Chemistry and Technology, September, 76(4), 785-802.

Sevinc U.,Kara A., (2018), " Effect of Silane in the Rubber -Metal Bonding Agent" Journal of Physical Chemistry and Functional Materials, 1(1), 73-81.

Sukumar T., Ramesh Bapu B.R., Durga Prasad B., (2020), " Numerical analysis and experimental evaluation of rubber boot design, Engineering Failure Analysis Volume 118, December 104867.

Suryatal, B., et al. (2015)" ε-N Eğrisi ve FEA ile Elastomerik Bir Pedin Yorulma Ömrü Tahmini" günlük Yüzey Mühendisliği Malzemeleri ve İleri Teknoloji, 5, 85-92.

[12] Turna E., Kafkas F., Şeker U. ve Yücesu H. S., (2018).,"Kauçuk hava süspansiyon körüklerinin üretim yöntemi ve yorulma ömrünün ürün kalitesi üzerine etkisinin belirlenmesi", Politeknik Dergisi, 21(4): 759-764,

ORAL PRESENTATION

A Comparison of Image Fusion Quality Metrics

Emre Bendeş1* (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9432-3278)

*1 Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Engineering-Architecture Faculty, Computer Engineering Department, Nevşehir, Turkey.

*Corresponding author e-mail: emrebendes@nevsehir.edu.tr

Abstract
Measuring the fitness of the fused image plays a key role in image fusion applications. For a learning process performed in a machine learning algorithm, the result of the fusion should be evaluated numerically. In the literature, there are well-known quality metrics developed for this purpose. Each metric evaluates the quality of the image using a different method. However, to be used in the learning process, the quality metrics must be able to provide results compatible with the change in the image's visual quality. In this study, synthetic images with known quality levels were created for this purpose. The scoring accuracy of six quality metrics commonly used in the literature was compared with these test images and the results were evaluated.
Keywords: image fusion, image quality metrics, image processing.

INTRODUCTION

Merging the information contained in two or more images to obtain a single image with more meaningful information is called image fusion. Image fusion is used in a variety of fields. We can divide image fusion applications into two: single-mode and multi-mode image fusion (Huang et al. 2020). While single-mode image fusion captures images of the scene with different parameters from the same sensor, multi-mode image fusion captures the same scene with different sensors.

The best-known application of single-mode image fusion is multi-focus image fusion. In multi-focus image fusion, images captured at different focal lengths are combined (Xiaole Ma et al. 2021). Due to the structure of the camera hardware, it is known that the images can only be focused to a certain distance. Therefore, objects near the focused distance will appear sharp in the image, while objects closer or farther away will be perceived as blurred depending on the distance. If it is desired to produce an image where every part of the scene is clearly visible, it is necessary to transfer the clear areas in the source images captured with different focal lengths into a fused image. The most important step in this process is to determine the sharpness of the source images.

On the other hand, multi-mode image fusion also has a wide range of applications (Aslantas et al. 2014). Medical applications combining CT images sensitive to hard tissue and MR images sensitive to soft tissue are common in the literature (Li et al. 2021). Military applications are also well-known examples of multi-mode image fusion. Battlefield observation (Wanyi Zhang et al. 2020) and concealed weapon detection are examples of this application area. Another multi-modal image fusion application is enhanced night vision (Yanling Chen et al. 2022; Nashwan Jasim Hussein et al. 2017), which aims to improve perception in dark environments. Another common application is remote sensing where multispectral images are combined (Kurban 2021).

The importance of the information obtained through the fusion process depends on the application area. Regardless of the purpose of image fusion, the resulting fused image should be evaluated by objective or subjective tests. Subjective evaluation is a process of interpreting the quality of the image based on human perception. Human perception can be influenced depending on environmental conditions (Vladimir Petrović 2007). Moreover, it is not suitable for use in an intelligent software algorithm since it is a time-consuming process (Aslantas et al. 2014). For this reason, a function that objectively provides a numerical value about the quality of the image is needed. This function is called the objective quality metric. Many quality metrics have been proposed in the literature (Aslantas and Bendes 2015; Xydeas and Petrovic 2000; Guihong Qu et al. 2002; Eskicioglu and Fisher 1995; V. Aslantas and R. Kurban 2009).

Metrics can be used to compare fusion methods as well as a measure of fitness value in processes performed with deep learning or optimization algorithms (Liu et al. 2018; Zhang 2021; Zhou et al. 2019; Sen Qiu et al. 2021; Li et al. 2018; Aslantas et al. 2014). It is important to compare quality metrics for such applications.

Quality metrics are expected to give better scores the better the fused image is. An image fusion process should transfer the meaningful information in the source images into the fused image. Therefore, defining the quality of a metric in terms of image fusion is not only about what the fused image contains, but also about how much meaningful information the source images provide. Meaningful information is edge information that can be perceived in an image (Zhiyun Xue ,Zhong-Ying Zhang ,Rick S. Blum 2005).

In this context, synthetic test image sets, whose quality can be determined independently of human perception, were created for single-mode and multi-mode image fusion in this study to compare quality metrics. These sets consist of input images and some fused images whose visual quality order is known in advance. In this way, it was possible to observe how the quality metrics perform as the quality of the image fusion increases.

The rest of the paper is organized as follows: Section 2 describes the image quality metrics used in experiments. In Section 3 test images sets are introduced and experimental results are discussed. Finally, the conclusion is presented.

IMAGE QUALITY METRICS

Quality metrics used in experiments are defined in this section. First and second source images are represented as I_1 and I_2 respectively and fused image is represented as I_f in the equations.

The structural similarity (*SSIM*) is a metric that yields similarity between images (Wang et al. 2004). the mean SSIM index value between the two images computed as follows:

$$MSSIM(x,y) = \frac{1}{M}\sum_{j=1}^{M} SSIMI(x_j, y_j) \tag{1}$$

Where *x* is fused image and *y* is source image. The *SSIM* is calculated as:

$$SSIMI(x,y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + C_1)(2\sigma_{xy} + C_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2)} \tag{2}$$

Where μ_x and μ_y are averages and, σ_x and σ_y are variance. σ_{xy} is the covariance of inputs. $C_1 = 6.5025$ and $C_2 = 58.5225$. We used SSIM metric in our experiments as follows:

$$SSIM = MSSIM(I_1, I_f) + MSSIM(I_2, I_f) \tag{3}$$

Quality of edge (*QoE*) is a measure of how much edge from the input images transferred to fused image (Xydeas and Petrovic 2000). *QoE* is use the sobel operators for this purpose.

$$QoE = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} k^a(i,j)w^a(i,j) + k^b(i,j)w^b(i,j)}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} w^a(i,j) + w^b(i,j)} \tag{4}$$

where w^a and w^b are weighting coefficients based on sobel edge strength of the input images, k^a ve k^b edge preservation coefficients.

Mutual information (MI) make use of Kullback-Leibler measure to determine shared information between two images as follows (Guihong Qu et al. 2002):

$$M(x,y) = \sum_{i,j} P_{xy}(i,j)\log\frac{P_{xy}(i,j)}{P_x(i)P_y(j)} \tag{5}$$

Where P_{xy} is the normalized joint gray level histogram of the input images. P_x and P_y are normalize histogram od input images respectively. Maximum contribution of input images is desired in image fusion applications. Consequently, sum of the shared information between input images and fused image are used as metric value in the *MI* as follows:

$$MI = M(I_1, I_f) + M(I_2, I_f) \tag{6}$$

Standard deviation (STD) is another quality metric used in the experiments. Diversity of intensity value is an indicator of image quality. This metric make evaluation just by using fused image as follows:

$$STD = \sqrt{\frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^{M} \sum_{j=1}^{N} \left[I(i, j) - \bar{I} \right]^2} \quad (7)$$

Where *i* and *j* are pixel coordinates and $\bar{I}$ is the mean value of the pixel values of the fused image.
Spatial Frequency (SF) measures the general activity that expresses the changes in the image (Eskicioglu and Fisher 1995). It is built on first-order differences between neighboring pixels. First, the gradients of the pixel differences for the rows (*R*) and columns (*C*) in the I image are calculated as follows:

$$C = \left[\frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^{M} \sum_{j=1}^{N} \left[I(i, j) - I(i-1, j) \right]^2 \right]^{1/2} \quad (8)$$

$$R = \left[\frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^{M} \sum_{j=1}^{N} \left[I(i, j) - I(i, j-1) \right]^2 \right]^{1/2} \quad (9)$$

The final *SF* value is expressed as:

$$SF = \sqrt{C^2 + R^2} \quad (10)$$

Sum of the correlation of differences (SCD) is a measure of how much the input image make contribution to the fused image (Aslantas and Bendes 2015). The main idea in the *SCD* metric is the fact that the fused image is built from the source images. Therefore, the difference between any source image and the fused image will give information about the contribution of the other source image. These differences expressed as:

$$F_1 = I_f - I_1 \quad (8)$$

$$F_2 = I_f - I_2 \quad (9)$$

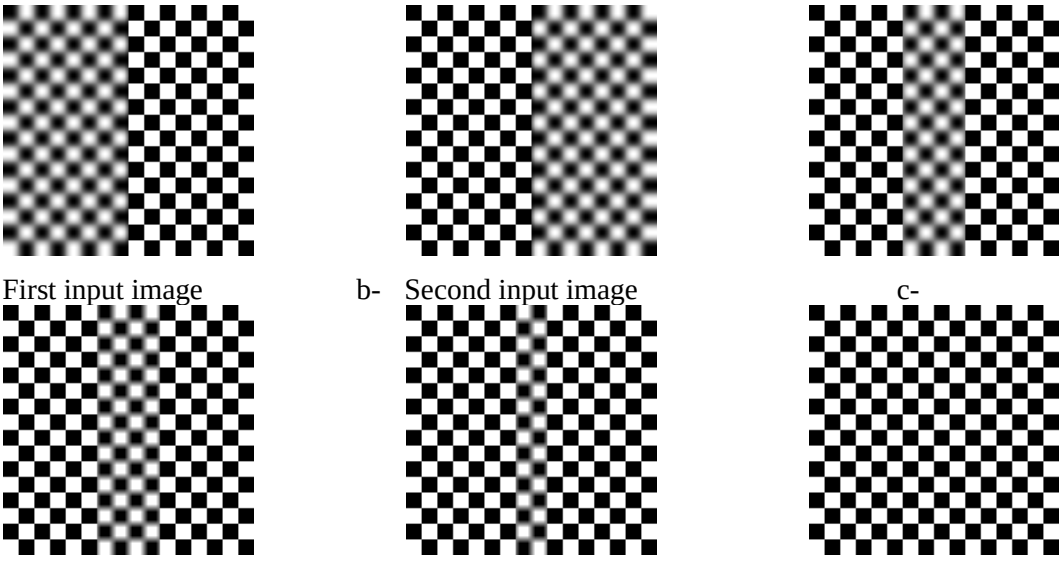
The SCD value is calculated as follows:

$$SCD = r(F_1, I_1) + r(F_2, I_2) \quad (10)$$

Where *r(.)* is the Pearson correlation between two images.

TEST IMAGES

Some sets of test images are produced synthetically. In this way, it is known in advance what the fused image should contain. Consequently, a visual evaluation is possible that is not influenced by environmental conditions and personal perception.

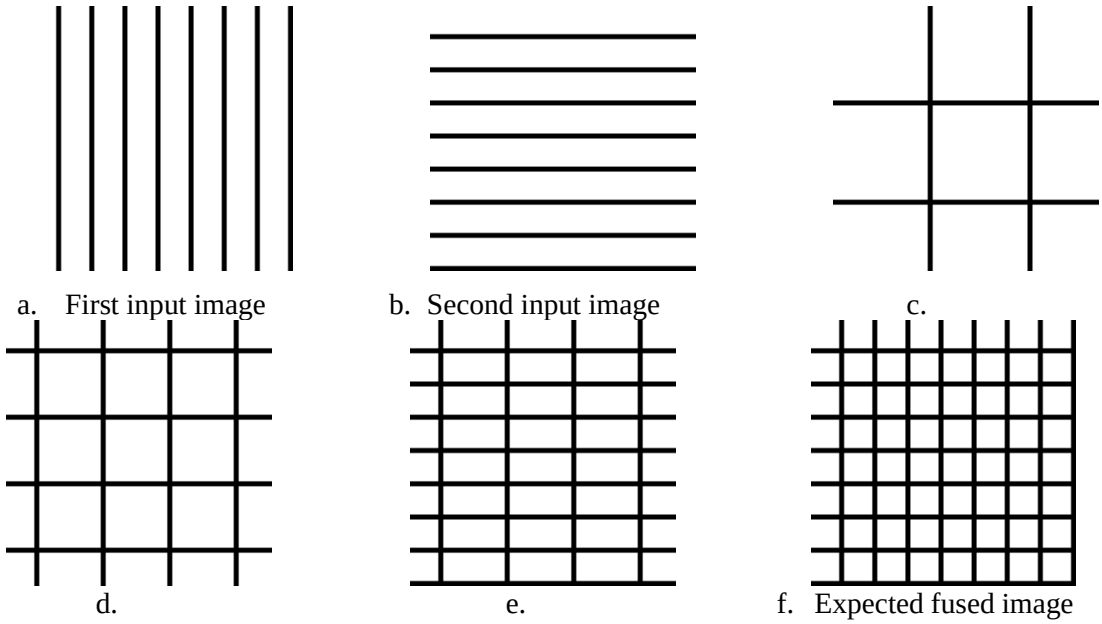


a- First input image b- Second input image c-

d- e- f- Expected fused image

Figure 1. The first test image set

Figure 1 shows the first synthetic test image set. This set was created for multi-focus image fusion. There are some blurred areas in the first and second input images. It is expected that there should be no blurred areas in a fused image. Therefore, in this test image set, we know which areas of the input images should be moved to the fused image. The sharp image has no blurred areas, as shown in Figure 1 f.



a. First input image b. Second input image c.

d. e. f. Expected fused image

Figure 2. The second test image set

In multi-sensor image fusion, the input images of the same scene are acquired from different sensors such as the thermal, the visible, or the MR. Therefore, the intensity values in all the input images have different meanings. Regardless of what the intensity values stand for, something that can be detected by one sensor in the scene will cause intensity variations in the image. That is, the edges would show up on the image. Accordingly, in Figure 2, some edges were added to the input images and all detectable information was represented in the expected fused image.

EVOLUTIONAL RESULTS

To show the performance of the metric, we first establish the matches between the images in the test sets to define the inputs and outputs for image fusion. Each image set contains two predefined source images. These images became the input images for each matching. In the matching process, each image sequence is assumed to be the output of the fusion process and the codes starting with "F" (fusion) are specified for matching. The mappings between F1 and F6 were obtained from the first image set, and the mappings between F7 and F12 were obtained from the second image set. These mappings are listed in Table 1.

Table 1. Image fusion tests

Test	First Input	Second Input	Fused Image
F1	Figure 1 a-	Figure 1 b-	Figure 1 a-
F2	Figure 1 a-	Figure 1 b-	Figure 1 b-
F3	Figure 1 a-	Figure 1 b-	Figure 1 f-
F4	Figure 1 a-	Figure 1 b-	Figure 1 d-
F5	Figure 1 a-	Figure 1 b-	Figure 1 e
F6	Figure 1 a-	Figure 1 b-	Figure 1 f
F7	Figure 2 a	Figure 2 b	Figure 2 a
F8	Figure 2 a	Figure 2 b	Figure 2 b
F9	Figure 2 a	Figure 2 b	Figure 2 c
F10	Figure 2 a	Figure 2 b	Figure 2 d
F11	Figure 2 a	Figure 2 b	Figure 2 e
F12	Figure 2 a	Figure 2 b	Figure 2 f

Table 2 shows the test quality scores for the first set of images. The desired result for this set is that it receives the best value for the F6 test, where Figure 1 f is the output. The SSIM QoE STD and SCD metrics give the best values for the desired image when examining the values. However, not every metric can adhere to the order mentioned in the previous section.

Table 2. Metric values for multi-focus tests.

Test	*SSIM*	*MI*	*QoE*	*SF*	*STD*	*SCD*
F1	1,4481	**3,1927**	0,5245	9,2724	11,1597	NaN
F2	1,4481	**3,1927**	0,5245	**9,2770**	11,1597	NaN
F3	1,4327	2,1887	0,5632	7,4659	11,2214	0,7766
F4	1,4350	2,0008	0,5457	6,7196	11,2460	0,8959
F5	1,4356	1,9195	0,5801	5,8796	11,2688	1,0341
F6	**1,4490**	1,8407	**0,6013**	4,8894	**11,2916**	**1,1699**

While the various metrics provide the best value for the right image, it turns out that they cannot rank properly for the intentionally produced images. To better illustrate this situation, linear normalized metric values are given in Figure 3. Each test value for each metric is presented in the form of a graph. When looking at the graphs, it becomes clear that not every metric can provide the desired ranking. While the metrics MI and SF provide an opposite score to the desired results, it is observed that a parallel score is obtained for metrics other than SSIM. For the SSIM metric, the result in the first two tests gives a high value as it is one of the image inputs. The SCD metric calculates the difference between the input image and the output image. The result of this calculation is a zero matrix in the first two tests. Due to the zero matrix in the correlation calculation used by its mathematical structure, it could not produce a numerical value in F1 and F2 tests, but in the other tests, it could produce the desired graph

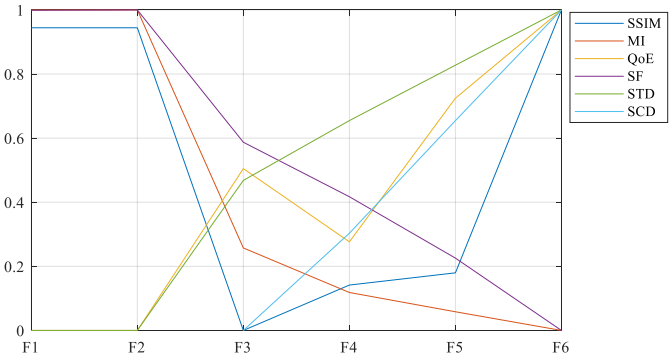


Figure 3. Normalized metric values for multi-focus results.

Table 3 shows the evaluation results of the quality metrics for the second image set. As with the first image set, the final predefined test for the second image set includes the desired fusion result, and the metrics are expected to provide the best result for this test. The best values are highlighted in bold in the table. Looking at the values in the table, each metric has achieved the best value in the F12 test.

Test	SSIM	MI	QoE	SF	STD	SCD
F7	1,1909	1,2977	0,5105	78,0775	91,0532	NaN
F8	1,1909	1,2977	0,5103	78,0775	91,0532	NaN
F9	1,0231	1,1026	0,2995	55,9404	66,5827	0,4689
F10	1,1339	1,1529	0,4958	77,5552	89,6247s	0,9054
F11	1,2045	1,2566	0,6417	91,6649	104,5379	1,3846
F12	**1,2160**	**1,3202**	**0,7413**	**101,8006**	**114,1801**	**1,8200**

Looking at the variation in metric scores between tests for the second set of images in Figure 4, after the two high scores in tests F7 and F8, there is an increase from test F9 to test F12. In the first two tests, the result image is one of the input images. Considering that the meaningful information in this set of images is the horizontal and vertical lines in the source images, we can observe that the total number of edges and the number of data transmitted from the source images in F7 and F8 is higher than that of the result images in tests F9, F10 and F11. All metrics provided the expected results except that the first two tests did not provide results due to the structure of the SCD.

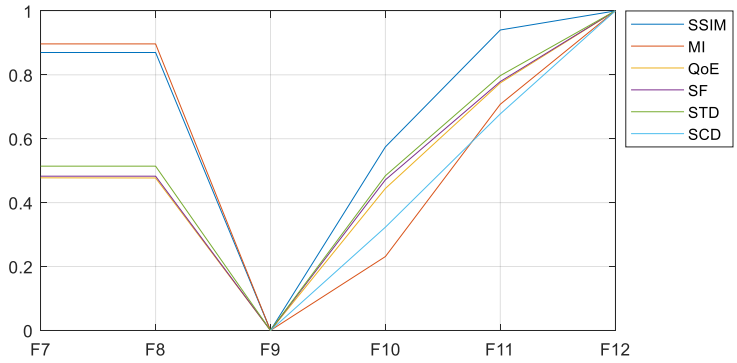


Figure 1. Normalized metric values for multi-sensor results.

The importance of metrics that provide numerical results compatible with visual quality in Deep Learning or optimization processes cannot be ignored. Metrics are functions that provide numerical values about the fitness of the fused image and are used in objective evaluation. If machine learning is to be performed for image fusion, the metric values would play a key role in the training process of the system because the result images that the system would produce should be evaluated objectively and the development should be observed numerically. At this point, the values produced by the metrics should be compatible with the subjective evaluation. The experimental tests conducted show how the metrics produce results in different applications of image fusion.

CONCLUSION

In this paper, six image fusion quality metrics from the literature are compared in terms of their compatibility with visual quality changes. To compare the results of the quality metrics, two image sets are synthetically created. Each image set consists of two predefined input images and four fused images. The input images of the first image set contain blurred images for use in multi-focus image fusion. The second image set contains input images consisting of synthetically replaced edges.

The experimental result shows that quality metrics that use the input image for evaluation are more consistent with visual quality. Since sharpness increases the standard deviation, *STD* gives better results in the multi-focus application as the overall sharpness increases. In both sets of tests, *QoE*, *SCD* and *SSIM* provide more acceptable results than the others for all tests.

REFERENCES

Aslantas, Veysel; Bendes, Emre (2015): A new image quality metric for image fusion: The sum of the correlations of differences. In AEU - International Journal of Electronics and Communications 69 (12), pp. 1890–1896. DOI: 10.1016/j.aeue.2015.09.004.

Aslantas, Veysel; Bendes, Emre; Kurban, Rifat; Toprak, Ahmet (2014): New optimised region-based multi-scale image fusion method for thermal and visible images. In Image Processing, IET 8, pp. 289–299. DOI: 10.1049/iet-ipr.2012.0667.

Eskicioglu, A. M.; Fisher, P. S. (1995): Image quality measures and their performance (43). In IEEE Transactions on Communications (12).

Guihong Qu; Dali Zhang; Pingfan Yan (2002): Information measure for performance of image fusion. In Electronics Letters 38 (7), pp. 313–315. Available online at https://digital-library.theiet.org/content/journals/10.1049/el_20020212.

Huang, Bing; Yang, Feng; Yin, Mengxiao; Mo, Xiaoying; Zhong, Cheng; Fantacci, Maria E. (2020): A Review of Multimodal Medical Image Fusion Techniques. In Computational and Mathematical Methods in Medicine 2020, p. 8279342. DOI: 10.1155/2020/8279342.

Kurban, Tuba (2021): Fusion of remotely sensed infrared and visible images using Shearlet transform and backtracking search algorithm. In International Journal of Remote Sensing 42 (13), pp. 5087–5104. DOI: 10.1080/01431161.2021.1910370.

Li, Hui; Wu, Xiao-Jun; Kittler, Josef (2018): Infrared and Visible Image Fusion using a Deep Learning Framework, pp. 2705–2710. DOI: 10.1109/ICPR.2018.8546006.

Li, Yi; Zhao, Junli; Lv, Zhihan; Li, Jinhua (2021): Medical image fusion method by deep learning. In International Journal of Cognitive Computing in Engineering 2, pp. 21–29. DOI: 10.1016/j.ijcce.2020.12.004.

Liu, Yu; Chen, Xun; Wang, Zengfu; Wang, Z. Jane; Ward, Rabab K.; Wang, Xuesong (2018): Deep learning for pixel-level image fusion: Recent advances and future prospects. In Information Fusion 42, pp. 158–173. DOI: 10.1016/j.inffus.2017.10.007.

Nashwan Jasim Hussein; Fei Hu; Feng He (2017): Multisensor of thermal and visual images to detect concealed weapon using harmony search image fusion approach. In Pattern Recognition Letters 94, pp. 219–227. DOI: 10.1016/j.patrec.2016.12.011.

Sen Qiu; Hongkai Zhao; Nan Jiang; Zhelong Wang; Long Liu; Yi An et al. (2021): Multi-sensor information fusion based on machine learning for real applications in human activity recognition: State-of-the-art and research challenges. In Information Fusion. DOI: 10.1016/j.inffus.2021.11.006.

V. Aslantas; R. Kurban (2009): A comparison of criterion functions for fusion of multi-focus noisy images. In Optics Communications 282 (16), pp. 3231–3242. DOI: 10.1016/j.optcom.2009.05.021.

Vladimir Petrović (2007): Subjective tests for image fusion evaluation and objective metric validation. In Information Fusion 8 (2), pp. 208–216. DOI: 10.1016/j.inffus.2005.05.001.

Wang, Z.; Bovik, A. C.; Sheikh, H. R.; Simoncelli, E. P. (2004): Image quality assessment: From error visibility to structural similarity. In IEEE Transactions on Image Processing 13 (4), pp. 600–612. DOI: 10.1109/TIP.2003.819861.

Wanyi Zhang; Xiuhua Fu; Wei Li (2020): The intelligent vehicle target recognition algorithm based on target infrared features combined with lidar. In Computer Communications 155, pp. 158–165. DOI: 10.1016/j.comcom.2020.03.013.

Xiaole Ma; Zhihai Wang; Shaohai Hu (2021): Multi-focus image fusion based on multi-scale sparse representation. In Journal of Visual Communication and Image Representation 81, p. 103328. DOI: 10.1016/j.jvcir.2021.103328.

Xydeas, Costas; Petrovic, Vladimir (2000): Objective pixel-level image fusion performance measure: SPIE (4051).

Yanling Chen; Lianglun Cheng; Heng Wu; Fei Mo; Ziyang Chen (2022): Infrared and visible image fusion based on iterative differential thermal information filter. In Optics and Lasers in Engineering 148, p. 106776. DOI: 10.1016/j.optlaseng.2021.106776.

Zhang, Chengfang (2021): Convolution dictionary learning for visible-infrared image fusion via local processing. In Procedia Computer Science 183, pp. 609–615. DOI: 10.1016/j.procs.2021.02.104.

Zhiyun Xue ,Zhong-Ying Zhang ,Rick S. Blum (2005): An Overview of Image Fusion.

Zhou, Tongxue; Ruan, Su; Canu, Stéphane (2019): A review: Deep learning for medical image segmentation using multi-modality fusion. In Array 3-4, p. 100004. DOI: 10.1016/j.array.2019.100004.

ORAL PRESENTATION

Assessment of Antioxidant activity and Antiproliferative Effects of *Hypericum scabrum* L. on Human Colon Cancer HT-29 Cells

Esma Kübra KAĞAN YENİÇERİ*[1], (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6860-9758*), Ahmet ALTAY[2] (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0001-8120-8900),* Ali KANDEMİR[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1902-9631*)

[*1] Erzincan Binali Yıldırım University, Institute of Science and Technology, Department of Chemistry, 24030, Erzincan, TÜRKİYE
[2] Erzincan Binali Yıldırım University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry, 24030, Erzincan, TÜRKİYE
[3] Erzincan Binali Yıldırım University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, 24030, Erzincan, TÜRKİYE

*esma.kagan@gmail.com

Abstract

In this study, antioxidant activity and antiproliferative effects of various extracts (hexane, water and methanol) from the aerial parts of *Hypericum scabrum* L. (*H. scabrum*) were investigated. Total phenolic content of the extracts was determined by Folin Ciocalteu assay. Radical scavenging and metal reducing capacity of the extracts were determined by 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) and Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) assays. The antiproliferative power of the extracts were evaluated on human colon cancer (HT-29) and healthy continuous (GF-1) cell lines via 2,3-Bis-(2-Methoxy-4-Nitro-5-Sulfophenyl)-2*H*-Tetrazolium-5-Carboxanilide (XTT) assay. Folin Ciocalteu results showed that the methanol extract (ME) was the richest in phenolic content (13.20 mg GAE/g extract), followed by water extract (WE) and hexane extract (HE). ME also exhibited much higher DPPH radical scavenging (81.57 µg/mL) and iron ion reducing capacity (48.06 mgTE/g extract) than WE and HE. XTT results indicated that we and ME and WE showed dose-dependent antiproliferative effects between 100 and 250 µg/mL on HT-29 cells, while they did not exhibit any cytotoxicity on GF-1 cells up to 500 µg/mL. In conclusion, all these preliminary results assume that *H. scabrum* creates the impression that it can be considered as a potential source in the treatment of colon cancer with its rich phenolic content, moderate antioxidant capacity, and remarkable antiproliferative power.

Keywords: *Hypericum scabrum* L., Phenolic content, Antioxidant activity, Cytotoxicity

INTRODUCTION

Colorectal cancer is one of the most frequently diagnosed cancer and the second leading cause of cancer death in the world (Siegel, R., et al., 2012; Lu X and Kang Y., 2007). Multiple factors are involved in the development of colorectal cancer, such as family history, lack of physical activity, excessive alcohol consumption, old age, and high-fat diets. The standard treatment for cancer, including colon cancer, is generally based on cytotoxic drugs, radiotherapy, chemotherapy, and surgery (Siegel, R., et al., 2012; Gurung RL, et al., 2010; Crohns, M., et al., 2009). Additionally, antiangiogenic agents have also been used for the treatment and control of cancer progression. Main problem in conventional anti-cancer treatment is the occurrence of side effects induced by the non-specific targeting of both normal and cancer cells. (Gurung RL, et al., 2010; Head J and Johnston SR., 2004). Most of the drugs used in chemotherapy have many side effects. Many studies have reported that chemotherapeutic drugs can lead to an increase in oxidative stress and also a loss of antioxidants in patients undergoing chemotherapy (Crohns, M., et al., 2009; Weijl, N. I., et al., 1997). Chemotherapy increases lipid peroxidation products, decreases free radical scavenging capacity in blood, and decreases in plasma antioxidant levels such as vitamins A, E, and C. It has been reported that antioxidant levels of cancer patients are important in terms of chemotherapy response (Block, K. I., et al., 2007; Simone, C. B., et al., 2007). After the 1900s, the demand for natural products increased as people discovered the side effects of synthetic drugs and became aware of the harms of synthetic substances in food and beverages to human health (KUTLUTÜRKAN, S., & KARATAŞ, T. 2014).

Medicinal and aromatic plants have been used for various purposes including cosmetics, drugs, perfumery, spices and food since the beginning of human history (Baytop, T. 1999). Today, many herbs are being still used for treatment of many diseases all around the world. According to the Food and Agriculture Organization (FAO), approximately 30% of the drugs used in the world consist of different bioactive compounds obtained from plants (Acıbuca, V., Bu et al., 2018). It has been widely known that various diseases such as diabetes, jaundice, wounds and burns have been treated by means of extracts or phytochemical secondary metabolites obtained from these plants (Abdullahi, A. A. 2011). Demand for medicinal plants; It is increasing in both developed and developing countries due to its low cost, no side effects, less toxic effects and being naturally produced (Sekar and Kandavel, 2010).

Hypericaceae family contains more than 400 species in different parts of the world (Cirak C, et al., 2014; Crockett SL, et al., 2011), 80 species of which are grown in Turkey. Many members of this family include the naphthodiantrone derivatives hypericin and pseudohyperiin. They are found in glandular tissues that appear as black, orange, or translucent dots or streaks on leaves and other parts of the plant. Composition of hypericum; It carries tannin, essential oil, flavone species and hypericin (Baytop, 1999). *Hypericum scabrum* L. is a perennial herbaceous plant that grows on dry rocky slopes in Turkey. This herb has been used to treat hepatitis, cystitis, chronic gastritis, ulcers, wounds, hemorrhoids, and constipation. It has been reported to have antispasmodic, anti-inflammatory, sedative and antidepressant properties (Serbetci, 2002; Kizil et al. 2004; Ayan et al. 2009). *Hypericum scabrum* L. has been used for treatment of some biological diseases such as antidepressant (Butterweck V, et al., 2002; Nogueira T, et al., 1998), antimicrobial (Crockett SL.2010; Dall'Agnol R, et al., 2003; Jayasuriya H, et al., 1989), anticancer (Guclu, G., et al., 2019; agostinis P, et al., 2002), antioxidant (Cakir A, et al., 2003), antiviral (Meruelo D, et al., 1988), antifungal (Cakir A , et al., 2005; Fenner R, et al., 2005).

According to our best knowledge, there are no or limited information about the antioxidant and cytotoxic activity regarding to *H. scabrum* species. Therefore, in this study, we aimed to determine the antioxidant capacity and antiproliferative activity of various extracts from *H. scabrum* L.

MATERIALS AND METHODS

Plant Material

The flowered branches of *H. scabrum* was collected from the Ardıçlı Lake, Erzincan region of Turkey during the flowering stage in 18.06.2019. The plant material was identified by Prof. Dr. Ali Kandemir and enumerated as 11031. The voucher specimens were deposited at the herbarium of the Department of Biology, Erzincan Binali Yıldırım University, Erzincan, Turkey.

Preperation of Crude Extracts

After the plant samples were collected, the leaves of the plant to be studied were cut into small pieces and powdered with the help of a mixer. To remove oily components, 200 g of the powdered sample was treated with 400 mL of petroleum ether for 12 h at room temperature two times. Methanol and water extracts were obtained respectively by sequential extractions from the remaining defatted powder part. For this, defatted powders was extracted with methanol solvent in a ratio of 1:3 (g/mL) for 12 h at room temperature by using a magnetic stirrer. For water extract, the same procedure was performed. All extracts were filtered over whatman paper (No.1) and the filtrates were concentrated using either a rotary evaporator at 60 ºC (Rotary evaporator, RE 100 Bibby, Stone Staffordshire, UK), or a freeze drier (FD-1000, Eyela, Japan). The obtained extracts were stored at -20°C in a glass bottle to be used for further experimental studies.

Determination of Total Phenolic Content

Total phenolic contents of the crude extracts were determined by Folin-Ciocalteu method (Altay, A., et al.,2019; Slinkard ve Singleton, 1977). Briefly, 20 µL of each plant extract at a certain concentration (0.1 mg/mL) was added into a 96-well plate, including 100 µL of Folin's reagent (20%) and mixed gently. Afterwards, 80 µL of sodium carbonate (Na_2CO_3) solution (10%) was added and the mixture was incubated for 30 min at room temperature. After the exact incubation time, the absorbance of the mixtures were monitored at 750 nm using a microplate reader (Epoch, BioTek, USA). The linear reading of the standard curve was obtained from 0 to 600 µg of gallic acid/mL. The TPC of the extracts, obtained from the linear reading of the

standard curve (y = 0,0009X + 0.0208, R^2: 0.999) of gallic acid were expressed as milligrams of gallic acid equivalent (GAE)/gram extract.

Antioxidant Activity

DPPH· Free Radical-Scavenging Activity

The DPPH radical scavenging activity of the extracts was determined according to the method of Blois with some modifications (Liyana-Pathirana ve Shahidi, 2005; Altay, A., ve ark.,2019). Briefly, 140 µL of DPPH solution (0.05 mg/mL) was mixed with 10 µL of each extract at varying concentrations (5-100 µg/mL) in a 96-well plate and incubated 20 min. After the incubation, the absorbance of the reaction mixture was monitored spectrophotometrically at 517 nm using a microplate reader (BioTek, USA). Trolox, was used as an antioxidant standard. The percentage of DPPH scavenging activity was calculated with the following equation; [1 − (test sample absorbance/blank sample absorbance)] × 100(%). The IC_{50} values (the concentration of an antioxidant scavenging 50% of DPPH radical) were calculated from the RSA% versus final concentrations of each sample.

Ferric Ions Reducing Power (FRAP)

Ferric ions reducing antioxidant power of the extracts was evaluated to the procedure described by Oyaizu (Altay, A., ve ark.,2019; Altay, A. 2018). Accordingly, 250 µL of each plant extract at a final concentration of 0.2 mg/mL and mixed with 1 mL of phosphate buffer (0.2 M, pH 6.6). Then, 1.25 mL of potassium ferricyanide [$K_3Fe(CN)_6$] (1%) was added and the reaction mixture was incubated at 50°C for 20 min. At the end of the incubation, the reaction mixture was cooled to room temperature and 1.25 mL of trichloroacetic acid (10%) and 1.25 mL of $FeCl_3$ (0.1%) were added to the reaction mixture, respectively. Finally, the absorbance readings were taken immediately at 593 nm spectrophotometerically (Perkin–Elmer, USA). Trolox was used as positive control and FRAP results of the extracts, determined from the linear reading of the standard curve (y= 0.0041x + 0.1289, R^2 = 0,999) of were expressed in terms of mg trolox equivalents (TE)/g extract.

Cytotoxicity

Cell lines and Culture

Human colon cancer (HT-29) cells and GF-1 were purchased from the ATCC (American Type Culture Collection, LGC Promochem, UK). HT-29 cells were grown in McCoy′s 5A Medium and GF-1 cells were grown in Eagle's minimal essential medium (EMEM) including L-Glutamine and 25 mM HEPES (BI, USA), integrated with 10% heat-inactivated fetal bovine serum (FBS), 1% penicillin-streptomycin and 1% Na-pyruvate (BI, USA). Cells cultures were incubated at 37°C with 5% carbon dioxide and 95% humidity in incubator (NUVE, Turkey). Studies were performed in Metisafe Class II Safety Cabinet.

Measurement of Cell Survival

The cytotoxic activity of the extracts were evaluated over HT-29 and GF-1 cancer cell lines by 2,3-bis-(2-methoxy-4-nitro-5-sulfophenyl)-2H tetrazolium-5-carboxanilide (XTT) assay, based on the extracellular reduction of tetrazolium salt XTT by NADH produced in the mitochondria via trans-plasma membrane electron transport and an electron mediator (De Logu ve diğerleri, 2003; Scudiero et.al.1988). Accordingly, the cells were seeded at a concentration of $1x10^5$ cells/mL (100 µL) into 96-well culture plates and incubated overnight in CO_2 incubator. After incubation, the cells were treated with hexane, methanol and water extracts seperately at varying concentrations (25, 50, 100, 250 and 500 µg/mL) for 24 h. The complete medium comprising dimethyl sulfoxide (0.5% DMSO) was used as negative control. When incubation times were over, the cellular metabolic activity of cancer cell line was measured at 470 nm (Epoch Microplate Reader, BioTek, USA). All tests were performed in triplicate. The cytotoxicity results of the extracts were expressed in terms of their half maximal scavenging concentration (IC_{50}), calculated by nonlinear regression curve. The dose-response curve was obtained by plotting the percentage of inhibition versus the concentrations. Cisplatin was used as a standard reference drug.

Statistical Analysis

Statistical analyses were performed for assessment of antioxidant and cytotoxic activity results by unpaired Student's t-test by using statistical program of GraphPad Prism 6 (GraphPad, La Jolla, CA) Software 7.0). All results were denoted as means with their standard deviation (SD) $p<0.05$ was taken as the minimum level of importance.

RESULTS AND DISCUSSION

Total phenolics content (TPC)

Phenolic compounds, which constitute a diverse group of phytochemicals in medicinal plants, have various biological activity in living organisms (Altay, A., et al., 2017; Altay, A., 2018). In the present study, TPC of HE, ME, and WE of *H. scabrum* was determined and the results were shown in Table 1. The results revealed that ME contained the highest level of phenolics (13.20 mg GAE/g extract), followed by WE (8.30 mg GAE/g extract), and HE (5.15 mg GAE/g extract), respectively. These results approve that the polar extracts comprise much more phenolics in their structures compared to non-polar extracts such as hexane. In the literature, there are some studies conducted with different Hypericum species possessing different phenolic amounts depending on the part of the plant used, type of the solvent, as well as the extraction procedure. For instance, Karatoprak et al. reported that the TPC of the aerial parts of *Iranian Hypericum scabrum,* extracted with water and methanol were 93.00 ± 0.22 mg CA/g extract and 186.94 ± 2.66 mg GAE/g extract, separately (Karatoprak et al., 2019). Zengin et al. outlined the TPC of methanol extract obtained from the aerial parts of *Hypericum lanuginosum* as 168.56 mg GAE/g extract (Mahomoodally et al., 2019). These data indicate that *H. scabrum* extracts contain moderate level of phenolic substances compared to the literature.

Table 1. Total phenolic content, DPPH and FRAP results of the extracts of *H. scabrum* L.

Extracts	TPC (mg GAE/g extract)	DPPH IC_{50}(µg/mL)	FRAP (mg TE/g extract)
Hexane	5.15±0.42[a]	>100[d]	N.D.
Methanol	13.20±1.95[c]	81.57[c]	48.06±1.60[c]
Water	8,30±0.12[b]	97.69[b]	17.00±0.46[b]
Trolox		12.80±0.54[a]	-

*Data marked with different superscripts within the same column (a-d) express the significant difference ($p< 0.05$).

N.D: Not determined

DPPH radical scavenging

DPPH assay is remarkably used method for evaluation of antioxidant capacity of the natural and synthetic compounds because of their vital roles in scavenging of free radicals from biological systems (Sridhar and Linton, 2019). Accordingly, the dose dependent DPPH radical scavenging activity of the extracts and standard antioxidant trolox was studied and their IC_{50} values were represented in Table 1. These results showed that DPPH radical scavenging activity of the ME was superior to that of all extracts tested with the lowest IC_{50} value of 81.57 µg/mL, followed by the WE (97.69 µg/mL) and HE (>100 µg/mL). ME was also observed to have the closest IC_{50} value to that of trolox (12.80 µg/mL). When compared with the literature, *H. scabrum* extracts appear to exhibit closely similar radical scavenging activity. For instance, Zengin et al. reported the IC_{50} values of ethyl acetate, methanol and water extracts of Hypericum lanuginosum for DPPH radical scavenging activity as 73.49, 105.93, and 354.60 µg/mL, respectively (Mahomoodally et al., 2019). The present results indicate that when the solvent polarity changes, its capability of dissolving the selected antioxidant compounds alter, and eventually influence the antioxidant activity.

Ferric ions reducing power (FRAP)

Metal ion reduction ability of a compound can serve as an important indicator to estimate of its antioxidant power via donating electrons to radicals making them more stable and unreactive species ALTAY, A. (2018; Altay, A., et al.,2017; Em, 2001). In this line, in the current study, ferric ion reducing powers of the H. *scabrum* extracts were tested and the results were calculated in terms of trolox equivalent (TE) (Table 1). The results revealed that similar to the DPPH results, the ME showed the highest iron reducing capacity (48.06 mg TE/g extract), followed by WE (17.00 mg TE/g extract). The ferric ion reduction capacity of both extracts of *H. scabrum* are greater than those of *H. lanuginosum* reported by Zengin et al. (2019). The results from the DPPH and FRAP assays reflect that *H. scabrum* extracts can be considered as an important source for prevention of radical formation that may lead to oxidative stress.

Cytotoxic activity

Cytotoxic activities of the ME and WE of *H. scabrum* against human colon (HT-29) cancer and normal GF-1 cell lines were assessed using XTT assay. The cytotoxic activity of water and methanol extracts from the aerial parts of the *H.scabrum* plant against the human colon (HT-29) cancer cell line and normal (GF-1) cell lines were evaluated using XTT analysis. The results showed that both ME and WE of *H.scabrum* significantly inhibited the proliferation of the HT-29 cell line. The IC_{50} values belonging to the extracts and cisplatine were calculated and tabulated in Table 2. As seen in Table 2, WE displayed slightly higher cytotoxic activity against HT-29 cells with an IC_{50} value of 0.440 mg/mL than ME (IC_{50}= 0.519 mg/mL). And, the IC_{50} value of cisplatine on HT-29 cells line was determined as 0.101 mg/mL. These results reveal the moderate cytotoxic activity on HT-29 cancer cells, compared to cisplatin. As for GF-1 normal cells, both extracts could not show cytotoxicity up to 1 mg/mL. These results confirm the selective powers of the extracts between the the cancer and normal cells.

In the literature, some studies related with the cytotoxic effect of the extracts from the different parts of *H. scabrum* obtained different regions were reported. For instance, water and ethanol extracts obtained from the flowers of *H.scabrum* were tested on MCF-7 and HTC-116 cancer cell lines with IC_{50} values ranging from 0.53 to 1.79 mg/mL (Keser, S., et al., 2020). In another study, the IC_{50} values of methanol extract from the flowers of *H. scabrum* against MCF-7 and HT-29 cell lines were reported 0.546 and 0.464 mg/mL, respectively (Naghibi F., et al., 2014). The data obtained in this study on cytotoxicity are very close to the results in the literature. In addition, as a result of this study, the importance of the polarity of the solvent used in the preparation of the extract obtained from the plant was once again demonstrated. As a result, all these data make it important in terms of taking the *in vitro* cytotoxicity studies of the plant one step further to *in vivo* studies.

The results we obtained as a result of our study show similar results with the extract-based studies in the literature.

Table 2. The IC_{50} values of methanol and water extracts of *H. scabrum* on HT-29 and GF-1 cell lines

Samples	HT-29 IC_{50} (mg/ml)	GF-1 IC_{50} (mg/ml)
ME	0.519	>1
WE	0.440	>1
Cisplatine	0.101	-

*****ME; Methanol Extract, WE; Water Extract
IC_{50}; Concentration of the test compound inhibiting the cell proliferation by 50%.

CONCLUSION

In the present study, *Hypericum scabrum* L. was investigated for its phenolic content, antioxidant capacity, and antiproliferative effects on human colorecatal adenocarcinoma HT-29 and normal GF-1 cell lines. All the results of TFC, DPPH, FRAP, and XTT assays demonstrated that the polarity of the solvent used in the preparation of the plant extract and therefore the type of phytochemical contained in the extract highly affect the biological activity of the plant, including antioxidant and anticancer properties.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was financially supported by grants from Erzincan University Scientific Research Projects Coordination Commission (EU-BAP) (Project No: FBA-2020-736).

REFERENCES:

Abdullahi, A. A. (2011). Trends and challenges of traditional medicine in Africa. African journal of traditional, complementary and alternative medicines, 8(5S).

ACIBUCA, V., & BUDAK, D. B. (2018). Dünya'da ve Türkiye'de tıbbi ve aromatik bitkilerin yeri ve önemi. Çukurova Tarım ve Gıda BilimLeri Dergisi, 33(1), 37-44.

Agostinis P, Vantieghem A, Merlevede W, De WPAM. (2002). Hypericin in cancer treatment: More light on the way. Int J Biochem Cell Biol 34:221–41.

ALTAY, A. (2018). HPLC Analysis of Phenolic Compounds from Gypsophila aucheri Boiss. and Investigation of Antioxidant and Cytotoxic Activity of Gypsophila aucheri Boiss. Exracts. Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(2), 168-181.

Altay, A., Celep, G. S., Yaprak, A. E., Baskose, I., & Bozoglu, F. (2017). Glassworts as possible anticancer agents against human colorectal adenocarcinoma cells with their nutritive, antioxidant and phytochemical profiles. Chemistry & biodiversity, 14(3), e1600290.

Altay, A., Degirmenci, S., Korkmaz, M., Cankaya, M., & Koksal, E. (2018). In vitro evaluation of antioxidant and anti-proliferative activities of Gypsophila sphaerocephala (Caryophyllaceae) extracts together with their phenolic profiles. Journal of Food Measurement and Characterization, 12(4), 2936-2945.

Altay, A., Suloglu, A. K., Celep, G. S., Selmanoglu, G., & Bozoglu, F. (2019). Anatolıan sage Salvıa frutıcosa ınhıbıts cytosolıc glutathıone-s-transferase actıvıty and colon cancer cell prolıferatıon. Journal of Food Measurement and Characterization, 13(2), 1390-1399.

Altay, A., Tohma, H., Durmaz, L., Taslimi, P., Korkmaz, M., Gulcin, I., & Koksal, E. (2019). Preliminary phytochemical analysis and evaluation of in vitro antioxidant, antiproliferative, antidiabetic, and anticholinergics effects of endemic Gypsophila taxa from Turkey. Journal of food biochemistry, 43(7), e12908.

Baris D, Kizil M, Aytekin C, Kizil G, Yavuz M, Ceken B, Ertekin AS (2011). In vitro antimicrobial and antioxidant activity of ethanol extract of three Hypericum and three Achillea species from Turkey. International Journal of Food Properties 4:339-355.

Baytop T. (1984). Therapy with Medicinal Plants in Turkey. Istanbul, Turkey: Istanbul Univ. Pub. No. 3255, 166–7.

Baytop, T. (1999). Türkiye'de bitkiler ile tedavi: geçmişte ve bugün. Nobel Tıp Kitabevleri.

Benzie, I. F., & Devaki, M. (2018). The ferric reducing/antioxidant power (FRAP) assay for non-enzymatic antioxidant capacity: Concepts, procedures, limitations and applications. Measurement of antioxidant activity & capacity: recent trends and applications Wiley, New York, 11, 77-106.

Block, K. I., Koch, A. C., Mead, M. N., Tothy, P. K., Newman, R. A., Gyllenhaal, C. (2007). Impact of antioxidant suplementation on chemotherapeutic efficacy: A systematic review of the evidence from randomized controlled trials. Cancer Treatment Reviews, 33(5), 407-418.

Butterweck V, Bockers T, Korte B, et al. (2002). Long-term effects of St. John's wort and hypericin on monoamine levels in rat hypothalamus and hippocampus. Brain Res 930:21–9.

Cakir A, Kordali S, Kilic H, Kaya E. (2005). Antifungal properties of essential oils and crude extracts of Hypericum linarioides. Biochem Syst Ecol 33:245–56.

Cakir A, Mavi A, Yildirim A, et al. (2003). Isolation and characterization of antioxidant phenolic compounds from the aerial parts of Hypericum hyssopifolium L. by activity-guided fractionation. J Ethnopharmacol 87:73–83.

Cirak C, Kurt D (2014). Onemli tıbbi bitkiler olarak Hypericum turleri. Anadolu Journal of Aegean Agricultural Research Institute 24:42-58.
Craddock R B et al (1999) An Intervention to increase use and effecetiveness of selfcare measures for breast cancer chemotherapy patients, Cancer Nursing, 22(4): 312-319.
Crockett SL, Robson NKB (2011). Taxonomy and chemotaxonomy of the genus Hypericum. Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology 5:1-13.
Crockett SL. (2010). Essential oil and volatile components of the genus Hypericum (Hypericaceae). Nat Prod Commun 5:1493–506.
Crohns, M., Liippo, K., Erhola, M., Kankaanranta, H., Moilanen, E., Alho, H., Kellokumpu-Lehtinen, P. (2009). Concurrent decline of several antioxidants and markers ofoxidative stress during combination chemotherapy for small cell lung cancer. ClinicalBiochemistry, 42(12), 1236-1245.
Dall'Agnol R, Ferraz A, Bernardi AP, et al. (2003). Antimicrobial activity of some Hypericum species. Phytomedicine 10:511–1
Ebrahimzadeh MA, Nabavi SM, Nabavi SF, Ahangar N (2013). Anticonvulsant activity of Hypericum scabrum L: possible mechanism involved. European Review for Medical and Pharmacological Sciences 17(16):2141-2144.
Fenner R, Sortino M, Kuze Rates SM, et al. (2005). Antifungal activity of some Brazilian Hypericum species. Phytomedicine 12:236–40.
Flyge H A (1993) Meeting the challange of neutrepenia, Nursing, 23(7):61-64.
Guclu, G., Ayca, T. A. S., Tulimat, M., Eruygur, N., & Silig, Y. (2019). Anticancer Activity of Water and Methanol Extracts of Hypericum scabrum L. on Different Cancer Cell Lines. Notulae Scientia Biologicae, 11(4), 333-336.
GÜRSÖZ, H. (2018). TÜRKİYE İLAÇ VE TIBBİ CİHAZ KURUMU. TÜRK FARMAKOPE DERGİSİ, 8.
Hamzeloo-Moghadam M, Khalaj A, Malekmohammad M (2015). Cytotoxic activity and apoptosis induction of Hypericum scabrum L. 336 Iranian Red Crescent Medical Journal 17(10): e19453.
Jayasuriya H, McChesney JD, Swanson SM, Pezzuto JM. (1989). Antimicrobial and cytotoxic activity of rottlerin-type compounds from Hypericum drummondi. J Nat Prod 52:325–31.
Karatoprak, G. Ş., Yücel, Ç., Kaytan, H. Ç., İlgün, S., Şafak, E. K., & Koşar, M. (2019). Antioxidant and Cytotoxic Activities of Aerial and Underground Parts of Hypericum Scabrum L. Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science, 43(5), 2107-2113.
Keser S, Keser F, Kaygili O, Tekin S, Demir E, Turkoglu I, … Sandal S (2018). Phytochemical compounds and antiradical, antimicrobial, and cytotoxic activities of the extracts from Hypericum scabrum L. Flowers. Natural Product Research 2018:1-6.
Keser, S., Keser, F., Kaygili, O., Tekin, S., Demir, E., Turkoglu, I., ... & Kirbag, S. (2020). Phytochemical compounds and antiradical, antimicrobial, and cytotoxic activities of the extracts from Hypericum scabrum L. Flowers. Natural product research, 34(5), 714-719.
Kizil G, Toker Z, Ozen HC, Aytekin C (2004). The antimicrobial activity of essential oils of Hypericum scabrum, Hypericum scabroides and Hypericum triquetrifolium. Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives 18(4):339-341.
Kültür S (2007) Medicinal plants used in KIrklareli Province (Turkey). J Ethnopharmacol 111(2):341–364
KUTLUTÜRKAN, S., & KARATAŞ, T. (2014). KEMOTERAPİYE BAĞLI KUSMADA TAMAMLAYICI TIP. Bozok Tıp Dergisi, 4(3), 63-65.
Liyana-Pathirana, C. M., Shahidi, F., & Alasalvar, C. (2006). Antioxidant activity of cherry laurel fruit (Laurocerasus officinalis Roem.) and its concentrated juice. Food chemistry, 99(1), 121-128.
Lobo V, Patil A, Phatak A, Chandra N (2010) Free radicals, antioxidants and functional foods: impact on human health. Pharmacogn Rev 4(8):118–126.
Mahomoodally, M. F., Zengin, G., Zheleva-Dimitrova, D., Mollica, A., Stefanucci, A., Sinan, K. I., & Aumeeruddy, M. Z. (2019). Metabolomics profiling, bio-pharmaceutical properties of Hypericum lanuginosum extracts by in vitro and in silico approaches. Industrial Crops and Products, 133, 373-382.
Mehta, R. G., Murillo, G., Naithani, R., & Peng, X. (2010). Cancer chemoprevention by natural products: how far have we come?. Pharmaceutical research, 27(6), 950-961.
Meral, A. V. C. I. (2012). ÇEŞİTLİLİK VE ENDEMİZM AÇISINDAN TÜRKİYE'NİN BİTKİ ÖRTÜSÜ. Coğrafya Dergisi, (13).
Meruelo D, Lavie G, Lavie D. (1988). Therapeutic agents with dramatic antiretroviral activity and little toxicity at effective doses: Aromatic polycyclic diones hypericin and pseudohypericin. Proc Natl Acad Sci USA 85:5230–4.

Miller M M., Kearney N (2001) Oral care.for patients with cancer: A review of the Literature, Cancer Nursing, 24(4):241- 254.

Miller ND. (1998). St John's wort (Hypericum perforatum): Clinical effects on depression and other conditions. Alter Med Rev 3:18–26.

Mittler R. ROS are good. Trends Plant Sci. 2017;22(1):11-9.

Nagel T (2004) Help patients cope with chemo., RN, 67(10): 28-30.

Naghibi F, Khalaj A, Mosaddegh M, Malekmohamadi M, Hamzeloo-Moghdam M. 2014. Cytotoxic activity evaluation of some medicinal plants, selected from Iranian traditional medicine Pharmacopoeia to treat cancer and related disorders. Journal of Ethnopharmacology. 155:230–239.

Nogueira T, Duarte F, Venaˆncio F, Tavares R, Lousa˜ M, Bicchi C, Rubiolo P (1998) Aspectos Quimiotaxono´micos do Ge´nero Hypericum L. em Portugal. Silva Lusitana 6(1): 55–61

Öztürk N, Korkmaz S, Öztürk Y (2007) Wound-healing activity of St. John's Wort (Hypericum perforatum L.) on chicken embryonic fibroblasts. J Ethnopharmacol 111(1):33–39

Pham-Huy LA, He H, Pham-Huy C. Free radicals, antioxidants in disease and health. Int J Biomed Sci. 2008;4(2):89.

Platin N.(Ed.) (1996), Hemşireler İçin Kanser El Kitabı, T.C. Sağlık Bakanlığı Kanser Savaş Daire Başkanlığı, Ankara.

Sekar, S. and Kandavel, D. 2010. Interaction of plant growth promoting rhizobacteria (pgpr) and endophytes with medicinal plants -New Avenues for Phytochemicals. J. Phytology, 2:91-100.

Siegel, R. L., Miller, K. D., Fuchs, H. E., & Jemal, A. (2021). Cancer statistics, 2021. CA: a cancer journal for clinicians, 71(1), 7-33.

Siegel, R., Naishadham, D., & Jemal, A. (2012). Cancer statistics for hispanics/latinos, 2012. CA: a cancer journal for clinicians, 62(5), 283-298.

Simone, C. B., Simone, N. L., Simone, V., Simone, C. B. (2007). Antioxidants and other nutrients do not interfere with chemotherapy or radiation therapy and can increase kill and increase survival, part 1. Alternative Therapies in Health and Medicine, 13(1), 22-28.

Slinkard, K., & Singleton, V. L. (1977). Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. American journal of enology and viticulture, 28(1), 49-55.

Sridhar, K., & Charles, A. L. (2019). In vitro antioxidant activity of Kyoho grape extracts in DPPH and ABTS assays: Estimation methods for EC50 using advanced statistical programs. Food Chemistry, 275, 41-49.

Tahir NA, Azeez HA, Muhammad KA, Faqe SA, Omer DA. 2017. Exploring of bioactive compounds in essential oil acquired from the stem and root derivatives of Hypericum triquetrifolium callus cultures. Natural Product Research. Accepted Manuscript DOI: 10.1080/ 14786419.2017.1419228.

Turker, A. U., Yildirim, A. B., Karakas, F. P., & Turker, H. (2018). In vitro antibacterial and antitumor efficiency of some traditional plants from Turkey.

Weijl, N. I., Cleton, F. J., Osanto, S. (1997). Free radicals and antioxidants in chemotherapy-induced toxicity. Cancer Treatment Reviews, 23(4), 209-240.

Xu, B. J., Yuan, S. H., & Chang, S. K. C. (2007). Comparative analyses of phenolic composition, antioxidant capacity, and color of cool season legumes and other selected food legumes. Journal of food science, 72(2), S167-S177.

Yapıcı, İ., Altay, A., Öztürk Sarıkaya, B., Korkmaz, M., Atila, A., Gülçin, İ., & Köksal, E. (2021). In vitro Antioxidant and Cytotoxic Activities of Extracts of Endemic Tanacetum erzincanense Together with Phenolic Content by LC-ESI-QTOF-MS. Chemistry & Biodiversity, 18(3), e2000812.

ORAL PRESENTATION

Raylı sistem yatırımlarının fizibilite analizinde kullanılan bileşenler ve uluslararası anlamda karşılaştırılması

Aziz Talha GÜLÜMSER[1*] (https://orcid.org/0000-0002-0067-0317),
Mustafa ÖZUYSAL[2] (https://orcid.org/ 0000-0002-3276-3075)
[*1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye
[2]Dokuz Eylül Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

*talha_gulumser41@hotmail.com

Özet

Son yıllarda Dünya'daki nüfusun artması, kentleşmenin yoğunlaşması, çevresel etmenlerin zararlı etkilerinin fazlalaşması gibi nedenlere paralel olarak ulaşımı toplu taşıma ile sağlama ihtiyacı artmıştır. Raylı sistemler toplu taşımanın en önde gelen kullanımlarından birini oluşturmaktadır ve raylı sistem projeleri inşa edilmeden önce fizibilite açısından yeterli olmalıdır. Bir raylı sistemin fizibilite çalışması projeyi fayda maliyet analizi süzgecinden geçirerek değerlendirilmesinin yapılmasından geçer. Fayda maliyet analizlerinin temel parametreleri ile projelerin değerlendirilmesi sağlanır ancak bu parametrelerin çoğunda ülkeler arasında ortak fikir birliği olsa da bazılarının değerlendirilmesinde ise farklılıklar bulunur. Bu çalışmada raylı sistem projelerinin değerlendirme aşamasında kullanılan parametrelerin ülkeler arasındaki farklılıkları araştırılmış, ortak fikir ve kullanımların olduğu kadar fikir birliğinin sağlanamadığı kullanımlar ve yöntemlerin de olduğu saptanmıştır. Ayrıca ülkemizdeki bazı raylı sistem fizibilite çalışmaları da incelenerek diğer ülkelerle kıyaslaması yapılmıştır. Bu kıyaslama ile ülkemizdeki fizibilite çalışmalarında da yatırım maliyetleri, işletme ve bakım maliyetleri, seyahat süresinin tasarrufu, araç işletme maliyetlerinden tasarruf ve kaza maliyetlerinden tasarruf bileşenlerinin diğer ülkelerle ortak kullanıldığı ve yöntemlerin benzerlikler içerdiği tespit edilmiştir. Ancak çevresel etkenler olan gürültü, iklim değişikliği ve hava kirliliği parametrelerinin hesabında ise bir takım eksikliklerin bulunduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: raylı sistem, fizibilite, fayda maliyet analizi

Components used in the feasibility analysis of rail system investments and comparison in the international meaning

Abstract

In recent years, the need to provide transportation by public transport has increased in parallel with such reasons as the increase in the world's population, the intensification of urbanization, and the increase in the harmful effects of environmental factors. Rail systems are one of the leading uses of public transport, and rail projects must be sufficient in terms of feasibility before they are built. The feasibility study of a rail system is carried out by passing the project through the benefit cost analysis filter and evaluating it. Projects are evaluated with the main parameters of cost-benefit analysis, but there is a common consensus among countries on most of these parameters, there are differences in the evaluation of one of them. In this study, the differences between the countries in the parameters used in the evaluation phase of the rail system projects were investigated, and it was determined that there were common ideas and uses and methods with which no consensus could be reached. In addition, some rail system feasibility studies in our country were also examined and compared with other countries. With this comparison, in the feasibility studies conducted in our country, it has been determined that the components of investment costs, operation and maintenance costs, savings in travel time, savings in vehicle operating costs and savings in accident costs are used in common with other countries and the methods have similarities. However, it has been concluded that there are some deficiencies in the calculation of environmental factors such as noise, climate change and air pollution parameters.

Keywords: rail system, feasibility, cost-benefit analysis

1.Giriş

Dünya'daki nüfusun gün geçtikçe artması ile birlikte insanların ihtiyaçları da artmış olup bu ihtiyaçlar doğrultusunda da insanların veya eşyaların bir yerden başka bir yere olan ulaşım ihtiyacı da artmıştır. Buna paralel olarak insanlar arasında ulaşım ihtiyaçlarını giderebilmek için motorlu ve motorsuz taşıt kullanımı hem Dünya'da hem de ülkemizde giderek yaygınlaşmıştır. Araç sayısının özellikle 1950'li yıllardan sonra artmasına karşın karayolu ağlarının uzunluğunun aynı hızda artmaması çeşitli trafik sorunlarının doğmasına neden olmuştur (Murteza, 2010).

Trafik sıkışıklığı ile birlikte gelen seyahat süresinin artması, kaza riskinin artması, hava kirliliği ve yaşam kalitesinin azalması gibi birçok sorun ulaşım planlamacıları ve politikacıları tarafından ele alınması gereken en önemli konularından biri olmuştur (Ustaoğlu ve Brendan, 2010).

Geleneksel ulaştırma politikalarında motorlu taşıtların hareketliliğini arttırma düşüncesi son zamanlarda fosil yakıtların kullanımı ve çevreye verilen zararlardan dolayı popülerliğini kaybetmiştir. Ulaşım politikaları çerçevesinde var olan sorunların önüne geçebilmek veya etkilerini azaltabilmek amacıyla toplu taşıma sistemleri yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Nosal ve Solecka, 2014). Raylı sistem teknolojilerinin gelişmesine bağlı olarak azaltılmış seyahat süreleri, güvenilirlik, hız gibi konular açısından yüksek kaliteli hizmetler sunulması ile birlikte özel araçlar yerini bu tarz yeni yaklaşımlara bırakmaya başlamıştır. Bunun bir sonucu olarak raylı sistemler getirdiği pek çok avantaj sayesinde daha çok tercih edilen bir politika yaklaşımı haline gelmiştir (Ustaoğlu ve Brendan, 2010).

Raylı sistem yatırımları, ulaşım sistemine köklü değişiklikler getiren, oldukça yüksek maliyetli, kentsel gelişime yön veren yatırımlardır. Bu yatırımların doğru bir şekilde analizi her ülke için büyük önem taşır. Çünkü ülkeler kıt kaynaklarının en verimli şekilde kullanılmasını sağlayarak ve toplumun refah düzeyine en çok katkısı olan yatırımlara destek vererek maksimum faydaya ulaşmaya çabalarlar. Fayda maliyet analizi (FMA), bir projenin değerlendirilmesini sağlamak ve yatırım kararının alabilmek için yaygın olarak kullanılan bir araçtır (European Commission, 2014). FMA, kamu politikası konularının ve projelerinin değerlendirilmesi için geliştirilmiş bir değerlendirme yöntemidir ve günümüzde, toplumun kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamak için kentsel demiryolu projeleri gibi büyük ulaşım yatırım projelerinin değerlendirilmesinde de yaygın olarak kullanılmaktadır (Evan ve ark., 2008).

FMA ile birlikte bir raylı sistemin artı ve eksi yönleri sistematik bir biçimde ölçülüp projenin fizibilite analizleri yapılarak değerlendirilmesi sağlanır. Raylı sistem projelerinin, fayda ve maliyetler analizlerinin değerlendirilme süreci çok karmaşık bir süreç olup ülkeler arasında birçok farklılık barındırır (Evan ve ark., 2008). Raylı sistem projelerinin fayda ve maliyetlerinin değerlendirme sürecine ilişkin farklılıkları ortaya koymak amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. HEATCO (Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment) AB düzeyinde proje değerlendirmesi için bir dizi kılavuz geliştirmeyi amaçlayan bir çalışma gerçekleştirmiştir (Odgaard ve ark., 2005). Bu çalışmanın bir parçası olarak Kelly ve Laird, 2005 yılında AB üye devletleri ve İsviçre'deki ulusal değerlendirme uygulamalarının derlenmesinden elde edilen sonuçları sunan bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Evan, yaptıkları çalışmada 12 farklı ülkenin kentsel demiryolu projelerini değerlendirmek için FMA yaklaşımlarını karşılaştırmışlardır. Bu tarz birçok çalışma yapılmış olup ülkeler arasında raylı sistem projelerini değerlendirilmesinde farklılıkların olduğu açıktır. Makalenin ilerleyen bölümlerinde FMA'larda bulunan farklılıkların uluslararası anlamda karşılaştırması yapılacak ve Türkiye'de yapılan bazı fizibilite çalışmalarının incelenmesiyle elde edilecek sonuçlarla birlikte ülkemizdeki çalışmalarla ilgili çıkarımlarda bulunulacaktır.

2.Materyal ve Metod

2.1 Fayda Maliyet Analizi Değerlendirme Ölçütleri

Yatırım projelerinin fayda maliyet analiz süreçlerinin değerlendirilmesinde projeden beklenen faydalar ile belirli bir süreç içerisinde oluşacak masraflar projenin ekonomik performansını ölçmek amacıyla karşılaştırılır. Bu nakit akışlarının karşılaştırması, net bugünkü değer, iç verim oranı ve fayda maliyet oranı olarak adlandırılan ölçütler kullanılarak yapılır. Bu ölçütlerin sonuçlarına göre bir projesinin finansal ve ekonomik anlamda yapılabilir olup olmadığının tayin edilmesi yani fizibilite değerlendirilmesi yapılmış olur.

Yukarıda verilen üç değerlendirme ölçütünün gerekli kullanımlarının yapılabilmesi için projelerin iskonto oranlarının ve değerlendirme periyotlarının bilinmesi gerekir. İskonto oranı, paranın zamansal değerini belirler, fayda ve maliyetlerin ortak birimlerde değerlendirilmesine yardımcı olur (U.S. Department of Transportation, 2016). Raylı sistem projelerinde uluslararası anlamda ortak olarak kullanılan bir iskonto oranı değeri bulunmamakla birlikte aynı ülke içerisinde bile projeden projeye iskonto oranları farklılık gösterebilir. İskonto oranları raylı sistemler projelerinde genellikle %2,5- %8 arasında değerler alır (RAILPAG,2003).

Değerlendirme periyodu ise projelerin başlangıç yılından itibaren işletme ömrünü tamamlayana kadar olan zamanı kapsar. Projelerin değerlendirme sürelerinde de ortak bir değer olmamakla birlikte raylı sistem projeleri incelendiğinde bu değerin 20-30 yıl aralığında yer aldığı görülebilir.

Net bugünkü değer, projenin fayda ve maliyet unsurlarının belirli bir iskonto oranı yardımı ile bugüne indirgemeyi sağlayan ölçüttür. Projelerin fayda sağlayabilmesi için net bugünkü değerin sıfırdan büyük bir değer alması gerekir. Aksi durum projenin fayda sağlamayacağını ve fizibilite açısından uygun olmadığını ifade eder. Net bugünkü değer ifadesi projelerde en yaygın kullanılan ve en iyi sonuçlar veren ölçüttür. Net bugünkü değer matematiksel bir bakış açısıyla denklem 1'deki gibi ifade edilmektedir;

$$\text{NBD}=\sum_{t=0}^{t=n}\frac{(B_t-C_t)}{(1+r)^t} \tag{1}$$

Burada; NBD = net bugünkü değeri, t = projenin değerlendirme süresini, B_t = t yılı için projenin faydalarını, C_t = t yılı için projenin maliyetlerini ve r = iskonto oranını ifade etmektedir.

İç verim oranı ise, projenin faydalarının bugünkü değerini maliyetlerin bugünkü değerine eşit kılan iskonto oranıdır. İç verim oranı, net bugünkü değerin aksine projelerde tek başına karar verici bir ölçüt olarak kullanılmaz. Bu ölçüt, net bugünkü değere ek olarak projenin iskonto oranı ile karşılaştırması yapılarak kullanılabilir. Eğer iç verim oranının değeri iskonto oranından büyükse bu projenin fayda sağlayabileceğini gösterir. İç verim oranının matematiksel ifadesi denklem 2'de ifade edilmiştir;

$$\sum_{t=0}^{t=n}\frac{(B_t-C_t)}{(1+\dot{I}VO)^t}=0 \tag{2}$$

Burada; İVO = iç verim oranını, t = projenin değerlendirme süresini, B_t = t yılı için projenin faydalarını ve
C_t = t yılı için projenin maliyetlerini ifade eder.

Projelerin değerlendirmesinde kullanılan bir diğer ölçüt de fayda maliyet oranıdır. Fayda maliyet oranı, projenin faydalarının bugünkü değerlerinin toplamının, proje maliyetlerinin bugünkü değeri toplamına bölünmesiyle elde edilen oran olarak tanımlanabilir. Bir projenin fayda sağladığını ön görebilmek için bu oranın 1'den büyük değer alması istenir. Fayda maliyet oranının matematiksel ifadesi ise denklem 3'de gösterilmiştir;

$$\text{FMO}=\frac{\sum_{t=0}^{t=n}\frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^{t=n}\frac{C_t}{(1+r)^t}} \tag{3}$$

Burada; FMO = fayda maliyet oranını, t = projenin değerlendirme süresini, B_t = t yılı için projenin faydalarını, C_t = t yılı için projenin maliyetlerini ve r = iskonto oranını temsil etmektedir.

2.2 Raylı Sistem Çalışmalarının Fayda Maliyet Analizinde Kullanılan Bileşenler

Raylı sistem projelerinin değerlendirilme süreçlerinde kullanılan bileşenleri bu makalede finansal ve ekonomik analiz başlıkları altında değerlendireceğiz. Finansal analiz aşamasında projenin finansal performans göstergelerini değerlendirmek amaçtır. Ekonomik analiz ise projenin topluma ve çevreye sağladığı faydaları değerlendirmek için kullanılır.

2.2.1 Finansal Analiz Bileşenleri

Raylı sistem yatırım projelerinde, yatırım maliyetleri, işletme ve bakım maliyetleri, artık değer ve gelirler projelerin finansal analiz bileşenlerini oluşturur.

Projelerinin maliyet bileşenlerinin en büyük kısmını oluşturan yatırım maliyetleri üç kategoride sınıflandırılabilir (Railpag, 2003);

- ✓ Teknik tasarım ve planlama çalışmalarını kapsayan planlama maliyetleri;
- ✓ Arazi edinimi, proje için gerekli işlemler için yasal ve idari ücretleri de içeren arazi ve mülk maliyetleri;
- ✓ Altyapı inşası için gerekli olan tüm inşaat maliyetleri.

İşletme ve bakım maliyetleri ise ana demiryolu işlevlerini desteklemek için gerekli olan maliyetleri kapsar. Tren personeli ve ekiplerinin maliyetleri, istasyonlarda oluşan maliyetler, ekipmanlar için gerekli olan rutin ve periyodik bakımlar, enerji maliyetleri, raylı sistem trafik yönetimi ve güvenlik sistemlerinin işletilmesi gibi maliyetler raylı sistem projelerinin işletme ve bakım maliyetleri arasında yer alır. (U.S. Department of Transportation, 2016).

Fayda maliyet analizlerinin değerlendirme süreleri, proje ile inşa edilen veya geliştirilen altyapının beklenen faydalı ömrüyle paralel olmalıdır. Fakat bazı durumlarda bu mümkün olmayabilir ve birçok raylı sistem varlığı makul bir analiz süresini aşan bir ömre sahip olabilir. Yani bazı proje varlıkları, analiz döneminin sonunda da belirli bir hizmet ömrüne sahip olabilir. Bu, hem analiz süresinden daha uzun beklenen hizmet ömrüne sahip varlıkları hem de analiz süresi içinde değiştirileceği varsayılabilecek daha kısa ömürlü varlıkları içerebilir. Bu tür durumlarda proje sorumlusu fayda maliyet analizi sürecinde bu varlıkların iskonto edilmiş kalan değerlerini projenin toplam maliyeti ile ilişkilendirebilmelidir. Kalan varlıkların bu şekilde muhasebeleştirilmiş değerleri artık değer olarak ifade edilir (U.S. Department of Transportation, 2016).

Raylı sistemlerde ücret kalemleri, yolcuların biletler için yaptıkları harcamalar, istasyonlarda bulunan reklam ücretleri ve yine istasyonlardaki tesislerin işletilmesinden oluşan gelirler olarak dikkate alınabilir. Ücretler, kullanıcıların raylı sistemlere aktardıkları ekonomik bir transfer olarak değerlendirildiği için projenin ekonomik faydası veya maliyeti olarak temsil edilmezler ve fayda maliyet analizi hesaplarından hariç tutulurlar (California HSR, 2014).

2.2.2 Ekonomik Analiz Bileşenleri

Raylı sistem projelerinin inşası veya geliştirilmesinden sonra fayda sağlayan ekonomik analiz bileşenlerini altı ana grupta sınıflandırmak mümkündür. Seyahat süresinden sağlanacak tasarruflar, araç işletme maliyetlerinin azaltılmasıyla elde edilecek faydalar, kazaların minimuma indirilmesiyle sağlanacak faydalar, gürültü, iklim değişikliği ve hava kirliliği gibi çevreye olumsuz etkilerin azaltılmasıyla sağlanacak faydalar olmak üzere ekonomik analiz bileşenlerinin en çok kullanılan parametreleri sınıflandırılabilir. Bu parametrelere ek olarak bir raylı sistem hattının işletmeye açılmasıyla birlikte yolculuk talebinin karşılanması için gerekli olan otobüs ve minibüs gibi toplu taşıma araçlarının kullanımının da azalacağı öngörülebilir. Bu azalmaya bağlı olarak otobüs ve minibüslerin yatırım maliyetlerinden önemli bir tasarruf sağlanacağı gibi yine otobüs, minibüs ve özel otomobil kullanımının azalmasına paralel olarak da karayolu bakım maliyetlerinden de tasarruf edileceği açıktır. Yapılan tüm tasarruflar ekonomik analiz değerlendirme çalışmalarında fayda sağlayan önemli bileşenler olarak ele alınmalıdır.

Seyahat süresi tasarrufunun parasal değeri, ulaşım altyapısı fayda maliyet analizlerindeki en önemli değişkenlerden biridir ve seyahat süresi tasarruf değeri değerlendirme aşamalarında fayda bileşenlerinin büyük bir kısmını oluşturur. FMA gerçekleştirilirken seyahat süresi hesabının farklı yöntemleri vardır. Bu yöntemlerden en çok kullanılanı çalışma içi zaman ile çalışma dışı zaman arasındaki ayrımın yapılmasıdır (European Commission, 2014). Çalışma içi zaman, seyahat eden kullanıcılar için işgücü verimliliğine dayanır ve saatlik işgücü maliyetleri ile ölçülür. Burada en sık kullanılan yöntem ortalama ücret oranı ve istihdamla ilgili genel giderler için bir ödenektir. Çalışma dışı zaman ise iş dışı zamanlardaki seyahat süreleri ile ilgilidir ve bu zamanın ölçülmesinde izlenecek belirli bir yöntem yoktur (Ustaoğlu ve Brendan, 2010). Yapılan çalışmaların incelenmesi ile elde edilen sonuç, genellikle çalışma dışı zamanın çalışma içi zaman değerinin %25-%40 arasında değer aldığıdır.

Araç işletme maliyetlerinden tasarruf, seyahatin özel bir arabadan toplu taşıma araçlarına geçilmesiyle gerçekleşir. Bu durumda özel araçtan bir raylı sisteme geçişte, yakıt ve yağ tasarrufu sağlanmasının yanında enerji tüketimi ve çevre kirliliği seviyelerinde pozitif bir değişimin bekleneceği açıktır. Ek olarak, lastik aşınması, bakım ve onarım maliyetleri, sigorta, genel giderler, yönetim vb. dahil olmak üzere, karayolu araç sahiplerinin genel giderlerinde de değişiklik olacak ve bu da kullanıcılara önemli ölçüde fayda sağlayacaktır (European Commission, 2014).

Doğası gereği tüm ulaşım faaliyetlerinde bir kaza riski bulunur. Fakat yaygın olarak bilinen bir gerçek ise toplu taşıma modlarının özel araç seyahatlerinden daha düşük oranlarda kaza riskine sahip olduğudur (Ustaoğlu Brendan, 2010). Kaza maliyetleri kendi içerisinde, kaza anında oluşan veya bazı yaralanma çeşitleri için kullanıcının kalan ömür boyu maliyetlerine ek olarak, acil servis, sigorta, mahkeme, polis gibi maliyetlerden oluşan doğrudan maliyetler ve kazanın gerçekleşmemesi olasılığında bir kişi tarafından

üretilebilecek mal ve hizmetlerin maliyetlerinden oluşan dolaylı maliyetler olarak iki gruba ayrılabilir (European Commission, 2014). Kaza maliyetlerinden tasarruf, yaralanma ve ölüm oranlarını ve sonuçta ortaya çıkan işgücü kayıplarını azaltarak sosyal ve ekonomik refahı teşvik eden sosyo - ekonomik faydalar olarak fayda maliyet analizlerinde önemli bir yer tutar (Ustaoğlu ve Brendan, 2010).

Ulaşım faaliyetlerinden kaynaklanan gürültü emisyonları ise gün geçtikçe artan bir çevresel sorun teşkil etmektedir. Özellikle trafik gürültüsü, kentleşmenin ve trafik hacminin artması ile birlikte insanların rahatsızlık derecelerini arttırarak konfor kaybına neden olur ve hatta uykuda azalma, kardiyovasküler hastalık riskinde artış ve işitme hasarı gibi çeşitli sağlık sorunlarının da ortaya çıkması gibi sonuçlar ortaya çıkarabilir (Korzhenevych ve ark., 2014). Gürültü maliyetleri temel olarak günün saatine, kaynağa yakınlık veya uzaklığa ve mevcut gürültü seviyelerine bağlı olarak değişir (Giuseppe ve ark., 2016). Özel otomobil kullanımından kaynaklanan gürültü maliyetleri raylı sistemler kullanılarak azaltılabilir. Sağlanan bu tasarruf bazı ülkelerin fayda maliyet analizlerinde nitel olarak ele alındığı gibi bazı ülkelerde ise ölçümler ve belirli hesaplamalar ile değerlendirme çalışmalarında yer almaktadır.

Çevresel zararlarla ilgili bir diğer parametre olan iklim değişikliği etkisi son yıllarda çalışmalarda önem arz eden bir konu haline gelmiştir. Dünya nüfusunun gün geçtikçe artmasıyla birlikte kentleşmenin de buna paralel olarak artış göstermesi, sera gazı salınımlarının ve diğer çevre kirleticilerinin zamanla küresel iklim değişikliklerine neden olduğu gerçeğini gözler önüne sermektedir (Özcan, 2018). İklim değişikliğine sebep olan metan (CH_4), karbondioksit (CO_2), azot oksit (N_2O) gibi kirleticiler özellikle ulaşım faaliyetlerinin de önemli bir sorunu olarak dikkat çekmektedir. Büyük otoyolların yer aldığı kentsel alanlarda özel otomobil kullanımının fazlalığı bu sorunun daha da artmasına sebep olmaktadır. Raylı sistem yatırımlarının fayda maliyet analizi değerlendirmesinde bu tarz kirleticilerin miktarının azaltılıp çevreye sağlanan faydanın önemi büyüktür ve bu yüzden yapılacak tasarrufların analizlerde yer alması büyük önem taşır (European Commission, 2014).

Son olarak ulaşım faaliyetleri sonucunda, ulaşım araçlarından kaynaklana emisyonlar hava kirliliğine büyük katkıda bulunmaktadır. Hava kirliliğine maruz kalmanın oluşturduğu ekonomik zararlar sonucunda oluşan maliyetleri düşürerek, emisyonları azaltan ulaşım projeleri çevresel faydalar sağlar. Bu işlem, trafik sıkışıklığını azaltmak veya yolcuları daha az kirletici modlara yönlendirmek gibi farklı yollarla sağlanabilir. Bu durumlarda fayda maliyet analizleri bu tür çevresel faydaların değerini ölçmeli ve çalışmalarında yer vermelidir (U.S. Department of Transportation, 2016).

Hava kirliliğine neden olan kirleticiler, azot dioksitler (NO_2), kükürt dioksitler (SO_2), karbon monoksitler (CO), uçucu organik bileşenler (VOC) gibi doğrudan yakıt yanması sonucu oluşan bileşenler olabileceği gibi ozon (O_3), nitratlar ve sülfatlar gibi atmosferik kimyasal reaksiyonlar ile ortaya çıkan ürünler de bu tarz kirleticilere örnek verilebilir (Korzhenevych ve ark., 2014). Bu kirleticilerin ortadan kaldırılmasıyla sağlanan tasarruflar fayda maliyet analizlerinde önemli bir yer tutar.

3. Araştırma

3.1) Raylı Sistem Yatırımlarının Uluslararası Düzeyde Karşılaştırılması

Birçok ülke raylı sistem projelerini değerlendirebilmek amacıyla bir fayda maliyet analiz süreci gerçekleştirir. Bu analizlerde kullanılan parametreler, ülkelerin kendi politik ve ekonomik nedenlerinden dolayı farklılıklar gösterebilir. Makalenin ikinci bölümünde raylı sistem projelerinin analiz sürecinde kullanılan ana bileşenler ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Bu bölümde ise ülkeler arasında anketler veya ilgili çalışmaların değerlendirilmesi sonucunda elde edilen bilgilerin taranması ile birçok ülkenin fayda maliyet analizlerinde kullanıp kullanmadıkları ana bileşenler Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo1: FMA ana parametrelerinin uluslararası düzeyde karşılaştırılması

ETKİLER / ÜLKELER	Yatırım Maliyetleri	İşletme ve Bakım Maliyetleri	Artık Değer	Gelirler	Seyahat Süresinin Tasarrufu	Araç İşletme Maliyetleri	Kaza Maliyetlerinden Tasarruf	Gürültü Kirliliği Etkisi	İklim Değişikliği	Hava Kirliliği- Yerel/Bölgesel
AVUSTURYA	✓	✓	✓	/	✓	✓	✓	✓	✓	✓
BELÇİKA	✓	✓	✓	✓	/	-	✓	✓	✓	✓
DANİMARKA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
FİNLANDİYA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
FRANSA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ALMANYA	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
İRLANDA	✓	✓	-	✓	✓	-	✓	/	/	/
HOLLANDA	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
İSVEÇ	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
İSVİÇRE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
İNGİLTERE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	/	-
ÇEK CUMHURİYETİ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	/	/
ESTONYA	✓	✓	✓	-	/	/	/	-	-	-
MACARİSTAN	/	/	✓	/	/	/	/	/	-	/
LETONYA	-	/	/	/	/	/	/	/	-	/
LİTVANYA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓
POLONYA	✓	/	✓	/	✓	-	/	/	-	/
SLOVAKYA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	/	/	/
SLOVENYA	✓	✓	✓	-	✓	-	✓	✓	-	-
KIBRIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YUNANİSTAN	✓	✓	✓	-	✓	✓	/	/	-	✓
İTALYA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
MALTA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PORTEKİZ	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	/	/	/
İSPANYA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	/	✓
AVUSTRALYA	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
YENİ ZELANDA	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ABD	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
KANADA	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	-	-
JAPONYA	✓	✓	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	✓
KORE CUMHURİYETİ	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ÇİN	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	-	-
SİNGAPUR	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	-	-	-

✓ = FMA'da parasal değer olarak yer alır.
/ = Nicel veya nitel değerlendirmeye tabiidir ve parasal değer sağlamaz.
- = Bilgi yok veya kullanılmıyor.

Raylı sistem projelerinin değerlendirme aşamasında en önemli maliyet bileşeni olarak ele alınan yatırım maliyetleri ile birlikte işletme ve bakım maliyetleri tablodan da görülebileceği üzere her ülkede ortak olarak kullanılan bileşenlerdir. Bir diğer maliyet kalemi olan artık değer ise ülkelerce ortak bir fikir birliğine varılamayan bir bileşendir. Artık değerin değerlendirmesi genellikle altyapının ömrü ve amortisman profili

dikkate alınarak yapılır. Bazı ülkeler artık değeri analizlerine katarken, Almanya, Hollanda, İsveç, İrlanda, Malta, Portekiz, ABD, Yeni Zelanda ve Singapur altyapının ömrüne sonsuz veya eşit bir değerlendirme süresi kullandıkları için artık değer bileşenini fayda maliyet analizi sürecine dahil etmezler (Evan ve diğer, 2008).

Fayda maliyet analizlerinde seyahat süresinin tasarrufu bileşeni analiz sürecinin fayda kısmında en önemli parasal etki kaynağıdır. Tüm ülkeler raylı sistem projelerinde seyahat süresinden tasarruf etmeyi amaçlar ve çoğu ülke "araç içi zaman ve değişim de dahil olmak üzere kalkıştan varış noktasına kişisel seyahat için gereken süre" tanımından yola çıkarak seyahat süresi tasarrufunun değerini elde etmeye çalışır. Bu değeri bulabilmek için en yaygın yöntem seyahat süresinin tasarruf değerinin brüt ortalama maaşlara göre ve GSYH (Gayri safi yurtiçi hasıla) değerine göre hesaplamaktır (Odgaard ve ark., 2005).

Araç işletme maliyetlerinden tasarruf bileşeni de raylı sistem projelerinde dikkate alınan önemli fayda bileşenlerden biridir. Genellikle bakım ve onarım, yakıt ve yağlayıcıların maliyetleri, araçların amortismanı gibi parametreler ülkeler tarafından değerlendirme aşamasında kullanılır.

Projelerin önemli fayda bileşenleri arasında yer alan ve tüm ülkelerin analiz süreçlerine dahil ettiği parametrelerden biri de kaza maliyetlerinden tasarruf bileşenidir. Ülkeler, genellikle kazalar sonucunda meydana gelen zayiat türleri için ölüm, ciddi yaralanma ve hafif yaralanma olarak gruplandırma yapmışlar ve bu türler için atadıkları kaza maliyetlerinden yaralanarak hesaplar yapmışlardır.

Çevresel etkiler olarak dikkate alınacak olan gürültü, iklim değişikliği ve hava kirliliği bileşenleri fayda maliyet analizlerinin değerlendirme aşamalarında dahil edilmesi gereken ancak fikir birliğinin olmadığı bileşenlerdir. Bazı ülkeler bu bileşenleri analizlerine parasal değerler vererek dahil ederken bazı ülkeler ise bunlara nitel veya nicel değerler vererek analizlerine dahil ederler.

Türkiye'de yapılan raylı sistem fizibilite çalışmalarının nasıl yapıldığı, kullanılan parametrelerin neler olduğu gibi sorulara cevap verebilmek ve diğer ülkelerle fayda maliyet analizlerinin kıyaslamasını yapabilmek için İstanbul ve İzmir'de yapılmış olan çalışmalar incelenmiştir (İzmir BŞB, 2016-2017 ve İstanbul BŞB, 2006-2009). Bu çalışmalar sonucunda ülkemizdeki raylı sistem fizibilite çalışmalarında maliyet unsurlarında yatırım maliyetleri, işletme ve bakım maliyetleri tüm ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de kullanılmaktadır. Fayda sağlayan bileşenlerden olan seyahat süresinin tasarrufu, araç işletme maliyetlerinden tasarruf ve kaza maliyetlerinde tasarruf bileşenleri de ülkemizde yapılan çalışmalarda kullanılmaktadır. Gürültü, iklim değişikliği ve hava kirliliği bileşenleri ise diğer ülkelerden farklı olarak ayrı ayrı incelenmeyip çevresel etki başlığı altında toplanarak değerlendirmelere katılmaktadır. Çevresel etki başlığı altında analiz edilen bu üç bileşen için Victoria Transport Policy Institute tarafından 2016'da yayınlanan çalışmalarda verilen çizelgelerden yararlanılarak ABD'de yapılan değerlerin bir katsayı ile ülkemizdeki çalışmalar için uyarlaması yapılmış ve değerlendirmeye katılmıştır. Buna ek olarak sadece karayollarındaki CO_2 salınımlarının değerleri ölçülerek yapılan tasarruflar çalışmalara eklenmiştir.

4)Tartışma ve Sonuç

Dünya'daki nüfusun artması ile birlikte özel araç kullanımında meydana gelen artış sonucunda özellikle şehir içi yollarda oluşan trafik sorunları günümüzün en büyük ulaşım problemlerinden biri olmuştur. Pek çok ülke bu sorunu aşabilmek için insanları toplu taşımaya yönlendirme veya raylı sistem projeleri gibi çözüm yolları önermişlerdir. Özellikle raylı sistem projeleri, sorunların çözümünde önemli bir çıkış yolu olarak görülmektedir. Raylı sistem projelerinin değerlendirilmesinin yapılabilmesi için ülkeler, projeleri bir fayda maliyet analiz süzgecinden geçirirler. Bu makalede, raylı sistem projelerinin değerlendirme ölçütlerinin neler olduğu, fayda maliyet analizi sürecinde kullanılan bileşenlerin neler olduğu ve fayda maliyet analizinde ülkeler tarafından kullanıp kullanılmayan parametreler ve bunların karşılaştırmalı analizlerine yer verilmiştir. Ayrıca ülkemizde yapılmış olan bazı raylı sistem projeleri de incelenerek diğer ülkelerle kıyaslaması da yapılmıştır.

Raylı sistem fayda maliyet analizlerinde ana parametrelerin değerlendirme sürecine katılmasında bir derece fikir birliği vardır ancak bunların değerlendirme metodolojileri ülkeden ülkeye değişiklikler gösterebilir. Çalışmamızda oluşturduğumuz tablodan da görülebileceği üzere yatırım maliyetleri, işletme ve bakım maliyetleri, seyahat süresinden tasarruf ve kazalardan sağlanan tasarruflar tüm ülkelerin fayda maliyet analizlerinde yer alırken, artık değer ve çevresel etkilerin değerlendirmelere katılıp katılmaması konusunda büyük fikir ayrılıklarının olduğu görülmektedir. Ülkemizdeki projelerin fayda maliyet analizleri incelendiğinde ise diğer ülkelerle ortak yönlerinin olduğu kadar eksik kalan yönlerinin de olduğu belirlenmiştir. Özellikle çevresel etkiler olarak adlandırılan gürültü etkisi, iklim değişikliği ve hava kirliliği parametrelerinin çalışmalara dahil edilmesi konusunda farklılıkların ve eksikliklerin olduğu görülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Ulaştırma Yüksek Lisans Programında sürüdürülmekte olan "Raylı Sistem Fizibilite Çalışmalarında Sosyal ve Çevresel Fayda Bileşenlerinin Analiz Edilmesi" başlıklı tez çalışmasının bir parçasıdır. Yazarlar çalışmayı 2021.KB.FEN.019 no.lu proje ile destekleyen Dokuz Eylül Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkürlerini sunarlar.

Kaynakça

California High Speed Rail Authority 2014. California High Speed Rail Benefit Cost Analysis. 2014 Business Plan, Section 7:Economic Impact.

European Commission 2014. Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects. European Commission Brussels.

Gwee E, Graham C, Stanley J 2008. Evaluating urban railway development projects, 31st Australasian Transport Research Forum.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Raylı Sistem Müdürlüğü, Kadıköy – Kartal – Kaynarca Raylı Sistem Hattı Fizibilite Etüdü, 2009, İstanbul

İstanbul Büyükşehir Belediyesi İETT İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Otogar – Bağcılar ve Bağcılar – İkitelli Raylı Sistem Projeleri Ekonomik ve Mali Fizibilite Etüdü, 2006, İstanbul

Kelly C, Laird J 2005. Current practice in project appraisal in europe. Deliverable 1 of the HEATCO Project.

Korzhenevych A, Dehnen N, Bröcker J, Holtkamp M, Meier H, Gibson G, Varma A, Cox V 2014. Handbook on estimation of external costs in the transport sector (Final report). London: UK.

Murteza M 2010. Raylı Sistem Yatırımları Fizibilite Etütleri ve Yapım Yöntemleri. Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Nosal K, Solecka K 2014 Application of AHP method for multi-criteria evaluation of variants of the integration of urban public transport, Transportation Research Procedia, 3: 269- 278.

Odgaard T, Kelly C, Laird J 2005. HEATCO Deliverable 1: Current practice in project appraisal in europe analysis of country reports (Final report). COWI:Denmark

Özcan KY 2018. İklim Değişikliği Konusunda Farkındalık Geliştirme Projesi Kapsamında Türkiye'deki İllerin Değerlendirilmesi: Bursa, Trabzon ve Gaziantep Örnekleri: Araştırma Makalesi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 20(2): 245-271.

RAILPAG 2003. Railway Project Appraisal Guidelines. New York and Geneva.

Siciliano G, Barontini F, Islam DMZ, Zunder TH, Mahler S, Grossoni I 2016. Adapted cost-benefit analysis methodology for innovative railway services. European Transport Research Review, 8(4): 14-23.

İzmir Büyükşehir Belediyesi, Çiğli Tramvay Hattının Uygulamaya Esas Kesin Proje Hizmet Alım İşi Fizibilite Etüdü. 2017, İstanbul

İzmir Büyükşehir Belediyesi, 4. Aşama F. Altay – Narlıdere İstihkam Okulu Arası 8,5 km'lik Güzergahın Fizibilite Raporu, 2016, İstanbul

U.S. DoT 2016. Benefit-Cost Analysis Guidance for Rail Project. U.S. Department of Transportation. Federal Railroad Administration.

Ustaoğlu E, Brendan W 2010. Economıc evaluatıon as part of the strategıc land use-transportatıon investment assessment process: An example of the use of urban modellıng as used ın the greater dublın area. University College Dublin. Ireland.

Victoria Transport Policy Institute 2016. Transportation Costs & Benefits, Resources for Measuring Transportation Costs & Benefits, Environmental Costs, TDM Encyclopedia. https://www.vtpi.org/tca/

ORAL PRESENTATION

Bir ulaşım talep yönetim modeli olarak park et- devam et sistemi: İzmir ölçeğinde incelenmesi

Elif Nur ÖZDEMİR ÇETİNKAYA[1*] (https://orcid.org/0000-0001-7726-7852)
Mustafa ÖZUYSAL[2] (https://orcid.org/ 0000-0002-3276-3075)
*

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye
[2]Dokuz Eylül Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

*elifnur.ozdemir.1@gmail.com

Özet

Artan nüfusa bağlı olarak araç sahipliğinde de artış gözlemlenmektedir. Buna paralel olarak ulaşım talebinde de artış meydana gelmektedir. Araç kullanım tahminlerinin daha fazla yol inşa edilerek karşılanması mümkün değildir. Oluşan talep artışının karşılanması için farklı talep yönetim modelleri uygulanmaktadır. Kent merkezlerinde artan yoğunluk ile beraber, kent çeperlerine göç artmıştır. Bu da her gün kent merkezine birçok taşıtın giriş ve çıkış yoğunluğunu beraberinde getirmektedir. Kentin giriş bölgelerinde planlanacak otopark alanları ile bu sorun çözülebilmektedir. Bu çalışmada bir talep yönetim modeli olan park et- devam et modeli incelenmiş, İzmir ölçeğinde sistemin kabul edilebilir ücretlendirmesi üzerine beş senaryolu bir anket çalışması yapılmış ve sonuçları sunulmuştur. Anket çalışması belirtilen tercihler yöntemi ile çevrimiçi olarak yapılmıştır. Katılımcıların farklı demografik yapıda bireylerden oluşmaktadır. Demografik durumda cinsiyet, yaş, aylık gelir ve meslek durumuna göre anket verileri değerlendirilmiştir. Anket sonuçları çapraz tablolama yöntemi ile analiz edilmiştir. Yapılan ankette gelir durumu arttıkça park et devam et sistemini kullanmak isteyen katılımcı sayısı azalmıştır. Özellikle katılımcıların %67'i kent merkezine girişlerin ücretlendirilmesi sonucunda kent çeperindeki park et - devam et noktasına ödeme yapmak istememektedir. Çoğu gelir grubundaki katılımcımız için ulaşım süresi önemlidir. Bu yöntemin kullanılabilmesi için varış süresindeki kısalma önemli faktör olarak değerlendirilmiştir. Meslek durumu olarak kendi işini yapan katılımcıların park edilen otopark noktasından toplu taşıma duraklarına 10 dk yürüme mesafesini tercih etme oranları düşüktür. Ayrıca 40-65 yaş arası katılımcıların %70'i toplu taşıma istasyonlarına 10 dk yürümeyi tercih etmemektedir. 40-65 yaş arası katılımcıların %85'i kent merkezine özel taşıt ile girişte 30 TL ödemeyi kabul etmiyorken 18-40 yaş arası katılımcıların %65'i bu bedeli ödemeyi kabul etmektedir. Kent merkezine özel araç ile girişte 30 TL ödemeyi alt gelir grubu istemezken orta ve üst gelir grubunun %13'sı kabul etmektedir. Sonuç olarak, park et- devam et uygulamasının kullanıcılar tarafından yaygın kabulü için sosyo-ekonomik ölçütlerin çok önemli olduğu ve ayrıntılı şekilde analiz edilmesi gerektiği ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: park et – devam et sistemi, ulaşım talep yönetimi, belirtilen tercihler anketi, İzmir

Park and ride system as a travel demand management model: investigation in İzmir scale

Abstract

There is an increase in vehicle ownership due to the increasing population. Parallel to this, there is an increase in the demand for transportation. It is no longer possible to meet vehicle usage estimates by building more roads. Different demand management models are applied to meet the increase in demand. Many different physical measures can be taken to reduce vehicle use. Implementing any measure alone is not enough. Other strategic measures to support a measure need to be taken. With the increasing density in the city centers, migration to the city peripheries has increased. This brings with it the density of many vehicles entering and exiting the city center every day. With the stations planned in the entrance areas of the city, this problem can be solved with this method. In this study, the park-and-ride model, which is a demand management model, was examined, a five-scenario survey was conducted on the acceptable pricing of the system in Izmir scale, and the results were presented. The survey was conducted online using the stated preferences method. Care was taken to ensure that the survey consisted of individuals with different demographic structures. Survey data were evaluated according to demographic situation, gender, age, monthly income and occupation. The survey results were analyzed in SPSS with the cross-tabulation method. Evaluation was obtained by crossing the park-and-ride scenario questions and the demographic structure. In the survey, as the income level increased, the number of participants who wanted to use the park-and-ride system decreased. In particular, 67% of the participants do not want to pay for the park and ride point in the city periphery as a result of the entrance fees

to the city center and these participants constitute the lower and upper income groups. Transportation time is important for our participants in most income groups. In order to use this method, the shortening of the arrival time was considered as an important factor. The rate of choosing the 10-minute walking distance from the parked parking lot to the public transportation stops is low. In addition, 70% of the participants aged 40-65 do not prefer to walk 10 minutes to public transportation stations. While 85% of the participants between the ages of 40-65 do not accept to pay 30 TL for the entrance to the city center by private vehicle, 65% of the participants between the ages of 18-40 agree to pay this fee. While the lower income group does not want to pay 30 TL at the entrance to the city center by private vehicle, 13% of the middle and upper income groups accept it.

Keywords: park and ride system, travel demand management, stated prefeneces survey, İzmir

1. Giriş

Trafik sıkışıklığı ve buna bağlı sorunlar, ulaşımı planlayanlar, politikacılar ve halk için büyük bir sorun haline geldi. Buna bağlı olarak çeşitli ulaşım talep yönetim modelleri ile bu sorunlara çözümler üretilmeye başlandı. Yani, araç kullanım tahminlerinin daha fazla yol inşa edilerek karşılanması artık mümkün değildir; araba ile seyahat için sınırsız talebin sürdürülemeyeceği yaygın olarak kabul edilmektedir. Seyahat talep yönetim modeli önlemleri, birincil amacı özel araç kullanımı ve mülkiyeti ve seyahat alternatiflerinin sağlanması yoluyla gönüllü olarak azaltma veya kısıtlama yoluyla bireylerin seyahat davranışlarını etkileme olan politikalar dizisidir. Talep yönetim modeli önlemleri genellikle "itme ve çekme" önlemleri olarak anılır ve düzenleyici, fiyatlandırma, planlama veya ikna edici politikaları içerebilir. Bu politikalar seyahatin zamansal ve mekansal boyutlarını, mod seçimini ve hatta belki de seyahat etme kararını değiştirmeye çalışır. Bu tür önlemlerin amacı, bireyleri seyahatlerini yoğun zamanların dışında, farklı bir yöntemle yapmaya veya yolculuk amacını gerçekleştirmenin başka bir yolunu bulmaya teşvik etmektir. Bu tür önlemlerin uygulanması, daha verimli bir ulaştırma sistemi, iyileştirilmiş çevre koşulları ve ulaşım sistemine yatırım için tahsis edilebilecek gelir üretiminin yanı sıra güvenlikte iyileştirmelerle sonuçlanabilir. TDM sağlık üzerinde olumlu etkiler yaratabilir ve uzun vadede arazi kullanımının mekansal gelişimindeki bir değişikliği etkiler.

Seyahat talep yönetim modeli genel olarak mali ve mali olmayan tedbirler olarak kategorize edilebilir. Planlayıcılar ve politika yapıcılar tarafından benimsenebilecek mali olmayan önlemler arasında trafik sakinleştirme ve erişim kontrolleri ve kısıtlamaları, park yönetimi ve kontrolü, toplu taşıma iyileştirmeleri, yol alanı azaltmaları, kentsel trafik yönetimi ve kontrol sistemleri, trafik yasakları / kısıtlamaları ve seyahat farkındalık kampanyaları bulunmaktadır.

Son olarak, fiyatlandırma önlemleri, hedeflerine ulaşmada ve özellikle daha sonra diğer talep yönetim modeli önlemlerinin uygulanmasına yardımcı olabilecek bir gelir akışı oluşturmada daha etkili oldukları için karar vericiler için daha çekici görünmektedir. Tüm bu faktörler, fiyatlandırma önlemlerinin en önemli talep yönetim modeli önlemleri olmasına ve yakın gelecekte olmaya devam etmesine katkıda bulunmuştur. Yol kullanıcısı ücretlendirmesi, trafik sıkışıklığı ücretlendirmesi, trafik sıkışıklığı fiyatlandırması, yol geçiş ücreti, değişken fiyatlandırma vb. genellikle aynı prensibi yansıtır. Bununla birlikte, uygulamaya dökülen tıkanıklığın teorik ilkelerinin uygulanması karmaşıktır ve gerçekte hiç bir zaman bile karşılanmayacaktır. Bunun nedeni, fiyatlandırma yapısının zamana, mesafeye ve yere göre sürücülerin sisteme yüklediği gerçek maliyetleri yansıtması gerektiğidir. Bu nedenle, amaç geliştirme, uygulama ve izleme olmalıdır.

Yol tıkanıklığını yönetmeyi ve ulaşım sisteminin performansını iyileştirmeyi amaçlayan bir önlem paketi ile desteklenen entegre seyahat talep yönetim modeli planlanmalıdır. Bu çalışmada özellikle seyahat talep yönetim modellerinden biri olan park et devam et sistemi üzerine durulmuştur. Özel araç kullanımının cazibesi toplu taşıma modlarını iyileştirerek mümkün olabilir. Her gün kent çeperinden kent merkezine yoğun bir giriş ve akşam saatinde yoğun bir çıkış trafiği oluşmaktadır. Özellikle büyük kentlerde bu sorunu çözmek için kent giriş noktalarına büyük park istasyonu ve park istasyonunun içinde toplu taşıma hatlarının bulunması ile kent merkezine araç girişlerini minimize etmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada da yapılan anket ile birlikte İzmir ölçeğinde halkın park et devam et sistemine olan yaklaşımı ele alınmıştır. Park et devam et sistemini kullanmaları için ne gibi bedeller ödeyebilecekleri katılımcılara sorulmuştur.

2. Seyahat Talep Yönetim Modeli

Yolculuk talep yönetimini, ulaşım ve trafik tıkanıklığı problemlerinin çözümü için yeni yollar yapmak değildir onun yerine yolculuk talebini azaltan ve kısıtlayan politikalar veya önlemler şeklinde ifade etmek gerekmektedir. Yolculuk talep yönetimi, seyahat edenleri toplu şekilde seyahat etmeye yöneltmeyi ve bunun sonucunda trafikteki araç sayısını azaltmayı amaçlamaktadır. Yolculuk talep yönetimini sağlamak için yapılan çeşitli stratejiler vardır. Kent merkezine kısıtlı araç alımı, kent merkezine girişlerin ücretlendirilmesi, yolculuk kısıtlamaları, alternatif yolculuk modelleri ile özel araç kullanımını minimize etmek, çalışma saatlerinde

yapılabilecek değişiklikler, kent makro formunda alan kullanım planlaması, park et devam et sistemleri ile toplu taşıma arasındaki entegrasyonun sağlanması gibi çalışmalarla talep modelleri şekillendirilmektedir.

Tıkanıklık, gürültü, hava kirliliği ve enerjinin tükenmesi gibi özel otomobil kullanımının artan çevresel ve toplumsal problemleri her geçen gün artmaktadır. Birçok metropol bölgede, bu sonuçlar aslında çözülmesi gereken acil problemlerdir. Büyükşehir alanlarındaki trafik sorunlarının ortadan kaldırılması veya azaltılması için çeşitli politika önlemlerinin potansiyel etkinliği ve başarısı büyük ölçüde insanların bunlara nasıl tepki vereceğine bağlıdır. Alternatif yaklaşımlarla seyahat seçimi, insanlara sunularak zaman içerisinde kullanıcıların alışkanlıkları değiştirilebilir.

Araba kullanımını azaltma hedefi belirledikten sonra, araba kullanıcılarının bu hedefe ulaşmak için bir plan oluşturdukları varsayılır. Böyle bir plan yaparken, evde kalmak gibi mevcut seyahat alternatifleri arasından seçim yapabilirler. Ev dışı etkinliklere özel araç ile gitmemek, daha yakın yerlere seyahat etmek, seyahatleri birleştirmek, daha kısa rotalar seçmek, etkinlik ya da buluşma saatlerini pik saatler dışında planlamak gibi kişisel önlemler alına bilinir. Ayrıca uzun vadeli ve stratejik düşünebilirler. Başka bir ikamet yerine taşınmak, iş yerini değiştirmek, çalışma saatlerini değiştirmek (örneğin, çalışma haftasını sıkıştırmak), sahip olunan araç sayısını azaltmak veya başka bir araç satın almamak gibi değişiklikler olabilir.

Önerilen kavramsal çerçeveye dayanarak, seyahat talep yönetim önlemlerini araç kullanımını azaltmada etkili hale getirmek için yerine getirilmesi gereken üç koşul tanımlanmıştır. İlk olarak, seyahat talep yönetim önlemleri araç kullanımının çekiciliğini azaltmalıdır. İkincisi, seyahat talep yönetim önlemleri araç kullanımını azaltma hedeflerini aktive etmelidir. Üçüncüsü, araba kullanımını azaltma hedeflerini etkinleştirdikten sonra, Seyahat talep yönetim önlemleri hedefe ulaşmayı kolaylaştırmalıdır. Bu koşulların her biri de aşağıda sınıflandırılmıştır.

Seyahat talebinin farklı öncüllerini hedefleyen ve davranışsal değişikliklerin nasıl ortaya çıkabileceğine ilişkin farklı varsayımlara dayanan iki tür STY ölçümü ayırt edilir. İlk olarak, fiziksel değişiklikler alternatifin göreceli çekiciliğini artırmayı amaçlamaktadır. Örneğin, toplu taşıma, yürüme ve bisiklete binme altyapısını iyileştirmek, park yerlerini kaldırmak veya hız rampaları yapmak gibi seyahat modları bu tür aynı zamanda arabaları enerji tasarruflu hale getiren teknik iyileştirmeleri de ifade eder. Temel varsayım, insanların araç kullanımını fiziksel ortamlardaki değişikliklere uyarlayacağıdır. İkinci olarak, araç kullanımını zorlu kılmak için yasal önlemler uygulanabilir. Örnekler arasında şehir merkezlerinde araba trafiğinin yasaklanması, hız sınırlarının azaltılması ve park yönetmeliklerinin getirilmesi sayılabilir. Varsayım, insanların bu önlemlere uyacağı yönündedir. Ayrıca, uzun vadede yasal politikaların sosyal normlarda değişikliklere yol açması umulmaktadır.

3. Park et - devam et Sistemi

Araç kullanımını azaltmak için birçok farklı fiziksel önlemler alına bilinir. Hiçbir önlemi tek başına uygulamak yeterli değildir. Bir önlemi destekleyecek başka stratejik önlemlerinde alınması gerekmektedir. Toplu taşımanın eksik ve yetersiz olduğu bölgelerde yaşayanların özel araç gereksinimleri fazladır. Ulaşım konusu çok geniş ele alınması gereken konudur. Fiziksel olan tüm gereksinimler üzerinde bütüncül planlama yapılması ile beraber seyahat talep yönetim önlemlerini alına bilinir. Güç bir toplu taşıma alt yapısı, yürüyüş ve bisiklet yollarının alt yapısının iyileştirilmesi, park et – devam et sistemlerinin yaygınlaştırılması ve kent planlamada kompakt kent yapısının uygulanması ile özel araç gereksinimi azaltıla bilinir. Tüm bu sistemler birbiri ile uyumlu planlanmalıdır.

Toplu taşıma ve bisiklet alt yapısının iyileştirilmesi ile planlanan park bölgelerinde özel araçlar bırakılıp kent merkezine toplu taşıma ile devam ederek hem çevre kirliliğini hem de trafikte tıkanma sorununu önleye bilir. Park et - devam et sistemi düşük yolculuk maliyetleri, artan seyahat konforu, transit talebin toplanması ve daha hızlı ticari transit hızları dahil olmak üzere, kullanıcılara ve transit yolculara sağlanan ek faydalarla da ilişkilidir. Bu sistem İstanbul'da bazı noktalarda uygulanmaya başlamıştır. Ayrıca İzmir'de de alt yapısal olarak hazırlıklar mevcuttur. Park et- devam et sistemi çevre kirliliğinin azaltılmasında büyük önem taşır. Bu sistem akıllı uygulamalarla tüm kullanıcılara entegre edilebilmektedir.

Kent merkezlerinde artan yoğunluk ile beraber, kent çeperlerine göç artmıştır. Bu durum da her gün kent merkezine birçok aracın giriş ve çıkış yoğunluğunu beraberinde getirmektedir. Kentin giriş bölgelerinde planlanan istasyonlar ile beraber bu sorun bu yöntem ile çözülebilmektedir. Özel araçlarını park eden sürücülere, hızlı ve konforlu ulaşım planlanması gerekmektedir. Bunun ile beraber bu durum, yasal ve ekonomik politikalarla desteklenerek, sürücü alışkanlıklarının değiştirilmesinde katkı sağlanmalıdır. Sistemin

ana amacı kent merkezine araç girişini azaltmak ve trafik tıkanıklığını önlemek olsa da kent merkezinin yine büyük sorunlarından olan otopark problemine de alternatif çözümler sunabilmektedir.

Bu çalışmanın amacı Türkiye'nin üçüncü büyük kenti olan İzmir ilinin giderek artan trafik probleminin çözümüne katkı sağlamaktır. Özellikle Amerika ve Avrupa'da yaygın olarak görülen park et devam et sistemi kent merkezlerindeki özel araç yoğunluğunun azaltılmasında önemli etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Kent çeperinde yaşayan ve her gün kent merkezine giriş yapmak zorunda olan insanlara alternatif hızlı, konforlu ve ucuz ulaşım hizmeti sunmayı amaçlar. İzmir ölçeğinde yapılan araştırmalar ve anket çalışması ile İzmir halkının park et devam et sistemine olan yaklaşımı ve bunun için ödeyeceği bedeller analiz edilmiştir. Bir sonraki bölümde yapılan çalışmalar detaylı olarak anlatılacaktır.

4. Yöntem

Bu çalışmada bir talep yönetim modeli olan park et- devam et modeli incelenmiş, İzmir ölçeğinde sistemin kabul edilebilir ücretlendirmesi üzerine beş senaryolu bir anket çalışması yapılmış ve sonuçları sunulmuştur. Anket çalışması çevrimiçi formda hazırlanarak katılımcılara çevrimiçi olarak yapılmıştır. Anket çalışması yapılmadan önce Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır. Katılımcıların farklı demografik yapıda bireylerden oluşmasına özen gösterilmiştir. Demografik durumda cinsiyet, yaş, aylık gelir ve meslek durumuna göre anket verileri değerlendirilmiştir. Demografik durumun çeşitliliği yapılan anketin sonuçlarının değerlendirilmesinde önem arz etmektedir. Katılımcılara ankette beş farklı senaryo sorularak park et devam et sistemini kullanmalarındaki etkenler araştırılmıştır. Sorulan senaryolara ve cevap seçenekleri Tablo 1'de mevcuttur. Anket "belirtilen tercihler yöntemi" kullanarak hazırlanmıştır. Bazı sorularda ödeme istekliliğini tespite yönelik sorular kullanılarak park et - devam et sistemi için katılımcıların ne kadar bedel ödeyeceği araştırılmıştır. İzmir birçok farklı ilçesinde ikamet eden katılımcıların her gün hangi ilçeye gittikleri sorularak, katılımcıların güzergâhları belirlenmiştir.

5. Analiz ve Sonuçlar

Çevrimiçi olarak düzenlenen ve yapılan anket 167 kişiye yapılmıştır. Anket sonuçları çapraz tablolama yöntemi ile analiz edilmiştir. Değerlendirme, sorulan park et - devam et senaryo soruları ile demografik yapının çaprazlanması ile elde edilmiştir. Yapılan ankette gelir durumu arttıkça park et devam et sistemini kullanmak isteyen katılımcı sayısı azalmıştır. Özellikle katılımcıların %71'i kent merkezine girişlerin ücretlendirilmesi sonucunda kent çeperindeki park et - devam et noktasına ödeme yapmak istememektedir ve bu katılımcılar alt ve üst gelir grubunu oluşturmaktadır. Çoğu gelir grubundaki katılımcımız için ulaşım süresi önemlidir. Bu yöntemin kullanılabilmesi için varış süresindeki kısalma önemli faktör olarak değerlendirilmiştir. Meslek durumu olarak kendi işini yapan katılımcıların park edilen otopark noktasından toplu taşıma duraklarına 10 dk yürüme mesafesini tercih etme oranları düşüktür. Ayrıca 40-65 yaş arası katılımcıların %70'i toplu taşıma istasyonlarına 10 dk yürümeyi tercih etmemektedir. 40-65 yaş arası katılımcıların %85'i kent merkezine özel taşıt ile girişte 30 TL ödemeyi kabul etmiyorken 18-40 yaş arası katılımcıların %65'i bu bedeli ödemeyi kabul etmektedir. Kent merkezine özel araç ile girişte 30 TL ödemeyi alt gelir grubu hiç istemezken orta ve üst gelir grubunun %16'sı kabul etmektedir. Sonuç olarak, park et- devam et uygulamasının kullanıcılar tarafından yaygın kabulü için sosyo-ekonomik ölçütlerin çok önemli olduğu ve ayrıntılı şekilde analiz edilmesi gerektiği ortaya konmuştur.

Tablo 1. Anket senaryoları ve cevap seçenekleri

senaryo	sorular	cevaplar				
Senaryo 1	Senaryo: İzmir'de Güzelbahçe ilçesinde yaşadığınızı düşünün. Haftanın altı günü konakta bulunan iş yerinize gelmeniz gerekmektedir. Kent merkezine özel taşıt girişlerinde sınırlama getirmek için Narlıdere Metro İstasyonu yakınına otopark yapılmıştır. Narlıdere'den çevre yolu ile kent merkezine giriş ücreti 30 TL olarak belirlenmiştir. [Özel taşıtımı 10 TL ye günlük otoparka bırakırım ücretsiz olarak toplu ulaşıma binerim.]	istemem	az isterim	nötr	isterim	çok isterim
Senaryo 2	İzmir'de Güzelbahçe ilçesinde yaşadığınızı düşünün. Haftanın altı günü konakta bulunan iş yerinize gelmeniz gerekmektedir. Kent merkezine özel taşıt girişlerinde sınırlama getirmek için Narlıdere Metro İstasyonu yakınına otopark yapılmıştır. Narlıdere'den çevre yolu ile kent merkezine giriş ücreti 30 TL olarak belirlenmiştir. [Özel taşıtımı park ettikten sonra metroya maksimum 10 dk yürüyebilirim.]	istemem	az isterim	nötr	isterim	çok isterim
Senaryo 3	İzmir'de Güzelbahçe ilçesinde yaşadığınızı düşünün. Haftanın altı günü konakta bulunan iş yerinize gelmeniz gerekmektedir. Kent merkezine özel taşıt girişlerinde sınırlama getirmek için Narlıdere Metro İstasyonu yakınına otopark yapılmıştır. Narlıdere'den çevre yolu ile kent merkezine giriş ücreti 30 TL olarak belirlenmiştir. [Özel taşıtımı dışarda yol kenarına ücretsiz şekilde park ederim toplu ulaşım ile giderim.]	istemem	az isterim	nötr	isterim	çok isterim
Senaryo 4	İzmir'de Güzelbahçe ilçesinde yaşadığınızı düşünün. Haftanın altı günü konakta bulunan iş yerinize gelmeniz gerekmektedir. Kent merkezine özel taşıt girişlerinde sınırlama getirmek için Narlıdere Metro İstasyonu yakınına otopark yapılmıştır. Narlıdere'den çevre yolu ile kent merkezine giriş ücreti 30 TL olarak belirlenmiştir. [Özel taşıtımla kent merkezine gitmek için 30 TL giriş ücretini öderim.]	istemem	az isterim	nötr	isterim	çok isterim
Senaryo 5	Park et - devam et sistemi ile özel taşıtınızı kent çeperine park edip toplu ulaşım ile gittiğinizde kent merkezine varmanız kaç dk kısalsaydı kullanırdınız? (Lütfen bu soruya toplam ulaşım sürenizi düşünerek cevap veriniz.)	10 dk	20 dk	30 dk	40 dk	hiçbiri

Senaryo 1: İzmir'de Güzelbahçe ilçesinde yaşadığınızı düşünün. Haftanın altı günü konakta bulunan iş yerinize gelmeniz gerekmektedir. Kent merkezine özel taşıt girişlerinde sınırlama getirmek için Narlıdere Metro İstasyonu yakınına otopark yapılmıştır. Narlıdere'den çevre yolu ile kent merkezine giriş ücreti 30 TL olarak belirlenmiştir. [Özel taşıtımı 10 TL ye günlük otoparka bırakırım ücretsiz olarak toplu ulaşıma binerim.]

- Yapılan analiz sonucu Senaryo 1 ile gelir durumu çaprazlandığında gelir durumu arttıkça park et devam et sistemini kullanmak isteyen katılımcı sayısı azaldığı tespit edilmiştir. Özellikle katılımcıların %67'i kent merkezine girişlerin ücretlendirilmesi sonucunda kent çeperindeki park et - devam et noktasına ödeme yapmak istememektedir ya da nötrdür. Bu katılımcılar alt ve üst gelir grubunu oluşturmaktadır.

Tablo 2. Senaryo 1 ile gelir durumunun çaprazlanması

gelir * senaryo1parketdevamet Crosstabulation					
gelir	istemem	az isterim	nötr	isterim	çok isterim
1000-2999 TL	4,8%	11,2%	1,6%	1,6%	3,2%
3000-8000 TL	12,9%	8,1%	12,6%	14,5%	6,4%
8000-20000TL üstü	11,2%	1,6%	3,2%	4,8%	1,6%

Senaryo 2: İzmir'de Güzelbahçe ilçesinde yaşadığınızı düşünün. Haftanın altı günü konakta bulunan iş yerinize gelmeniz gerekmektedir. Kent merkezine özel taşıt girişlerinde sınırlama getirmek için Narlıdere Metro İstasyonu yakınına otopark yapılmıştır. Narlıdere'den çevre yolu ile kent merkezine giriş ücreti 30 TL olarak belirlenmiştir. [Özel taşıtımı park ettikten sonra metro ya maksimum 10 dk yürüyebilirim.]

- Yapılan analiz sonucu Senaryo 2 ile meslek durumu çaprazlandığında kendi işini yapan katılımcıların park edilen otopark noktasından toplu taşıma duraklarına 10 dk yürüme mesafesini tercih etme oranları düşük olduğu görülmüştür.
- Yapılan analiz sonucu Senaryo 2 ile yaş durumu çaprazlandığında 40-65 yaş arası katılımcıların %70'i toplu taşıma istasyonlarına 10 dk yürümeyi tercih ettiği sonucu çıkmıştır.

Tablo 3. Senaryo 2 ile meslek durumunun çaprazlanması

meslek * senaryo2parketdevamet Crosstabulation					
meslek	istemem	az isterim	nötr	isterim	çok isterim
Çalışmıyor/ iş arıyor	3,2%	4,8%	4,8%	8,0%	0,0%
Devlet memuru	1,6%	11,2%	1,6%	6,4%	4,8%
Kendi işi	11,2%	4,8%	1,6%	3,2%	6,4%
Özel sektör çalışıyor	3,2%	4,8%	4,8%	6,4%	6,4%

Tablo 4. Senaryo 2 ile yaş durumunun çaprazlanması

Yaş * senaryo2parketdevamet Crosstabulation					
Yaş	istemem	az isterim	nötr	isterim	çok isterim
18 - 40 yaş arası	17,7%	19,4%	11,2%	22,5%	17,7%
40 - 65 yaş arası	1,6%	6,4%	1,6%	1,6%	0,0%

Senaryo 3: İzmir'de Güzelbahçe ilçesinde yaşadığınızı düşünün. Haftanın altı günü konakta bulunan iş yerinize gelmeniz gerekmektedir. Kent merkezine özel taşıt girişlerinde sınırlama getirmek için Narlıdere Metro İstasyonu yakınına otopark yapılmıştır. Narlıdere'den çevre yolu ile kent merkezine giriş ücreti 30 TL olarak belirlenmiştir. [Özel taşıtımı dışarda yol kenarına ücretsiz şekilde park ederim toplu ulaşım ile giderim.]

- Yapılan analizde Senaryo 3 ile yaş durumu çaprazlandığında 40-65 yaş arası katılımcıların %85'i kent merkezine özel taşıt ile girişte 30 TL ödemeyi kabul ettiği 18-40 yaş arası katılımcıların %65'i bu bedeli ödemeyi kabul ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 5. Senaryo 3 ile yaş durumunun çaprazlanması

Yaş * senaryo3parketdevamet Crosstabulation					
Yaş	istemem	az isterim	nötr	isterim	çok isterim
18 - 40 yaş arası	11,2%	12,9%	11,2%	30,6%	22,5%
40 - 65 yaş arası	1,6%	1,6%	3,2%	1,6%	3,2%

Senaryo 4: İzmir'de Güzelbahçe ilçesinde yaşadığınızı düşünün. Haftanın altı günü konakta bulunan iş yerinize gelmeniz gerekmektedir. Kent merkezine özel taşıt girişlerinde sınırlama getirmek için Narlıdere Metro İstasyonu yakınına otopark yapılmıştır. Narlıdere'den çevre yolu ile kent merkezine giriş ücreti 30 TL olarak belirlenmiştir. [Özel taşıtımla kent merkezine gitmek için 30 TL giriş ücretini öderim.]

- Yapılan analizde Senaryo 4 ile gelir durumu çaprazlandığında kent merkezine özel araç ile girişte 30 TL ödemeyi alt gelir grubu hiç istemezken orta ve üst gelir grubunun %13'sı kabul ettiği tespit edilmiştir.

Tablo 6. Senaryo 4 ile gelir durumunun çaprazlanması

gelir * senaryo4parketdevamet Crosstabulation					
gelir	istemem	az isterim	nötr	isterim	çok isterim
1000-2999 TL	12,9%	1,6%	6,4%	0,0%	0,0%
3000-8000 TL	38,7%	1,6%	9,6%	3,2%	1,6%
8000-20000TL üstü	9,6%	1,6%	3,2%	8,0%	0,0%

Senaryo 5: Park et - devam et sistemi ile özel taşıtınızı kent çeperine park edip toplu ulaşım ile gittiğinizde kent merkezine varmanız kaç dk kısalsaydı kullanırdınız? (Lütfen bu soruya toplam ulaşım sürenizi düşünerek cevap veriniz.)

- Yapılan analiz sonucu Senaryo 5 ile gelir durumu çaprazlandığında çoğu gelir grubundaki katılımcımız için ulaşım süresi önemlidir. Bu yöntemin kullanılabilmesi için varış süresindeki kısalma önemli faktör olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 7. Senaryo 5 ile gelir durumunun çaprazlanması

Gelir*Senaryo5 parketdevamet					
gelir	10 dk	20 dk	30 dk	40 dk	Hiç biri
1000-2999 TL	8,0%	4,8%	4,8%	4,8%	0,0%
3000-8000 TL	12,9%	20,9%	12,9%	4,8%	3,2%
8000-20000TL üstü	9,6%	6,4%	0,0%	3,2%	3,2%

KAYNAKLAR

Carsharing Net. www.carsharing.net. Accessed March 1, 2000.

Carsharing Portland. 1999. www.carsharing-pdx.com. Accessed March 1, 2000.

Daben Yu,[1,2,3] Zongping Li,[1,2,3] Qinglun Zhong,[4] Yi Ai,[5] and Wei Chen. Demand Management of Station-Based Car Sharing System Based on Deep Learning Forecasting, 2020

Khan, H. Willingness to pay for Margalla hills national park: Evicence from the travel cost method. The Lahore Journal of Economics, 11(2), 43–70, 2006

Stopher P.R. and Lisco T.E, "Modeling travel demand: A disaggregate behavioral approach, issues and applications", Transportation Research Forum Proceedings, pp. 195-214, 1970.

Shaheen, S., D. Sperling, and C. Wagner. Carsharing in Europe and North America: Past, Present, and Future. Transportation Quarterly, Vol. 52, No. 3, pp. 35–52, 1998

Van der Heijden R E C M, Molin E J E, ``Locating P&R facilities based on travel behaviour: a Dutch case study", in Urban Transport VIII. Proceedings of Urban Transport and the Environment in the 21st century Eds L J Sucharov, C A Brebbia, F Beritez (WIT Press, Southampton) pp 733 ^ 742, 2002

Williams H.C.W.L., "On the formation of travel demand models and economic evaluation measures of user benefit", Environmental and Planning, A9:285-344, 1977

Yalcın Alver. Emprıcal Studıes On The Valıdıty Of Traveler Informatıon: Informatıon On Transportatıon By Means Of Expressway Toll And Publıc Transıt Informatıon, 2006

Zhang J., Fujiwara A. and Soe T., "Using stated preference approach to estimate mode choice behavior under changes in travel and socioeconomic environments in Myanmar",

ORAL PRESENTATION

Investigation on mechanical and microstructural characterization of gas tungsten arc welding of thin grade-2 pure titanium sheets

Ahmet Topuz[1*] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0003-4925-7272)
Abdülhamit Adsoy[2] (*ORCID: https://orcid.org/*0000-0003-3269-0571)
Ümit Şentürk[3] (*ORCID: https://orcid.org/*.....)
Tahir Köksal[4] (*ORCID: https://orcid.org/*.....)

[1*]Istanbul Arel University, Engineering and Architecture, Mechanical Engineering, Istanbul/Turkey
[3]Ayvaz A.Ş, Istanbul/Turkey

* ahmettopuz@arel.edu.tr

Abstract

Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) is commonly used in joining process for welding titanium materials. In this study the welding process parameters are chosen for carrying out full penetration But-joints on 0.4 and 0.3 mm thick titanium sheets. The influence of the parameters of GTAW on the microstructure, mechanical properties and surface morphology at the fracture location of welded joints are examined. The microstructure of base metal, heat affected zone and fusion zone are analysed by optical microscopy. The welded joints showed an ultimate tensile strength of average 425 MPa. None of the samples have been broken in the fusion or heat affected zone, showing good quality of welds. Weld samples have experienced break in unaffected base metal zone. The hardness value of fusion zone and base metal are typically observed to be 167 and 165HV0.5. Fracture surface is examined by using SEM. The joint has failed in ductile fracture.

Keywords: Pure, titanium, gas, tungsten, arc.

INTRODUCTION

Pure titanium has good corrosion resistance, bio-compatibility and excellent welding ability. This promotes the use of titanium in fabrication of airframe, marine, chemical, condenser tubes and dental implants. However, titanium material is highly reactive when processing temperatures exceeds 500^0C (A. Karpagaraj, 2005).

The surface of titanium can easily absorb the gases such as oxygen, nitrogen and hydrogen from atmosphere. Hence in order to minimize these issues an appropriate shielding medium must be introduced to cover the utilized weld area (ASM Handbook (2002), Li. J. Xie Yzhgu (2005)).

Few researchers have been working in area of TIG or GTAW welding of titanium sheet and investigated the microstructural studies and tensile properties of welded region compared with parent metal (Gh.R Rozavi (2014), R. Bendikine (2018)).

Some researcher has been investigated into welding parameters effecting on mechanical and microstructural properties of titanium welds [6, 7].

In this study gas tungsten arc welding (GTAW) is used as welding process for pure titanium sheet. GTAW welding process and the microstructural analysis and mechanical properties of welded materials are investigated and compared with parent metal.

MATERIALS AND METHODS

Commersively pure titanium sheets of 0.4mm and 0.3mm thickness are used in this study. The chemical composition of pure titanium Gr-2 is given in Table-1.

Table 1: Chemical composition of titanium Gr-2.

%C	$\%0_2$	%N	%Fe
0.1	0,25	0,03	0,25

The welding of titanium Gr-2 is carried out by using GTAW welding machine. Before the welding, samples are cleaned with acetone. GTAW welding process parameters are given at Table-2.

Table 2. Welding process parameters.

Welding Current (A)	30
Welding Voltage (V)	7.2
Welding Speed (cm/min)	90
Number of Passes	1
Shielding Medium	%100 Argon
Bottom purging gas flow rate (lt/min)	15
Argon Output from torch (lt/min)	22
Tungsten Diameter (mm)	1.60
Tungsten Quality	W20 Gr-2

Table 3. Tensile and yield strength of welded titanium.

Sample Number	1	2	3	4
Metal Quality	Ti-Gr2	Ti-Gr2	Ti-Gr2	Ti-Gr2
Thickness of Metal	0.3mm	0.3mm	0.4mm	0.4mm
Rapture Zone	Base Metal	Base Metal	Base Metal	Base Metal
Yield Strength (%0.2)	311	319	279	319
Ultimate Tensile Strength (N/mm^2)	425	452	387	430
Reduction of area %	40	47	48	45

Each welded joint has three structurally different zones, unaffected metal, heat affected zone and fusion zone. These zones highly influence the strength of welds. The destructive test was performed and the mechanical properties were assessed by tensile and hardness test.

Four tensile test samples have been prepared. Tensile tests are carried out by using universal testing machine with 50 kN capacity. The tensile properties of welded titanium for 2 different sheet thickness such as 0,3mm and 0.4mm are presented in Table-3. The yield strength of the titanium joints is calculated by drawing a line parallel to elastic portion of load elongation curve at 0.2% offset meets the curve. Ductility of the welded titanium is calculated as percent of reduction of area. Tensile test force-elongation diagrams are shown Figure-1. All of weld samples are broken in unaffected base metal zone as showing by Figure-2.

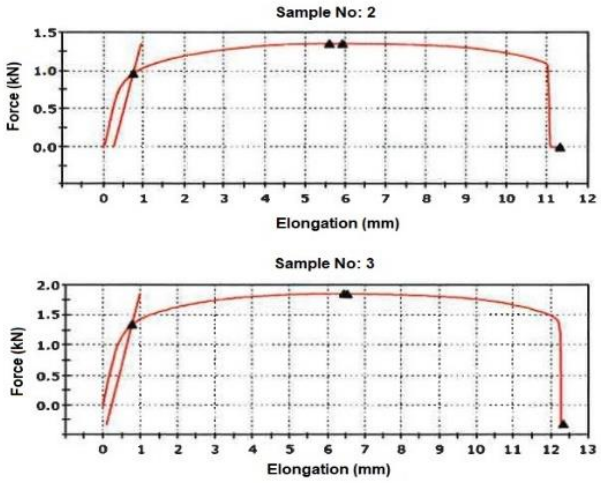


Figure 1: Force – elongation graphs.



Figure 2: Broken tensile test specimen.

Hardness of welded titanium welds are measured by using Vickers method. Micro hardness of weldments are measured at fusion zone, heat affected zone and base metal (500gr loads for dwell time of 10 s). The results are given at Table-4.

Table 4. HV0.5 hardness results.

Sample Number	Base Metal	HAZ	Weld	HAZ	Base Metal
1	148	151	158	154	147
2	154	158	161	157	158
3	176	165	168	166	170
4	186	179	176	172	183

Metallographic tests were carried out at all of the welded specimens. The specimens are polished by various grades of emery papers. The etching solution 2ml HF, 14ml HNO3, 24ml H2O is used. Optical microscope is used for investigation of micro structure. Microstructure photographs are given at Figure-3 and Figure-4.

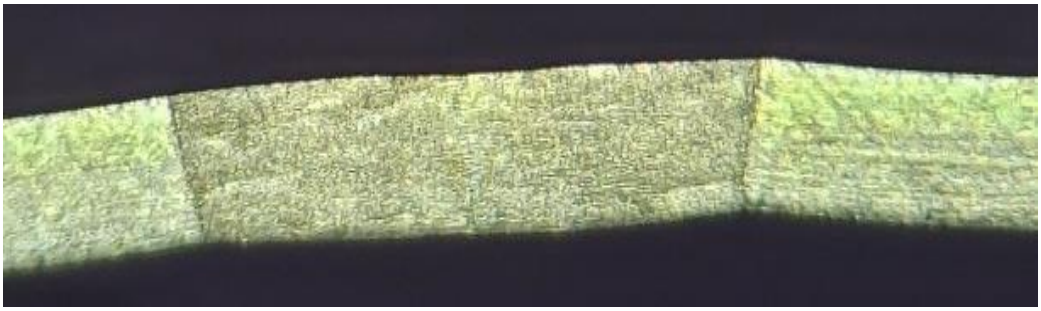


Figure 3: Macrostructure of the welded specimen (50X).

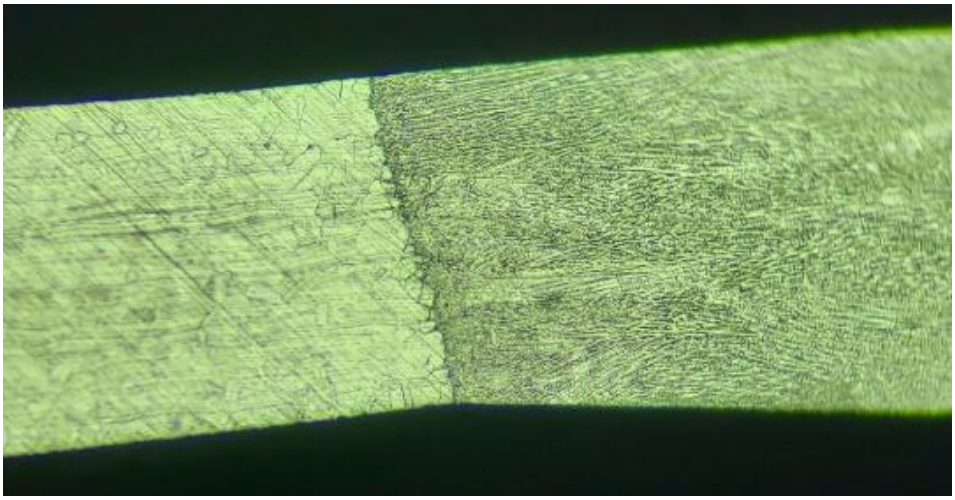


Figure 4: Macrostructure of the welded specimen (100X).

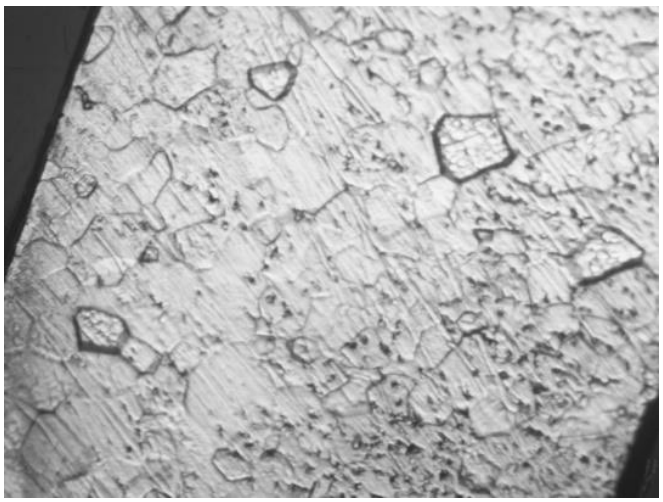


Figure 5: Base metal specimen (200X).



Figure 6: Microstructure of fusion zone (100X).

FRACTOGRAPHY

The fracture samples obtained from tensile tests are further investigated under SEM. The joints have failed in ductile fracture. Presence of micro voids is observed to be comparatively higher in fracture surfaces of welded specimens shown at Figure -7.

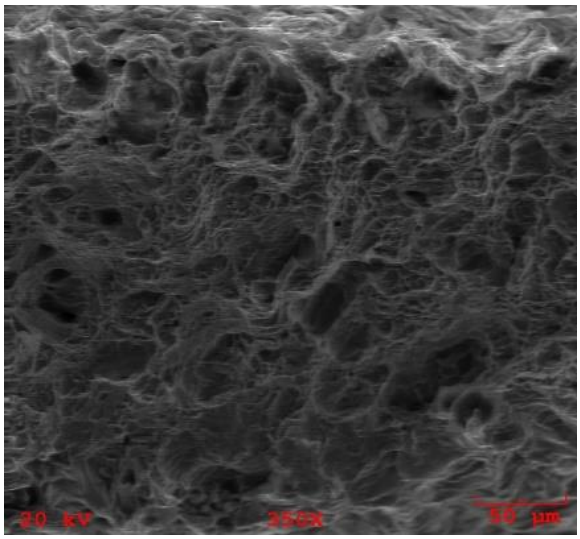


Figure 7: Fracture surface.

As a result of the welding cycles with a peak temperature, a significant grain coarsening is noticed in the fusion zone.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Welding parameters are optimized and established on sheet trials for full penetration butt welds. Table-3 shows the tensile property variations. Tensile and yield strength values for 0.3mm welded sample is higher than 0.4mm welded sample. None of samples have been broken at unaffected zone and fusion zone, showing good quality of welds.

Ultimate tensile strength of 425 MPa is obtained for Sample-4 and lowest ultimate tensile strength of 387 MPa is obtained for Sample-3.

Table-4 shows the hardness variations from the centre of fusion zone to the base metal for 0.3mm and 0.4mm thick joints, average hardness of base metal is found to be 151HV0.5 for 0.3mm and 179HV0.5 for 0.4mm thick joints. Average hardness of fusion zones are found to be 160HV0.5 for 0.3mm and 172HV0.5 for 0.4mm thick joints. Average hardness of heat affected zone are found to be 155 HV0.5 for 0.3mm and 170HV0.5 for 0.4mm thick joints. The maximum value of hardness is found at 0.4mm thick joints from tabulated values. It was noticed that hardness of 0.4mm welded samples are higher than 0.3mm welded samples.

Base metal microstructure of commercially pure titanium Gr-2 consist of equi-axed recrystallized grain of alpha (titanium sheet cold rolled and annealed).

The interface between the base metal and the heat affected zone clearly indicates that the region from where thermal cycles occurred during the welding process operate acerbically on the change of microstructure. Due to this complex thermal cycle, the equi-axed grains had grown in the largest size in the fusion zone. Fusion zone consist of acicular alpha. The faster cooling rate produced acicular alpha.

A significant grain coarsening size is noticed in fusion zone. As a result the degree of grain coarsening decreased as one move from zone to base metal.

Fractography illustrates that finer the dimples the load carried by welded specimen is high while the yield and ultimate strength of joint rises above the base metal and in actual fact all failures occurred in the base metal zone.

CONCLUSION

Welding parameters like welding current, voltage, welding speed, shielding medium and the others are optimized and established from bead on sheet trials for full penetration butt welds.

None of the samples have been broken at fusion or heat affected zone, showing good quality welds. The maximum value of ultimate tensile strength is found 452 MPa for 0.4mm and 430 MPa for 0.3mm thick joints. The maximum value of hardness at fusion zone is 176HV0.5 for 0.4mm and 161HV0.5 for 0.3mm thick joint.

A significant grain coarsening size is noticed in the fusion zone which consist of acicular alpha. As a result the degree of grain coarsening decreases as one move from the fusion zone to base metal.

Fracture surface is examined by using scanning electron microscope. The base metal have failed in ductile fracture.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by Ayvaz Research Centre.

REFERENCES

A. Karpagaraj, N. Siva Shanmagun, K. San Karanaroyan Samy “Some studies on mechanical properties and microstructural characterization of automated TIG welding of thin commercially pure titanium sheets, Materials Science & Engineering, AGYO (2005) p180-189.

ASM Handbook, Vol-6, ASM İnternational 2002.

Gh.R Rozavi, M. Mosoeli, M. Taheri, M. Sabotekiu, İnvestigation gas tungsten arc welding of pure titanium, Int J Mater. Mech. Eng. 2, 2014(P1-6).

Li. J Xie Yzhgu, Effect of Oxygen Contamination in The Argon Shielding Gas in Laser Welding of Commercially Pure Titanium Sheets, J Mater Sci 40 (2005) 3437-3443.

R. Bendikine, S. Baskutis, J Baskutine, A. Ciuply, T. Kacinkas, Comparative Study of TIG welded commercially pure titanium , Journal of Manufacturing Process Vol-36, 2018 P155-163.

Winco K. C., Yunga B. Ralph W.B. Lee, R. Fenn, An investigation into welding parameters affecting the tensile properties of titanium welds", J. Mater. Process Technol 63 (1-3) (1997) P759-764.

Y. Kaya, A. Durgutlu, N. Kahraman, B. Gülenç, The Influence of current type on microstructure and mechanical properties of TIG welded titanium sheets, 6. International Advance Technologies symposium, 14-18 May 2011, Elazığ, Turkey.

ORAL PRESENTATION

Development of CMC / PEG / GO (rGO) hydrogels with wound dressing potentials

Özge Gülüzar Karaca[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9772-0033),
Güldem Utkan[2*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5522-9940),

[1] Marmara University, Faculty of Engineering, Chemical Engineering Department, Istanbul, Turkey.
[2*] Marmara University, Faculty of Engineering, Chemical Engineering Department, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: guldem.utkan@marmara.edu.tr

Abstract

Wound healing is a complex and very important research area that requires different types of materials for specific conditions. Today, developing new materials for specific wound types is one of the most attractive issues for scientists. In this study, CMC / PEG / GO (rGO) hydrogels were produced, characterized and their wound healing potentials were investigated. Graphene oxide (GO) was successfully synthesized using a modified Hummers method. Then, green reduction of GO was succeeded by using *Laurus nobilis* extract to obtain rGO. Finally, GO (rGO) in different ratios (0%, 10% and 40% v/v) were added to a mixture of CMC and PEG and hydrogels were formed with addition of citric acid (CA) as crosslinker. For the preparation of hydrogels certain parameters were changed and effect of these changes on properties and swelling behaviour of hydrogels were examined. For this purpose crosslinker CA amount was changed from 10%, 15%. to 25% w/w, and PEG amount from 10%, 20%, 50% to 100% w/w were investigated. All hydrogels were prepared successfully. They had enough mechanical strength and high swelling ratios up to 2771% which is quite ideal in wound dressings. Furthermore, physical and chemical characterizations of these hydrogels, GO and rGO were realized by employing FT-IR and SEM analyses and structures were confirmed. Hydrogel-cell interactions will be investigated with L929 cells and toxicity will be determined by MTT tests and GO (rGO) concentration dependent toxicity was expected. Prepared hydrogels with high swelling ratios and enough pores for cell attachment and proliferation makes them promising candidates to be used in wound dressing applications.

Keywords: Wound healing, hydrogel, CMC, GO, rGO, biomaterial.

INTRODUCTION

Skin is the largest and one of the most important organs of the body (Ghomi et al., 2019). Its fundamental purpose is to act as a protective layer to protect inner organs from UV radiation, microbial invasion and other threats (Ghomi et al., 2019; Kim et al., 2019). Therefore, skin wounds are quite critical for human body and they should be carefully treated. Skin should be covered when it is damaged for prevention of bleeding and protection of the wound from ambient irritants or electrolyte disturbances (Jayakumar et al., 2011).

Hydrogels are three-dimensional macromolecular networks that comprises of chemical or physical crosslinking of hydrophilic polymers (Kamoun et al., 2017; Tavakoli and Klar 2020). They can possess outstanding properties such as highly hydrophilic nature, tissue-like structure, high sensitivity to physiological environments e.g. temperature, pH and good flexibility (Kamoun et al., 2017). Through their unique structure, they can absorb excess exudates and enable oxygen diffusion to promote wound healing. Furthermore, they have water retention capacity up to several-fold of their weight which allows them to maintain the adequate moisture level at the wound site (Tavakoli and Klar 2020; Gupta et al., 2019; Shi et al., 2020).

An ideal wound dressing should possess certain properties in order to provide the best environment for wound healing. First of all, it should mimic the natural functions of the skin. Therefore, it should be biocompatible, non-toxic and non-allergenic (Jayakumar et al., 2011). Also, it should maintain the moist environment at the wound site, remove excess exudates by absorbing, provide thermal insulation, allow gas exchange, act as a barrier to protect wound from infections and microorganisms and promote angiogenesis and connective tissue synthesis. Moreover, it should be mechanically strong, easily removable from skin without causing trauma (Li et al., 2017; Kim et al., 2019).

Carboxymethyl cellulose (CMC) is one of the most important natural polymers used in wound dressings. Unique properties of carboxymethyl cellulose (CMC) are high water absorption capacity, ability of gelation, biocompatibility and biodegradability which makes it a promising candidate to be used in wound dressing applications (Kim et al., 2019). Polyethylene glycol (PEG) is a synthetic polymer which has a water-soluble and viscous structure. It is commonly used in biomedical applications (Kamoun et al., 2017). Graphene Oxide (GO) has also unique properties to be used in biomedical applications. It has both hydrophobic structure and oxygen containing hydrophilic groups which gives it water dispersibility. Also, it exhibits biocompatibility antimicrobial activity (Lee et al., 2016; Elimelech et al., 2015).

MATERIALS AND METHODS

GO has been synthesized by using a modified Hummer's method. Firstly, 2g of graphite powder was mixed with 5 ml HNO_3 and then 70 ml H_2SO_4 was added to the solution. After that, this solution was put in an ice bath to cool down and $KMnO_4$ was slowly added to the solution for oxidation. The solution was stirred for 60 minutes at room temperature. Subsequently, 100 ml of water was slowly added to the solution that was put in a water bath around 35º and the temperature increased up to 100º. After 10 minutes, the solution was put in an ice bath to cool down again. After 20 minutes, 300 ml of water was added to the cool solution. After 24 hours, 3 ml of H_2O_2 at 30% concentration was added at room temperature. Afterwards, centrifugation and washing were applied three times to the solution. Finally, the solution was freeze-dried to obtain solid GO. (Ansari et al., 2018)

Laurus nobilis extract was employed for reduction of GO. *Lauris nobilis* extract was prepared by mixing 5g of *Lauris nobilis* leaves with 300 ml distilled water and stirring under 90° for 1 hour. Subsequently, it combined with GO solution as 1:1 (v/v) ratio. Afterwards, centrifugation and washing were applied three times to the solution.

Hydrogels were prepared by using CMC, PEG, GO/rGO and CA with changing amounts as in the table 1 below in order to optimize the structure and dried in petri dish.

Table 1. Composition of Hydrogels

	CMC	GO	rGO	PEG	CA
CMC/PEG/GO	1g	5ml (0,0037g)	-	0,1g	0,1g
CMC/PEG/GO-CA15%	1g	5ml (0,0037g)	-	0,1g	0,15g
CMC/PEG/GO-CA25%	1g	5ml (0,0037g)	-	0,1g	0,25g
CMC/PEG20%/GO	1g	5ml (0,0037g)	-	0,2g	0,15g
CMC/PEG50%/GO	1g	5ml (0,0037g)	-	0,5g	0,15g
CMC/PEG100%/GO	1g	5ml (0,0037g)	-	1g	0,15g
CMC/PEG	1g	-	-	0,1g	0,15g
CMC/PEG/GOx4	1g	20ml (0,0148g)	-	0,1g	0,15g
CMC/PEG/rGO	1g	-	5ml (0,0037g)	0,1g	0,15g
CMC/PEG/rGOx4	1g	-	20ml (0,0148g)	0,1g	0,15g
CMC/PEG/rGOx6,5	1g	-	18,5ml (0,0241g)	0,1g	0,15g
CMC/PEG/rGOx26	1g	-	74ml (0,0962g)	0,1g	0,15g

RESULTS and DISCUSSION

FTIR Analysis

Chemical structures of hydrogels were identified by FTIR. Characteristic peaks of CMC, PEG and GO were as follows: around 3400 cm^{-1}, at 1727 cm^{-1}, at 1596 cm^{-1}, 1342 cm^{-1} due to O-H stretching from alkoxy and carboxyl groups, C=O stretching, C=C stretching band, CH_2 wagging. Also, C-O-C stretching from epoxy group can be observed at wavelength of 1110 cm^{-1} and 1242 cm^{-1}. FTIR analysis also shows that the peaks that belong to oxygen containing groups increases with the increasing amount of the GO ratio of the hydrogel. For instance, the peak around 3400 cm-1 that shows the O-H stretching from alkoxy and carboxyl groups significantly increases with the increasing amount of GO. Furthermore, this situation also can be seen at the peaks at 2983 cm^{-1}, 1727 cm^{-1}, 1596 cm^{-1}, 1342 cm^{-1}, 1242 cm^{-1} and 1110 cm^{-1}.

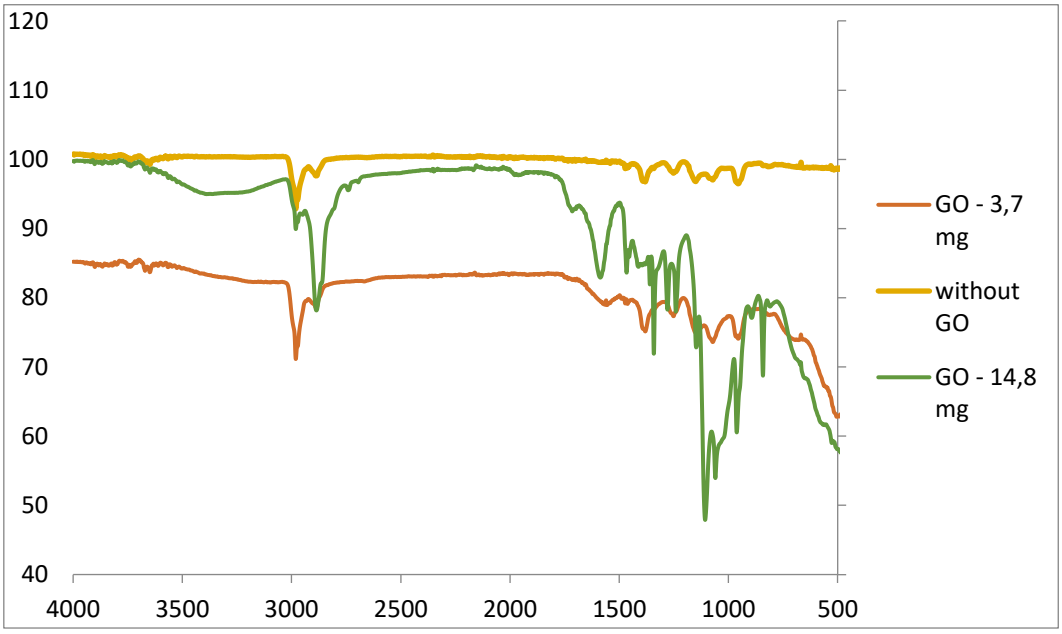


Figure 1. FTIR Analysis of the CMC/PEG, CMC/PEG/GO and CMC/PEG/GOx4

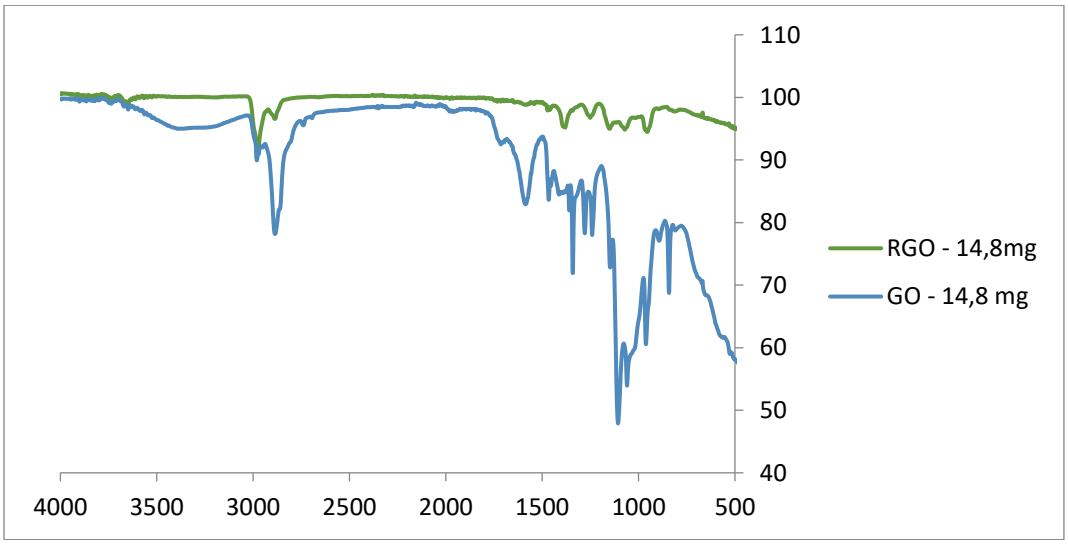


Figure 2. FTIR Analysis of the CMC/PEG/GOx4 and CMC/PEG/rGOx4

FTIR studies also showed that the number of oxygen containing functional groups were significantly decreased in rGO containing hydrogel.

Swelling Studies

As in figure 3, swelling studies showed that, swelling ratio was decreased with increasing ratio of CA due to crosslinking density.

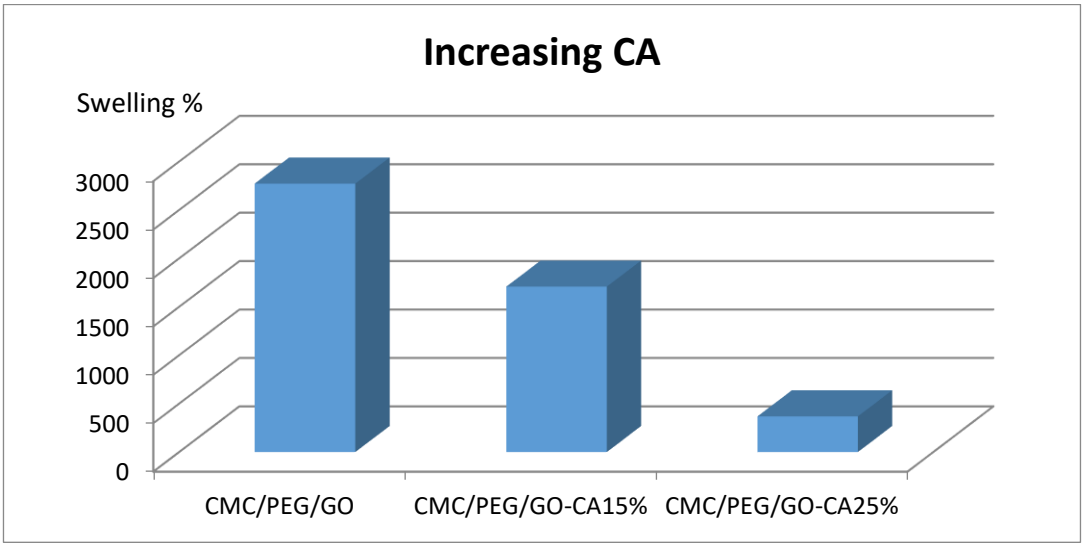


Figure 3. Swelling ratio changes with increasing CA

SEM

SEM images that GO flakes has been obtained and these flakes are more significant in rGO as expected. GO containing hydrogels has flake like structure including pores but rGO containing hydrogels does not have pores altough they have some micro cracks and wrinkles at the surface.

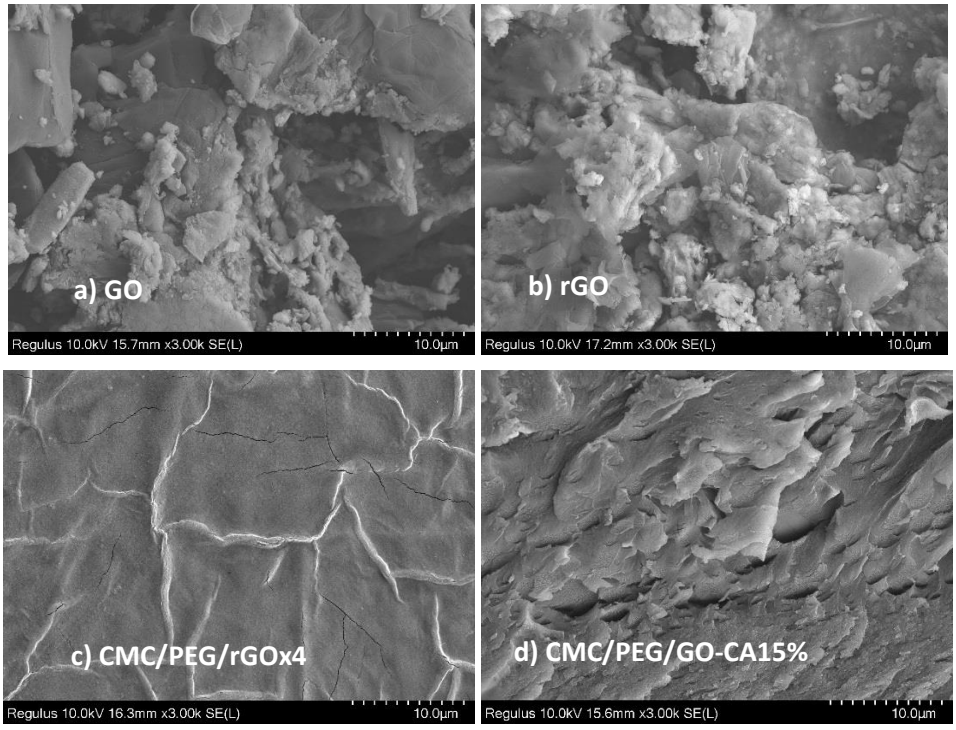


Figure 4. SEM Images of the a) GO, b) rGO, c) CMC/PEG/rGOx4 and d) CMC/PEG/GO-CA15%

CONCLUSION

In this study, a wound dressing material that consists of CMC, PEG and GO/rGO has been successfully synthesized. CMC and PEG provided a good gel structure and CA employed to increase crosslinking density. Also, GO/rGO was used in order to obtain an anti-microbial effect however these studies are still going on. Hydrogels' characteristic properties have been investigated via FTIR analysis, SEM images and swelling studies. All these studies showed that it is a promising candidate to be used as a wound dressing material.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study has been supported by Marmara University Bapko Project FYL-2021- 10283.

REFERENCES

Ansari MZ, Lone MN, Sajid S, Siddiqu WA 2018. Novel green synthesis of graphene layers using zante currants and graphene oxide. Oriental Journal of Chemistry, 34(6): 2832-2837.

Ghomi ER, Khalili S, Khorasani SN, Neisiany RE 2019. Wound dressings: Current advances and future directions. Journal of Applied Polymer Science, 136 (27): 47738.

Gupta A, Kowalczuk M, Wayne H, Britland ST, Martin C, Radecka I 2019. The production and application of hydrogels for wound management: A review. European Polymer Journal, 111: 134-151.

Jayakumar R, Prabaharan M, Sudheesh Kumar PT, Nair SV, Tamura H 2011. Biomaterials based on chitin and chitosan in wound dressing applications. Biotechnology Advances, 29: 322–337.

Kamoun EA, Kenawy ES, Chen X 2017. A review on polymeric hydrogel membranes for wound dressing applications: PVA-based hydrogel dressings. Journal of Advanced Research, 8: 217–233.

Kim Y, Doh SJ, Lee GD, Kim C, Im JN 2019. Composite nonwovens based on carboxymethyl cellulose for wound dressing materials. Fibers and Polymers, 20(10): 2048-2056.

Lee J, Kim J, Kim S, Min D 2016. Biosensors based on graphene oxide and its biomedical application. Advanced Drug Delivery Reviews, 105: 275-287.

Li H, William GR, Wu J, Lva Y, Sun X, Wu H, Zhu L 2017. Thermosensitive nanofibers loaded with ciprofloxacin as antibacterial wound dressing materials. International Journal of Pharmaceutics, 517: 135–147.

Perreault F, Fonseca de Faria A, Nejati S, Elimelech M 2015. Antimicrobial properties of graphene oxide nanosheets: why size matters. ACS Nano, 9, 7: 7226–7236.

Shi C, Wang C, Liu H, Li Q, Li R, Zhang Y, Liu Y, Shao Y, Wang J 2020. Selection of appropriate wound dressing for various wounds. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 8: 182.

Tavakoli S, Klar AS 2020. Advanced Hydrogels as Wound Dressings. Biomolecules, 10: 1169.

ORAL PRESENTATION

Taze ve atık kahve çekirdeklerinin NBR kauçukta kullanımı ve dolgu özelliğinin değerlendirilmesi

Şehriban Öncel[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8945-3054*), Tuba Ünügül[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2502-1129*), Bağdagül Karaağaç[2,3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8747-8004)*

[*1] Kocaeli Üniversitesi, Ford Otosan İhsaniye Otomotiv MYO, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, Kocaeli, Türkiye
[2] Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye
[3]Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Polimer Bilim ve Teknolojisi, Kocaeli, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: sehriban.oncel@kocaeli.edu.tr

Özet
Kauçuk hamurlarında çok sık tercih edilen bir dolgu olan karbon karasına (CB) alternatif olarak bazı yenilenebilir kaynakların dolgu maddesi olarak kullanıldığı çalışmalar, son dönemde önem kazanmıştır. Bu çalışmada, taze ve atık kahve telvelerinin değerlendirilmesi amacıyla akrilonitril bütadien kauçuk (NBR) hamurlarında karbon karasına alternatif dolgu maddesi olarak kullanımı incelenmiştir. Kauçuk hamurunda kullanılan karbon karası miktarını kademeli şekilde azaltılarak oluşturulmuş formülasyona göre hazırlanan numuneler; reolojik, fiziko-mekanik, dinamik özellikler açısından incelenmiş ve sonuçlar referans ile karşılaştırılmıştır. Taze ve atık kahvenin NBR hamurlarında karbon siyahı ile kısmen yer değiştirilerek kullanılabileceği ve potansiyel bir alternatif dolgu malzemesi olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.
Anahtar Kelimeler: Alternatif dolgu, Kahve, Akrilonitril bütadien kauçuk (NBR)

Utilization of fresh and spent coffee grounds in NBR compounds: Investigation of filler effect

Nowadays, renewable sources have been drawing attention to use in rubber compounds instead of carbon black, which is the most common filler for rubber. In this study, fresh and spent coffee grounds have been considered as alternative fillers in acrylonitrile butadiene rubber (NBR) based rubber compounds. Rubber compounds were prepared by replacing various amounts of CB with both fresh and spent coffee grounds. Rheological, physical, mechanical and dynamic properties of the samples were evaluated comparatively. It can be evaluated that fresh and spent coffee grounds may be used in NBR based rubber compounds and has a potential alternative filling material by partially replacing carbon black.
Keywords: Alternative filler, Coffee, Acrylonitrile butadiene rubber (NBR)

GİRİŞ

Kauçuğun mekanik dayanımını arttırmak amacıyla karbon karası ya da çok ince öğütülmüş silika gibi dolgu maddeleri kauçuk hamurlarında kullanılmaktadır. Karbon karası, takviye edici özelliği sayesinde ürün performansını olumlu yönde etkilediğinden kauçuk endüstrisinde en çok tercih edilen dolgu tipidir (Ciesielski, 1999). Karbon karası, üretimi sırasında yüksek enerji tüketimi ve CO_2 emisyonuna neden olmaktadır. Ayrıca yenilenemeyen/petrol kökenli kaynaklardan üretilmesi sebebiyle, uzun vadede karbon karasına alternatif doğal kökenli dolguların ve/veya sürdürülebilir atıkların doğrudan ya da dolaylı kullanımı ile elde edilen dolguların karbon karasının yerini alabilmesi son derece önemlidir (Fan ve ark., 2020). Buradan hareketle, çevreye uyumlu ve yenilenebilir kaynaklardan elde edilen biyodolguların arayışı da önem kazanmıştır. Biyodolgu olarak kullanılan kaynaklar; mısır, şeker kamışı, pirinç çeltiği, nişasta, odun gibi selülozik (lignin, selüloz, hemiselüloz) içerikli doğal malzemelerdir (Boopasiri ve ark., 2021). 2018 yılında yapılan çalışmada doğal bir atık olan muz kabukları, etilen propilen dien kauçuğu (EPDM) esaslı kauçuk hamurlarında karbon karasına alternatif dolgu olarak kullanılmış, hazırlanan vulkanizatların fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir (Akbay ve Güngör, 2018). EPDM hamuruna farklı oranlarda eklenen doğal selülozik dolgu maddesinin, reolojik ve mekanik özelliklerde olumlu etki sergilediği bildirilmiştir. 2019 yılında yapılan başka bir çalışmada, NBR/EPDM harmanlarında karbon karası yerine doğal zeolit (inorganik silika) mineralinin kullanılabilirliği incelenmiştir ve 10 phr zeolit ilavesi ile reolojik ve mekanik özelliklerde en iyi performansın

elde edildiği görülmüştür (Mayasari ve Setyadewi, 2019). 2013 yılında yapılan çalışmada ise, bir biyopolimer olan keratinin NBR hamurlarındaki dolgu etkinliği değerlendirilmiş ve keratinin vulkanizasyon süresini kısalttığını ayrıca ısıl yaşlanma dayanımını da arttırdığı tespit edilmiştir (Prochoń ve Przepiórkowska, 2013).

Tüm dünyada en çok tüketilen içeceklerden olan kahvenin hazırlanması sırasında çok fazla miktarda atık oluşmaktadır (Tuba Unugul ve ark., 2020). Bu bağlamda, özellikle son yıllarda doğal ve atık malzemelerin dolgu maddesi olarak kullanılması noktasında kahve ön plana çıkmaktadır. Kahve atıkları birçok alanda (adsorbent, aromatik yağ, biodizel, aktive karbon) kullanım yeri bulmasına karşın atık kahve telvesinin (SCG) polimer karışımında dolgu malzemesi olarak kullanıldığı sınırlı sayıda çalışmaya rastlanılmıştır (Boopasiri ve ark., 2021). 2021 yılında gerekleştirilen bir çalışmada, epokside doğal kauçuk (ENR) esaslı kauçuk hamurlarına modifiye edilmiş atık kahve (SC) dolgu olarak eklenilmiştir (Raju ve ark., 2021). Hazırlanan biyokompozitlerde modifiye kahvenin mekanik ve ısıl özellikleri iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Atık kahvenin kauçuk matriste dolgu olarak değerlendirildiği bir başka çalışmada, reolojik, fiziko-mekanik ve dinamik-mekanik özellikler konvansiyonel dolgu kullanılan örnekler ile kıyaslanmıştır (Pajtášová ve ark., 2018). İşlem görmüş ve işlem görmemiş SCG dolgularının doğal kauçuk hamurlarında incelendiği bir çalışmada; göreceli olarak büyük tanecik boyutu ve küçük yüzey alanına sahip SCG'nin NR hamuruna katılmasıyla takviye edici dolgu özelliğinin düşük olduğu ve yüzeydeki hidroksil grupları sebebiyle vulkanizasyonun gecikmeli gerçekleştiği görülmüştür (Siriwong ve ark., 2018).

Bu çalışmada, taze ve atık kahve telvelerinin yeniden değerlendirilmesi amacıyla NBR kauçuk hamurlarında karbon karasına alternatif dolgu malzemesi olarak kullanımı incelenmiştir. Kauçuk hamurunda kullanılan CB miktarını kademeli şekilde azaltma amacıyla oluşturulan formülasyona göre hazırlanan numuneler; reolojik, fiziko-mekanik, ısıl ve dinamik yönden incelenmiş ve sonuçlar referans ile karşılaştırılmıştır.

MATERYAL VE METOD

Kauçuk hamurunun ana matrisi olarak seçilen NBR (Krynac 3330, akrilonitril oranı %33±1) Lanxess firmasından satın alınmıştır. Takviye edici dolgu malzemesi olarak kullanılan karbon karası HAF N550, OMSK firmasından tedarik edilmiştir. Taze ve atık kahve telveleri Kahve Dünyası firmasından bedelsiz olarak alınmıştır. Çinko oksit, stearik asit, TMQ (2,2,4-trimetil-1,2-dihidrokinolin), IPPD (N-izopropil-N'-fenyl-1,4-fenilendiamin), ozon waks, TMTD (tetrametiltiuram disulfit), CBS (N-siklohegzil-2-benzotiazol sulfenamid) ve kükürt RubberChem firmasından satın alınmıştır. Taze ve atık kahve telveleri 80°C'de 24 saat süre boyunca hava sirkülasyonlu etüvde kurutulmuştur. Kauçuk hamurları 2 litrelik laboratuvar tipi dahili karıştırıcı (Banbury) ve çift silindirli mil peşpeşe kullanılarak hazırlanmıştır. Kauçuk hamur formülasyonları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Kauçuk hamur formülasyonları

	REF	FC-5	FC-10	FC-15	SC-5	SC-10	SC-15
	Bileşim (phr)						
NBR	100	100	100	100	100	100	100
CB	40	35	30	25	35	30	25
Taze kahve	-	5	10	15	-	-	-
Atık kahve	-	-	-	-	5	10	15
DOS	5	5	5	5	5	5	5
ZnO	5	5	5	5	5	5	5
Stearik asit	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
TMQ	1	1	1	1	1	1	1
IPPD	1	1	1	1	1	1	1
Ozon waks	1	1	1	1	1	1	1
CBS	2	2	2	2	2	2	2
TMTD	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Kükürt	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

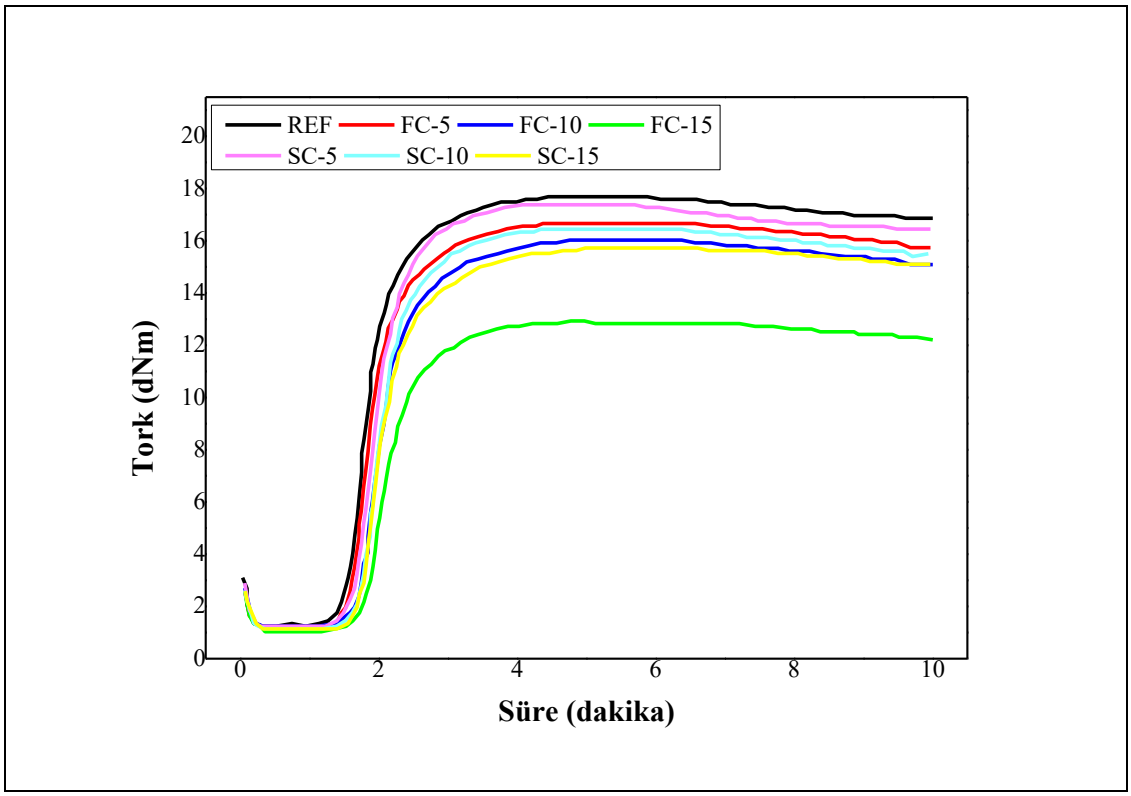
Reolojik özellikler, ASTM D5289 standardı uyarınca, döner kalıp reometresi (MDR, Alpha Technologies MDR 2000) kullanılarak 160°C'de incelenmiştir. Kauçuk hamurları, reometre eğrilerinden elde edilen optimum pişme süreleri esas alınarak, 160°C sıcaklık ve 150 bar basınç koşullarında, hidrolik sıcak pres

kullanılarak vulkanize edilmiştir. Kauçuk-dolgu etkileşimini (Payne etkisi) incelemek için kauçuk proses analizöründe (RPA-Alpha Technologies RPA 2000), 100ºC'de, 1 Hz sabit frekans ve %3.5 sabit gerinim koşullarında depo modülü (G') ölçümü gerçekleştirilmiştir. ASTM D573 standardına göre vulkanizatlar, 100ºC sıcaklıkta 70 saat ve 1 hafta boyunca hava sirkülasyonlu etüvde ısıl yaşlandırmaya tabi tutulmuştur. Vulkanizatların yaşlandırma öncesi ve sonrası fiziko-mekanik özellikleri incelenmiştir. Vulkanizatların mekanik özellikleri ASTM D412 standardı uyarınca universal test cihazı (Zwick/Roell 2.5 kN) kullanılarak, aşınma kayıpları ise ASTM D5963 standardına göre aşındırıcı döner tambur kullanılarak ölçülmüştür.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Reolojik Özellikler

Şekil 1'de taze ve atık kahve kullanılarak hazırlanan kauçuk hamurlarının reometre eğrileri sunulmuştur. Minimum tork değeri (ML), maksimum tork değeri (MH), pişme genliği (CE) ve pişme hız indeksi (CRI) gibi önemli reolojik özellikler Tablo 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Kauçuk hamurlarının reometre eğrileri

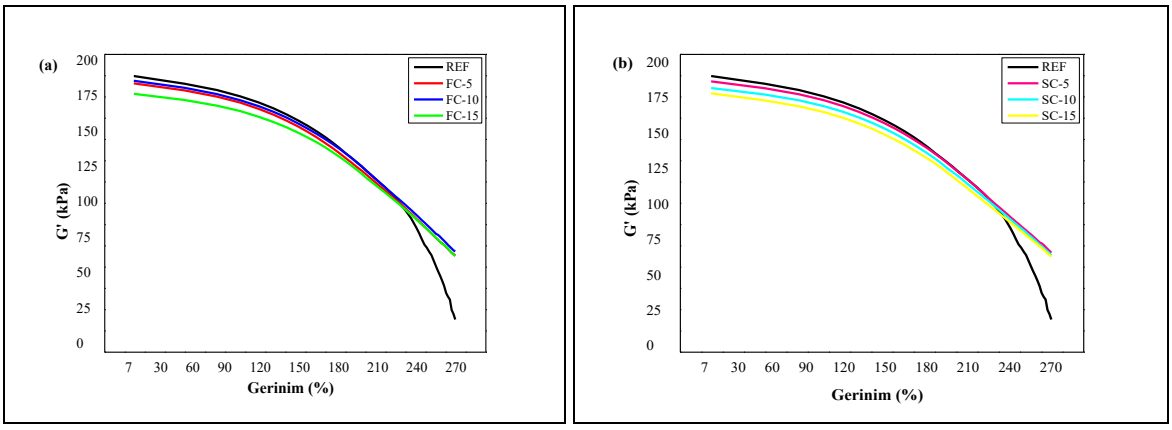
Tablo 2. Kauçuk hamurlarının önemli reolojik özellikleri

	ML (dNm)	MH (dNm)	CE (dNm)	CRI (min^{-1})
REF	1.16	17.62	16.46	88.10
FC-5	1.05	16.84	15.79	93.60
FC-10	1.11	15.92	14.81	86.03
FC-15	0.95	12.97	12.02	90.12
SC-5	1.08	17.25	16.16	96.70
SC-10	0.99	16.54	15.55	92.25
SC-15	0.91	15.53	14.62	80.34

Düşük ML değeri kauçuk hamurunun düşük viskozitede olduğunu, buna bağlı olarak da işlenebilirliğinin kolay olduğunu işaret etmektedir (Şaşmaz ve ark., 2019). Tablo 2'deki reolojik özellikler incelendiğinde taze ve atık kahve ilaveli hamurlarda ML değerinin REF hamuruna kıyasla düşük olduğu görülmektedir. Buna göre, kahve ilavesinin hamurların işlenebilirliğini iyileştirdiğini söylemek mümkündür. Taze ve atık kahve ilavesi ile MH, pişme genliği ve pişme hız indeksi değerlerinde ise düşüş gözlenmiştir. Bu değişim, kahve ilavesinde referansa göre daha düşük çaprazbağ yoğunluğu elde edilebileceğini işaret etmektedir.

Dinamik Özellikler

Payne etkisi, polimer-dolgu etkileşimi ve dolgu dağılım etkinliğinin değerlendirilmesinde kullanılan bir yöntemdir. Şekil 2(a) ve Şekil 2(b)'de sırasıyla taze ve atık kahve ilaveli hamurların %7-280 gerinim bölgesinde ölçülen depo modülleri verilmiştir.

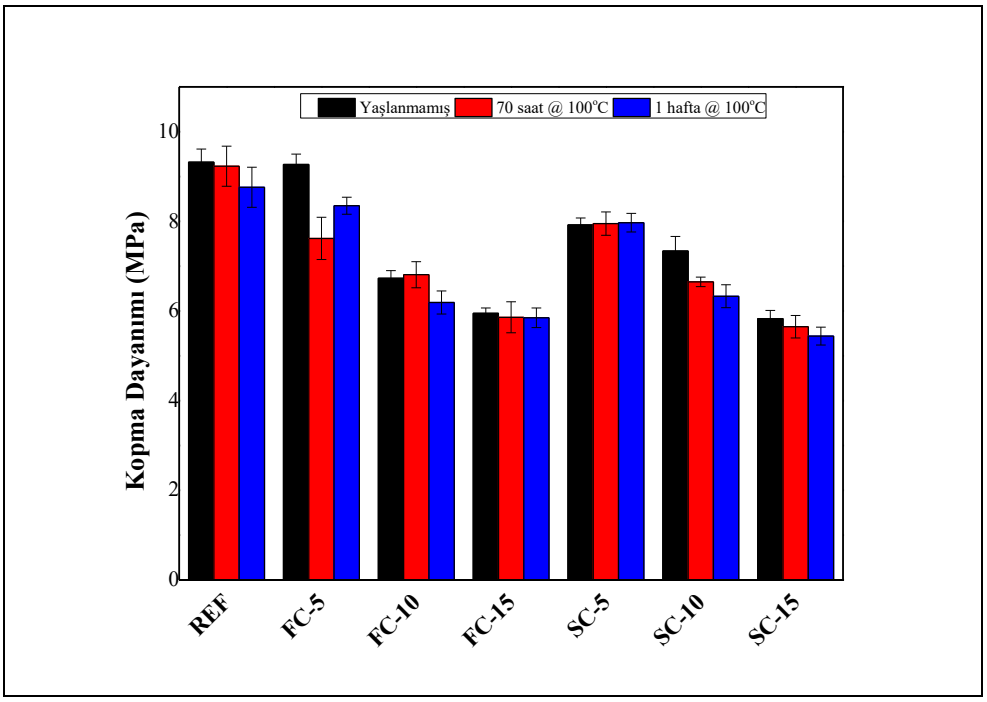


Şekil 2(a) ve 2(b). Kauçuk hamurlarında Payne etkisi

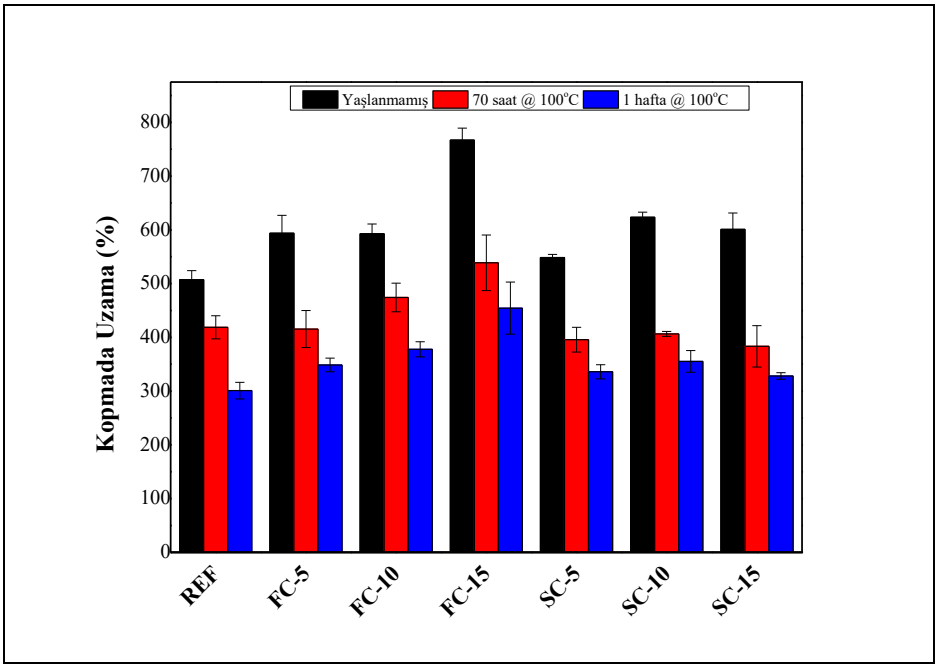
Şekil 2(a) ve Şekil 2(b) incelendiğinde, kahve miktarı arttıkça Payne etkisinin sistematik bir şekilde düştüğü görülmektedir. Düşük gerinim değerlerinde REF hamurunun diğer hamurlara göre daha yüksek depo modülüne sahip olması, kauçuk matrisinde güçlü dolgu ağının oluşumunu ifade etmektedir. Yüksek gerinim değerlerinde kahve oranı arttıkça Payne etkisinin düştüğü ve buna bağlı olarak da polimer-dolgu etkileşiminin iyileştiği görülmektedir.

Mekanik Özellikler

Şekil 3'te ve Şekil 4'te vulkanizatların yaşlandırma öncesi ve sonrası kopma dayanımı ve kopmada uzama değerleri verilmiştir. Artan kahve ilavesi ile kopma dayanımında azalma olduğu, ancak kopmada uzama değerlerinin REF vulkanizatına kıyasla yaklaşık %20 kadar arttığı görülmektedir. Bu durum, kahve ilavesi ile malzemenin gerilme modülünün düştüğünü işaret etmektedir ve azalan çaprazbağ yoğunluğu ile ilişkilendirilebilir. Aynı hamurlar için reometre eğrilerinden okunan pişme genliği değerlerinin de benzer seviyede düşük olması, bu bulguyu destekler niteliktedir.



Şekil 3. Vulkanizatların yaşlandırma öncesi ve sonrası kopma dayanımları

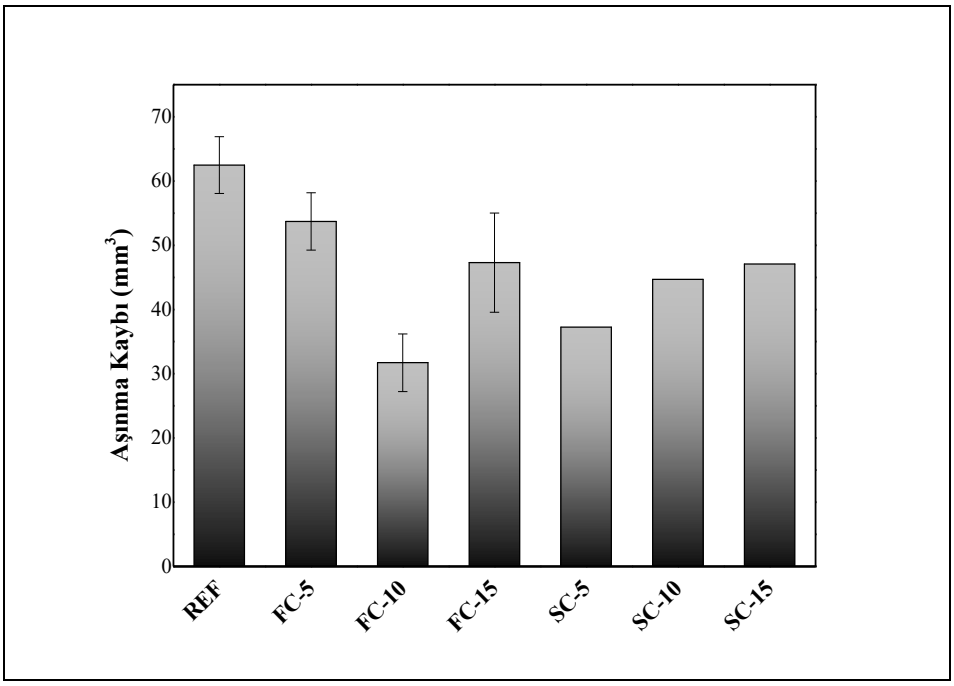


Şekil 4. Vulkanizatların yaşlandırma öncesi ve sonrası kopmada uzama değerleri

Tüm vulkanizatlarda yaşlandırma sonrası kopma dayanımında yaklaşık %10-15 değerlerinde ve kopmada uzama değerlerinde yaklaşık %20 değerinde azalma olduğu görülmektedir. NBR'ın doğası gereği yaşlandırma sonrası çaprazbağ miktarındaki artış sonucu sertleşme gözlendiği ve daha kırılgan bir yapıya sahip olduğundan

mekanik özelliklerde kayıp meydana gelmektedir (Huntink ve Datta, 2003). Dolayısıyla bu, beklenen bir sonuçtur. Değişim oranları değerlendirildiğinde, kahve içeren örneklerde referans örnekten belirgin şekilde farklı bir davranış gözlenmemesi olumlu bir bulgu olarak değerlendirilmiştir.

Şekil 5'te tüm vulkanizatlar için aşınma kayıpları verilmiştir. Kahve oranı arttıkça aşınma kaybının azaldığı görülmektedir. Bu durum, kahve içeren vulkanizatlarda kauçuk ana matrisin zincir esnekliğinin daha yüksek olması ile açıklanabilir (Suaduang ve ark., 2019). NBR esaslı kauçuk hamurlarının yaygın olarak hortum, kablo kılıfı, sızdırmazlık elemanları gibi sürtünme ve aşınmanın yoğun olarak gözlendiği uygulamalarda kullanıldığı dikkate alındığında, aşınma kaybındaki azalmanın önemli bir avantaj olacağı kesindir.



Şekil 5. Vulkanizatların aşınma değerleri

SONUÇ

Bu çalışmada, NBR esaslı kauçuk hamurlarında karbon karasına alternatif bir dolgu maddesi olarak taze ve atık kahve telveleri kullanılmıştır. Referans ve kahve ilavesi ile hazırlanan kauçuk hamurlarının reolojik, dinamik ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Hamurların işlenebilirliğinin, artan kahve miktarına bağlı olarak iyileştiği, kahve varlığının pişme genliğinde bir miktar düşüşe neden olmakla birlikte pişme hızını etkilemediği görülmüştür. Kauçuk hamuruna ilave edilen kahve miktarı arttıkça Payne etkisinde düşüş olduğu gözlenmiş, kauçuk-dolgu etkileşiminin geliştiği anlaşılmıştır. Hamur içinde kahve varlığı malzemenin kopma dayanımı değerini bir miktar azaltırken kopmada uzamada artışa neden olmuştur. Aşınma kaybında gözlenen azalma, kahve varlığının NBR hamurları için en belirgin katkısı olarak değerlendirilebilir.

Tüm bulgular birlikte değerlendirildiğinde, taze ve atık kahvenin NBR hamurlarında karbon siyahı ile kısmen yer değiştirilerek, avantajlı ve dezavantajlı olduğu yönleri dikkate alınmak kaydıyla, potansiyel bir alternatif olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

Akbay, İ. K. and Güngör, A. 2018. Investigation of using waste banana peels in EPDM as bio-based filler. International Advanced Researches and Engineering Journal, 2(2), pp. 132–136.

Boopasiri, S. et al. 2021. Reinforcing Efficiency of Pyrolyzed Spent Coffee Ground in Styrene-Butadiene Rubber. Macromolecular Research, 29(9), pp. 597–604.

Ciesielski, A. 1999. An Introduction to rubber technology, Rapra Technology Limited. Shawbury, Shrewsbury, Shropshire: Rapra Technology Limited.

Fan, Y., Fowler, G. D. and Zhao, M. 2020. The past, present and future of carbon black as a

rubber reinforcing filler. Journal of Cleaner Production.

Gunasunderi, R. 2021. Epoxidised Natural Rubber Filled Spent Coffee Ground Green Biocomposites. Journal of Polymers and the Environment.

Huntink, N. M. and Datta, R. N. 2003. Durability of Rubber Products, KGK Kautschuk, Gummi, Kunststoffe. Twente University Press.

Mayasari, H. E. and Setyadewi, N. M. 2019. Effect of natural zeolite as substrate filler on the properties of NBR/EPDM blend. Majalah Kulit, Karet, dan Plastik, 35(1), p. 25.

Pajtášová, M. et al. 2018. Use of waste materials in rubber matrix', MATEC Web of Conferences, 157, pp. 1–8.

Prochoń, M. and Przepiórkowska, A. 2013. Innovative application of biopolymer keratin as a filler of synthetic acrylonitrile-butadiene rubber NBR. Journal of Chemistry, 2013.

Siriwong, C. et al. 2018. Properties of natural rubber filled with untreated and treated spent coffee grounds. Journal of Applied Polymer Science, 135(13), pp. 1–9.

Suaduang, N. et al. 2019. ScienceDirect Effect of spent coffee grounds filler on the physical and mechanical properties of poly (lactic acid) bio-composite films. Materials Today: Proceedings. Elsevier Ltd., 17, pp. 2104–2110.

Şaşmaz, S., Karaağaç, B. and Uyanık, N. 2019. Utilization of chrome-tanned leather wastes in natural rubber and styrene-butadiene rubber blends. Journal of Material Cycles and Waste Management. Springer Japan, 21(1), pp. 166–175.

Tuba Unugul, Togayhan Kutluk, Bahar Gürkaya Kutluk, 2020. Environmentally friendly processes from coffee wastes to trimethylolpropane esters to be considered biolubricants. Journal of the Air & Waste Management Association, 70(11), pp. 1198–1215.

ORAL PRESENTATION

A Decision Support System for Smart Maintenance: Case Study in Automotive Industry

İlknur KURBAN (*ORCID:https://orcid.org/0000-0003-4832-1818)*
Emel KURUOĞLU KANDEMİR (*ORCID:https://orcid.org/0000-0003-1881-796X)*

[*1]Dokuz Eylul University, Faculty of Science, Department of Computer Science, İzmir, Turkey.
[2] Dokuz Eylul University, Faculty of Science, Department of Computer Science, İzmir, Turkey.

*Corresponding author e-mail: ilknur.kurban@ogr.deu.edu.tr

Abstract
Decision support systems are one of the information systems that make it easier to make the right decision by better understanding the data. Predictive maintenance is a technique that detects mechanical or electrical faults in advance by data analysis methods. In this study, it is aimed to find the mechanical parts that cause faults in a production line and to perform timely maintenance by using decision support system and predictive maintenance methods. The analysed data belong to the production line of case company that is working on automotive industry. A software has been developed to detect defective mechanical parts using the three-dimensional (x, y, z) distances of mechanical parts to the reference point. Distance measurements are made by industrial cameras. During the design of the system and the model, one categorical class variable labelled as breakdown or normal, three numeric and three categorical data sets consisting of 88131 observations were used. As a result of the developed system, mechanical parts that are about to break are detected.
Keywords: Decision support system, decision tree, logistic regression, support vector machine, smart manufacturing, smart maintenance.

INTRODUCTION

Today, the rapid increase in data volume in companies has made data use important with the introduction of concepts such as IoT and Industry 4.0 into the manufacturing sector.

The term Industry 4.0, 4th Industrial Revolution was first used in 2011 in Germany Hannover Fair. Basically Industry 4.0 aims to bring Information Technologies and Industry together. Industry 4.0 is considered a new industrial stage in which vertical and horizontal manufacturing processes integration and product connectivity can help companies to achieve higher industrial performance.[1].

Considering these new developments, companies have made significant changes in their working strategies. One of these changes is maintenance processes. Companies have started to create various maintenance strategies to reduce maintenance costs and take faster action. Lean smart maintenance approach covers these strategies. The LSM approach is a complex maintenance concept characterized by a lean and learning orientation as well as risk and resource-oriented alignment. The aim is to increase the efficiency and effectiveness of asset management.[2]

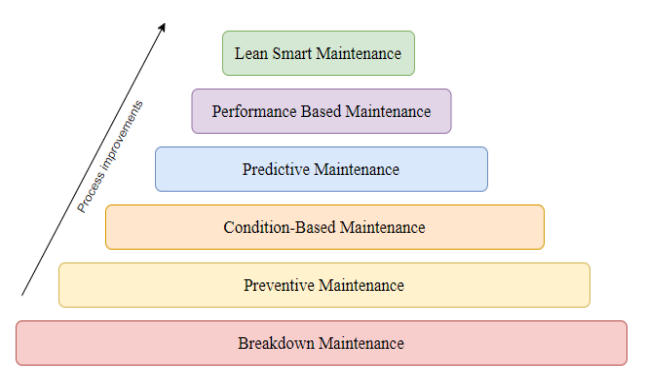


Figure 1. Maintenance Types and Concepts

Maintenance types and concepts are shown in Figure 1.

The aim of manufacturing companies is to switch their maintenance processes from the breakdown step to the lean smart maintenance step.For this reason, Compaines prefer to be implemented a decision support system solutions with Industry 4.0 and LSM approach for maintenance process.

A decision support system (DSS) is a program used to support determinations, judgements, and action plans in an organization or a business. Similarly to other systems, DSS systems require a structured approach. Such a framework includes people, technology, and the development approach.[3] The Early Framework of Decision Support System consists of four phases:

Intelligence – Searching for conditions that call for decision.
Design – Developing and analyzing possible alternative actions of solution.
Choice – Selecting a course of action among those.
Implementation – Adopting the selected course of action in decision situation.

In this study, A decision support system is designed to predict the breakdown of mechanical parts. In order to find the breakdown, the distances (x,y,z planes) of the determined mechanical part to the reference point were saved in the database. DSS was developed by using 89131 observations of four mechanically equivalent parts. Finally, The start time of breakdown of these four mechanical parts was reported to the maintenance employees about three hours ago as a warning.

In the rest of the paper, related work section presents decision support system works in the literature. Materials and methods section explains methods, developed solution. Results and discussion section explains the case study results. Finally, the last section concludes this paper and explains future work.

RELATED WORK

There are many literature studies in the field of decision support systems and smart maintenance.

Roimasro Sibagariang et al. [4] proposed a study in determining best wood on furniture area. Furniture companies have problems in determining good quality wood and lack of knowledge in good wood specifications. In this study, it was used Bayesian method for determining the best wood. As a result of the study, the decision support system, which was created using the bayes method, provided successful results.

Denny Trias Utomo et al. [5] developed a web based decision support system in the field of the supply chain management. The main aim was to develop a system that would enable to select good suppliers for manufacturing industry. Manufacturing supplier selection is a complex problem because it has many criteria. In this study, Fuzzy Analytical Hierarchycal Process (FAHP) method was used to choose best suppliers. The original part of this study is the creation of an online decision support system.

Foivos Psarommatis et al. [6] developed two decision support systems which are data-based and knowledge - based when quality problems are detected in production. By combining the data driven model and the knowledge-based model, a hybrid solution was achieved and productivity increased. This system is based on the Manufacturing's Semantics Ontology (MASON) extracting knowledge from manufacturing data. Apache Cassandra technology are used for unstructured data and MySQL technology are used for structured data. At the end of the study, a rule-based hybrid model was obtained by using SPARQL queries.

Buathong et al. [7] created a decisison support system using machine learning and optimization techniques to solve machine selecting problem. The decision support system consists of data entry, data conversion, optimization model and reporting. The aim of the optimization model is to minimize production costs. As a result of this study, a decision support system validated by the manufacturing company has been developed.

MATERIALS AND METHODS

In this section, the selected problem, data preparation, DSS model development and comparison processes are explained.

Problem Definiton

Breakdown of mechanical parts in production lines causes production of defective products and inefficiency of the production lines. The position of the mechanical parts that are the subject of this study is directly related to the quality of the products. Therefore, unexpected breakdown of mechanical parts is a big problem for the case company. Three-dimensional position of these mechanical parts and information about whether the manufactured products are defective or good are recorded to predict when this problem will occur.

Data Understanding & Preparation

Basically, there is a dataset with defective products and a dataset with positions of mechanical parts. In this part, we explain how two datasets are combined and how the classification variable is created, and we describe the categorical and numeric variables. These two datasets cover the period for a production line between 01.07.2021 and 17.09.2021. Mechanical parts dataset contains mechanical part codes, vertical distance, horizontal distance and altitude distance. Meachanical parts dataset has 88131 observations.

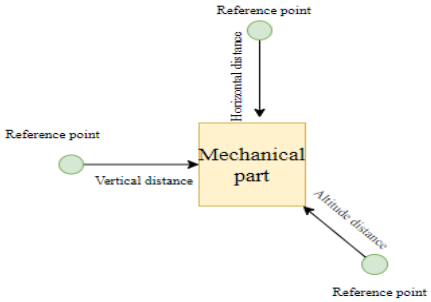


Figure 2. The logic of the numeric features

Figure 2 shows how to calculate three numerical features. The machine learning model reads numbers. Therefore, the categorical columns need to be reformat into numeric ones or binary. In this study, four mechanical part codes were made into three columns and encoded as binary. The defective products dataset is used to create the class feature. By looking at the manufacturing time of the defective products, that time period is marked as "breakdown" in the dataset. The remaining times are marked as "normal".

Table 1. Dataset example

M1	M2	M3	HD	VD	AD	Class
1	0	0	1.7	24	61	0 (normal)
0	1	0	1.8	24.2	62	0 (normal)
0	0	1	1.6	24.3	63	0 (normal)
0	0	0	1.5	24.5	63	0 (normal)
0	0	0	1.1	24.8	65	1 (breakdown)
0	0	0	1.2	25	63.3	0 (normal)

In Table 1, HD horizontal distance, VD vertical distance, AD altitude distance, class classification result and other columns represent the code of the mechanical part. This dataset is used for model building.

Model Building

In this study, we build various models using SVM (support vector machine), logistic regression and decision tree algorithms. In Figure 3, graphic of vertical distance is shown for four mechanical parts. The four mechanic parts are kept as categorical data in the first dataset. For these mechanical parts, Python sklearn library one hot encoder method is used to convert the number format that algorithms can understand.

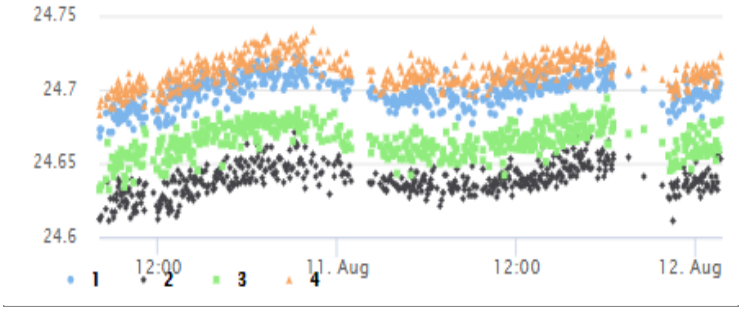


Figure 3. Vertical distance of 4 mechanical parts

First of all, the distribution of the data are examined. There are 5051 breakdown and 83080 normal labeled data in 88131 data. This means unbalanced data. It is very important to determine success criteria for models created on unbalanced datasets. The error rate may not be suitable as a success criterion in unbalanced datasets due to choosing the majority group [8]. Accuracy is not appropriate here, For unbalanced data, the classification will show the accuracy as high for the majority group even if classification ratio is very low in the minority group [9]. So in this study, we choose AUC (Area Under the Curve) as one of the success criteria because it is independent of class distribution [10]. Also, we choose precision and recall criterias since false positive and true negative values are important for this problem. Finally we started to try logistic regression, SVM and random forest algorithms for DSS models.

Logistic regression algorithm is preferred for decision support model. Logistic regression is a statistical model that in its basic form uses a logistic function to model a binary dependent variable, although many more complex extensions exist [11]. Coordinate descent method was used as the solver method for logistic regression.

SVM algorithm, which is one of the supervised methods, performs discriminant classification by learning to predict the classifications of previously unseen data by sampling [12]. Therefore, SVM prevents data from being overfitted.

Random Forest is a decision tree-based classification technique. Each tree depends on the values of an independent vector with the same distribution over all trees in the forest [13]. Random Forest advantage is give better results even noisy data in training set [14].

In the model building stage, appropriate DSS models have been tried for unbalanced data. Instead of logistic regression, the weighted logistic regression method is used. Because weighted logistic regression method is succesfull to handle unbalanced data [15]. Also, the cross validation method was used during the training phase in order to find the success criteria values correctly. Cross-validation requires a set of techniques that split the dataset and repeatedly generate models and test their future predictive power [16].
Cross validation prevents ovetfitting.

Finally, three DSS models are developed and we compare the AUC, precision and recall values.

RESULTS AND DISCUSSION

In this section, we present the results of the models developed. AUC, precision and recall values are considered as successful model criteria. Due to the nature of the problem, the recall value is important for the right time maintenance. The results of the support vector machine, logistic regression and random forest models are shown in Table 2.

Table 2. Results of the models

Model Name	AUC	Precision	Recall
Support Vector Machine (SVM)	0.53	1.0	0.06
Weighted Logistic Regression	0.96	0.87	0.93
Random Forest Decision Tree	0.99	1.0	0.99

When we analyze the results, all models give acceptable result to find not-breakdown situation. While this unbalanced dataset has a positive effect on the precision value, it also has a negative effect on the recall value. SVM model is succesfull to find breakdowns. Logistic regression model accuracy is acceptable but recall value isn't smaller than random forest model recall value.

Finally, the model is deployed in the real environment by choosing the random forest method due to recall value. Maintenance technicians decide whether to intervene or not by looking at the incoming warnings through an interface.

CONCLUSION AND FUTURE WORKS

Maintenance strategies are an activity that coincides with the success and efficiency of companies. There are many studies on maintenance strategies in the literature. In this study, 88131 observations are used for four mechanical parts between 01.07.2021 and 17.09.2021. Three decision support models are developed and the results are compared it these observations. As a result, the random forest algorithm was selected with a 99% recall value with AUC of 99%, and the selected model was released at case company. The success of this model is that it predicts two breakdowns within three weeks after release.

In future studies, we aim to use decision support models to solve more complex problems with different measurements of mechanical parts.

REFERENCES

[1] Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. International Journal of Production Economics, 204, 383-394.

[2] Biedermann, H., & Kinz, A. (2019). Lean Smart Maintenance—Value Adding, Flexible, and Intelligent Asset Management. BHM Berg-und Hüttenmännische Monatshefte, 164(1), 13-18.

[3] Sprague, R. H. and E. D. Carlson (1982). Building effective decision support systems. Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall. ISBN 0-13-086215-13

[4] Sibagariang, R., & Riandari, F. (2019). Decision Support System for Determining the Best Wood For the Production Cabinet Using Bayes Method: Decision Support System for Determining the Best Wood For the Production Cabinet Using Bayes Method. Jurnal Mantik, 3(3), 99-103.

[5] Utomo, D. T., & Pratikto, P. B. S. (2020). Preliminary study of web based decision support system to select manufacturing industry suppliers. Journal of Southwest Jiaotong University, 55(2).

[6] Psarommatis, F., & Kiritsis, D. (2021). A hybrid Decision Support System for automating decision making in the event of defects in the era of Zero Defect Manufacturing. Journal of Industrial Information Integration, 100263.

[7] Buathong, P., & Vilasdaechanont, A. (2020, March). Development of Decision Support System for Solving the Machine Selection Problem in an Intermittent Manufacturing System Design. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 784, No. 1, p. 012022). IOP Publishing.

[8][9][10] Wang, H., Xu, Q., & Zhou, L. (2015). Large unbalanced credit scoring using lasso-logistic regression ensemble. PloS one, 10(2), e0117844.

[11] Tolles, J., & Meurer, W. J. (2016). Logistic regression: relating patient characteristics to outcomes. Jama, 316(5), 533-534.

[12] Pavlidis, P., Wapinski, I., & Noble, W. S. (2004). Support vector machine classification on the web. Bioinformatics, 20(4), 586-587.

[13][14] Aljahdali, S., & Hussain, S. N. (2013). Comparative prediction performance with support vector machine and random forest classification techniques. International journal of computer applications, 69(11).

[15] Harumeka, A., Purnami, S. W., & Rahayu, S. P. (2021, October). The use of entropy based fuzzy membership on weighted logistic regression for the unbalanced data. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 880, No. 1, p. 012048). IOP Publishing.

[16] Koul, A., Becchio, C., & Cavallo, A. (2018). Cross-validation approaches for replicability in psychology. Frontiers in Psychology, 9, 1117.

ORAL PRESENTATION

Nükleer Tehditlere Karşı Alınacak Önlemler ve Ulusal Bir Standardın Ortaya Konması

Mevlüt ŞENER[1*] (ORCID: 0000-0001-9128-769X), *Volkan AYLIKCI* [2] (ORCID: 0000-0002-3003-7483), Nuray KÜP AYLIKCI[3] (ORCID: 0000-0002-2276-5421), Tolga DEPCİ[4] (ORCID: 0000-0001-9562-8068)

[*1]İskenderun Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, KBRN Anabilim Dalı, Hatay, Türkiye
[2]İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Hatay, Türkiye
[3]İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Mühendislik Temel Bilimleri, Hatay, Türkiye
[4]İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği, Hatay, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: mevlut.sener44@hotmail.com

Özet
Geçmişte yaşanan nükleer felaketler sonrası yaşananlar, nükleer silahların kullanımının kısıtlanması ve nükleer enerjini santrallerinin güvenli çalışma koşullarının gözden geçirilmesini gündeme getirmiştir. Bilindiği üzere teknolojinin gelişimi ile birlikte enerji ihtiyacındaki artışla ve enerji üretiminin büyük bir kısmının fosil yakıt kaynaklı oluşuyla beraber insanoğlu küresel iklim değişiklikleri ile mücadele etmek zorunda kalmıştır. Nükleer enerji, temiz enerji üretimi sağladığından dolayı küresel iklim değişiklikleri ile mücadelede kesintisiz enerji kaynağı olarak düşünülmektedir. Ancak geçmişte nükleer santrallerde yaşanan kazalar ve atık yakıtlarda bulunan plütonyumun nükleer silah başlıklarında kullanılması bu enerji türü için bir ön yargının oluşumuna zemin hazırlamıştır. Radyoaktif atıklar nükleer enerji santrallerinden, enstitülerde bulunan araştırma, medikal uygulamalardan ve destek yakıt çevrimlerinde savunma sanayinde kullanılabilecek yan ürün olarak üretilebilir. Ayrıca belirli bir yarı ömre sahip radyoaktif atıkların yayacağı parçacık veya dalga tipli radyasyondan dolayı bu tür atıklar, normal atık sınıfında değerlendirilemeyeceği için hem çevre hem de insan sağlığı için nükleer tehdit unsuru taşımaktadır. Bu çalışma kapsamında olası nükleer felaketler düşünülmüş ve dünya örnekleri üzerinden yapılması gerekenler üzerine öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Nükleer felaket, nükleer atık, nükleer yakıt, radyasyon.

Precautions to be Taken Against Nuclear Threats and Establishment of a National Standard

Abstract
After the nuclear disasters in the past, the restriction of the use of nuclear weapons and the review of the safe working conditions of nuclear power plants have brought up the agenda. As it is known, with the development of technology, the increase in energy demand and the fact that a large part of energy production originates from fossil fuels, human beings have had to struggle with global climate changes. Nuclear energy is considered as an uninterrupted energy source in the fight against global climate changes, since it provides clean energy production. However, accidents in nuclear power plants in the past and the use of plutonium found in waste fuels in nuclear weapon heads paved the way for the formation of a prejudice for this type of energy. Radioactive wastes can be produced as a by-product that can be used in the defense industry from nuclear power plants, research in institutes, medical applications and supplementary fuel cycles. In addition, because of the particle or wave-type radiation to be emitted by radioactive wastes with a certain half-life, such wastes cannot be evaluated in the normal waste class and therefore poses a nuclear threat to both the environment and human health. Within the scope of this study, possible nuclear disasters were considered and the suggestions presented on what should be done through world examples.

Keywords: Nuclear disaster, nuclear waste, nuclear fuel, radiation.

1. GİRİŞ

Geçmişten günümüze gelindiğinde teknoloji alanında birçok gelişim ve değişim yaşanmış ve bu durum silah üretimini artırmıştır. Günümüzdeki kadar gelişmiş olmasa da bu silahlar içerdiği kimyasal maddelerden ötürü, tarihte yaşanan savaşlarda düşmanı etkisiz hale getirmek için farklı yöntemler yardımıyla kullanılmıştır. Bu yöntemler, kimi zaman korku verme amacını taşırken kimi zamanda düşmanı yok etme isteği taşımaktaydı. Her ne şekilde olursa olsun başarısını etkili bir şekilde göstermiş olan bu silahlar zamanla yerini daha güçlü ve toplu yok etme özelliğine sahip nükleer silahlara bırakmıştır. "'Nükleer silahlar ilk defa Amerika tarafından üretilmiştir." "Dünya nükleer silahlarla ilk kez bu dönemde tanışmıştır." Savaşta Japonya'yı mağlup etme uğruna birçok insanın ölümüne sebep olan nükleer silahlar uluslararası düzende köklü bir dönüşüme sebep olmuştur. II. Dünya Savaşı sonrası silahların geliştirilmesi, bu dönemde devletlerin güvenlik politikalarının şekillenmesinde etkili olmuştur.

Nükleer silahlara ABD'den sonra sahip olan diğer bir ülke SSCB olmuştur. Özellikle iki kutuplu dünya düzeninde "süper güç" ABD ve SSCB'nin elinde fazlasıyla nükleer silah bulunmakta ve bu nükleer silahların kullanılma ihtimali özelikle Soğuk Savaş döneminde artmaktaydı. Bunun en önemli sebebi ise "Küba Füze Krizi'dir". "Bu Kriz'in önemi dünyanın gerçekten nükleer silahlarla yapılabilecek olan bir III. Dünya Savaşı'nın eşiğinden dönmesidir. Ayrıca bu olay Soğuk Savaş'ın dönüm noktalarından biri olmuştur. İki devletin savaşı göze almamaları caydırıcılık unsurunu öne çıkarmıştır ve daha sonra ise bu ülkeler yumuşama dönemine girmiştir." Nükleer silahların kullanımından sonra "savaş ve silah kavramlarında" bir dönüşüm yaşanmıştır. Bu dönüşümün sebebi atom bombası gibi kitle imha silahlarının diğer konvansiyonel silahlara oranla daha büyük bir etkiye sahip olduğu gerçeğidir. "Nükleer silahların meydana getirdiği asıl değişiklik nükleer silahların savaşı daha şiddetli yapmasından ziyade şiddeti zaman açısından daha yoğun hale getirmiş olmasıdır." Yıllarca süren savaşlar artık daha kısa bir zamanda sona ermektedir. Bu kısa zamanda daha etkili sonuçlar meydana gelmekte ve istenen sonuç başarılı bir şekilde gerçekleşmektedir.

Atom çekirdeğinden elde edilebilen nükleer enerji; ağır atom çekirdeklerinin bölünmesi (fisyon) ya da hafif atom çekirdeklerinin kaynaşması (füzyon) sonucu elde edilmektedir. Nükleer füzyon, suyun her 600 hidrojen atomundan biri olan döteryum ile yarılanma ömrü 12 yıl olan trityum elementlerinin tepkimesi sonucu meydana gelir (Palabıyık, vd. 2010: 201). Füzyon tepkimesi sonucu ya hiç radyoaktif ürün oluşmamakta veya en radyoaktif ürün dahi 12 yıllık yarı ömre sahip olmaktadır. Plütonyum gibi transuranik yani yapay olarak üretilen elementler açığa çıkmadığından, nükleer silahların yapılmasında nükleer füzyon etkili değildir. Ayrıca canlı hayatın temeli olan güneş enerjisi de aslında nükleer füzyon enerjisidir ve adeta büyük bir füzyon reaktörüdür (Yülek, 1994: 10). Ancak tüm bu olumlu yönlerine rağmen; günümüzde henüz nükleer füzyondan enerji elde edilememektedir. Füzyon sonucu ortaya çıkan enerjinin kullanılması için Fransa'da 10 ülkenin katılımı ile yaklaşık 10 milyar ABD Doları bütçe ile 2005'te başlatılan projenin 10 yılda tamamlanması planlanmaktadır. Nükleer fizyon ise; uranyumun nükleer reaktörlerde ve parçacık hızlandırıcılarında nötronlarla bombardıman edilmesi sonucu oluşmakta ve bu tepkime sonucu neptünyum ve plütonyum gibi transuranik elementler ortaya çıkmaktadır. 1 kg uranyumdan elde edilen elektrik enerjisi 16,6 ton taşkömürü ya da 11.1 ton(80 varil) ile petrol elde edilen elektrik enerjisine eşittir. Ayrıca 1 kg Uranyum 235'in içindeki atom çekirdeklerinin parçalanması sonucu yaklaşık olarak 1 milyon kilowatt yani Keban barajının bir günlük enerjisi kadar bir enerji açığa çıkmaktadır. Sağladığı bu yüksek elektrik enerjisi ile nükleer enerji tüm olumsuz yönlerine rağmen uluslararası alanda rağbet görmektedir (Yarman, 2011: 19). Fizyon tepkimesi; uranyum ve toryum gibi doğada sınırlı miktarda bulunan kaynaklarla gerçekleşirken; füzyon tepkimesi doğada fazlaca bulunan hidrojen ile gerçekleşmektedir. Bu nedenle nükleer enerji bir açıdan yenilenemeyen bir enerji kaynağı iken diğer taraftan yenilenebilir bir enerji kaynağı görüntüsü çizmektedir. Temel olarak fizyon sonucu ortaya çıkan nükleer enerji, nükleer yakıt ve diğer malzemeler ile önce ısı enerjisine; elde edilen ısı enerjisinin türbin sisteminden geçirilmesi ile kinetik enerjiye ve son olarak da jeneratör sistemi ile elektrik enerjisine çevrilmektedir (Özemre, 2000: 8).

Nükleer Silahlar enerjisini atom çekirdeğinin fisyon ve füzyon gibi nükleer reaksiyonlarından alır. Patlama özelliğinin dışında çok kısa bir sürede büyük bir yeryüzü parçasını etkileyen ısı, radyasyon ve basınç gibi etkileri olan ve etkilerinin bir kısmının yıllarca devam ettiği her türlü silaha genel olarak "nükleer silah" adı verilmektedir. Bu silahların amacı, nükleer santrallerdeki gibi her aşamada kontrol altında olmayan bir zincirleme meydana getirerek ortaya çıkan enerjinin salınmasıyla kısa bir zamanda hedefe büyük zararlar vermektir. Fisyon neticesinde enerji açığa çıkaran nükleer bombalar genellikle atom bombası adı verilir. Füzyon neticesinde enerji açığa çıkaran bombalara ise hidrojen bombası ve nötron bombası adı verilmektedir (Özdemir, 2013: 49).

Nükleer silah, "atomların parçalanması ve birleşmesi sonucunda meydana gelen çok yüksek miktardaki nükleer enerjiden faydalanılarak üretilmiş" silahlara denilmektedir. Tehlikeli olan bu silahlar bir kez kullanıldığında patlama etkisinden dolayı sakatlığa, ısı ve ışık etkisinden dolayı yanık ve körlüğe, radyasyon yayarak ise toplu ölümlere neden olacak kadar güçlü silahlardır. Radyasyon, etkisini uzun yıllar göstermekte ve kalıcı hastalıklara sebep olmaktadır. Bu hastalıklar arasında en çok yaygın olanları ise kanser, lösemi, kısırlık ve doğum kusurlarıdır. Nükleer silahlar II. Dünya savaşı sonrasında silahsızlanma kavramıyla birlikte kullanılan en önemli kavram olmuştur. Nükleer silahların insanlık için bir tehlike olduğu, Japonya'ya 1945'te atılan ve yüz binlerce insanın ölümüne ve milyonlarca insanın sakat kalmasına yol açan atom bombalarıyla ortaya çıkmıştır. Nükleer silahların bugün kullanıldığı varsayılırsa etkisi Japonya'ya atılan nükleer silahtan çok daha farklı olacaktır (Kaya, 2012: 10). Bu farklılığın en büyük sebebi yeni üretilen silahların gücünün ve etkisinin daha büyük olmasından kaynaklanmaktadır. Geçmişe baktığımızda insanlığa verdiği zarar bu silahlar için en tehlikeli silah kavramını ortaya çıkarmıştır. Tehlikeyi en geniş boyutları ile anlatan bu tür silahlar kısa zamanda canlı ve cansız her şeyi tamamen yok etme gücüne sahiptir ve silahların kullanımın üzerinden uzun yıllar geçse dahi, etkisi olumsuz bir şekilde devam eder (Denk, 2011: 98).

Nükleer silahların ortaya çıkardığı yıkıcılık, konvansiyonel silahlardan çok daha fazladır ve bunu daha iyi analiz edebilmek için "fisyon ve füzyon" maddelerini daha detaylı incelemek yerinde olacaktır. Nükleer silahların Japonya aleyhine kullanımı, insanlığın çok büyük bir felakete tanık olmasına neden olmuştur. Japonya'da bu olayı yaşayan insanların hayatında büyük bir değişim yaşandı. Bu silahı kullananlar için sonuç oldukça başarılı sayıldı ve bu olaydan sonra "birçok ülke kendi bilim adamları ile Manhattan projesindeki uygulamalar ile kendi atom bombalarını yaptılar. Bombanın etkisinin 18.000 ile 20.000 ton TNT'ye denk geldiğini saptanmış olup, bugün Hiroşima bombasının etki gücüne ilişkin tahminler ortalama 15.000 ton olmak üzere 10.000 illa 20.000 ton arasında değişkenlik gösteriyor. II. Dünya Savaşında Japonya'ya karşı kullanılan atom bombasının ardından nükleer alanda hızlı gelişmeler yaşanmıştır. Nükleer alanda yaşanan gelişmeler nükleer silahlanmayı ortaya çıkarmıştır. Nükleer silahlanmaya yönelik en büyük tartışma nükleer silahların hızlı bir şekilde yayılması sorunu olmuştur.

Devletlerin nükleer silahlanma sebeplerine değinmeden önce bu sebeplerin oluşmasındaki etkenlerin üzerinde durmak yerinde olacaktır. Bunların başında korku faktörü gelmektedir. Devletlerin nükleer silaha sahip olan ülkeyle bir savaş durumuna gelmesi durumunun yaratığı endişeyle birlikte nükleer silahlanma sürecinin duyulan korkuyu azaltma adına önem taşımasıdır. Diğer önemli unsur ise devletlerin kazanacağı "zafer unsurudur". Zafer unsuru, devletlerin nükleer silahları kullanarak gerçekleşmesini istedikleri en yüksek askeri noktaya ulaşmayı ifade eder. Devletlerin nükleer silah elde etme çabaları birçok nedene bağlanmaktadır. Örneğin bazı realist temsilcilerin düşüncelerinden yolla çıkılacak olursa devletler, dünya gücünü ellerinde tutmak için nükleer silah elde etmek istemişlerdir. Diğer uluslardan gelebilecek her hangi bir tehditte, ülkesini korumak adına ve dünya gücüne de sahip olma inancı içerisinde nükleer silahları elde etmek istemişlerdir. Buna verilebilecek en iyi örneğin Hindistan, Fransa ve İngiltere olduğu aşikârdır. Bölgesel olarak tehdit altında olan, kalabalık nüfusa sahip devletler veya yer altı kaynakları bakımından zengin olan devletlerin "kabul edilmez bir risk yaratma gücüne sahip olduğu imajı vermek ya da ülkelerinin var olma gücüne karşı oluşabilecek tehditlere caydırıcılık sağlamak amacıyla nükleer silah elde etmeye çalışması içine girmektedir. Özellikle nükleer silahlara sahip komşuları olan devletler için geçerli bir durumdur. Realist düşünürlere göre komşuları nükleer silahlara sahip devletlere örnek olarak Pakistan'ı; varlıkları tehdit altında olan devletlere örnek olarak ise İsrail'i vermektedir (Oğuz, 2014: 20).

1.2. Nükleer Silahlar ile İlgili Çalışma Yapan Ülkeler

Şüphesiz nükleer silahlar konusunda ilk akla gelen ülke ABD'dir. Özellikle Soğuk Savaş'ın sona ermesi ile SSCB'nin hukuki varlığının ortadan kalkmasının ardından oluşan global güç boşluğunu tek başına dolduran ve günümüzde de tek süper güç olarak nitelenen ABD, gerek nükleer faaliyetleri ile gerekse tüm dünyadaki nükleer çalışmaların kontrol edilmesi konusunda öne çıkan ülkelerin başında gelmektedir. Bu durum uluslararası örgütlerde ABD ağırlığının açıkça hissedilmesinin yanı sıra ABD'nin kendi içinde yaptığı nükleer çalışma ve sahip olduğu nükleer silahların sayısının devasa boyutlarda olmasından da ileri gelmektedir. Aynı zamanda küresel anlamda tek süper güç olma özelliğini yitirmek istemeyen ABD, diğer bölgesel güçlerin bu alandaki bütün faaliyetlerini ve meydana gelen belli başlı gelişmeleri yakından takip etmek ve istediği noktada etkileyebilmek amacını taşıyan politikalar yürütmektedir. Bu noktadan hareketle dünyadaki ilk nükleer çalışmalardan başlayarak günümüze kadar geçen süre zarfında ABD'nin nükleer faaliyetleri, diğer ülkelerinkinden hep bir adım önde gitmiştir. Ancak SSCB'nin bu genellemeyi Soğuk Savaş sürecince zaman zaman bozduğu, nükleer denemeler yaptığı ve nükleer silah sayısını arttırdığı söylenebilir. Diğer yandan, günümüzde de olduğu gibi, ABD'nin birçok alanda lider olma eğiliminin paralelinde, uluslararası

antlaşmaların belirleyicisi ve denetleyicisi olma yönünde de öne çıktığı görülmektedir. ABD'nin nükleer silahları tekeline alma yönündeki çalışmaları İkinci Dünya Savaşı yıllarına kadar uzanmaktadır. Yeni yaratılan teknolojiyi yalnız kendi tekelinde tutmak kararında olan Amerika, Almanya'nın işgali sırasında dostlarının bazı atomsal bilgilere veya malzemelere ulaşmalarını önlemek için cesur bir harekât planlamıştır. Fransız, İngiliz ve Rus işgali altında kalacak bölgeleri onlarla yaptığı antlaşmalardaki taahhütlerine aykırı olarak onlardan önce taramıştır (Özden, 1983: 487).

SSCB siyasi olarak 90'ların başında tarih sahnesinden silinmiş ancak sahip olduğu her şeyi kendisinden doğan ülkelere miras bırakmıştır. Ancak bugün bölgede kurulan diğer Cumhuriyetler göz ardı edilerek Rusya Federasyonu, onun esas mirasçısı olarak değerlendirilmektedir. SSCB ile arasında büyük bir güç farkı olan Rusya Federasyonu bugün eski SSCB'nin mirasını kaybetmeme ile sıradan bir devlete dönüşme arasındaki çelişki ve kaygıları yaşamakta, özellikle Putin yönetimi ile birlikte izlediği politikalarda bir imparatorluk özleminde oldukları çeşitli şekillerde hissedilmektedir. Amerikalıların Japonları atom bombası kullanarak durdurması üzerine Sovyetler bu silahların önemini kavramış ve nükleer silah yapmak için yoğun bir şekilde çalışmalara girişmiştir. Bu esnada, ABD'nin her türlü nükleer çalışmalarını askıya alma ve durdurma girişimlerini bir aldatma manevrası olarak görmüş ve faaliyetlerine devam ettirmiştir (Dugin, 2004: 101).

1952 Ekiminde İngiltere, Avustralya'da yaptığı ilk deneme ile nükleer alanda büyük gelişmeler kaydettiğini ve nükleer silah sahibi olma konusunda istekli olduğunu resmen kanıtlamıştır. Sahip olduğu coğrafyanın kendisine verdiği doğal savunma kolaylıklarına rağmen, İngiltere bugüne kadar nükleer silaha sahip önemli bir güç olarak hayatına devam etmektedir. Bunun ötesinde İngiltere'nin sahip olduğu nükleer güç, hem iç hem de dış çevrelerce her zaman tartışma konusu olmuştur (Özgür, 2006: 31). İngiltere bugün itibariyle nükleer silahlanmayı yoğun bir biçimde tartışmakla birlikte nükleer silah stoklarını bulundurmaya ve ABD'nin hemen her politikasına destek vermeye devam etmesi ile ön plana çıkmaktadır. Güvenlik Konseyindeki daimi üyeliği sayesinde İran, Kuzey Kore gibi birçok ülke ile ilgili olarak alınacak kararlarda söz sahibi ülkelerden biri olmaktadır. Kendilerini her alanda ileri ve gelişmiş olarak görmek ve ayrıcalıklı hissetmek Fransızların genel karakteristik özellikleri arasındadır. Bu bakımdan Fransızlar için güç ve saygınlık getirme ihtimali olan konularda ön planda olabilme istek ve girişimi her zaman söz konusudur. Ulusal bağımsızlık ve maksimum dünya çapında statüsü Fransız politikalarının vazgeçilmez bir amacı ve yol göstericisi olmuştur ve öyle olmaya da devam etmektedir. Fransa'nın dünya üzerindeki statüsünü arttırmaya yönelik olan her türlü imkân ve kabiliyet, Fransa için kullanılmaya uygun ve önemlidir. Bugün için de nükleer enerji ile ilgili her konuda kamuoyuna yön veren ülkeler arasında yer almaktadır. Mesela İran'ın şüpheli nükleer faaliyetleri ile ilgili olarak da zaman zaman AB'nin lider gibi hareket eden Fransa, yine baş aktörlerden birisidir. Sonuç olarak, Fransa gerek AB içerisinde oynadığı öncü rolü, gerekse Güvenlik Konseyinde daimi üye olması sebebiyle oldukça etkin bir ülkedir. Diğer yandan enerji üretiminde nükleer enerjiye en fazla pay ayıran ülke olması sebebiyle nükleer enerji konusunda adından en çok söz ettiren ülkedir. Her zaman prestije çok önem veren Fransa, nükleer silahları da diğer ülkelerin gerisinde kalmamak için geliştirilmiş olarak elinde bulunduracaktır. Günümüzde Çin'i, birçok açıdan olduğu gibi nükleer silah konusunda da nispeten daha bağımsız ve kendine özgü politika izleyen bir ülke olarak sayabiliriz. Bunun ötesinde Çin'in tarihi ve politikaları incelendiğinde, geçmişte iki süper güç olan ABD ve SSCB ile yoğun güç mücadeleleri ve çatışmalar yaşamış olduğu halde gelişme ve büyümesine devam edebilen tek ülke olduğu görülmektedir. Çin ilk nükleer denemesini 13 Ekim 1964 tarihinde gerçekleştirmiştir. Maddi imkanları kısıtlı ve maliyeti çok yüksek olan nükleer çalışmalar sürecini başarıyla tamamlaması çok büyük ölçülerdeki insan kaynakları ile sahip olduğu ideolojik yapının vermiş olduğu motivasyon ile gerçekleşmiştir. Çin'in nükleer silaha sahip olmaya karar vermesinin asıl sebebi sahip olduğu geniş coğrafya ve devasa boyutlardaki kaynaklarının başta SSCB olmak üzere diğer güçlerin ilgisini çekmesi yani kısacası güvenlik kaygılarıdır. Hatta denilebilir ki Çin nükleer silah çalışmalarına adım attığı yıllarda nükleer silahları kendi bağımsızlığının teminatı olarak görmüştür. Tüm Çinlilerin zihninde büyük güçler tarafından istila edilme korkuları hep var olmuş ve nükleer yarıştan geri kalma ihtimali de nükleer güce sahip olan diğer büyük güçlerin yanında güvenlik zafiyeti oluşturacak bir etken olarak algılanmıştır. Bu algılama, diğer nükleer güce sahip olan ülkelerde bu derece görülmemektedir (Durmuş, 2006: 18).

1.3. Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Anlaşması

Nükleer enerjinin barışçıl amaçlardan askeri amaçlara saptırılmasını önlemeye yönelik ikili, çok taraflı ve bölgesel alanda nükleer silâhların yayılmasının önlenmesi şeklinde antlaşmalar yapılmıştır. Evrensel antlaşmaların başında NPT gelmektedir (Gözlügöl, 2013: 8). UAEA'nın kuruluşu ardından bu kuruluşun tek başına bir işe yarayamayacağı açığa çıkmıştır. Ajans'ın önemi gittikçe azalmış ve devletlerarasında nükleer teknoloji gelişimi ve transferi ile sınırlı kalmıştır. Nükleer silâhların yayılmasının önlenmesi için ABD tarafından öneriler olsa da, Sovyetler Birliği'nin olumsuz tepkisinden dolayı bu önerilerden herhangi bir sonuç

alınmamıştır. Ancak soğuk savaşta yaşananlarla, her iki ülkede nükleer silâhların yayılmasını ve diğer ülkelerin de atom bombası elde etmeleri ihtimalini düşünerek ortak bir hedefe varmışlardır. Bu durumun sonucunda İrlanda'nın BM Genel Kurulu'na veren önerisi, Haziran 1968'de Genel Kurul'un 2373 Sayılı verdiği karala, NPT Temmuz ayında imzaya açılmıştır. Bu antlaşma iki yıl sonra 5 Mart 1970'de onaylanmış ve yürürlüğe girmiştir. Bu Antlaşma 11 Mayıs 1995'te süresiz olarak uzatılmış ve bugüne kadar dünyada en fazla katılımcısı olan uluslararası silahsızlanma antlaşması olmuştur. NPT'nin üç nüshası, Temmuz 1968 tarihinde Moskova, Washington ve Londra şehirlerinde yayınlanmıştır. Söz konusu antlaşma, 11 maddeden oluşmuş ve çok taraflı bir antlaşma niteliğindedir. Hindistan, Pakistan ve İsrail antlaşmayı imzalamamış ve Kuzey Kore de 10 Ocak 2003 yılında antlaşmadan tek taraflı olarak çekilmiştir (Denk, 2011: 93).

Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Antlaşması, uluslararası alanda yapılan silahsızlanma adına en önemli antlaşma olmasına rağmen bazı eksiklikleri de gözden kaçırılmamalıdır. NPT'nin en büyük eksikliği ve sorunu yakıt olarak uranyum zenginleştirmesine izin vermesi olmuştur. NPT, devlet dışı aktörlerin nükleer ve radyolojik madde kaçakçılığı, nükleer silahlar konusundaki uzman kişilerin kötü amaçlar için satın alınması gibi konularla ilgili doğrudan tedbirler getirmemiştir. Bu durum yeni bir güvenlik sorununu ortaya çıkarmakta olan nükleer terörizm konusu, NPT'nin bugün eksik kaldığı en önemli alanlardan biridir. Nükleer terörizm tehdidine karşı alınabilecek tedbirlerin başında, nükleer silahların yayılmasının önlenmesi rejimlerinin güçlendirilmesi ve nükleer silah sahibi devletlerin NPT'deki silahlardan tamamen arınma yükümlülüklerini yerine getirmesi gelir. NPT, devlet dışı aktörleri de içine alacak şekilde yeniden değerlendirilmeli ve güçlendirilmelidir (Denizer, 2014: 119). Nükleer silahsızlanma adına başka antlaşmaların imzalanmasında büyük etken olan ve gerçekleşebilecek nükleer bir çatışmada tehdit olarak algılanan yeni nesil stratejik silah yarışına bir son vermek amacıyla oluşturulmuş SALT antlaşmasının içerisinde yer alan Anti Balistik Füze antlaşması imzalanmıştır. Anti Balistik Füze Antlaşması ile taraflar, nükleer silahları birbirlerine yönelik olarak kullanması durumunda silahların daha hedefine ulaşmadan havada patlatılması sistemidir. Antlaşma, devletleri nükleer silahları kullanmadan önce iyi bir şekilde düşünmeye sevk ederken aynı zamanda da bu durum antlaşmaya taraf olan ülkelerin nükleer silahlarını kullanabilme ihtimalini azaltmaktadır.

1.4. Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (IAEA) ve Uluslararası Atom Enerji Kurumu Denetlemelerinde Yaşanan Sorunlar

Uluslararası Atom Enerji Ajansının kuruluşu 1957 yıllına dayanmaktadır. Bu kurumda İki yüz elliye yakın denetçi çalışmaktadır ve dünyada birçok yerde tesisi bulunmaktadır. Ayrıca ülkelerin bu teknolojiyi askeri amaçlarla kullanmaması için yaptıkları anlaşmalar doğrultusunda silahsızlanma çalışmalarına uyulup uyulmadığını izler ve kontrol eder. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansının görevleri arasında bu alanda çalışmak üzere eleman yetiştirilmesi ve bu kuruma taraf devletlerin nükleer enerji merkezlerinin kontrol edilmesine yardımcı olmak yer almaktadır. Üye devletler, bu alanda meydana gelen kaza ve acil durumlarda işbirliğini sağlamak, yapılan denemeleri iletmek ve nükleer terörizmi önlemek gibi faaliyetler yürütürler. Ayrıca "Nükleer Kazaların Erken Haber Verilmesi Sözleşmesi" ile "Nükleer Kaza veya Radyoaktif Tehlikeli Durumlarda Yardımlaşma Sözleşmesinin" düzenlenmesinde de önemli roller üstlenmiştir. Aynı zamanda "Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Antlaşmasının" uygulanıp uygulanmadığını takip ederler. Ajansın nükleer çalışmalarla ilgili her konuyu kontrol etme hakkına sahip olması pozitif olarak karşılanırken, direkt olarak bir yaptırımın olmayışı eleştirilmektedir. Denetim yaparken üye devletlerden izin alınması zorunluluğu büyük bir eksiklik meydana getirmektedir ve bu eksikliği ve sorunu yok etmek için Uluslararası Atom Enerji Ajansının bu yönde adım atması gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Denizer, 2014: 120).

Çernobil kazasından sonra Uluslararası Atom Enerjisi Ajansının getirmiş olduğu maddeler daha da önemli hale gelmiştir. Çernobil, Uluslararası Atom Enerji Ajansına üye ülkeleri nükleer güvenliğe karşı daha çok tedbir almaya yönlendirmiştir.

1.5. Ülkemizde Nükleer Denetim

Türkiye, uzun yıllardır nükleer silahların kontrolünü, sınırlandırılmasını ve nihai hedef olarak ortadan kaldırılmasını savunmuş; nükleer yayılmanın önlenmesi ve nükleer silahlardan arındırılmış bölgesel düzenlemeler konularında da destekçi olmuştur. Bu kapsamda Türkiye; nükleer güvence, nükleer güvenlik ve nükleer emniyet ile bağlantılı önemli uluslararası antlaşmalara taraf bulunmaktadır. Malum olduğu üzere, Anayasa'nın 90'ıncı maddesi gereği, usulüne göre yürürlüğe konulmuş uluslararası antlaşmalar kanun hükmündedir. Böylelikle uluslararası antlaşmalar, tıpkı bir iç hukuk kuralı gibi, devlet organları, idari makamlar ve bireyler bakımından bağlayıcıdır. Bu kapsamda Türkiye aşağıdaki antlaşmalara taraftır (Ceylan, 2019: 7);

- Atmosferde, Uzayda ve Sualtında Nükleer Silah Testinin Yasaklanması Antlaşması (PTBT),
- Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Antlaşması (NPT),
- Nükleer Maddelerin Fiziksel Korunması Hk. Sözleşme,
- Nükleer Kaza veya Radyolojik Acil Hallerde Yardımlaşma Sözleşmesi,
- Nükleer Kaza Halinde Erken Bildirim Sözleşmesi,
- Nükleer Güvenlik Sözleşmesi (CNS),
- Nükleer Denemelerin Kapsamlı Yasaklanması Antlaşması (CTBT),
- Terörist Bombalamalarının Önlenmesine İlişkin Uluslararası Sözleşme,
- Nükleer Terörizmin Önlenmesine İlişkin Uluslararası Sözleşme.

Yukarıda anılan antlaşmalar haricinde Türkiye, konuyla ilgili alanda faaliyet gösteren uluslararası örgütlerle de iş birliği içerisindedir. Uluslararası antlaşmalar haricinde, Türkiye'de yürürlükte bulunan ve nükleer enerji ile ilgili alanı düzenleyen kanun kuvvetindeki düzenlemeler aşağıdaki gibidir:

- 702 sayılı Nükleer Düzenleme Kurumunun Teşkilat ve Görevleri ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hk. KHK
- 5710 sayılı Nükleer Güç Santrallarının Kurulması ve İşletilmesi ile Enerji Satışına İlişkin Kanun

Yukarıda anılan düzenlemeler haricinde dolaylı olarak; 5237 sayılı Türk Ceza Kanunu'nun (TCK) "radyasyon yayma" başlıklı 172'nci maddesi "atom enerjisi ile patlamaya sebebiyet verme" başlıklı 173'üncü maddesi "tehlikeli maddelerin izinsiz olarak bulundurulması veya el değiştirmesi" başlıklı 174'üncü maddesi 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ve 2872 sayılı Çevre Kanunu da ilgili mevzuat arasında sayılabilir. 5237 sayılı TCK içerisinde sayılanların haricinde 702 sayılı KHK içerisinde de özellikle nükleer emniyet ile ilişkili olarak çok sayıda ceza hükmüne yer verildiği görülmektedir. Türkiye'deki nükleer enerji ile ilgili mevzuat kapsamında 702 sayılı KHK, 5710 sayılı Kanun, Elektrik Piyasası Kanunu ve Çevre Kanunu'nun ilgili hükümlerine aşağıdaki bölümlerde ayrıca değinilecektir. Cumhurbaşkanlığı hükümet sistemiyle Türkiye'de bakanlıklar ile bakanlıklara bağlı, ilgili, ilişkili kurum ve kuruluşlar büyük ölçüde Cumhurbaşkanlığı Kararnameleri (CK) ile düzenlenmektedir. Türkiye'de nükleer enerjinin farklı boyutlarıyla ilgilenen birçok kurum ve birim mevcuttur. Bu çalışmanın kapsamı itibarıyla aşağıda Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve Nükleer Düzenleme Kurumuna yer verilmiş; üniversiteler bünyesindeki araştırma merkezleri ile sağlık ve nükleer tıp alanındaki birimler özellikle ele alınmamıştır.

2. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

2.1. Nükleer Silahlanmaya Yönelik Tedbirler

Devletlerin bir araya gelerek nükleer silahlanmaya son vermesi gerekmektedir. Bunun içinde devletler uluslararası ilişkilerdeki sorunlarını daha farklı alternatifler bularak çözmeye çalışabilir. Nükleer silahlanmanın önlenmesi için devletler diplomasi yoluyla çözümler bulmalıdır.

Nükleer silahların yayılmasının uluslararası barış ve güvenliği etkilediği kabul edilmektedir. Bu nedenle birçok ülke, güvenlik kaygısından dolayı nükleer silahlara sahip olmak istemektedir. Özellikle ikili ilişkilerde sorunlar yaşayan ve savaşma olasılığı bulunan devletler ele alındığında nükleer silahların varlığı ikili ilişkilere güvensizlik unsuru getirmektedir. Zira bu silahlara sahip olmak caydırıcı bir güç kazandırmaktadır.

Güç devletin daha fazla güvenliğe sahip olmasının bir aracıdır." Hindistan'ın, İsrail'in ve Pakistan'ın nükleer silahlara sahip olma nedenleri "güvenlik kaygısından" kaynaklanmaktadır (Mustafin, 2012: 154).

2.2. NPT'de Yer Alan Hukuki Boşluklar

NPT nükleer enerji ve nükleer enerjinin kullanımıyla ilgili bir hukuki çerçeve düzenlemek için uluslararası çabaların sonucudur. Ancak bu Antlaşma'nın kusursuz ve tam bir antlaşma olduğunu ifade etmek mümkün değildir. Bu antlaşmada hukuki sistem ve uluslararası hukukun kurallarına göre bazı eksiklikler ve boşluklar bulunmaktadır. NPT'de bulunan boşluklar şöyle özetlenebilir: Antlaşmada bulunan ilk boşluk, tarafların eşitliği ilkesinin eksikliğidir. Söz konusu Antlaşma ülkeleri nükleer silâha sahip olanlar ve sahip olmayanlar başlığı altında iki farklı gruba ayırıp ve bu ayrıcalığa resmiyet vermiştir. Böylece nükleer silâhların varlığı ve bu seçilmiş ülkelerin elinde bulunduğu yasal bir mesele haline gelmiştir. Görüldüğü gibi bu Antlaşma'nın hazırlanmasında nükleer silâha sahip olan devletler sahip oldukları ayrıcalıklarını korumak istemişlerdir. NPT'nin başlığının da (Nükleer Silâhların Yayılmasının Önlenmesi Antlaşması) gösterdiği gibi, nükleer silâhlara sahip olan devletler bu ayrıcalıklarından vazgeçmemişler yalnızca diğer devletlerin bu teknolojiye sahip olmasını hukuksal düzenlemeler ve uluslararası kurumlar vasıtasıyla engelleme çalışmışlardır (Denk, 2011: 95).

Nükleer devletler açısından nükleer silâha sahip olmayan devletlerin bu maddede bulanan haklarının tanınması için Antlaşma'nın 1. ve 2. maddelerinde bulunan hükümlere uyumlu davranmaları gerekmektedir. Başka bir ifade ile bu iki madde, 4. maddenin ön koşulları olarak gözükmekte ve devletler bu maddelerdeki taahhütlerini yerine getirdiği takdirde bu hakka sahiplerdir. Böylece ülkelerin yükümlülükleri ile ilgili herhangi bir kaygı bulunduğu zaman bu kaygının giderilmesine kadar bu hak askıya alınacaktır. Bu görüşün karşısında nükleer silâha sahip olmayan ülkelerin görüşü bulunmaktadır. Bu ülkelere göre Antlaşma'nın 4. maddesinin böyle yorumlaması doğru değildir. Antlaşma bu şekilde yorumlandığı takdirde bazı ülkeler kendi çıkarları için ve diğer ülkelerin nükleer faaliyetlerinin önüne geçmek amacıyla bu faaliyetlerin barışçıl olmadığını iddia edip bu ülkelerin nükleer faaliyetlerini kolayca durdurabilmekteler. NSSOÜ açısından NPT'nin 4. maddesi tüm üye devletlerinin vazgeçilmez doğal hakkıdır ve 1. ve 2. maddelerin bu maddeye göre herhangi bir önceliği bulunmamaktadır (Ekinci, 2009: 22).

Nükleer teknolojinin "çifte kullanıma uygun" doğası yüzünden, bu maddenin etkisi biraz zayıftır. Örneğin İran nükleer programa sahip olan bir ülke olarak bu hakkını kullanmakta sıkıntı çekmiştir. Bu maddeye dayanarak Ajans, sırf bazı şüpheler yüzünden ülkelerin barışçıl nükleer faaliyetliler geliştirmesini önleme gücüne sahiptir. NPT'nin 5. maddesi Antlaşma'nın taraflarına barışçıl nükleer patlamalarından yararlanma sözü vermiştir. Söz konusu Antlaşma'nın bu maddesi, hiçbir zaman yürürlüğe girmedi sayılmaktadır. Ayrıca nükleer patlamaların barışçıl mı yoksa askeri mi olduğunun ayırt edilmesi zor bir durumdur.

Antlaşma'nın 11. ve son maddesinde Antlaşma'nın İngilizce, Rusça, Fransızca, İspanyolca ve Çin'ce metinleri eşit ve geçerli olduğunu vurgulamaktadır. Görüldüğü gibi bu Antlaşma birçok ülkenin nükleer silâh sahip olmaları ve bu silâhların denemelerinin önüne geçememiştir. Örneğin Hindistan, Pakistan, İsrail gibi NPT'ye taraf olmayan ve resmi olarak da nükleer güç olarak tanınmayan ama nükleer silah kapasitesine sahip devletlerin varlığı söz konusudur. Bazen Sivil amaçla başlatılan bir nükleer enerji girişimi, istenildiğinde silâhlanmayla sonuçlanması zor olsa da ancak mümkündür. Kuzey Kore örneği bunun kanıtı olarak tanımlanmaktadır. Kuzey Kore önce Antlaşma'ya taraf olan, sonra Antlaşma'yı çok kolay bir şekilde terk eden ve daha sonra nükleer güce sahip olan bir ülkedir. Bu ülke NPT'nin 4. maddesine dayanarak nükleer enerji geliştirme iddiasıyla yola çıkmıştır. Ancak bu ülkenin nükleer programının durduracak hiçbir uluslararası cezalandırıcı mekanizma olmadığından dolayı nükleer silâh üretimini başarmıştır (Ekinci, 2009: 24).

Bu nedenlerden dolayı NPT'nin nükleer silâhların yayılmasını önleyemediği ortadadır. NPT'nin tarihine bakıldığında bu Antlaşma'nın etkili olup olmadığı ortaya çıkmaktadır. NPT'nin imzalamasından 49 yıl geçmesine rağmen taraf ülkeler hâlâ taahhütlerini yerine getirememişlerdir. Ayrıca NPT'nin gözden geçirme konferanslarında nükleer silâhlara sahip olmayan ülkelerin hoşnutsuzlukları ve protestoları ortaya çıkmaktadır.

3. SONUÇ

Manhattan Projesi ile başlayan ve savaşın devam ettiği dönemde başarıyla sonuçlanan atomun parçalanması süreci, dünyayı olağanüstü bir güçle tanıştırmış ve insanlığı da önemli bir problemle karşı karşıya bırakmıştır. Nükleer enerjinin askeri amaçlarla üretilmesinin adeta yarış haline gelmesi, özellikle ABD'nin bu tür bir silahı Japonya'ya karşı kullanılmasından sonraki süreçte belirginleşmiştir. Her ne kadar ABD tarafından bu durum bir başarı olarak görülse de nükleer silahlanmanın bu kadar yayılması, ABD'yi de rahatsız etmeye başlamıştır. II. Dünya Savaşı'ndan sonraki süreçte dünyanın en tehlikeli silahları unvanını alan ve günümüzde de bunu devam ettiren nükleer silahlar, var olduğu günden itibaren dehşet verici yanıyla insanlığı olumsuz etkilemiştir. Ancak böylesine büyük bir güce erişmek için devletler adeta ben de buradayım diyerek bu yarışta yerlerini almıştır. Bunun sebebi belki dış politikada düşman saydıkları ülkelerden duydukları rahatsızlığı engellemek, belki nükleer silahların varsayılan caydırıcı etkisi belki de güçlü olma isteği olabileceği aşikârdır. Son yıllarda nükleer silahlanma daha çok artmış ve süper güç sayılan devletlerin yanı sıra daha küçük diyebileceğimiz devletlerde nükleer silah elde etme çabasına içerisine girmişlerdir. Nükleer silah elde etmek isteyen bu devletler düşman saydıkları ülkeye karşı bu silahları kullanabilecek güce erişmişlerdir. Ve böyle bir durumun yaşanmaması için her devlet, elini taşın altına koymak zorundadır. Bu silahlar küçük çaplı veya büyük güçte terör örgütlerinin eline geçtiği takdirde veya terörist gruplar bu silahları kullandığı takdirde karşı misilleme kime karşı kullanılacaktır. Teröristlere karşı mı, yoksa teröristlerin içinde yaşadığı devlete karşı mı kullanılacaktır? BM Güvenlik Konseyi'ni oluşturan beş daimi üye olan ABD, Çin Rusya, İngiltere ve Fransa nükleer silaha sahip ülke olarak kabul edilmekte ve bu ülkelerin nükleer silahlara sahip olması meşru sayılmaktadır. Bu durum silahsızlanma adına atılan adımları yavaşlatmaktadır. Çünkü bu durumda diğer nükleer silaha sahip olan ülkelerin nükleer silahlarını azaltması tek başına yeterli olmamaktadır ve bu durumunda bir tür çelişki oluşturmaktadır. İran gibi bölgesel güç niteliğinde olan bir devletin uranyum zenginleştirmesi yaparak nükleer silahları elde ettiği varsayılmaktadır ki NPT, uranyum zenginleştirmesini

yasaklamamaktadır. İran'ın nükleer bir güç haline gelmesi dünyadaki gücünü artıracak bir durumdur. Ayrıca İran'ın nükleer enerji çalışmaları ABD desteğiyle yürütülürken bu durum, İslam Devriminden sonra tam tersi bir hale dönüşmüştür. ABD'nin nükleer silah ürettiğini varsayarak İran'a ambargo koymasına rağmen İran NPT'ye üye olmuş bir ülkedir. Üstelik Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Antlaşmasına göre üye olan her devlet bu antlaşmadan çekilme hakkına sahiptir. ABD'nin İran'a takındığı bu durumun aynısını İsrail'e göstermemesi ve ABD'nin dünyada var olan en fazla nükleer silaha sahip olması, bu yönde gerçek bir adım atılıp atılmadığı konusunda kuşkuları artırmıştır. Bu durumda ABD'nin nükleer silahsızlanmaya tam olarak katkıda bulunduğuna dair inançları köreltmeye başlamıştır. Her ne kadar ABD, katıldığı toplantıların çoğunda nükleer başlıklarının sayısını azaldığına dair bir bilgi verse de bu durum hiç bir şekilde somut olarak ortaya çıkarılamamıştır. Nükleer silahlanmanın artan bir şekilde devam etmesi ve silah sayılarında net bir verinin olmaması Nükleer Silahların Yayılmasını Önlenmesi Antlaşmasının tam olarak etkili olmadığını göstermektedir. NPT, doğrudan nükleer silahların kullanımını yasaklamamaktadır. Ayrıca bu silahların kullanılmasının yasal olması ile ilgili öneri niteliğinde bir karar veren Uluslararası Adalet Divanına göre; nükleer silahların kullanılmasının uluslararası hukuk açısından ihlal anlamına gelmeyebileceği yönünde karar vermiştir. Nükleer silahların yasak olan tarafı ise bu silahların yayılmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü nükleer silahların kullanılmasını yasaklayan çok taraflı bir antlaşma henüz oluşturulamamıştır. Nükleer silahlar ile ilgili varılması gereken nokta ise bu tür silahların üretiminin, kullanılmasının yasaklanmasından ziyade, bu tür silahların sayılarının azaltılmasına ve nükleer silah yayılımına yönelik olmuştur. Ayrıca nükleer silahların kullanımının dışında bu silahları üretenlere yönelik, uluslararası hukuka aykırı olduğunu gösterir bir uluslararası hukuk belgesi oluşmamıştır. Nükleer silahların sayılarının sınırlandırması amacıyla birçok antlaşma imzalanmıştır. Özellikle nükleer silâhların üretimi, elde edilmesi, silahların ülkeye yerleştirilmesi ve denenmesine vurgu yapan bu antlaşmalar, uluslararası örgütlerin, basının ve toplumun bu silahların yaratığı tehlikenin farkına varmasına neden olmuştur. Ayrıca bu durum toplumun giderek artan bir bilinçlenme süreci içerisine girdiğine de işaret etmektedir. Var olan silahların gelecekte tam olarak yasaklanması varsayımına karşı bir istek olarak görülen toplumdaki bu bilinçlenme, ne yazık ki henüz gerçekleşememiştir. Bunu gerçekleştirebilmenin en iyi yolu, nükleer silâhların kullanılmasının kapsamlı olarak yasaklanması olacaktır. Ve evrensel olarak yapılmak istenen antlaşmaların zemini ise ancak hukuki bir metinle mümkün olacaktır. Gerek silahsızlanma konferansları gerekse diplomatik konferanslar gerçekleştirilmeli ve nükleer silahların kullanımı, uluslararası hukukta suç olarak kabul edilmelidir. Uluslararası barış ve uluslararası güvenliğin sağlanması için silahsızlanmanın tam olarak gerçekleşmesi yerinde olacaktır.

KAYNAKLAR

Ceylan, F. (2019). Nükleer Siyasa, Caydırıcılık, Türkiye'nin Konum ve Tercihleri, Dış Politika & Güvenlik, EDAM.

Denizer, O. (2014). Soğuk Savaş Sonrası Dönemde Devlet Dışı Aktörlerin Kitle İmha Silahları İle Terör Eylemleri Yapma Eğilim Ve Yeteneklerinin Değerlendirilmesi, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü.

Denk, E. (2011). Bir Kitle İmha Silahı Olarak Nükleer Silahların Yasaklanmasına Yönelik Çabalar, Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, 66(3), 98-100.

Dugin, A. (2010). Rus Jeopolitiği-Avrasyacı Yaklaşım, (Çev. Vügar İmanov), İstanbul: Küre Yayınları.

Durmuş, S. (2006). Nükleer Silahların Uluslararası İlişkilerdeki Rolü, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Genelkurmay Başkanlığı Harp Akademileri Komutanlığı Stratejik Araştırmalar Enstitüsü.

Ekinci, C.A. (2009). İran Nükleer Krizi, Ankara: USAK Yayınları.

Gözlügöl, S.V. (2013). Nükleer Korku Gölgesinde Uluslararası Barış ve Güvenlik, Ankara Barosu Dergisi, 2, 8-15.

Kaya, H.E. (2012). Kitle İmha Silahları Bağlamında Ortadoğu: Sorunlar Ve Beklentiler, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Edirne.

Mustafin, B. (2012). Türkiye'nin İttifak Politikası Ve Katıldığı Uluslararası Güvenlik İttifakları (1928- 1938), Yeni Fikir Dergisi, 9, 154-160.

Oğuz, Ş. (2014). Soğuk Savaş Sonrası Dönemde NATO'nun Nükleer Silah Politikasının Uluslararası Güvenliğe Etkileri Ve Türkiye, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Özdemir, A. (2013). Uluslararası Sistemdeki Etkin Aktörlerin İran'ın Nükleer Programına Yaklaşımları, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Doktora Tezi Harp Akademileri Strateji ve Stratejik Araştırmalar Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Özden, N. (1983). Nükleer Çağın İlk 40 Yılı, İstanbul: İTÜ Nükleer Enerji Enstitüsü Yayınları.

Özemre, A.Y. (2000). 50 Soruda Türkiye'nin Nükleer Enerji Sorunu, İstanbul: Kaknüs Yayınları.

Özgür, S. (2006). Geleceğe Yönelen Tehdit? Kitle İmha Silahları, İstanbul: IQ Kültür Sanat.
Palabıyık, H., Yavaş, H. ve Aydın, M. (2010). Nükleer Enerji ve Sosyal Kabul, Ankara: USAK Yayınları.
Yarman, T. (2011). Geçmişte ve Bugün Nükleer Enerji Tartışması, İstanbul: Okan Üniversitesi Yayınları.
Yülek, G.G. (1994). Nükleer Enerji ve Çevre, Ankara: SEK Yayınları.

ORAL PRESENTATION

Doğrusal regresyonla vücut yağ tahmininde korelasyon türlerinin etkisi

Ömer Mintemur[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3055-9094)*

[*1]Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Ankara, Türkiye

*omintemur@ybu.edu.tr

Özet

Son yıllarda elde edilen veri miktarının artması ve bilgisayarların işlem gücünün yükselmesiyle birlikte makine öğrenmesi yöntemleri önem kazanmıştır. Yazıdan duygu analizi, görüntü sınıflandırma, ses sınıflandırma ve benzeri birçok sınıflandırma problemi makine öğrenmesi yöntemleriyle başarılı bir şekilde çözülmektedir. Makine öğrenmesinin sıkça kullanıldığı bir diğer alan ise sağlık alanıdır. Doktorlara yardımcı olmak üzere birçok veri setinde farklı makine öğrenmesi yöntemleri önerilmiş ve önerilmeye de devam etmektedir. Bu çalışmada vücut-yağ oranı endeksini farklı özellikleri kullanarak otomatik olarak tahmin eden bir doğrusal regresyon modeli önerilmiştir. Çalışmada ayrıca iki farklı korelasyon tipinin (Pearson, Spearman) doğrusal regresyon modeline olan etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda, veri setindeki bütün özellikler kullanılarak elde edilen doğrusal regresyon modelinin en az hata ile çalıştığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Makine Öğrenmesi, Regresyon Analizi, Sağlık, Vücut-Yağ.

Effects of correlation types in body fat prediction with linear regression

Abstract

Due to the increase in volume of data that are generated every day and computing power in computers, applications of machine learning methods have been gaining lot of attention. Method for the solutions of the problems such as sentiment analysis from the texts, image classification, sound classification has been proposed in the literature. One important area of the application of machine learning techniques is medical area. Lot of different methods have been proposed aiming to help medical doctors for diagnosis. In this study, a linear regression model was proposed to automatically estimates body fat from numerous attributes. Moreover, effect of two different correlation types (Pearson, Spearman) to linear regression model was investigated. Results indicate that linear regression model without using none of the mentioned correlation type had lesser error rate.

Keywords: Machine Learning, Regression Analysis, Health, Body-Fat

GİRİŞ

Son yıllarda halk sağlığını en çok tehdit eden hastalıklardan bir tanesi de obezitedir. 2019 yılındaki Türkiye İstatistik Kurumu'nun araştırmasına göre 2016 yılında %16,1 olan obezite oranı 2019 yılında %21,1 seviyesine ulaşmıştır (Türkiye Sağlık Araştırması, 2019). Ayrıca obezite, erken ölüm sebeplerinin başında gelmektedir. Obezitenin doğru şekilde ölçülmesi hem hastalığın teşhisi hem de önlenmesi açısından önem teşkil etmektedir.

Obezitenin teşhisi için bu zamana kadar sağlık alanında oldukça farklı yöntemler önerilmiştir. Bunlardan en önemlisi vücut kitle indeksi (VKİ)'dir. Ancak vücut kitle endeksi kişinin sadece ağırlık ve boyuna göre hesaplama yaptığı için bazı durumlarda yetersiz kalabilir. Bir diğer yöntem ise bel çevresinin ölçülmesidir. Ancak bu yöntem her gruptan insan için sağlıklı bir ölçüm yöntemi olmayabilir. Son olarak kandaki bazı değerlere bakılarak obezite tespiti yapılır. Ancak bu bahsedilen testler hem zaman olarak hem de maddiyat olarak külfetli işlemlerdir.

Son yıllarda sağlık sektöründe artmakta olan veri miktarı nedeniyle, makine öğrenmesi yöntemleri sağlık alanında sıkça kullanılmaktadır. Söz konusu olan vücut yağ endeksi tahmininde (Uçar vd. 2020) Spearman korelasyon tipini ve Principal Component Analysis (PCA) kullanarak vücut yağ endeksini tahmin etmiştir. (Chiong vd. 2021) çalışmalarında öncelikle kendi önerdikleri Bulanık Ağırlıklı Gaussian metoduyla gürültülü veriyi temizlemiş, ardından SVM metoduyla vücut yağ değerini tahmin etmiştir. (Shao YE 2014) ise

çalışmasında birden fazla makine öğrenmesi metodunu kullanarak vücut yağ oranını tahmin etmiş ve yüksek sonuçlar almıştır.

Bu çalışmada, sözü edilen çalışmalardan farklı olarak vücut yağ oranını tespit etmede kullanılan özelliklerin sonuca olan etkisi iki farklı korelasyon tipi kullanılarak araştırılmıştır. Bu çalışmanın katkısı aşağıdaki gibi maddelendirilebilir:

- Vücut yağ oranını tahmin eden doğrusal regresyon analizi yapılmıştır.
- Vücut yağ oranında kullanılan özelliklerin birbirlerine olan etkileri iki farklı korelasyon tipi kullanılarak araştırılmıştır.
- Her bir korelasyon türü için değerleri, eşik bir değerin (>50) üstünde olan özellikler doğrusal regresyon modeline eğitim seti olarak verilmiş ve sonuçları karşılaştırılmıştır.
- Elde edilen veriler sonucunda, bütün özelliklerin regresyon modeline verilmesi durumunda en düşük hata oranı elde edilmiştir.

Çalışmanın geri kalanı şu şekilde organize edilmiştir. Materyal ve metot kısmında kullanılan veri, hangi korelasyon türlerinin kullanıldığı tanıtılmıştır. Bulgular ve tartışmalar başlığı altında ise elde edilen sonuçlar tablo olarak verilmiş ve tartışılmıştır.

MATERYAL VE METOD

Vücut yağ tahmininde kullanılan veri seti içinde makine öğrenmesi modellerinin denenmesi için oldukça fazla ve çeşitte veri olan Kaggle (Body Prediction Dataset,2020) veri tabanından alınmıştır. İlgili veri setinde 252 erkekten elde edilen farklı özellikler ve her bir erkek için vücut yağ oranı verilmiştir. Setteki verilerin neler olduğu ve türleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Veri Seti

Veri Setindeki Özellikler	
Su Altı Ağırlığı	Vücut Yağ Oranı
Yaş	Ağırlık
Boy	Boyun Çevresi (cm)
Göğüs Çevresi (cm)	Abdomen 2 Çevresi (cm)
Kalça Çevresi (cm)	Uyluk Çevresi (cm)
Diz Çevresi (cm)	Ayak Bileği Çevresi(cm)
Pazı Çevresi (cm)	Önkol Çevresi
Bilek Çevresi (cm)	Vücut Yağ Değeri

Tablo 1'de görüldüğü üzere veri seti her bir erkek için 15 adet özellikten ve bu özelliklerle bağımlı olarak vücut yağ değerinden özelliklerinden oluşmaktadır. Ancak bu kadar fazla sayıda özellik makine öğrenmesinde aynı eşit etkiye sahip olmayabilir, bu yüzden anlamlı verileri çıkarmak için verilen arasındaki korelasyon değerlerine bakılması gerekebilir. Bu nedenle bu çalışmada iki farklı korelasyon türü ile söz konusu özelliklerin vücut yağ değerleri ile olan ilişkisi incelenmiştir. Korelasyon, genel olarak değişkenler arasındaki ilişkiyi ve önemi saptamada kullanılan istatistiksel bir yöntemdir. Alttaki iki başlıkta sırasıyla Pearson ve Spearman korelasyon türleri kısaca açıklanmış ve her birinin, sete uygulanması sonucunda ilgili sette ortaya çıkan korelasyon değerleri verilmiştir. Çalışma Python yazılım dilinde yapılmış ve ilgili korelasyon değeri ve doğrusal regresyon analizi için sırasıyla Pandas ve sklearn kütüphaneleri kullanılmıştır.

Pearson Korelasyonu

Korelasyon türlerinden biri olan Pearson Korelasyonu (Benesty vd 2008) iki ölçüm arasında doğrusal bir ilişki olup olmadığını kontrol eden bir korelasyon türüdür. Pearson Korelasyonu sonucunda ortaya çıkan değerlerin yorumlanması Tablo 2.'de verilmiştir.

Tablo 2. Pearson Korelasyon Yorumlaması

Korelasyon Değeri	**Anlam**
<0.2	Korelasyon Yok
0.2 – 0.4	Zayıf Korelasyon
0.4 – 0.6	Orta Ölçekte Korelasyon
0.6 – 0.8	Yüksek Korelasyon
0.8>	Çok Yüksek Korelasyon

İlgili veri setindeki özellikler vücut yağ oranı ile olan ilişkileri Pearson korelasyon yöntemiyle incelendiğinde Tablo 3'te verilen özelliklerin en çok ilişkili (>0.5) olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3. İlgili Setteki Pearson Korelasyon Sonucu

Özellik	**Pearson Korelasyon Değeri**
Abdomen 2 Çevresi	0.813432
Göğüs Çevresi	0.702620
Kalça Çevresi	0.625201
Ağırlık	0.612414
Uyluk Çevresi	0.559608
Diz Çevresi	0.508665

Spearman Korelasyonu

Spearman korelasyonu (Wissler C, 1905) elde edilen değerler açısından Pearson korelasyonunun aynısı olsa da Pearson korelasyonundan farklı olarak iki değişkenin, tekdüze bir fonksiyon kullanılarak ne kadar iyi tanımlanıp tanımlanamayacağını belirler. Korelasyon sonucunda ortaya çıkan değerlerin yorumlanması Tablo 2'de verilen Pearson korelasyonun değerlerinin yorumlanması ile aynıdır.

İlgili veri setindeki özelliklerin vücut yağ oranı ile olan ilişkileri Spearman korelasyon yöntemiyle incelendiğinde Tablo 4'te verilen özelliklerin vücut yağ oranıyla en yakın ilişkiye (>0.5) sahip olduğu görülmüştür.

Tablo 4. İlgili Setteki Spearman Korelasyon Sonucu

Özellik	**Spearman Korelasyon Değeri**
Abdomen 2 Çevresi	0.816248
Göğüs Çevresi	0.673999
Kalça Çevresi	0.612125
Ağırlık	0.612869
Uyluk Çevresi	0.544957

Elde edilen veriler ışığında doğrusal 3 adet doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. İlk olarak Pearson korelasyon analizinin sonucunda ortaya çıkan özellikler kullanılarak regresyon analizi yapılmıştır. Ardından Spearman korelasyon analizi sonucunda ortaya çıkan özellikler kullanılarak regresyon analizi yapılmıştır. Son olarak hiçbir regresyon analizine tabii tutulmadan bütün özellikler verilerek regresyon analizi ile vücut yağ değeri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Doğrusal regresyon analizinin hata metriği olarak ortalama karekök hatası (OKH) metriği kullanılmıştır (1).

$$OKH = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{(\hat{y}_i - y_i)^2}{n}} \quad (1)$$

(1) 'de verilen denklemde n toplam veri sayısını, y_i gerçek değeri, $\hat{y}_i$ ise regresyon analizi tarafından tahmin edilen değeri göstermektedir. Regresyon analizinin testinin sağlıklı bir şekilde yapılması için veri seti %80 eğitim %20 test olarak bölünmüştür ve değerler %20 test verisinden elde edilen sonuçlardır. Makine öğrenmesi algoritmaları her çalışmada farklı sonuç verdiği için ilgili doğrusal regresyon analiz algoritması 10 sefer çalıştırılmış ve OKH metriğinin bu 10 çalışmadaki ortalaması alınmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan çalışma sonucu elde edilen sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Çalışmada elde edilen OKH Değerleri

Regresyon Analizinde Kullanılan Özellikler	**Ortalama Karekök Hatası Sonucu**
Tüm Özellikler	0.94
Pearson Korelasyonu ile Elde Edilen Özellikler	4.69
Spearman Korelasyonu ile Elde Edilen Özellikler	4.64

Tablo 5'teki değerler incelendiğinde tüm özelliklerle doğrusal analiz yapıldığında hata oranının Pearson ve Spearman korelasyonu ile elde edilen özellikler kullanıldığında yapılan doğrusal analizden daha düşük olduğu görülmüştür. Pearson ve Spearman analizleri her ne kadar vücut yağına en çok etki eden özellikleri gösterse de çıkan sonuçlar, diğer özelliklerin de regresyon analizinde önemli bir yer tuttuğunu göstermektedir. Ayrıca Pearson korelasyonu sonucunda çıkan özellikler kullanıldığında çıkan sonucun Spearman korelasyonu sonucunda çıkan özellikler kullanıldığında çıkan sonuçla hemen hemen aynı olduğu görülmüştür.

Çalışmayla ilgili bir diğer husus ise, veri setinde sadece erkek bireylerden elde edilen özellikler mevcuttur. Veri seti çoğaltılıp her iki cinsten bireylerin de kullanılması durumunda önerilen yöntemin daha sağlıklı sonuçlar vermesi olasıdır.

Bundan sonra yapılacak çalışmalar birkaç aşamada ele alınabilir. Bunlardan bir tanesi ilgili veri seti diğer makine öğrenmesi yöntemleriyle denenebilir ve sonuçlar karşılaştırılabilir.

SONUÇ

Makine öğrenmesi, dolaşımdaki veri miktarının artmasıyla birlikte oldukça popüler hale gelmiştir ve her alanda aktif olarak kullanılmaktadır. Bu alanların en önemlilerinden bir tanesi sağlık alanıdır ve makine öğrenmesi yöntemleri doktorların karar verme mekanizmalarına oldukça yardımcı olmaktadır.

Bu çalışmada açık kaynak olarak verilen vücut yağ veri seti kullanılarak, kişinin genellikle vücut ölçümleri üzerinden elde edilen özelliklerinden o kişinin vücut yağ oranı bir makine öğrenmesi yöntemi olan doğrusal analiz metoduyla tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada ilgili özellikler Pearson korelasyon analizi ve Spearman korelasyon analizi ile düşürülmüş ve vücut yağ değerine en çok etki eden değerler bulunmuştur. Tüm özellikler kullanılarak yapılan doğrusal regresyon analizinin yanında Pearson ve Spearman korelasyon analizleriyle elde edilen özellikler ile de doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Çalışma sonucunda, tüm özellikler kullanılarak yapılan doğrusal regresyon analizinin daha düşük hata oranına sahip olduğu görülmüştür.

REFERENCES

Benesty, J., Chen, J., & Huang, Y. 2008. On the importance of the Pearson correlation coefficient in noise reduction. IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, 16(4), 757-765.

Body Fat Prediction Dataset, 2021. Available at: https://www.kaggle.com/fedesoriano/body-fat-prediction-dataset [25.11.2021]

Chiong R, Fan Z, Hu Z, Chiong F 2021. Using an improved relative error support vector machine for body fat prediction. Computer Methods and Programs in Biomedicine, 198:105749

Türkiye Sağlık Araştırması, 2019. Available at: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Turkey-Health-Survey-2019-33661 [25.11.2021].

Shao YE 2014. Body Fat Percentage Prediction Using Intelligent Hybrid Approaches. The Scientific World Journal, Vol. 2014.

Uçar MK, Uçar Z, Köksal F, Daldal N 2020. Estimation of body fat percentage using hybrid machine learning algorithms. Measurement,147:108173

Wissler, C. 1905. The Spearman correlation formula. Science, 22(558), 309-311.

ORAL PRESENTATION

Endüstri 4.0 döneminde dijital ikizler: uygulamalar ve hususlar

Melike Sultan Karasu Asnaz[1] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4145-2524)*

[*1] Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Balıkesir, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: karasu@balikesir.edu.tr

Özet

Bir şirketin küresel ve dinamik piyasa koşullarında rekabetçi olabilmesi ve orada kalabilmesi için inovasyon ve performans iki kilit göstergedir. Özellikle, Endüstri 4.0 ile birlikte akıllı teknolojilerin ortaya çıkması çok sayıda endüstri sektörünü hızla değiştirmiş; makine öğrenimi, yapay zeka, siber-fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, veri analizi teknikleri, bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde yeni iş modelleri ortaya çıkmıştır. Endüstri 4.0 çatısı altındaki teknolojilerden biri de dijital ikizlerdir. Dijital ikiz kavramı, iş performansını optimize etmeye yardımcı olan fiziksel bir nesnenin veya sürecin neredeyse gerçek zamanlı dijital görüntüsü olarak tanımlanabilir. Bir dijital ikiz, şirketlerin tasarım ve geliştirme aşamasından ürün yaşam döngüsünün sonuna kadar ürünlerinin tam dijital ayak izine sahip olmalarını sağlar. Böylece, dijital ikizler, fiziksel varlıkların geçmiş ve şimdiki durumlarını modelleyip gelecekteki davranışlarının da tahminini yapar. Fiziksel varlıkların mevcut durumunu temsil etmek için sensörlerden elde edilen veriler sürekli olarak bu dijital ikizi besler ve periyodik olarak model güncellenir, yani sanal alan ile fiziksel alan arasında iki yönlü otomatik veri akışı sağlanır. Bu açıdan dijital ikizler geleneksel simülasyonlardan ayrılırlar. Dijital ikiz, şirketlerin fiziksel sorunları daha erken tespit ederek daha hızlı çözmelerini, sonuçları çok daha yüksek doğruluk derecesinde tahmin etmelerini, daha iyi ürünler tasarlamalarını ve üretmelerini ve nihayetinde müşterilerine daha iyi hizmet vermelerini sağlayabilir. Analistler, basit ve karmaşık üretim süreçlerine sahip, gıdadan ilaca petrokimya endüstrisinden enerjiye kadar birçok sektörün dijital ikiz teknolojisine geçeceğini öngörmektedirler. Fakat, bu teknolojinin verimli olabilmesi verilerin nasıl toplanacağına ve bu verilerin nasıl değer yaratacak şekilde yapılandırılacağına bağlıdır. Etkin veri toplama için yeterli bir iletişim altyapısının kurulması gibi maliyetli ve sensörlerin kaydettiği şirket için çok kıymetli ve gizli olabilecek verilerin kapalı döngü süreçlerinden çıkarılıp şirket genelinde paylaşılması gibi göz korkutucu süreçler yaşanabilir. Tüm bu kapsamda bu çalışma, Endüstri 4.0 unsurları sayesinde gerçekleşen akıllı üretim sistemlerinde kullanılan dijital ikiz teknolojisinin çeşitli uygulamalarını, faydalarını ve dikkat edilmesi gereken önemli hususları ele almıştır.
Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, dijital ikizler, siber-fiziksel sistemler, akıllı üretim.

Digital twins in the Industry 4.0 era: applications and considerations

Abstract

Innovation and performance are two key indicators for a company to be competitive in global, dynamic market conditions. In particular, the emergence of smart technologies with Industry 4.0 has rapidly changed many industrial sectors. Due to the developments in machine learning, artificial intelligence, cyber-physical systems, internet of things, data analysis techniques, information and communication technologies, new business models have emerged. One of the technologies under the consideration of Industry 4.0 is digital twins. A digital twin can be defined as an almost real-time digital reflection of a physical asset that aids to improve performance of business. A digital twin enables companies to have a digital footprint of their physical assets from the design phase to the end of the product lifecycle. Thus, digital twins model the past and present states of physical assets and estimate their future behaviours. Data from the sensors constantly transmits to this digital twin to represent the current state of physical assets, and the model is updated periodically, that is, a two-way data flow is established between the virtual space and the physical space. In this respect, digital twins differ from traditional simulations. The digital twin can enable companies to identify and solve possible problems earlier, predict results with higher accuracy, design and manufacture better products, and serve their customers better. Analysts predict that many industries with simple and complex production processes, from food to pharmaceuticals, from petrochemicals to energy, will switch to digital twin technology. However, the effectiveness of this technology depends on how data is collected and how it is structured to create value. There may be intimidating processes such as establishing a communication infrastructure for effective data collection, and sharing the data recorded by the sensors, which may be very valuable and confidential for the company and share them throughout the company. In this context, this study deals with the various

applications, benefits and important points to be considered of the digital twin technology used in smart production systems.
Keywords: Industry 4.0, digital twins, cyber-physical systems, smart manufacturing.

GİRİŞ

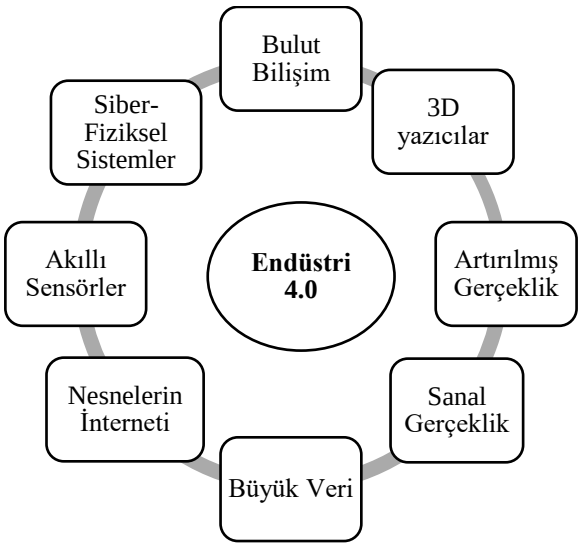
Son yıllardaki bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde endüstrideki analog, mekanik ve elektronik teknolojilerin yerini dijital teknolojiler yer almıştır. 'Akıllı üretim' ve 'Endüstri 4.0' terimleri, akademik literatürde ve endüstride sık sık birbirinin yerine kullanılan ve amacı bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak karmaşık üretim senaryolarındaki sorunları azaltmak için otonom, kendi kendini optimize eden, darboğazları ve verimsizlikleri teşhis edebilen konseptlerdir (Yu ve ark., 2021).

2002 yılında Michael Grieves, Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimini gerçek zamanlı davranışın simülasyonu ile sağlayabilmek için 'Bilgi Yansıtma Modeli' adında bir konsept ileri sürmüştür (Kumaş ve Erol, 2021). NASA'nın bu uygulamayı devreye sokması ile birlikte bu konsept bir ürün yaşam döngüsü yönetim aracı olmaktan çıkıp dijital bir platforma dönüştü ve bu konsepti 'Dijital İkiz' olarak tanımlayıp ve kullanmaya başlamıştır.

Dijital ikiz fikri, sistemlerin sanal versiyonunu tasarlayabilmek, simülasyonlar yapıp test edebilmek, üretebilmek ve kullanabilmektir (Grieves ve Vickers, 2017). Üretim yapan ya da hizmet sunan sistemlerinin simülasyonları, süreç içindeki çeşitli parametrelerin değiştirilerek sonucun tahmin edilmesine, ürünün ve/veya sürecin optimize edilmesine, düzeltilmesine ve değerlendirilmesine yardımcı olur. Dijital ikizde ise simülasyon, sürekli ve anlık veri ile beslenerek, daha gerçekçi tahminlerde bulunmaktadır (Wagner ve ark., 2019). Bu çalışma, dijital ikiz kavramını, bu teknolojik uygulamanın getirilerini, uygulamaya başlamadan önce dikkat edilmesi gereken hususları ve bu hususlara bağlı olarak da gelecekteki araştırma konularını ele almıştır.

ENDÜSTRİ 4.0 VE DİJİTAL İKİZ

Sözer ve ark. (2018), Endüstri 4.0 konseptini, imalat sektörünün dijitalleşmesine ön ayak olan yüksek teknoloji stratejisi olarak tanımlanmıştır. Endüstri 4.0'ın hedefi, esneklik, kaynakların etkin kullanımı ve ergonomik şartların yerine getirilmesinin yanı sıra hem müşterilerin hem de iş ortaklarının katma değer sağlayan tüm süreçlere katılımı ile şekillenen bir akıllı fabrikadır (Sözer ve ark., 2018).



Şekil 1. Endüstri 4.0 çerçevesi ve katkıda bulunan dijital teknolojiler

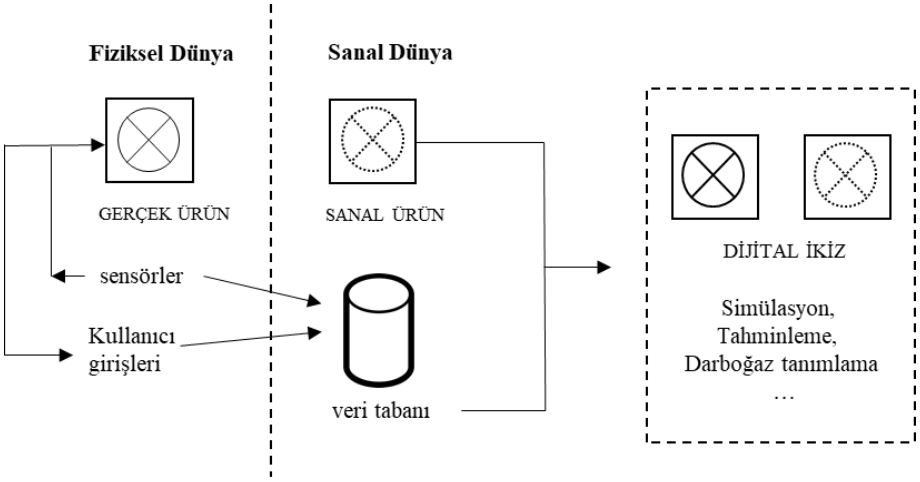
Artan bilgi işlem gücü, gerçek zamanlı bilgi sistemleri, nesnelerin interneti (IoT), daha ucuz ve daha hassas sensörler gibi Endüstri 4.0 çerçevesindeki gelişmeler yeni olasılıkları açmaktadır (Wagner ve ark., 2019). Siber-fiziksel sistemler grubunda olan dijital ikiz teknolojisi, Endüstri 4.0'ın en hızlı büyüyen konseptlerinden biri olup son yıllarda hem akademinin hem de endüstrinin ilgisini çekmektedir (Kumaş ve Erol, 2021). Wagner ve ark. (2019)'na göre dijital ikiz fırsatları daha çok fiziksel varlıkların yoğun olduğu ve mühendislik odaklı sektörlerde görülüyor. Hem üretimde kaynakların yönetimini geliştirmek hem de müşteri deneyimini iyileştirmek için bu teknolojinin büyük ve küçük ölçekli uygulamaları enerji, havacılık, uzay, savunma, otomotiv, makine imalatı, sağlık gibi çok çeşitli sektörlerde uygulanmaktadır (Grieves ve Vickers, 2017).

Dijital ikiz uygulaması ile üretim, imalat, enerji sektörleri üretim süreçlerini optimize ederek ve prototiplerini sanal olarak simüle ederek hem zamandan hem de paradan tasarruf edebilir. Gıda, tekstil, e-ticaret gibi sektörlerdeki dijital ikiz uygulamaları ise nihai tüketiciyi anlamaya, ürünlerin tasarımlarını iyileştirmeye ve müşteri memnuniyetini artırmaya yardımcı olabilir. Havacılık, uzay ve sağlık sektörlerinde ise riskleri azaltmak için kullanılabilir (Hinduja ve Kekkar, 2020).

Dijital İkiz Kavramı

Dijital ikiz, bir siber–fiziksel ortam bileşenidir. Canlı veya cansız fiziksel varlıkların dijital kopyaları, dijital ikizler olarak bilinir. Fiziksel varlık olarak insan, süreç, yer, makine, cihaz ve sistemin bütünü ele alınabilir, amaç tüm bunların bilgisayar tabanlı sürümlerini ortaya çıkarmaktır (Tao ve ark., 2021). Makine öğrenimi, IoT ve yapay zeka araçlarıyla birleştirilen dijital ikiz teknolojisi, birçok sektördeki işletmelerin işletim maliyetlerini düşürmesine, üretkenliği artırmasına, performansı iyileştirmesine ve önleyici bakımın yapılma şeklini değiştirmesine yardımcı olabilir.

Literatürde, dijital ikizlerin uygulama alanlarının farklı olmasından kaynaklanan birçok tanım yer almaktadır. Hepsinin ortak noktası ise dijital ikizin üç ana bölümden oluşmasıdır: (i) fiziksel ürün, (ii) sanal/dijital ürün ve (iii) fiziksel ve sanal ürün arasındaki bağlantıdır.



Şekil 2. Bir dijital ikiz örneği *(AnyLogic (2020)'den uyarlanmıştır)*

Dijital ikiz, fabrikada gerçekte neler olup bittiğini neredeyse gerçek zamanlı olarak gösteren sanal bir kopya olarak düşünülebilir. Fiziksel üretim süreci boyunca binlerce sensör, makinelerin davranış özelliklerinden, devam eden işlerden (kalınlık, renk nitelikleri, sertlik, tork, hızlar vb.) ve tüm fabrikanın koşullarını temsil eden çok çeşitli tür ve boyutlarda verileri yakalar. Bu gerçek zamanlı veriler, dijital ikiz uygulamasına sürekli iletilir, toplanır ve saklanır. Yani dijital ikiz, büyük, sürekli artan, gerçek zamanlı, fiziksel dünya veri ölçümlerine dayanmaktadır (Parrott ve Warshaw, 2017).

Şekil 2'de bir dijital ikiz örneği verilmiştir, buna göre bir dijital ikizdeki optimizasyon döngüsü aşağıdaki adımlarda açıklanabilir:

1. Başlangıç noktası gerçek ürünün kullanımıdır.
2. Gerçek ürün ve prosesle ilgili anlık veriler, gerçek ürün kullanılırken sensörler ve kullanıcı girişleri ile toplanır.
3. Toplanan veriler veri tabanına eş zamanlı aktarılır ve bulutta saklanır.
4. Sanal dünyada veriler değerlendirilir ve analiz edilir.
5. Gerçek dünyadaki üretim veya süreç boyunca kullanılan parametreler çeşitlilik gösterir, bu parametreler sanal ürün üzerinde simüle edilmek üzere değiştirilir.
6. Sanal ürün uyarlanmış parametrelerle simüle ederek, değiştirilen parametreler ve ayarlarla gelecekteki ürün davranışı tahmin edilir.
7. Simülasyonlar değerlendirilir ve gerçek ürün için eylem önerileri elde edilebilir. İstenen optimizasyonlar elde edilene kadar 5'ten 7'ye kadar olan adımlar tekrarlanır.
8. Optimize edilmiş parametreler gerçek dünyaya aktarılır.
9. Simülasyondan bilgi alındıktan sonra parametreler gerçek üründe yapılandırılır.
10. Gerçek ürün, optimize edilmiş parametreler ve ayarlarla kullanılır.

Bu süreçte büyük veri analitiği, akıllı üretim için gereken tüm verilerin analizinden sorumludur. Dijital ikiz, büyük verilerin fiziksel süreçlerini simüle etme ve anlık olarak görselleştirme yeteneğine sahiptir. Bu nedenle, dijital eşleştirme, büyük veri ve verilerin entegrasyonu, akıllı üretim ve akıllı fabrikalar için büyük önem taşımaktadır (Yu ve ark., 2021).

Dijital İkiz Uygulamalarının Faydaları

Dijital ikiz, ürünün yaşam döngüsü boyunca maruz kaldığı ya da kalacağı birçok durumu yinelemeli olarak optimize eder. Dijital ikizin sanal dünyasında, ürün yaşam döngüsü boyunca bu durumlar simüle edilebilir, izlenebilir, optimize edilebilir ve doğrulanabilir (Yu ve ark., 2021). Dijital ikiz uygulamalarının başlıca amacı bir ürünün henüz dünyada var olmadan önce test edilebilir ve doğrulanabilir olmasıdır (Wagner ve ark., 2019). Yani dijital ikiz ile planlanan üretim sürecinin bir kopyasını oluşturarak, mühendislerin ürün henüz üretime geçmeden önce tüm süreç boyunca hatalarını belirlemelerini sağlar. Ayrıca, çok farklı senaryoları sentezlemek, sistemin vereceği tepkileri incelemek için de kullanılabilir. Böylece risk değerleme süreci iyileşir, yeni ürünlerin geliştirilmesi hızlandırılır ve üretim hattının güvenilirliğini artar (Parrott ve Warshaw, 2017). Simülasyonlar yoluyla sürekli iyileştirme yapabilmesi ve olası kaza ya da arızaları önceden tahmin edebilmesi sayesinde dijital ikiz önleyici bakım görevini de gerçekleştirerek bakım maliyetlerinin azaltılmasını sağlar.

Dijital İkiz'e Geçiş Sürecindeki Endişeler

Dijital ikiz kavramı henüz yeni olduğu için geliştirme ve uygulama aşamalarıyla ilgili çeşitli zorluklar mevcuttur (Kumaş ve Erol, 2021). Endüstrideki en büyük çekincelerden biri ürünün yaşam döngüsü boyunca üretilen veri çeşitliliğinin çok büyük olmasıdır. Ürünün tasarım aşamasından üretildiği zamana kadar kullanılan birçok verinin önce temizlenmesi, ardından birleştirilerek dijital ikizin oluşturulması gerekir. Ayrıca, toplanan büyük verinin her biri bir güvenlik açığı alanı yaratmaktadır. Bu nedenle şirketler, dijital ikiz teknolojisini benimsemeden önce cihaz güvenlik açıklarını dikkate alarak rutin güvenlik denetimleri yapmalı ayrıca veri şifrelemeyi ve kullanıcıların erişim ayrıcalıklarını güvenlik protokolleri çerçevesinde değerlendirmeli ve güncellemelidir (Singh ve ark., 2018).

Veri entegrasyonu ve veri güvenliği problemleri dışında gerçek ürünün ya da çoğaltılmak istenilen fiziksel varlığın yanlış tanıtılma riski vardır. Simülasyonun doğruluğunu sağlamak için sayısallaştırmak istenen sistemin de doğru resmi oluşturulmalıdır. Dijital ikiz ile geleceklerine yön vermek isteyen işletmeler için her şeyden önce yapılacak simülasyonları valide etmek ve bu simülasyonların doğruluğunun ve gerçekçiliğinin denenmesi gerekmektedir. Bu yüzden dijital ikizi kullanarak öngörülen gelecek senaryolarının doğruluğuna ilişkin şüpheler vardır (Miskinis, 2019).

IoT cihazlarının birbirleriyle sorunsuz bir şekilde iletişim kurmasını sağlayan bir bilgi teknolojisi çerçevesi oluşturulmadan dijital ikiz sürecine başlanmaması gerekir. Çünkü, IoT cihazlarının ortak bir dil konuşmaması, yanlış iletişim süreçlerini başlatabilir ve dijital ikiz girişimini tehlikeye atabilir. En son olarak da sensörlerin tedarik edilmesi, nesnelerin interneti için gerekli altyapının kurulması ve veri güvenliğinin sağlanması için ihtiyaç duyulan yatırım maliyetleri henüz her işletmenin ulaşabileceği seviyede değildir. Fakat, Singh ve ark. (2018)'na göre bu teknolojinin tüm sektörlerde yaygınlaşması için küçük ölçekli işletmeleri denklemin dışında bırakmamak ve kurulum maliyetlerinin en aza inmesi gereklidir. Tüm bu hususlar, dijital ikiz konsepti ile ilgili gelecekteki araştırma konularının çerçevesini oluşturmaktadır.

SONUÇ

En basit ifadeyle, dijital ikiz, performansını ve etkinliğini test etmek için bir simülasyon ortamında çalıştırılan gerçek dünya nesnesinin sanal bir kopyasıdır. Dijital ikiz uygulamaları ile fiziksel nesnelerin ve süreçlerin dijital kopyaları, verimliliği artırmak, süreçleri optimize etmek, maliyetleri azaltmak, hata oranlarını azaltmak ve ürünün gelecekteki davranışını tahmin etmek için birçok farklı sektörlerdeki paydaşlar tarafından karar verme sürecinde kullanılabilir. Bu teknoloji, sanal dünyayı fiziksel dünyayla bağlayarak verileri analiz ederek ve sistemleri izleyerek tahminlerde bulunabilir, üretimde ya da sistemde problemler henüz ortaya çıkmadan önce tespit etmeyi mümkün kılar. Dijital ikiz uygulaması kullanan işletmelerin simülasyonları kullanarak arıza sürelerini önlemelerine, ürünü geliştirmelerine, müşteriye özel ürünler sunabilmelerine ve gelecek için plan yapmalarına olanak tanır. Fakat yüksek maliyetli yatırım gerektirmesi, verilerin entegrasyonu ve veri güvenliği gibi konular bu teknolojinin geniş çapta yayılması için aşılması gereken engellerdir.

KAYNAKLAR

AnyLogic, 2020. Digital Twin Development and Deployment – AnyLogic Simulation Software, Available at: https://www.anylogic.com/features/digital-twin/ [11.10.2021]

Grieves M, Vickers J 2017. Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems, in: Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems: New Findings and Approaches, pp. 1–327. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38756-7

Hinduja H, Kekkar S 2020. Industry 4.0: Digital Twin and its Industrial Applications. Int. J. Sci. Eng. Technol. 4: 0–7.

Kumaş E, Erol S 2021. Endüstri 4.0'da anahtar teknoloji olarak dijital ikizler. Politeknik Dergisi, 24: 691–701. https://doi.org/10.2339/politeknik.778934

Miskinis C 2019. The Dangers of Digital Twins and What Threats It Can Impose, Available at: https://www.challenge.org/insights/digital-twin-risks/ [11.12.2021]

Parrott A, Warshaw L 2017. Industry 4.0 and the digital twin, Deloitte University Press.

Singh S, Shehab E, Higgins N, Fowler K, Tomiyama T, Fowler C 2018. Challenges of Digital Twin in High Value Manufacturing. SAE Technical Papers. 2018-November, 1–10. https://doi.org/10.4271/2018-01-1928

Sözer EG, Civelek ME, Çemberci M 2018. Strategic Excellence in Post-Digital Ecosystems: A B2C Perspective, Zea Books, pp. 108. https://doi.org/10.13014/k2tt4p4c

Tao F, Anwer N, Liu A, Wang L, Nee AYC, Li L, Zhang M 2021. Digital twin towards smart manufacturing and industry 4.0. J. Manuf. Syst. 58: 1–2. https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2020.12.005

Wagner R, Schleich B, Haefner B, Kuhnle A, Wartzack S, Lanza G 2019. Challenges and potentials of digital twins and industry 4.0 in product design and production for high performance products. Procedia CIRP 84: 88–93. https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.219

Yu H, Han S, Yang D, Wang Z, Feng W 2021. Job Shop Scheduling Based on Digital Twin Technology: A Survey and an Intelligent Platform. Complexity 2021. https://doi.org/10.1155/2021/8823273

ORAL PRESENTATION

Kesikli Elektrolitik Kaplama Yöntemi ile Üretilen Ni-Co Alaşım ve Ni-Co- Al_2O_3 Kompozit Kaplamaların Geliştirilmesi

Malik Akyüz[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9937-2522)*, Erhan Duru[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6205-6566)*, Mehmet Uysal[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9396-7450)*

[*1]Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Sakarya, Türkiye
[2]Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Sakarya, Türkiye
[3]Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Sakarya, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: malik.akyuz1@ogr.sakarya.edu.tr

Özet
Bu çalışmada elektrobiriktirme yöntemiyle Ni-Co ve Ni-Co-Al2O3 kompozit kaplamalar üretilmiştir. Kaplamaların yüzeyleri Alan Emisyonlu Taramalı Elektron Mikroskobu (FESEM) ile görüntülenmiştir. Kimyasal analizleri X-Işınları Kırınımı (XRD) tekniği yapılmıştır. Üretilen kaplamaların sertlikleri Vickers sertlik ile ölçülmüş ve aşınma testine tabi tutulmuştur. Ni-Co kaplamaların sertliği 550 Hv iken, nano alümina takviyesi ile sertlik 630 Hv'e çıkmıştır. Ni-Co kaplamanın sürtünme katsayısı 0.78 µ, kompozit kaplamanın 0.65 µ çıkmıştır. Aşınma oranlarına bakıldığında yine kompozit kaplamanın aşınma oranı daha düşük olduğu görülmüştür. İkinci faz partikül takviyesi ile Ni-Co kaplamanın sertlik ve aşınma davranışında iyileşmeler görülmüştür.
Anahtar Kelimeler: Elekrobiriktirme Tekniği, Aşınma, Ni-Co Kaplama, Kompozit Kaplama.

Development of Ni-Co Alloy and Ni-Co-Al2O3 Composite Coatings Produced by Pulse Current Electrodeposition Method

Abstract
In this study, Ni-Co and Ni-Co-Al2O3 composite coatings were produced by the electrodeposition method. The surfaces of the coatings were analyzed by Field Emission Scanning Electron Microscopy (FESEM). Chemical analyzes were performed X-Ray Diffraction (XRD) technique. The hardness of the coatings was measured with Vickers hardness and subjected to the wear test. The hardness of Ni-Co coatings was 550 Hv, while the hardness increased to 630 Hv with nano alumina reinforcement. The friction coefficient of the Ni-Co and the composite coating were 0.78 µ and 0.65 µ, respectively. The wear rate of the composite coating was seen that was lower. Improvements were observed in the hardness and wear behavior of the Ni-Co coating with the second phase particle reinforcement.
Keywords: Elctrodeposition, Wear, Ni-Co Coating, Composite Coating.

GİRİŞ

Korozyon ve aşınma malzemeleri olumsuz etkileyen en önemli sebeplerindendir. Malzemeleri bu olumsuz etkilerden korumak için yapılması gereken en etkili yöntemlerden biri kaplamadır. Malzemelerin yüzeylerin kaplayarak hem malzemenin ömrü uzatılabilir hem de maliyetlerden ciddi bir şekilde tasarruf edilebilir. Günümüzde termal sprey kaplamalar, kimyasal buhar biriktirme (CVD), fiziksel buhar biriktirme (PVD) ve kimyasal kaplama gibi birçok teknik geliştirilmiştir (Konyashin, 1995; Pasandideh-Fard ve ark., 2002). Kimyasal kaplama yöntemlerinin başında elektorobiriktirme yöntemi gelmektedir. Elektrobiriktirme yöntemi, aşınma ve korozyona karşı yapılacak kaplamalar için basit, kullanışlı ve maliyeti düşük bir yöntem olabilir (GÜL ve ark., 2021; Shi ve ark., 2006). Bu yöntemde dışardan verilen akım; doğrudan akım(DC), kesikli akım (PC) ve ters kesikli akım (PRC) şeklinde verilebilir. Elektrobiriktirme tekniğinde verilen akım kaplamanın mekanik, fiziksel ve kimyasal özelliklerini doğrudan etkilemektedir(Chang ve ark., 2006; GÜL ve ark., 2021).

Elektrobiriktirme yönteminde özellikle nikel esaslı alaşım ve kompozit kaplamalar endüstriyel uygulamalar çok iyi çözüm sunmaktadır. Nikelin yanında ikinci bir alaşım elementi takviyesi ile Ni-B, Ni-P, Ni-W, Ni-Mo,

Ni-Co kaplamaları yapmak mümkündür (Algul ve ark., 2021; Doğan ve ark., 2020) . Ni-Co alaşımlar saf Ni kaplamalara kıyasla daha yüksek aşınma ve korozyon direnci, ısı iletkenliği, uygun manyetik özellikler, yüksek mukavamet ve elektrokatalitik özellikler sağlar. Ni-Co kaplamalar bu yüzden otomobilden uzay havacalık sanayine, elektronikten bilgisayar endüstrisine kadar birçok alanda uygulanma imkânı bulmaktadır (Shi ve ark., 2006; Wang ve ark., 2002). Ayrıca ikili alaşım kaplama sistemlerine seramik veya metal ikinci faz partikülleri ilave etmek de mümkündür. Takviye edilen ikinci faz partikülleri kaplamaya yeni özellikler katacaktır. Dağınık ikinci faz partikküleri dispersiyon sertleşmesine yol açarak kaplamanın mekanik ve tribolojik özelliklerini daha da geliştirecektir (Chen ve ark., 2003; Gay ve ark., 2001; Hou ve ark., 2002).

Bu çalışmada elektrobiriktirme tekniği ile kesikli akım yöntemiyle Ni-Co alaşım ve Ni-Co-Al_2O_3 kompozit kaplamaların karşılaştırılmalı çalışması yapılmıştır. İkinci faz partikülü olarak nano boyutlu Al_2O_3 seramik tozu tercih edlmiştir. Nano seramik tozların Ni-Co kaplamalarının sertlik, kimyasal bileşimi ve aşınma davranışının üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmanın özellikle aşınmadan kaynaklı hasarların ve malzeme kayıplarının olduğu endüstriyel uygulamalarda yararlı olacağına inanıyoruz.

MATERYAL VE METOD

Ni-Co ve Ni-Co-Al_2O_3 kaplamalar düşük karbonlu (st37) altlık üzerinde biriktirilmiştir. Kaplamanın yapışma mukavemetinin yüksek olması için altlık malzemenin her türlü kirden arındırılması gerekmektedir. Bunun için kaplama öncesi altlık malzeme birkaç ön işlemden geçirilmektedir. Altlıklar öncelikle zımparalama işlemine tabi tutulmuştur. Bunun için sırasıyla 240, 400, 800 ve 1200 kumluk SiC zımparaları kâğıtlarıyla zımparalanmıştır. Ardından alkalin bir banyoda 10 dk. tutulmuştur. Son olarak da %10'luk nitrik asit çözeltisinde yüzeyi dağlanmıştır.

Kaplama için 400 ml'lik bir banyo hazırlanmıştır. Kaplama banyosunda Ni kaynağı olarak nikel sülfat nikel klorür, Co kaynağı olarak kobalt sülfat kullanılmıştır. Kaplama boyunca kaplama çözeltisinin sıcaklığı 50 °C'de sabit tutulmuştur. Banyonun sıcaklığı ve pH değeri kaplama boyunca sürekli kontrol edilmiştir. Kaplama banyosunun bileşenleri ve kaplama şartları Tablo 1.'de verilmiştir.

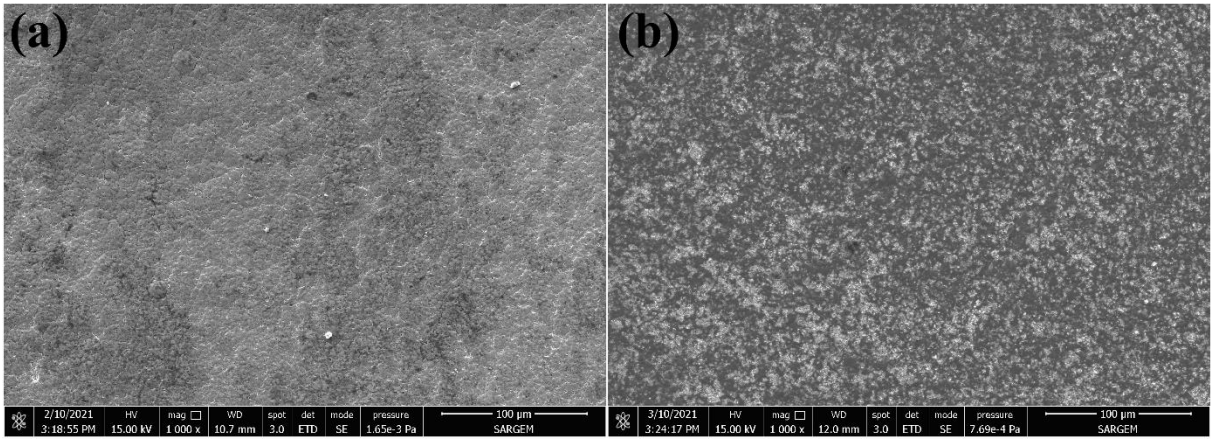
Tablo 1. Kaplama banyolarının bileşenleri ve operasyon şartları

Banyo Bileşenleri	Ni-Co	Ni-Co- Al_2O_3
$NiSO_4.6H_2O$	220 g/L	220 g/L
$NiCl_2.6H_2O$	40 g/L	40 g/L
$CoSO_4.7H_2O$	40 g/L	40 g/L
H_3BO_3	30 g/L	30 g/L
SDS	0.05 g/L	0.05 g/L
Saccharin	1 g/L	1 g/L
Al_2O_3	0 g/L	10 g/L
pH	4-5	4-5
Sıcaklık (°C)	50	50
Süre (dk.)	40	40
Karış. Hızı (rpm)	250	250
T_{on}/T_{off}	60/40	60/40

Üretilen kaplamaların yüzey morfolojileri Alan Emisyonlu Taramalı Elektron Mikroskobu (FESEM) ile görüntülenmiştir. Kaplamaların kimyasal bileşenini ve içerdiği fazları tespit etmek için X-Işını Kırınımı (XRD) tekniğine başvurulmuştur. XRD analizleri 30-80 ° arasında 2°/dk. tarama hızı ile yapılmıştır. Kaplamaların sertlikleri mikro sertlik yöntemlerinden biri olan Vickers ile yapılmıştır. Sertlik ölçümleri 50 gram yük 10 saniye boyunca uygulanarak yapılmıştır. Her bir numune için 5 adet sertlik alınmış, ortalama sertlik değeri ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Kaplamaların tribolojik davranışı tespit etmek amacıyla aşınma testi yapılmıştır. Aşınma testi oda sıcaklığında, kuru ortamda ve ball on disc yöntemiyle yapılmıştır. Aşınma testlerinde 1N yük, 250 m kayma mesafesi ve 25 cm/s kayma hızı ile yapılmıştır. Son olarak da aşınan yüzeyler FESEM ile incelmiştir.

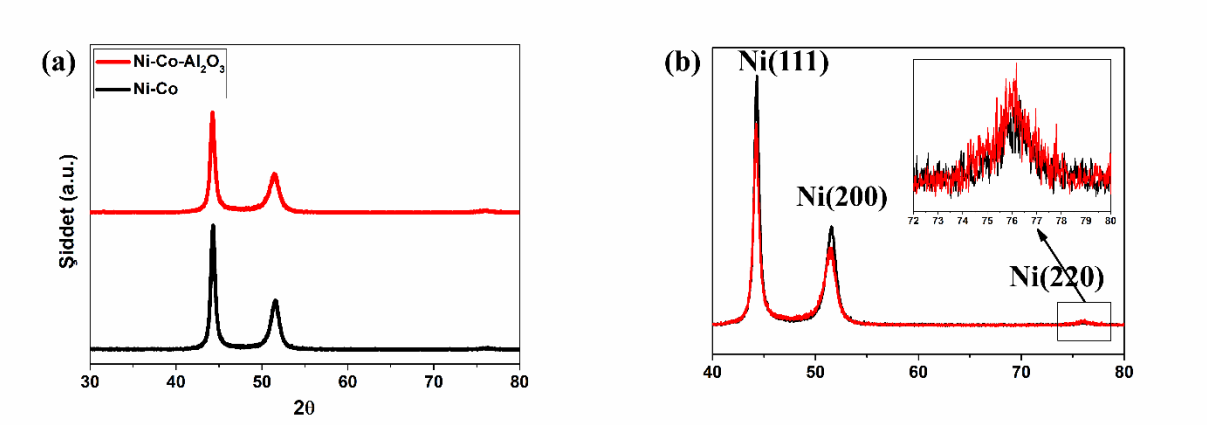
BULGULAR ve TARTIŞMA

Bulgular açık ve öz olmalıdır. Kesikli elektrolitik kaplama yöntemi ile üretilmiş Ni-Co alaşım ve Ni-Co- Al_2O_3 kompozit kaplamaların yüzey FESEM görüntüleri Şekil 1' de verilmiştir. Şekil 1a'da görüldüğü gibi, Ni-Co kaplama tabakası düzgün, gözeneksiz ve çatlak içermeyen bir yapı elde sergilemiştir. Kaplama kalınlığı yaklaşık olarak 15-20 mikron civarındadır. Ni-Co-Al_2O_3 kompozit kaplamanın yüzey görüntülerini incelediğimizde ise Ni-Co matris içerisinde seramik partiküller homojen şekilde dağıldığı görülmektedir. Şekil 1b deki FESEM görüntülerindeki beyaz noktalar Al_2O_3 seramik partikülleri göstermektedir. Kompozit kaplamanın kalınlığı yaklaşık olarak 20-25 mikron arasında ölçülmüştür. Alaşım kaplama ile karşılaştırıldığında, kompozit kaplamanın morfolojisi daha yoğun olduğu görülmektedir. Ni-Co matrisin içerisine giren seramik partiküllerin hacimce miktarı EDS cihazından ölçülmüş olup yaklaşık olarak hacimce %9,8 olarak tespit edilmiştir. Ni-Co matrisine ilave edilen seramik partiküller kaplamanın morfolojisine çok fazla etki etmediği gözlemlenmiştir.



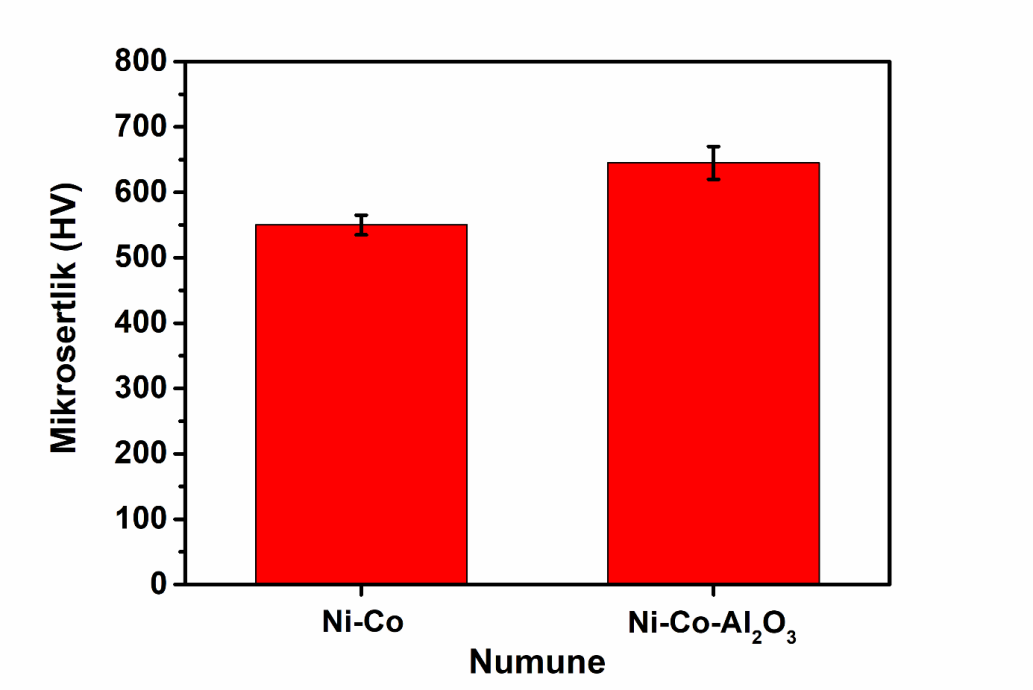
Şekil 1. Kaplamaların yüzey morfolojik görüntüleri: (a) Ni-Co kaplama, (b) Ni-Co-Al_2O_3 kaplaması.

Kesikli elektrolitik kaplama çalışmaları sonucunda elde edilen Ni-Co alaşım ve Ni-Co- Al_2O_3 kompozit kaplamaların X-ışını paternleri karakterize edilmiş olup elde edilen sonuçlar Şekil 2'de verilmiştir. XRD paternlerinde görüldüğü gibi, 44.1°, 51.2° ve 75.9°'lik 2θ açısında (111), (200) ve (220) düzlemlerine ait yüz merkezli kübik bir yapıya sahip nikel piki görülmektedir. Tüm kaplamalarda, Ni kafesinde Co'nun katı çözeltisinin oluşumu nedeniyle kobalt piki elde edilmemiştir. Ayrıca, Ni-Co-Al_2O_3 kompozit kaplamaya ait XRD grafiğine baktığımızda seramik partiküllere ait pik gözükmemektedir. Ni-Co alaşım ve Ni-Co- Al_2O_3 kompozit kaplamaların ortalama kristalin boyutu tüm pikler kullanılarak Scherer formülü ile hesaplanmıştır. Ni-Co alaşım kaplamanın ortalama kristalin boyutu yaklaşık 124 nm iken, Ni-Co- Al_2O_3 kompozit kaplamanın ortalama kristalin boyutu 72 nm olarak hesaplanmıştır. Ni-Co matrisin içerisine ilave edilen Al_2O_3 partiküller, kompozit kaplamanın kristalin boyutunun düşmesine sebep olmuştur. Al_2O_3 partiküller, matris içinde heterojen çekirdekleyici olarak davranması, çekirdek oluşum sayısının artışına neden olmuş, bu yüzden; çekirdek oluşum sayısının artışı çekirdek büyümesini yavaşlatmıştır. Böylece, çekirdek oluşum hızının çekirdeklerin büyümesine göre daha hızlı olması, Ni-Co kristallerinde küçülme meydana gelerek ince taneli bir yapı oluşmasına sebebiyet vermiştir. Benzer sonuçlar birçok araştırmacı tarafından da gözlemlenmiştir (Doğan ve ark., 2020; Gültekin ve ark., 2021).



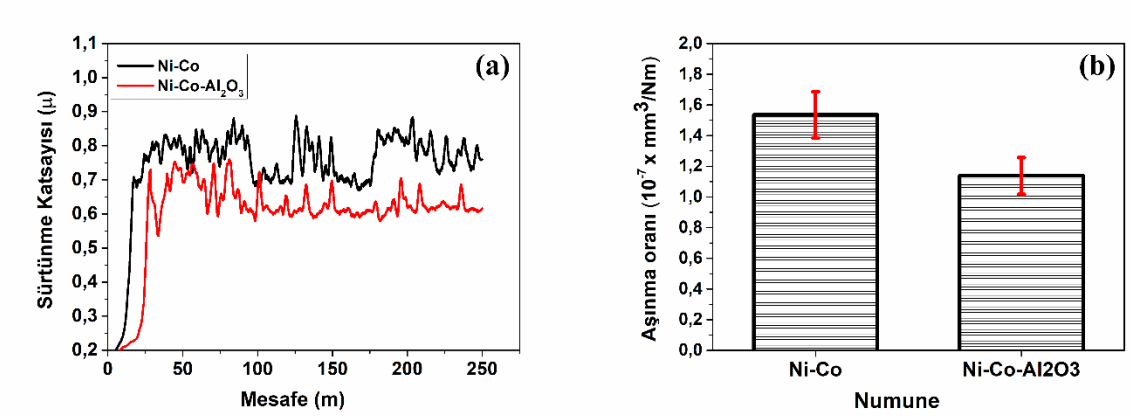
Şekil 2. Kaplamaların XRD analiz sonuçları: (a) Ni-Co kaplama, (b) Ni-Co-Al_2O_3 kaplaması.

Ni-Co alaşım ve Ni-Co-Al_2O_3 kompozit kaplamaların mikrosertlikleri Şekil 3'de verilmiştir. Mikro sertlik ölçümleri sonucunda Ni-Co alaşım kaplamanın sertliği ortalama 550 Hv olarak ölçülürken Ni-Co- Al_2O_3 kompozit kaplamanın sertliği 630 Hv olarak elde edilmiştir. Ni-Co- Al_2O_3 kompozit kaplamanın sertliğinde meydana gelen artış birkaç mukavemet artış mekanizmadan dolayı meydana geldiği söylenebilir. Bu mekanizmalar Hall-Petch, dispersiyon sertleşmesidir. Literatürden de bilindiği üzere tane boyutunun azalması malzemenin sertliği arttırmaktadır. Akma mukavemeti-tane boyutu arasındaki bu ilişki Hall-Petch mekanizması olarak bilinmektedir. Daha önce de söylendiği gibi, matris içindeki seramik partiküllerin tane sınırına çökelmesiyle bu bölgelerin çekirdekleyici görevi görmesi ve partiküllerin kristal büyüme için bariyer olarak davranması, kaplamaların kristalin boyutunun azalmasına neden olmaktadır. Tane sınırlarının artması sonucu partiküllerin bulunduğu bölgelerde dislakasyon hareketlerinin engellenmesi ve plastik deformasyona karşı bir direncin oluşması kaplamanın sertliğini arttırdığı düşünülmektedir. İkinci mekanizma olarak ise matriste bulunan mikron-altı seramik partiküllerden dolayı dispersiyon sertleşmesidir. Orawan mekanizmasına göre matris içinde homojen dağılmış seramik partiküller arasındaki mesafenin azalması kaplamanın sertliğinin gelişmesinde önemli rol oynadığı görülmüştür (Doğan ve ark., 2020; Duru ve ark., 2021).



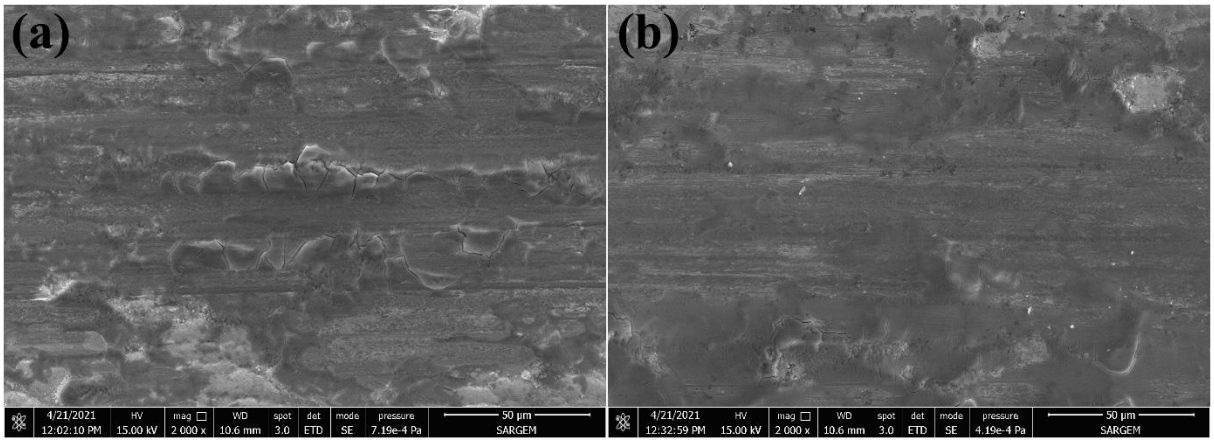
Şekil 3. Ni-Co ve Ni-Co- Al_2O_3 kaplamalarının mikro sertlik sonuçları.

Ni-Co alaşım ve Ni-Co- Al_2O_3 kompozit kaplamaların aşınma hızı ve sürtünme katsayısı sonuçları Şekil 4'te verilmiştir. Şekil 4a'dan görüldüğü üzere seramik partiküllerin eklenmesiyle birlikte sürtünme katsayısı değerinde düşüş göstermektedir. Ni-Co alaşım kaplamasının sürtünme katsayısı ortalama 0.78 □ iken Ni-Co-Al_2O_3 kompozit kaplamanın sürtünme katsayısı ise 0.65 □ dur. Diğer yandan Şekil 4b'de de görüldüğü gibi takviyesiz Ni-Co alaşım kaplamanın aşınma hızı $1,52x10^{-7}$ mm^3/Nm bulunmuşken, Ni-Co- Al_2O_3 kompozit kaplamanın aşınma hızı $1,11x10^{-7}$ mm^3/Nm bulunmuştur. Bunun sebebi matris içinde partiküllerin homojen dağılması ile matris ve takviye malzemesi arasındaki mükemmel arayüzeyden dolayı gelen yükü partiküllerin kolayca taşımasından dolayıdır. Kompozit kaplamanın sürtünme ve aşınma özelliklerinin alaşım kaplamaya göre yüksek olmasının diğer bir nedeni ise azalan plastisite ve yüksek sertliktir. Archard yasasına göre aşınma hızı ile sertlik arasında ters oran ilişkisi bilinen bir gerçektir. Ayrıca Ni-Co-Al_2O_3 kompozit kaplama yüzeyinde oluşan kararlı oksit tabakası ve seramik partiküller metal-metal temasını engelleyerek aşınma direncinin gelişmesine yol açmıştır (Doğan ve ark., 2020; Doğan ve ark., 2020; Ürdem ve ark., 2021a).



Şekil 4. Ni-Co ve Ni-Co- Al_2O_3 kaplamalarının aşınma sonrası elde edilen sürtünme katsayısı ve aşınma oranı grafikleri.

Aşınma testine tabi tutulmuş Ni-Co alaşım ve Ni-Co- Al_2O_3 kompozit kaplamaların tribolojik olarak incelenmiş olup aşınma izinden alınmış SEM görüntüleri Şekil 5'de verilmiştir. Şekil 5a da, Ni-Co alaşım kaplamaların aşınma görüntülerini incelediğimizde şiddetli bir plastik deformasyon söz konusudur. Aşınma yüzeyinde yüksek plastik deformasyondan dolayı mikroçatlak oluşumu gözlemlenmiştir. Şiddetli plastik deformasyon yüzeyde lamelli yapının oluşumuna neden olmuş olup Ni-Co alaşımkaplama için adhesiv aşınma mekanizmasının hâkim olduğu görülmüştür. Şekil 5b'de, Ni-Co- Al_2O_3 kompozit kaplamanın aşınma yüzeyinde ise plastik deformasyonun azaldığı ve metal matriste bulunan seramik partiküllerin mikroçatlakları azalttığı açıkça görülmektedir. Kompozit kaplamalar için, matris içinde uniform olarak dağılan partiküller kayma sırasında yapışma(adhezyon) ve plastik akışa karşı bir direnç oluşturmaktadır. Bu yüzden aşınma mekanizmasının adhesiv aşınma mekanizmasından abrasive +orta oksidasyon aşınma mekanizmasına geçiş yaptığı görülmüştür (Aslan & Duru, 2021; Doğan ve ark., 2020; Ürdem ve ark., 2021; Uysal ve ark., 2021).



Şekil 5. Kaplamaların aşınma sonrası yüzey görüntüleri: (a) Ni-Co kaplama, (b) Ni-Co-Al_2O_3 kaplaması.

SONUÇ

Kesikli elektrolitik kaplama yöntemi ile Ni-Co alaşım ve Ni-Co- Al_2O_3 kompozit kaplamalar başarılı bir şekilde üretilmiş olup, kaplamaların mikroyapı sertlik ve tribolojik özellikleri incelenmiştir. Kaplamaların ortalama kalınlıkları 15-25 mikron arasında değişirken, Ni-Co alaşım kaplamanın sertliği 550 Hv bulunurken, Ni-Co- Al_2O_3 kompozit kaplamanın sertlik değeri 630 Hv bulunmuştur. Ni-Co alaşımın içerisine seramik partikül ilave edildiğinde, aşınma direncinin önemli ölçüde geliştiği görülmüş olup, Ni-Co- Al_2O_3 kompozit kaplama için sürtünme katsayısı ve aşınma hızı sırasıyla 0,65 m ve $1{,}11 \times 10^{-7}$ mm^3/Nm olarak belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bize laboratuvar imkânlarını sunduğu için Sakarya Araştırma ve Geliştirme Merkezine (SARGEM) teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Algul, H., Uysal, M., & Alp, A. (2021). A comparative study on morphological, mechanical and tribological properties of electroless NiP, NiB and NiBP coatings. *Applied Surface Science Advances*, *4*(March), pp. 100089

Aslan, S., & Duru, E. (2021). Microstructure and Wear Properties of Electrodeposited Ni-B-Al2O3 Composite Coating on Low Carbon Steel at Elevated Temperature. *Journal of Materials Engineering and Performance*, *Ref 8*.

Chang, L. M., An, M. Z., Guo, H. F., & Shi, S. Y. (2006). Microstructure and properties of Ni-Co/nano-Al 2 O 3 composite coatings by pulse reversal current electrodeposition. *Applied Surface Science*, *253*(4), pp. 2132–2137.

Chen, W. X., Tu, J. P., Wang, L. Y., Gan, H. Y., Xu, Z. D., & Zhang, X. B. (2003). Tribological application of carbon nanotubes in a metal-based composite coating and composites. *Carbon*, *41*(2), pp. 215–222.

Doğan, F., Duru, E., Uysal, M., Akbulut, H., & Aslan, S. (2020). Investigation of mechanical and tribological caracteristics of Ni-B coatings deposited on steel. *Journal of Boron*, *6*(1), pp. 209–215.

Doğan, F., Uysal, M., Algül, H., Duru, E., Akbulut, H., & Aslan, S. (2020). Optimization of pulsed electro co-deposition for Ni-B-TiN composites and the variation of tribological and corrosion behaviors. *Surface and Coatings Technology*, *400*(June) pp. 126209.

Doğan, F., Uysal, M., Duru, E., Akbulut, H., & Aslan, S. (2020). Pulsed electrodeposition of Ni-B/TiN composites: effect of current density on the structure, mechanical, tribological, and corrosion properties. *Journal of Asian Ceramic Societies*, *8*(4), pp. 1271–1284.

Duru, E., Doğan, F., Uysal, M., Akbulut, H., & Aslan, S. (2021). Fabrication and characterization of graphene oxide reinforced Ni B composite coating by pulsed electrodeposition technique. *Diamond and Related Materials*, *120*(October), pp. 108688.

Gay, P. A., Berçot, P., & Pagetti, J. (2001). Electrodeposition and characterisation of Ag-ZrO2 electroplated coatings. *Surface and Coatings Technology*, *140*(2), pp. 147–154.

GÜL, H., ERGİN, N., & UYSAL, M. (2021). Kesikli Akım Elektrobiriktirme Yöntemiyle Üretilen Ni/W-Si3N4 Kompozitlerinin Mikroyapı ve Aşınma Özelliklerine Si3N4 Konsantrasyonunun Etkisi. *European Journal of Science and Technology*, *28*, pp.1179–1184.

Gültekin, D., Duru, E., & Akbulut, H. (2021). Improved wear behaviors of lead-free electroless Ni/B and Ni-B/CeO2 composite coatings. *Surface and Coatings Technology*, *422*(May), pp. 127525.

Hou, K. H., Ger, M. D., Wang, L. M., & Ke, S. T. (2002). The wear behaviour of electro-codeposited Ni-SiC composites. *Wear*, *253*(9–10), pp. 994–1003.

Konyashin, I. Y. (1995). PVD/CVD technology for coating cemented carbides. *Surface and Coatings Technology*, *71*(3), pp. 277–283.

Pasandideh-Fard, M., Pershin, V., Chandra, S., & Mostaghimi, J. (2002). Splat Shapes in a Thermal Spray Coating Process: Simulations and Experiments. *Journal of Thermal Spray Technology*, *11*(2), pp. 206–217.

Shi, L., Sun, C., Gao, P., Zhou, F., & Liu, W. (2006). Mechanical properties and wear and corrosion resistance of electrodeposited Ni–Co/SiC nanocomposite coating. *Applied Surface Science*, *252*(10), pp. 3591–3599.

Ürdem, Ş., Duru, E., Algül, H., Uysal, M., & Akbulut, H. (2021a). Evaluation of high temperature tribological behavior of electroless deposited NiB–Al2O3 coating. *Wear*, *482–483*(May). pp. 203960.

Uysal, M., Algül, H., Duru, E., Kahraman, Y., Alp, A., & Akbulut, H. (2021). Tribological properties of Ni–W–TiO2–GO composites produced by ultrasonically–assisted pulse electro co–deposition. *Surface and Coatings Technology*, *410*(February), pp. 126942.

Wang, C. ., Wang, D. ., Chen, W. ., & Wang, Y. . (2002). Tribological properties of nanostructured WC/CoNi and WC/CoNiP coatings produced by electro-deposition. *Wear*, *253*(5–6), pp. 563–571.

ORAL PRESENTATION

Pamuk-Rejenere Selülozik Lif Karışımlı Biyobozunur İpliklerde Karışım Oranı ve Eğirme Teknolojisinin İpliklerin Fiziksel, Mekanik ve Sürtünme Özelliklerine Etkisi

Kubilay Ozden[1]* (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7765-6943),
Gonca Balcı Kılıç[2] (ORCID: https://orcid.org/ 0000-0001-8541-9254),
Ebru Çelikten[1] (ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-5872-1949).
Hatice Kübra Kaynak[3] ORCID: https://orcid.org/ 0000-0001-6548-3398),

*[1]Karafiber Tekstil San. ve Tic. A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Gaziantep, Türkiye.
[2]Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği, İzmir, Türkiye.
[3]Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği, Gaziantep, Türkiye.

*Sorumlu yazar e-mail: kubilay.ozden@karaholding.com

Özet

Bu çalışmada, rejenere selülozik lif-pamuk karışımlı biyobozunur ipliklerin tribolojik özellikleri ile diğer iplik özelliklerine iplik eğirme teknolojisi ve karışım oranının etkileri araştırılmaktadır. Çalışmanın amacı doğrultusunda, mukavemet, uzama, düzgünsüzlük, hata indeksi ve tüylülük özellikleri araştırılmış ve optimizasyon çalışması yapılmıştır. Bunun yanı sıra, iplik sürtünme özellikleri ile diğer iplik özellikleri arasındaki ilişkiler analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında %100 rejenere selülozik lif, %67/33, %50/50 ve %33/67 rejenere selülozik lif-pamuk karışımları kullanılarak ipliklerin sürtünme özellikleri incelenmiştir. Biyobozunur karışımlı ipliklerin rejenere selülozik bileşeni olarak Lyocell, Modal, bambu ve viskon lifleri kullanılmış ve ring, open-end (rotor) ve vortex iplik eğirme teknolojileri ile 25 tex iplik üretilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, iplik-metal, iplik-seramik ve iplik-iplik sürtünme testlerinde en yüksek değerler vorteks iplik eğirme sistemlerinden elde edilmiştir. İplik-metal ve iplik-seramik sürtünme testlerinde ise en düşük değerler open-end rotor iplik eğirme sistemlerinde tespit edilmiştir. Ayrıca, yapılan optimizasyon çalışması sonucunda mukavemet, uzama, hata indeksi ve tüylülük özellikleri için optimum sonucun %67 Lyocell-%33 Pamuk karışımlı ring ipliklere ait olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: İplik sürtünmesi, ring, rotor, vorteks, rejenere selüloz, , tribolojik özellikler.

The Effect of Blend Ratio and Spinning Technology of Cotton-Regenerated Cellulosic Fiber Blended Biodegradable Yarns on the Physical, Mechanical, and Friction Properties

Abstract

In this study, the tribological properties of regenerated cellulosic fiber-cotton blended biodegradable yarns and the effects of spinning technology and blending ratio on other yarn properties are investigated. In the scope of the study, strength, elongation, unevenness, IPI and hairiness properties were investigated and optimization study was carried out. In addition, the relationships between yarn friction properties and other yarn properties were analyzed. According to the study, the friction properties of the yarns were investigated by using 100% regenerated cellulosic fiber, 67/33%, 50/50% and 33/67% regenerated cellulosic fiber-cotton blends. Lyocell, Modal, bamboo, and viscose fibers which are biodegradable blended yarns were used as the regenerated cellulosic component of and 25 tex yarns were produced with ring, open-end (rotor) and vortex spinning technologies. As a result of this study, the highest values in yarn-metal, yarn-ceramic, and yarn-yarn friction tests were obtained from vortex spinning systems. In yarn-metal and yarn-ceramic friction tests, the lowest values were determined in open-end rotor spinning systems. In addition, as a result of the optimization study, it was seen that the optimum result for strength, elongation, error index and hairiness properties belonged to 67% Lyocell-33% Cotton mixed ring yarns.

Keywords: Yarn friction, ring, rotor, vortex, regenerated cellulose, tribological properties.

GİRİŞ

Geçmişten günümüze oldukça fazla sayıda rejenere ve sentetik lif üretilebilmesine rağmen, pamuk lif doğal hammadde olmasının getirdiği sürdürülebilirlik ve konfor gibi belli başlı üstün özellikleri sayesinde popülerliğini her zaman korumuştur. İplik üretiminde pamuk liflerinin çeşitli liflerle karışım halinde kullanımı da oldukça yaygın bir şekilde karşımıza çıkmaktadır (Başer, 2002).

Pamuk ve Lyocell lifleri yüzeyleri açısından birbirleriyle kıyaslandığında, pamuk lifleri sahip olduğu fasulye şeklindeki enine kesitten ve büklümlerinden dolayı düzensiz ve pürüzlü bir yüzeye sahipken, Lyocell liflerinin yüzeyi düz ve pürüzsüzdür. Viskon, Bambu ve Modal liflerinin yüzeylerinde ise enine kesitlerine bağlı olarak kanallı yapılar bulunmaktadır (Başer, 2002; Karahan ve ark, 2006; Özbağcı, 2008; Kothari, 2014). Liflerin sahip olduğu bu farklı yüzey özelliklerinin iplik sürtünmesi test sonuçlarında etkili olacağı düşünülmektedir. Ancak, iki yüzeyin karşılıklı etkileşimi ile gerçekleşen sürtünme söz konusu olduğu zaman bu özellikteki değişimi tek bir parametre ile açıklamak mümkün olmamaktadır. Bu nedenle iplik sürtünmesinde hammaddenin ve liflerin sahip olduğu yüzey özelliklerinin yanı sıra, iplik yapısal özellikleri (iplik numarası, iplik bükümü, üretim teknolojisi), iplik tüylülüğü, ipliklerin statik elektriklenme davranışları, ipliğin sürtündüğü diğer yüzeyin özellikleri (sürtünen yüzeyin hammaddesi, yüzey pürüzlülüğü ve ipliğin bu yüzeyle etkileşimi) ve işlem parametreleri (sıcaklık, bağıl nem ve kayma hızı) gibi birçok parametrenin etkin rol oynayacağını söylemek mümkündür.

İplik yüzey özellikleri ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu çalışmaların ağırlıklı olarak iplik yapısal özellikleri ile test parametrelerinin iplik yüzey özelliklerine etkisini incelemeye yönelik olduğu görülmektedir (Ghosh ve ark., 2008; Rankumar ve ark., 2003; Wang ve Chang, 1999). Bunun yanı sıra, iplik sürtünmesi ve iplik tüylülüğü gibi ipliklerin yüzey özelliklerini ve pürüzlülüğünü belirleyen/etkileyen bazı iplik özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla çeşitli düzeneklerin ve ölçüm sistemlerinin geliştirilmesi amacıyla yapılan çalışmalar da bulunmaktadır (Zurek ve Frydrych, 1993; Koo, 2004; Svetnickiene, Ciukas, 2006). Ayrıca, daha az sayıda olmakla birlikte iplik yüzey özelliklerinin kumaş yüzey özelliklerine etkisini incelemek için çeşitli araştırmaların yapıldığı da görülmektedir (Ajayi ve Elder, 1994; Balci Kilic ve Okur, 2012).

Bu çalışmada, rejenere selülozik lif-pamuk karışımlı biyobozunur ipliklerin tribolojik özellikleri ile diğer iplik özelliklerine karışım oranı ve eğirme teknolojisinin etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla %100 rejenere selülozik lif, %67-33, %50-50 ve %33-%67 rejenere selülozik lif (Lyocell, Modal, bambu ve viskon)-pamuk iplikler üç farklı eğirme teknolojisi (ring, open-end rotor, vorteks) ile üretilmiştir. Çalışma kapsamında ayrıca mukavamet, uzama, düzgünsüzlük, hata indeksi ve tüylülük özellikleri incelenerek, sürtünme özellikleri (iplik-metal, iplik-seramik, iplik-iplik sürtünme) ile diğer iplik özellikleri arasındaki ilişkiler analiz edilmiştir ve mukavemet, uzama, düzgünsüzlük, hata indeksi ve tüylülük özellikleri için optimizasyon çalışması yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışmada ring, OE-rotor ve vorteks eğirme teknolojileri ile üretilmiş 48 farklı iplik türü deneysel çalışmayı gerçekleştirmek için kullanılmıştır. İpliklerin özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Tüm ipliklerin doğrusal yoğunlukları 25 tex'tir.

Tablo 1. İplik üretimi deneme sistematiği

Hammadde	Ring iplik numuneleri	Open-end rotor iplik numuneleri	Vorteks iplik numuneleri
%100 Lyocell (L)	R1	O1	V1
%100 Modal (M)	R2	O2	V2
%100 Viskon (CV)	R3	O3	V3
%100 Bambu (B)	R4	O4	V4
%33 L-%67 Pamuk (CO)	R5	O5	V5
%50 L-%50 CO	R6	O6	V6
%67 L-%33 CO	R7	O7	V7
%33 M-%67 CO	R8	O8	V8
%50 M-%50 CO	R9	O9	V9
%67 M-%33 CO	R10	O10	V10
%33 CV-%67 CO	R11	O11	V11
%50 CV-% 50 CO	R12	O12	V12
%67 CV-%33 CO	R13	O13	V13
%33 B-%67 CO	R14	O14	V14
%50 B-%50 CO	R15	O15	V15
%67 B-%33 CO	R16	O16	V16

İpliklerin düzgünsüzlük, hata indeksi ve tüylülük özellikleri Uster Tester 5 cihazında, mukavemet ve uzama özellikleri Uster Tensojet cihazında ölçülmüştür. İplik-metal, iplik-seramik ve iplik-iplik sürtünme testleri ise 10 mN/tex sabit giriş gerginliği ile Lawson Hemphill CTT Dinamik Sürtünme Test Cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Deneme sistematiğine uygun olarak rejenere selülozik lif-pamuk karışımlı ipliklerin iplik-metal sürtünmesi, iplik-seramik sürtünmesi, iplik-iplik sürtünmesi, mukavamet, uzama, düzgünsüzlük, hata indeksi ve tüylülük özellikleri ölçülmüş ve sonuçlar varyans analizi uygulanarak IBM SPSS 24.0 istatistik yazılımı kullanılarak %95 güven aralığında (α=0.05) değerlendirilmiştir. Ayrıca ipliklerin tribolojik özellikleri ile diğer iplik özellikleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Ayrıca, çalışma kapsamında kullanılan karışım iplikleri için bir optimizasyon modeli araştırılmıştır.

Tribolojik Özellikler

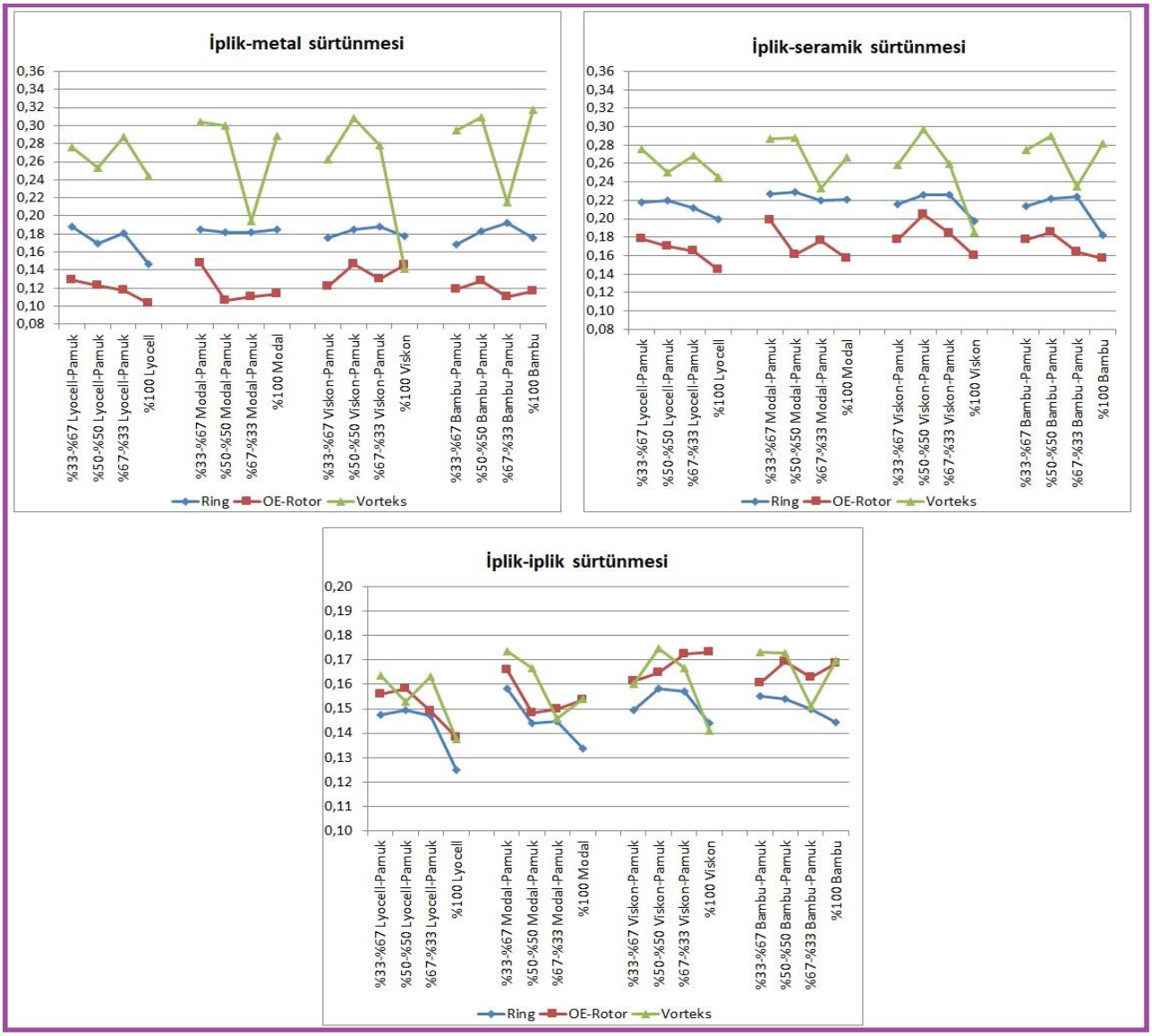
Pamuk-rejenere selülozik lif karışımlı ipliklerin iplik-metal, iplik-seramik ve iplik-iplik sürtünme katsayılarının ortalama değerleri Şekil 1'de verilmiştir.

Pamuk-rejenere selülozik lif karışımlı ipliklerin iplik-metal sürtünme katsayısı değerleri incelendiğinde, genellikle en düşük iplik-metal sürtünme katsayısı değerlerinin OE-rotor ipliklerde, en yüksek değerlerin ise vorteks ipliklerde olduğu görülmektedir. Hammadde ve karışım oranları açısından bir inceleme yapıldığında, iplik-metal sürtünme katsayısı değerlerinde sistematik bir artış ya da azalış olmadığı görülmektedir.

Pamuk-rejenere selülozik lif karışımlı ipliklerin iplik-seramik sürtünme katsayısı değerleri genel olarak, iplik-metal sürtünmesine paralel olarak OE-rotor ipliklerin en düşük iplik-seramik sürtünme katsayısı değerlerine sahip olduğu, vorteks ipliklerin ise en yüksek sürtünme katsayısı değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Hammadde ve karışım oranları açısından bir inceleme yapıldığında ise iplik-metal sürtünme katsayısı değerlerinde sistematik bir artış ya da azalış olmadığı görülmekle birlikte bütün rejenere selülozik lif karışımları için ring ve OE-rotor ipliklerinde en düşük değerlerin çoğunlukla %100 rejenere selülozik liflerden üretilen ipliklere ait olduğu görülmektedir.

Pamuk-rejenere selülozik lif karışımlı ipliklerin iplik-iplik sürtünme katsayısı değerlerinde ise, ipliklerin iplik-iplik sürtünme davranışlarının iplik-metal ve iplik-seramik sürtünme davranışlarından biraz daha farklı olduğu görülmektedir (Şekil 1). İplik-iplik sürtünme katsayısı için en yüksek değerler genellikle vorteks ipliklere aitken en düşük değerler ring ipliklere aittir. Hammadde ve karışım oranları açısından bir inceleme

yapıldığında ise iplik-iplik sürtünme katsayısı değerlerinde de sistematik bir artış ya da azalış görülmemekle birlikte ring iplikleri için en düşük sürtünme katsayısı değerlerinin %100 rejenere selülozik liflerden üretilen ipliklere ait olduğu görülmektedir.



Şekil 1. Pamuk-rejenere selülozik lif karışımlı ipliklerin iplik sürtünme katsayıları

Mukavemet ve Uzama

İpliklerin ortalama iplik mukavemeti (Rkm - kgf*Nm) ve kopma uzaması (%) değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Numune İpliklerin Ortalama Mukavemet Ve Uzama Değerleri

Karışım Oranları	Mukavemet (kgf*Nm)			Uzama (%)		
	Ring	OE	Vorteks	Ring	OE	Vorteks
%33 L-%67 CO	16,6	11,5	15,1	5,96	5,51	4,80
%50 L-%50 CO	14,6	11,2	13,7	5,47	5,85	5,28
%67 L-%3 3CO	15,5	12,1	14,6	5,73	6,00	5,14
%100 Lyocell	19,0	14,2	17,3	6,38	5,77	5,93
%33 M-%67CO	13,3	6,79	12,3	5,84	5,38	5,45
%50 M-%50 CO	15,1	12,3	13,9	6,42	6,93	5,69
%67 M-%33 CO	17,8	12,5	15,9	7,61	7,17	6,66
%100 Modal	22,9	16,6	21,0	10,3	9,1	11,0
%33 CV-%67 CO	12,9	9,26	10,7	6,63	5,76	5,41
%50 CV-%50 CO	11,1	8,93	10,7	5,54	6,03	5,63
%67 CV-%33 CO	10,7	10,4	11,9	4,96	8,30	6,00
%100 Viskon	16,6	13,6	14,2	12,7	12,95	9,71
%33 B-%67 CO	4,98	9,20	11,0	4,98	6,04	5,24
%50 B-%50 CO	12,0	9,90	11,8	6,10	6,66	5,91
%67 B-%33 CO	13,4	10,1	12,9	7,02	7,60	6,64
%100 Bambu	12,1	14,1	16,7	17,8	12,5	10,3

Karışım ve %100 rejenere selülozik ipliklerde, iplik eğirme sistemine göre mukavemet ve uzama değerleri incelendiğinde, merkezde lif yoğunluğu fazla olan ring iplik eğirme sisteminden üretilen ipliklerin en yüksek mukavemet değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. %100 rejenere selülozik ipliklerde, pamuk karışımlı ipliklere kıyasla mukavemet ve uzama değerlerinde artış tespit edilmiştir. Karışımdaki pamuk oranı azaldıkça özellikle uzama değerlerinde artış gerçekleşmiştir. Lifin uzama değeri, ipliğin uzama miktarını etkilediğinden bambu ve modal liflerinin yüksek uzama oranına bağlı olarak, bambu ve modal karışımlı ipliklerde oran arttıkça iplik uzama değerlerinde artış tespit edilmiştir.

Düzgünsüzlük ve Hata indeksi

Düzgüsüzlük (CVm %), hata indeksi (IPI Imperfection Index- ince yer sayısı, kalın yer sayısı, neps sayısı) ortalama değerleri Tablo 3''te verilmiştir.

Tablo 3. Numune İpliklerin Ortalama Düzgünsüzlük Ve Hata İndeksi Değerleri

Karışım Oranları	Düzgünsüzlük (CVm%)			Hata Indeksi (IPI)		
	Ring	OE	Vorteks	Ring	OE	Vorteks
%33 L-%67 CO	13,4	13,2	14,0	132	133	86,5
%50 L-%50 CO	13,8	13,7	14,2	156	305	104
%67 L-%3 3CO	13,1	13,5	13,9	132	155	86,5
%100 Lyocell	12,7	12,5	12,9	217	50	94,0
%33 M-%67CO	13,4	14,7	14,5	93,5	485	108
%50 M-%50 CO	12,8	14,0	13,1	45,5	295	32,0
%67 M-%33 CO	11,5	13,9	12,3	24,0	158	18,5
%100 Modal	10,6	14,3	12,1	34,5	113	18,0
%33 CV-%67 CO	12,1	14,8	15,1	28,0	455	163
%50 CV-%50 CO	12,6	14,3	14,4	77,5	338	109
%67 CV-%33 CO	13,8	13,9	13,5	122	188	35,5
%100 Viskon	10,8	13,7	13,3	22,0	90	30,0
%33 B-%67 CO	13,6	14,5	14,6	117	333	124
%50 B-%50 CO	12,7	14,4	13,8	64,5	333	76,5
%67 B-%33 CO	12,0	14,5	13,0	36,5	210	21,0
%100 Bambu	10,9	13,9	12,3	42,0	140	20,5

İplik düzgünsüzlüğü mukavemet ile doğrudan ilişkili olduğundan bu değerin mümkün olduğunca düşük olması, mukavemetin artmasına etki etmektedir. %100 rejenere selülozik iplikler karışımlı ipliklere kıyasla daha düşük düzgünsüzlük değerleri vermiştir. Karışımlı ipliklerde, iplik eğirme sistemine göre düzgünsüzlük değerleri incelendiğinde, en düşük düzgünsüzlük değerinin ring iplik eğirme sisteminde görüldüğü görülmüştür.

Karışımlı ve %100 rejenere selülozik ipliklerde, iplik eğirme sistemine göre hata indeksi değerleri incelendiğinde, en yüksek hata indeksi değerinin rotor iplik eğirme sistemlerinin olduğu tespit edilmiştir. Karışımdaki pamuk oranı azaldıkça, modal-pamuk ve bambu-pamuk karışımlarında hata indeksi değerlerinin azaldığı, lyocell-pamuk ve viskon-pamuk ipliklerde hata indeksi değerlerinde artış gerçekleşmiştir.

Tüylülük

Tüylülüğün (H) ortalama değerleri Tablo 4'te gösterilmiştir. H değeri, 1 santimetre iplik boyunca iplik gövdesinden dışarı çıkan liflerin toplam uzunluğudur (cm).

Tablo 4. Numune İpliklerin Ortalama Tüylülük Değerleri

Karışım Oranları	Tüylülük (H)		
	Ring	OE	Vorteks
%33 L-%67 CO	6,62	5,06	3,81
%50 L-%50 CO	6,55	4,40	3,72
%67 L-%3 3CO	6,82	4,93	3,83
%100 Lyocell	8,09	4,96	4,23
%33 M-%67CO	6,02	4,30	3,53
%50 M-%50 CO	5,98	4,42	3,50
%67 M-%33 CO	5,36	4,09	3,49
%100 Modal	6,20	4,04	3,80
%33 CV-%67 CO	5,55	4,13	3,52
%50 CV-%50 CO	6,03	3,98	3,47
%67 CV-%33 CO	6,11	3,97	3,53
%100 Viskon	5,47	4,04	3,67
%33 B-%67 CO	6,11	3,76	3,44
%50 B-%50 CO	5,80	4,01	3,46
%67 B-%33 CO	5,63	3,86	3,44
%100 Bambu	5,37	4,16	3,83

Pamuk karışımlı ve % 100 rejenere selülozik lif içeren ipliklerde, iplik eğirme sistemine göre tüylülük değerleri incelendiğinde, en düşük tüylülük değerinin vorteks iplik eğirme sisteminde olduğu tespit edilmiştir. Pamuk karışımlı ipliklerde pamuk oranı azaldıkça bambu-pamuk karışımlarında azalma olurken, diğer karışımlarda ciddi bir değişiklik gerçekleşmemiştir.

İpliklerin Tribolojik Özellikleri ile Diğer İplik Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Rejenere selülozik lif ve pamuk karışımlı ipliklerin tribolojik özellikleri ile diğer iplik özellikleri arasındaki ilişkiler korelasyon analizi kullanılarak incelenmiştir. Pearson korelasyon katsayıları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. İpliklerin tribolojik özelliklerinin ve diğer iplik özelliklerinin Pearson korelasyon katsayıları

Relationships	Pearson korelasyon katsayıları
İplik-metal ve iplik-seramik sürtünme katsayısı	0,967**
İplik-metal ve iplik-iplik sürtünme katsayısı	0,349*
İplik-seramik ve iplik-iplik sürtünme katsayısı	0,312*
İplik-metal sürtünme katsayısı ve tüylülük (H)	-0,381**
İplik-seramik sürtünme katsayısı ve tüylülük (H)	-0,301*
İplik-iplik sürtünme katsayısı ve tüylülük (H)	-0,630**
İplik-metal sürtünme katsayısı ve düzgünsüzlük (CVm)	0,053
İplik-seramik sürtünme katsayısı ve düzgünsüzlük (CVm)	0,063
İplik-iplik sürtünme katsayısı ve düzgünsüzlük (CVm)	0,608**
İplik-metal sürtünme katsayısı ve hata indeksi (IPI)	-0,492**
İplik-seramik sürtünme katsayısı ve hata indeksi (IPI)	-0,433**
İplik-iplik sürtünme katsayısı ve hata indeksi (IPI)	0,265

**Korelasyon 0,01 önem seviyesinde anlamlıdır (2 yönlü).
* Korelasyon 0,05 önem seviyesinde anlamlıdır (2 yönlü).

Tablo 5 incelendiğinde, iplik-metal ve iplik-seramik sürtünme katsayısı için korelasyon katsayısının oldukça yüksek olduğu hatta bu değerin yaklaşık 1'e yakın olduğu görülmektedir. Bu durum, cihazda sürtünme yüzeyi olarak kullanılan metal ve seramik yüzeylerin iplikle temas halindeyken paralel yüzey etkileşimine ve dolayısıyla paralel sürtünme davranışına sahip olduğunu göstermektedir. İplik sürtünmesi ve tüylülük

arasındaki ilişki incelendiğinde, çalışma kapsamında kullanılan biyobozunur ipliklerde tüm sürtünme yüzeyleri için negatif bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu durumu, iplik yüzeyindeki tüylerin uzunluğu arttıkça yüzeyde büküm nedeniyle oluşan pürüzlerin tüyler aracılığıyla kapanması ve daha düz bir yüzey elde edilmesi ile stick-slip (tutma-kayma) hareketinin azalması ile açıklamak mümkündür. Stick-slip hareketinin azalması ile yüzeylerden geçiş daha kolay olacak ve sürtünme kuvvetinin azalacaktır. İplik sürtünmesi ve düzgünsüzlük arasındaki ilişkiler için ise tüm yüzeyler için korelasyon katsayılarının pozitif olduğu ancak yalnızca iplik-iplik sürtünmesi söz konusu olduğunda bu ilişkinin istatistiksel açıdan anlamlı olduğu görülmektedir. Yani, deneysel çalışmada kullanılan iplikler için iplik düzgünsüzlüğü (CVm) arttıkça iplik-iplik sürtünmesi de artmaktadır. İplik düzgünsüzlüğünün artması sürtünme kuvvetini arttırmakta ve daha yüksek sürtünme katsayısı elde edilmektedir (Zurek ve Frydrych, 1993). Sonuçlar incelendiğinde, bu durumun karşılıklı iki iplik yüzeyinin etkileşimi söz konusu olduğu için iplik-iplik sürtünmesi için daha belirgin bir şekilde ortaya çıktığını söylemek mümkündür.

Optimizasyon Sonuçları

Bu çalışmada, karışımlı iplikler için bir optimizasyon modelinin araştırılması amaçlanmıştır. Proses değişkenleri olarak, karışım oranı ve eğirme sistemi seçilmiştir. Bunun amacı, iplik mukavemetini, uzamayı maksimize etmek ve düzgünsüzlük, tüylülük ve hata indeksini minimize etmek için bu proses değişkenlerinin değerlerini belirlemektir. Optimizasyon süreci için süreç ve yanıt değişkenlerinin hedef, limit, ağırlık ve önem düzeyleri belirlenmelidir. Süreç ve tepki değişkenlerinin önem düzeyi, alt ve üst sınır değerleri Tablo 6'da görülmektedir.

Tablo 6. Optimizasyon süreci için süreç ve yanıt değişkenlerinin değerleri

İsim	Hedef	Alt Limit	Üst Limit	Alt Ağırlık	Üst Ağırlık	Önem Düzeyi
A:Karısım	is in range	1	16	1	1	3
B:Sistem	is in range	10	30	1	1	3
C:Duzgunsuzluk	minimize	8,39	11,98	1	1	4
D:Tuyluluk	minimize	3,16	8,09	1	1	4
E:IPI	minimize	18	399,5	1	1	3
F:RKM	maximize	9,58	22,93	1	1	5
G:Uzama	maximize	4,11	13,1	1	1	3
H:Iplık-Metal	minimize	0,103	0,317	1	1	3
J:Iplık-Seramık	minimize	0,145	0,297	1	1	3
K:Iplık-Iplık	minimize	0,125	0,175	1	1	3

Design Expert programı (12.0 Versiyon) istenilen hedef ve limit değerleri belirlendikten sonra sayısal optimizasyon işleminin sonuçlarını vermektedir. Tüm iplik örnekleri için sayısal optimizasyon işleminin sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Optimizasyon sonuçları

No	Karışım Oranı	Eğirme Teknolojisi	Düzgünsüzlük	Tüylülük	IPI	Mukavemet kgf*Nm	Uzama %	İplik-Metal Sürtünmesi	İplik-Seramik Sürtünmesi	İplik-İplik Sürtünmesi
1	**3**	**30**	**8,455**	**3,16**	**18,19**	**22,93**	**13,099**	**0,103**	**0,145**	**0,125**
2	10	30	8,403	3,16	18,00	22,763	13,1	0,104	0,145	0,126
3	13	30	8,39	3,195	18,16	22,918	12,972	0,103	0,15	0,125
4	1	20	8,39	3,187	18,02	22,926	12,734	0,103	0,146	0,126
5	8	10	8,39	3,196	18,00	22,93	13,082	0,106	0,145	0,127
6	15	10	8,398	3,16	24,96	22,928	13,081	0,114	0,145	0,125
7	15	10	8,397	3,303	18	22,826	13,096	0,103	0,145	0,126
8	3	20	8,39	3,16	24,66	22,929	13,022	0,104	0,15	0,126
9	2	30	8,391	3,244	18,00	22,879	12,766	0,107	0,145	0,125
10	11	20	8,423	3,16	42,61	22,925	13,019	0,103	0,145	0,125
11	14	10	8,39	3,23	23,28	22,875	12,791	0,108	0,146	0,125
12	10	30	8,417	3,16	20,29	22,93	13,1	0,103	0,145	0,129
13	8	20	8,582	3,17	18,00	22,893	12,991	0,106	0,145	0,125
14	11	30	8,415	3,479	18,00	22,93	13,03	0,103	0,145	0,125
15	12	10	8,433	3,161	48,87	22,923	13,1	0,103	0,145	0,125
16	1	20	8,39	3,512	18,00	22,929	13,096	0,103	0,147	0,125
17	13	30	8,39	3,287	18,00	22,594	12,992	0,105	0,147	0,125
18	10	30	8,564	3,187	18,00	22,765	13,056	0,105	0,145	0,126
19	8	20	8,41	3,506	18,96	22,927	12,984	0,103	0,145	0,125
20	3	30	8,39	3,203	20,79	22,794	13,086	0,121	0,145	0,125

*10;Ring, 20; OE, 30; Vorteks , 3; L67/Co33

Tablo 7'de hedef değer için elde edilen iplik mukavemeti, uzama, düzgünsüzlük, tüylülük ve hata indeksi değerlerinin etki değişkenleri göstermektedir. Ayrıca, etki değişkenlerini elde etmek için optimum karışım oranı ve eğirme sistemlerinin değerlerini göstermektedir. Tüm iplik örnekleri için Tablo 7'nin ilk satırı optimizasyon işleminin en iyi sonucunu vermektedir. Dolayısıyla, en optimum sonucun %67 Lyocell /%33 Pamuk karışımı ile vortex iplik eğirme sisteminde üretilen ipliklere ait olduğu görülmektedir. Ayrıca, en yüksek iplik mukavemeti (22,93 kgf*Nm) ve uzama (%13,099), en düşük iplik düzgünsüzlüğü (%8,45), tüylülük (3,16) , hata indeksi (18,19), iplik-metal sürtünmesi (0.103), iplik-seramik sürtünmesi (0.145) ve iplik-iplik sürtürnmesi (0.125) gibi değerlerin istendiği optimizasyon sürecinin başında netleştirir.

SONUÇ

Çalışmanın amacı, karışım oranı ve eğirme teknolojisinin ipliklerin tribolojik özellikleri üzerindeki etkilerini analiz etmektir. Ayrıca mukavemet, uzama, düzgünsüzlük, hata indeksi ve tüylülük özellikleri de incelenmiş ve sürtünme özellikleri ile diğer iplik özellikleri arasındaki ilişkiler analiz edilmiştir. Çalışma için rejenere selülozik lifler (Lyocell, Modal, viskon ve bambu) ve pamuk lifi seçilmiştir. Ring, open-end rotor ve vortex eğirme teknolojileri ile %100 rejenere selülozik lif, %67-33, %50-50 ve %33-%67 rejenere selülozik lif-pamuk karışımlı iplikler üretilmiştir. Genel bir değerlendirme yapıldığında en yüksek mukavemet ve uzama değerlerinin genellikle %100 rejenere selülozik liflerden ring iplik eğirme teknolojisinde üretilen ipliklere ait olduğu görülmektedir. Aynı durumun ipliklerin düzgünsüzlük ve hata indeksi değerleri için de geçerli olduğunu söylemek mümkündür. Çalışma kapsamında kullanılan ipliklerin tüylülük değerleri incelendiğinde ise en düşük değerlerin vorteks eğirme teknolojisinde üretilen ipliklere ait olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma kapsamında oluşturulan optimizasyon modelini sonuçlarına göre iplik mukavemeti, uzama, düzgünsüzlük, tüylülük, hata indeksini, iplik-metal, iplik-seramik ve iplik-iplik sürtünmesi parametreleri için optimum sonucun %67 Lyocell /%33 Pamuk karışımlı vortex ipliklere ait olduğu görülmektedir. Tribolojik özellikler açısından bir değerlendirme yapıldığında ise iplik -materyal (İplik-iplik ve iplik-seramik) sürtünme katsayısı için en yüksek değerlerin genellikle vorteks ipliklere, en düşük değerlerin ise OE-rotor ipliklere ait olduğu görülmektedir. İplik-iplik sürtünme katsayısı için ise en yüksek değerler genellikle vorteks ipliklere aitken en düşük değerler ring ipliklere aittir. Farklı sürtünme yüzeyleri açısından iplik sürtünmesine karışım oranının etkisi incelendiğinde karışımdaki rejenere selülozik lif oranının değişimiyle birlikte iplik sürtünme katsayısında sistematik bir değişiklik olmadığını söylemek mümkündür. İpliklerin tribolojik özellikleri ile diğer iplik özellikleri arasındaki ilişkiler incelendiğinde çalışma kapsamında kullanılan biyobozunur ipliklerde

tüm sürtünme yüzeyleri için sürtünme ve tüylülük arasında negatif bir ilişki olduğu görülmektedir. İplik düzgünsüzlüğü ve iplik-iplik sürtünmesi arasında ise güçlü ve pozitif bir ilişki bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

Ajayi JO ve Elder HM. 1994. Comparative studies of yarn and fabric friction. Journal of Testing and Evaluation, 22 (5), 463-467.

Balci Kilic G. ve Okur A. 2012. Effect of Yarn Characteristics on Surface Properties of Knitted Fabrics, Textile Research Journal, 89 (12), 2476-2489.

Başer İ. 2002. Elyaf Bilgisi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Yayınları.

Ghosh A, Patanaik A, Anandjiwala RD, Rengasamy RS. 2008. A Study on Dynamic Friction of Different Spun Yarns. Journal of Applied Polymer Science, 108, 3233-3238.

Karahan AG, Öktem PD, Seventekin PD. 2006. Doğal Bambu Lifleri. Tekstil ve Konfeksiyon, 4(1), 236-240.

Koo Y. 2004. Yarn Tension Variation on the Needle During the Knitting Process. Textile Research Journal, 74(4), 314-317.

Kothari MV. 2014). Modal: Fibre to Fabric. www.fibre2fashion.com [18.11.2021].

Özbağcı Ö. 2008. Pamuk ve bazı rejenere selüloz esaslı süprem örgü kumaşların fiziksel ve boyutsal özellikleri. İzmir: Tekstil Mühendisliği Bölümü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı.

Rankumar SS, Shastri L, Tock RW, Shelly DC, Smith ML, Padmanabhan S. 2003. Experimental Study of the Frictional Properties of Friction Spun Yarns. Journal of Applied Polymer Science, Vol: 88, 2450-2454.

Svetnickiene V, Ciukas R. 2006. Technical and Classical Yarns Friction Properties Investigation. Mechanika, 4 (60),54-58.

Wang X, Chang L. 1999. An Experimental Study of the Effect of Test Speed on Yarn Hairiness. Textile Research Journal, 69(1), 25-29.

Zurek W, Frydrych I. 1993. Comparative Analysis of Frictional Resistance of Wool Yarns. Textile Research Journal, 63, 322-335.

ORAL PRESENTATION

Airlaid Nonwoven Kumaş Üretim Hattında Üretim ve Yardımcı Birimler Arasında Radyo Frekansı Kullanılarak Veri Aktarımı ve Kontrol Sisteminin Kurulması

Doğu Fırat Aydoğan* (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-7516-6227*)
Hakan Özdemir (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-5983-8487*)

*[1]Karafiber Tekstil San. ve Tic. A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Gaziantep, TURKEY.

*Sorumlu yazar e-mail: dogu.aydogan@karaholding.com

Özet

Bu çalışmada, airlaid (havalı serme) nonwoven kumaş üretim hattında, üretim ve yardımcı birimler arasında radyo frekanslarının kullanılmasıyla kablosuz haberleşme vasıtasıyla veri transferinin sağlanması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, bir arayüz kullanılarak alınan verilerin bilgisayar ortamına aktarılması, depolanması ve gerekli görüldüğü durumlarda bu arayüz ile farklı birimlere komut gönderilmesine olanak verecek bir sistemin tasarlanması planlanmıştır. Kablosuz bağlantı kullanılarak nesneler arasında veri aktarımının radyo frekansı yardımı ile sağlanması gerçekleştirilmiştir. Makinelere elektronik kart bağlanarak geliştirilen bu sistem, bir arayüz yardımıyla bilgisayar üzerinden kontrol edilerek, makinelere bu arayüz sayesinde iki yönlü bilgi transferi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma sonunda yapılan tasarım sayesinde, üretim sistemlerinin izlenmesi ve kontrolünün sağlanmasıyla mevcut sistemlerin iyileştirilmesi ve verimliliğinin arttırılması sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dokunmamış kumaş, veri aktarımı, radyo frekansı.

Establishment of Data Transfer and Control System Using Radio Frequency Between Production and Auxiliary Units in Airlaid Nonwoven Fabric Production Line

Abstract

In this study, it is aimed to provide data transfer via wireless communication between production and auxiliary units in the air-laid nonwoven fabric production line by using radio frequencies. For this purpose, it is planned to design a system that will allow the transfer of the data received using an interface to the computer environment, its storage, and when it is necessary, sending commands to different units via this interface. By using a wireless connection, data transfer between objects has been achieved with the help of radiofrequency. This system, which was developed by connecting an electronic card to the machines, was controlled via a computer with the help of an interface, and two-way information transfer was carried out to the machines due to this interface. By means of the design at the end of this study, it was ensured that the existing systems were improved and their efficiency increased by monitoring and controlling the production systems.

Keywords: Nonwoven, data transmission, radio frequency.

GİRİŞ

18.yy'da buhar enerjisi ile çalışan makinelerin geliştirilmesiyle sanayi devrimi gerçekleşmiştir. Daha sonrasında elektriğin ve bilgisayarın icat edilmesiyle birlikte otomasyon kavramı hayatımıza girmiştir ve üretimler daha verimli hale gelmiştir. Sanayi alanında gelinen son noktada ise Endüstri 4.0 kapsamında akıllı fabrikalar inşa edilmeye başlanmıştır. Endüstri 4.0 ile birlikte siber fiziki sistemler ile çevrimiçi ağların entegre edilmesi amaçlanmaktadır. Bu sayede üretim alanındaki karmaşık süreç yönetiminin kolaylaştırılması sağlanmış olunacaktır (Yıldız, 2018).

Üretim alanındaki süreç yönetiminin iyileştirilmesi kapsamında atılacak temel adımlardan biri de gerçekleştirilen sürecin izleme ve kontrol işlemlerini manuel bir yapıdan, bilgi teknolojilerini kullanarak daha sistematik bir yapıya dönüştürmektir. Bu noktada gelişen kablosuz haberleşme teknolojileri büyük önem

taşımaktadır (Shukurov, 2018). Üretim yapan makine ve sistemlerde, çoğunlukla elde edilmek istenilen son ürün tek bir işlem adımından ziyade birden fazla manuel veya otomatik işleyen sistem elemanlarına dahil edildikten sonra elde edilmektedir. Bu sebeple ürünün üretim sürecindeki bütün işlem adımlarının, makinelerin girdi ve çıktılarının, analiz edilerek süreç iyileştirmek için kullanılması gereken verilerin manuel olarak toplanması karmaşık ve hata payı yüksek bir seçenek olmuştur. Dolayısıyla veri toplama ve manuel kontrollü makinelerin kontrolünün sağlanması gibi durumlarda hata paylarını düşürmek ve süreci iyileştirmek için kablosuz haberleşme teknolojilerinin kullanılması bir ihtiyaç haline gelmiştir (Özden ve Dursun, 2010).

Bu çalışmada, kablosuz bağlantı kullanılarak nesneler arasında veri aktarımının radyo frekansı ile sağlanması gerçekleştirilecektir. Bu kapsamda airlaid nonwoven üretim hattının farklı bölümlerine yeni geliştirilecek veri aktarım sistemi sayesinde kablosuz olarak kontrol edilerek, veri girişi ve veri okuması gerçekleştirmiştir. Makine parçalarına monte edilen elektronik kartlar vasıtasıyla veri aktarımı gerçekleştirilecektir. Gömülü (Embedded) yazılım kullanılarak elektronik bir arayüz oluşturulmuş ve verilerin merkeze aktarılması radyo frekansı aracılığıyla sağlanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Çalışma kapsamında elde edilecek olan sistemin takip ve kontrolünün yürütülmesi amacıyla Windows tabanlı bir bilgisayar ortamı ve Visual Studio programı kullanılmıştır. Bununla birlikte sistemi oluşturan diğer bileşenler şunlardır; Arduino mega, Arduino Nano, E32 RF kablosuz modül ve Röle (Output).

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen işlem adımları;

1. Arayüz programının tasarlanması

Kullanılacak arayüz programının tasarlanması sırasında mevcut kullanılan arayüz programları incelenmiştir. Windows form tabanlı ve açık erişime sahip olduğu için Visual Studio programı tercih edilmiştir.

Program arayüzünde oluşturulan otomatik ve manuel butonları çalışan makinanın kontrolünü sağlamaktadır. Manuel butonu kullanıcı iradesiyle kontrole, otomatik butonu ise önceden belirlenen bir senaryo dahilinde otonom tepkiye imkân sağlar.

Kayıt başlat ve kayıt durdur butonları veri kaydını gerçekleştirmek üzere arayüzde oluşturulmuştur. Kullanıcı tarafından istenilen başlık girildikten sonra verilerin belirtilen başlıklarda excel tablosuna saat başı kaydının yapılması sağlanmaktadır.

2. Elektronik kartların tasarlanması ve kullanımı

Bu çalışmada Arduino mega, Arduino Nano, E32 RF kablosuz modül ve Röle (Output) malzemeleri kullanılarak 2 çeşit modül oluşturulmuştur.

2.1 Slave Modülü

Makineye bağlanıp, makine ve master modülü arasında çift yönlü iletişim yapan birimdir. Makinedeki sensörlerden gelen veriler girişlerden okunup master modülüne iletilir. Master modülünden gelen kontrol komutları doğrultusunda slave modülü, çıkışlara gerekli sinyalleri yollayarak komutların gerçekleştirilmesini sağlar. Prototipinde makineye daha kolay bağlanması için röleler tercih edilip 2 adet kullanılmıştır. Bağlantılar gerçekleştirilirken çıkışların her alana uygun olan kuru kontak yöntemi kullanılmıştır. Kuru kontak yöntemi kullanılması sayesinde diğer makine parçalarına entegresinin kolaylaştırılması amaçlanmıştır.

2.2 Master Modülü

Slave Modülü ve kontrol merkezinden(bilgisayar) gelen verileri işleyerek anlamlandırıp, ikisi arasındaki iletişimi yönlendiren arabirimdir. Daha çok işlem kapasitesine sahip olduğu için ve üzerine harici bilgi ekranı bağlanabilme özelliği kaynaklı Arduno Mega tercih edilmiştir. 256 adet Slave Modülü ile iletişimi desteklemektedir.

Master ve Slave modül prototipleri hazırlanırken PCB'ye basılmıştır. Elektronik kartların devre çizimi ve simülasyonu Proteus ISIS programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Baskılı devre kartı (PCB) çizimleri için ise Proteus ARES PCB Design programı kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Yapılan araştırmalar ve gözlemler doğrultusunda, prototipi üretilen projenin, üretim hattıyla ilgilenen yetkili kişilerin oluşabilecek olası arızaların tespit ve müdahale süresini ciddi derecede azaltacağı tespit edilmiştir.

Makinelere bağlanan slave modülü sayesinde ortam sıcaklığı, nem, çalışma durumu (arıza durumu) gibi veriler toplanmış ve bu veriler anlık olarak kayıt altında tutulmuştur. Böylelikle makinelerdeki arızaların, üretim sürecinde büyük aksaklıklara sebep olmadan tespit edilmesi mümkün olmuştur.

Bunun yanı sıra, sıcaklık ve nem gibi ortam koşullarının sürece etki ettiği noktalarda bu çalışmanın uygulanması gerçekleştirilerek ortam koşullarının sürekli olarak izlenmesi ve kontrol altında tutulması sağlanmıştır.

SONUÇ

Makinelerin kablosuz iletişim aracılığıyla izlenip kontrolünü sağlamayı amaçladığımız bu çalışmada,

- Yetkili kişi ya da kişilerin oluşabilecek arızalara daha hızlı tepki vermesi,
- Bakım ekiplerinin olaya daha hızlı müdahil olacağı için oluşan arızaların giderilmesi hızlanması,
- Makinede oluşabilecek üretim duruşlarının sürelerinin kısaltılması,

Bunlara bağlı olarak, üretimdeki verimliliğin artması sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

Özden, S., Dursun, M., “Radyo frekansı ile düşük maliyetli su seviyesi kontrolü”, Politeknik Dergisi, 13(4):313-317, 2010.
Shukurov, S., “Arazi uygulamaları için çok noktalı veri toplama ve kablosuz iletim sistemi geliştirilmesi ve uygulanması”, 2018.
Yıldız, A., “Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar”, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22 (2):546-556, 2018.

ORAL PRESENTATION

Difüzör Otomotiv Parçası Üzerinde Plastik Enjeksiyon Kalıp İçi Akış Hareketin Simule Edilmesi ve Mesh Boyut Optimizasyon Çalışması

İrem TOPAL[1*] (*ORCID: https://orcid.org 0000-0002-3858-5118/*),
Mahmut Atacan TANSU[2] (*ORCID: https://orcid.org/000-0003-3558-8978*)

[*1]Karel Kalıp San A.ş, Istanbul, Turkey.
[2] Karel Kalıp San A.ş, Istanbul, Turkey

*Corresponding author e-mail: irem.topal@karelkalip.com.tr

Abstract

Sonlu elemanlar yöntemi ile analiz, belirli koşullar altındaki bir parçanın nasıl davranacağını tahmin etmek amacıyla kullanılan sayısal bir yaklaşımdır. Enjeksiyon prosesi ile elde edilecek parçaların kalıp içi hammadde akış analizlerinin çalışma prensibi bu yönteme dayanmaktadır. Bu çalışmada araç arka tampon grubuna ait difüzör parçası için Moldflow programında akış analizleri koşturularak karşılaştırmalar yapılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalarda, kalıp denemesinden(parça elde edilmesinden) önce ve sonra farklı mesh boyutlarında analiz koşturularak parça üzerinde oluşan çökme-dalgalanma gibi görünür kusurların iyileştirilmesi için optimum mesh boyutları incelenmiştir.

Key words: akış analizi, plastik parça (difüzör), mesh boyutu, çökme izi

INTRODUCTION

Ortalama bir araç için toplam ağırlığın yaklaşık %12-%16 plastik parça ve aksamlardan oluşmaktadır.[1]Araç iç ve dış plastik parçaların büyük bir çoğunluğu (yaklaşık %75-80) plastik enjeksiyon prosesi ile üretilmektedir. Bu sebeple ürün tasarımının enjeksiyon prosesine uygun yapılması, ürün üzerine yerleştirilen destek ve montaj formlarının enjeksiyon kalıbından elde edilebilir şekilde tasarlanması oldukça önemlidir. Bu açıdan incelenen ürün kalıplanabilirlik ve proses açısından değerlendirilir ve bilgisayar destekli mühendislik ortamında 3 boyutlu (CAD Data) çalışmaları yapılır. Kalıp tasarımı yapılırken ürünün birebir ve müşteri standartlarına uygun olarak elde edilmesi için hem plastik parçanın kalıp içindeki davranışı yani proses tarafı hem de kalıp üretilebilirlik açısından işleme tarafı değerlendirilir. Proses tarafı ile ilgili en doğru yönlendirme sonlu elemanlar yöntemi ile kalıp içi akış analiz sonuçlarına göre yapılabilir. Analizler %100 doğru sonuç vermememekle birlikte doğru sonuca en yakın optimum hammadde davranışını ve kalıp çalışma proses şartlarını göstermektedir. Çalışmaya konu olan otomotiv difüzör parçası için dolum-çarpılma-soğutma analizleri Moldflow programında koşturularak elde edilen veriler hem kalıp tasarım hem de sıcak yolluk tasarım aşamalarında kullanılmıştır. Sıcak yolluk hammaddenin kalıp boşluğuna eriyik şekilde geçisini sağlayan, malzemenin yürüdüğü yoldur. Parçanın dolum yerleri/giriş noktalarının neresi olduğu, nozulların sayısı ve açılma sırası gibi temel durumlar akış analiz sonuçlarına göre belirlenir ve sıcak yolluk tasarımına yansıtılır. Yani parça için koşturulan kalıp içi akış analizler birden fazla konuya dayanak olacak şekilde yorumlanmaktadır.

Analiz sonuçlarına göre parçanın dolum süresi, kalıp kapama tonajı, gerekli enjeksiyon ve ütüleme basınç değerleri belirlenebilir. Parça üzerinde görsel kusur olmaması için çarpılma soğutma analiz sonuçlarına göre çökme(sink mark), hacimsel çekme(volumetric shrinkage) enjeksiyon noktasındaki basınç değeri dengeli dolum, çarpılma değeri gibi kritik sonuçlara bakılır ve enjeksiyon makinesinde ayarlanabilen parametreler (enjeksiyon basınç değeri ütülüme basınç değeri ve uygulama süresi gibi) değiştirilerek tekrar analiz çalıştırılır. Bu yöntemle gerçek durumdaki şartlar sanal ortamda simule edilerek parçanın düzgün ve görsel kusur olmadan elde edilmesi sağlanabilmektedir. Parçanın görsel olarak düzgün olması için dikkat edilecek ilk parametrelerden biri çarpılma analizinden elde edilen sink mark sonuçlarıdır. Mathivanan ve Parthasarathy'in yaptığı çalışmaya göre parça üzerinde sink mark değerini etkileyen baş etmenler: hammadde eriyik sıcaklığı,

ütüleme basıncı, kalıp sıcaklığı, feder-et kalınlığı oranı olarak tanımlanmıştır. Yapılan çalışmada ortalama kalıp sıcaklıklarında (20-30 °C) kullanılan hammaddeye göre yüksek erime sıcaklıkları ve yüksek ütüleme basınçlarında sink mark (çökme) değerlerinin minimuma indiği görülmüştür. Ayrıca feder et kalınlığının parça et kalınlığına oranının 1/3 olması ideal parça tasarımı için optimum bilgi olduğu doğrulanmıştır.[2] Parça üzerinde çökme izlerini tanımlayan bu ve benzeri başka bir çok çalışma yapılmıştır. Xiaoxin Wanga ve arkadaşlarının yaptığı başka bir çalışmada kalıp içinde ani hızlı ısınma (Rapid Heat Cycle Molding Tech) sağlanarak parça üzerindeki çökme ve birleşme izlerinin iyileştirilmesi çalışılmış ve sonuçlar Moldflow programı üzerinde yapılan akış analizleri ile doğrulanmıştır. [3]

Parça üzerinde oluşabilecek kusurlar (çökme izi, bölgesel çekme, birleşme izi) için birçok farklı kök nedene dayanabilir ve kalıp tasarım aşamasında yapılan akış analizleri ile belirlenebilir. Akış analizlerinin ideale en yakın sonucu verebilmesi için ürünün analize hazırlanma aşamalarında dikkat edilmesi gereken en kritik nokta parçaya kaliteli mesh atılması ve mesh oryantasyonun minimum %80 olarak sağlanmasıdır.

Bu çalışmada 1400*250*140 mm ölçülerindeki difüzör parçası özelinde ilk analiz sonuçlarında belirlenemeyen çökme izlerinin iyileştirilmesi ve daha sonra karşılacak benzer durumlarda aynı problemin yaşanmaması için bölgesel mesh çalışmaları yapılarak ürün üzerinde yeni dolum-çarpılma-soğutma analizleri koşturulmuştur.



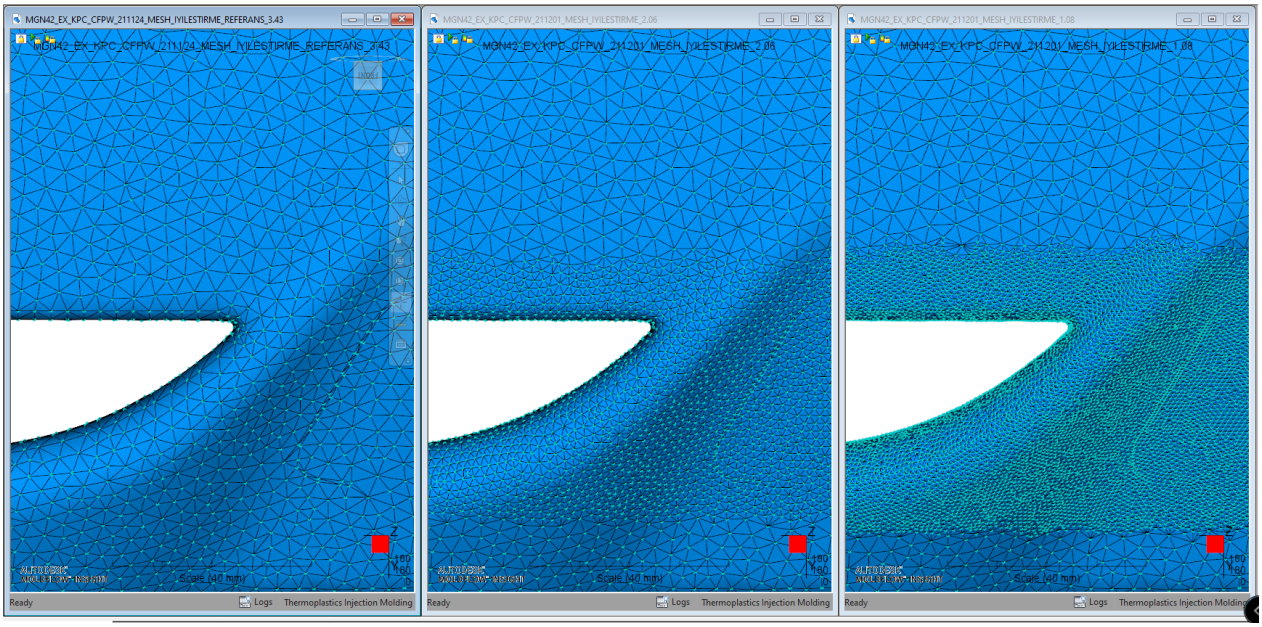
Şekil 1. Parça üzerindeki çökme izi

MATERIALS AND METHODS

Parça üzerindeki tüm akış analizleri Moldflow programı üzerinde sonlu elemanlar yöntemiyle yapılmıştır. Analize başlamadan önce hazırlık aşamasında mesh atılır ve parça yüzeylerinin uygunluğu değerlendirilir. Mesh, numerik analizlerin temelinde parça üzerin üçgen-ağ yapısı oluşturulmasına dayanmaktadır. Ürünün form yapısı ve üzerindeki geometrilere göre mesh üçgenlerinin kalitesi farklılık göstermektedir. Bu sebeple parça yüzeyine mesh atıldıktan sonra mesh oryantasyon oranına bakılır ve gerekli görülürse bölgesel mesh düzeltilerek analiz aşamasına geçilir.

Yöntem

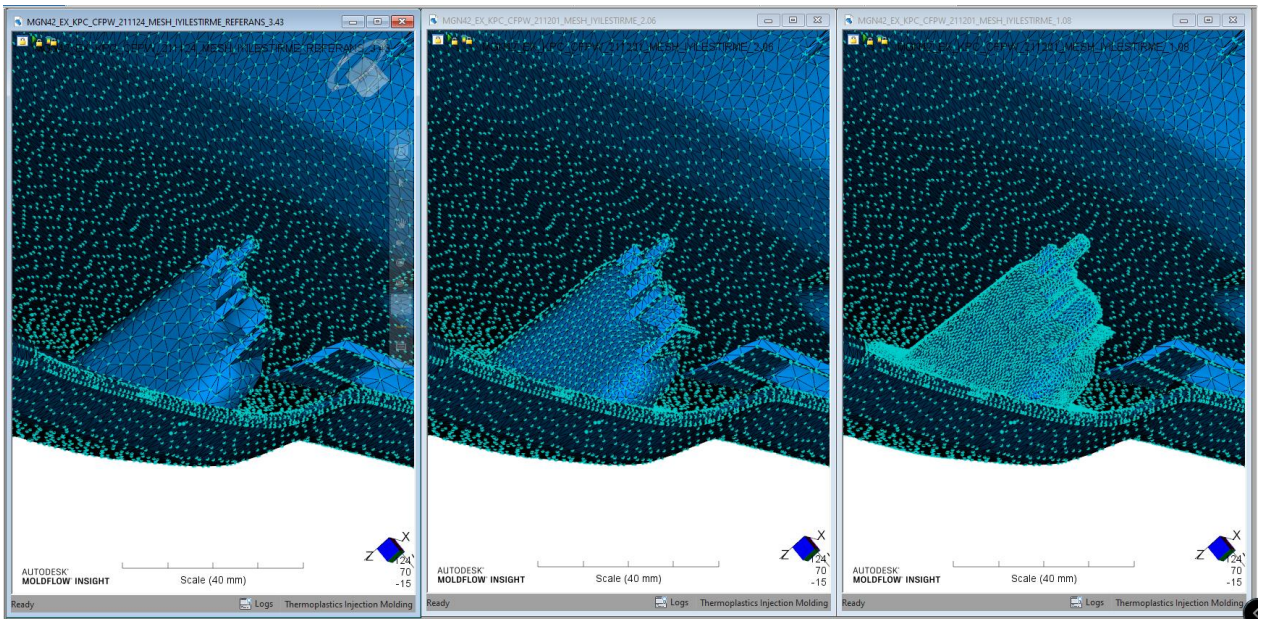
Şekil 1 de belirtilen çökme izi olan bölge için bölgesel mesh çalışılarak farklı mesh sayılarında ürünler elde edilmiştir.



Şekil 2. Farklı yükseliğe sahip mesh tanımlanarak bölgesel mesh çalışması

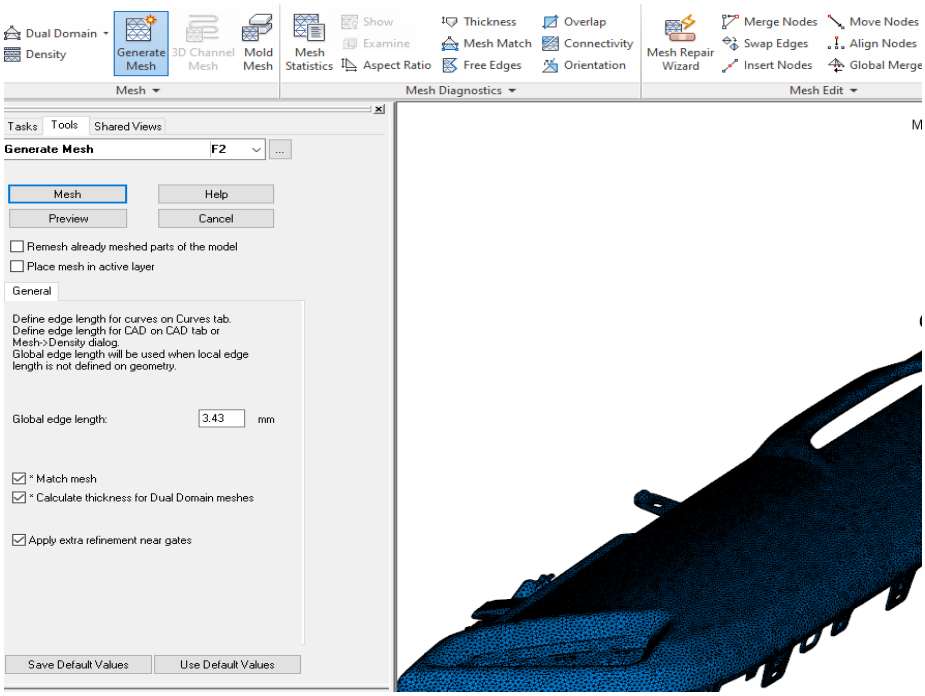
Belirtilen bölgeler için ilk çalıştırılan analizdeki meshlerin ortalama yükseliği, 3,43 mm dir. Meshlerin detaylandırılması ve analiz sonucuna yansıtılması için ortalama 2,06 mm ve 1,03 mm olan mesh yüksekliği tanımlanmıştır. Ağ yapısındaki üçgenlerin yükseliği küçüldükçe hacim alanı küçüldüğü için aynı alandaki üçgen sayısı artmaktadır. Bu durum analiz sonucunu detaylandırırken analiz süresinin uzamasına sebep olur. Bu durumu minimumda tutmak için parçanın tamamına değil görsel hata içeren bölgeye iki aşamalı mesh çalışması yapılmıştır.

Çökme izinin temel sebebi bölgenin arka tarafında yani parça B yüzeyinde bulunan doghouse(montaj bölgesi) geometrisindan kaynaklanmaktadır. Parça üzerine mesh atılırken o bölgeyi içine alacak şekilde mesh atılmıştır.

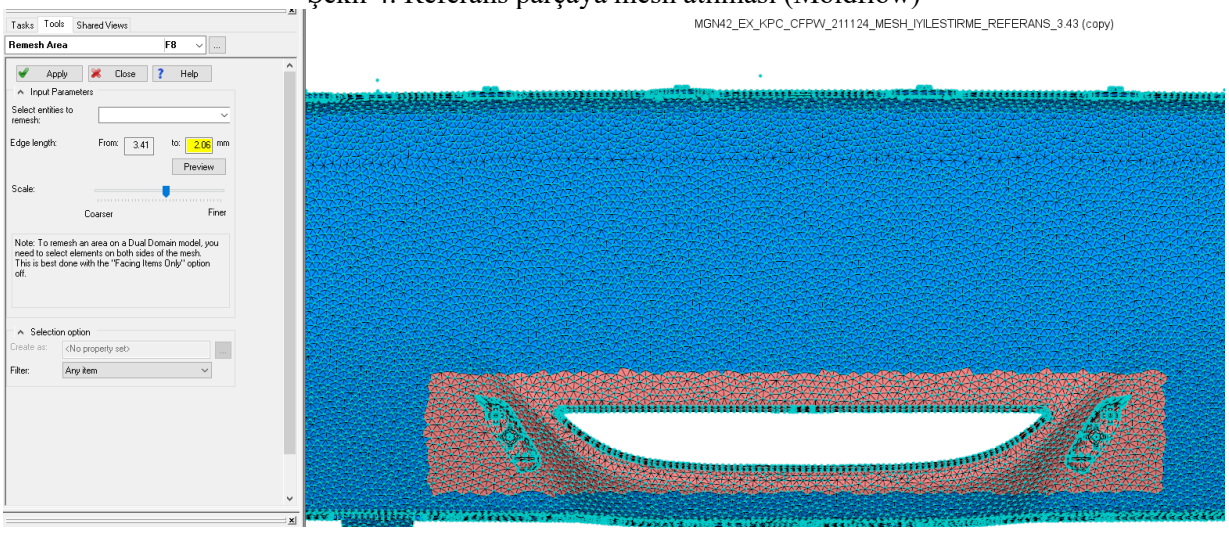


Şekil 3. Dog house(destek) yapısında bölgesel mesh çalışması

Şekil 3te gösterilen 3 farklı mesh yükseklikleri sırasıyla 3,43 2.06 ve 1,03 mm dir. Referans mesh yüksekliği ilk sıradaki 3,43 mm dir. Şekil 1deki görsel için ilk analizler 3,43 mm yüksekliğe sahip mesh ile çalıştırılmıştır. Ve şekil 1 deki kırmızı ile belirtilen çökme izleri analizde öngörülmemiştir.

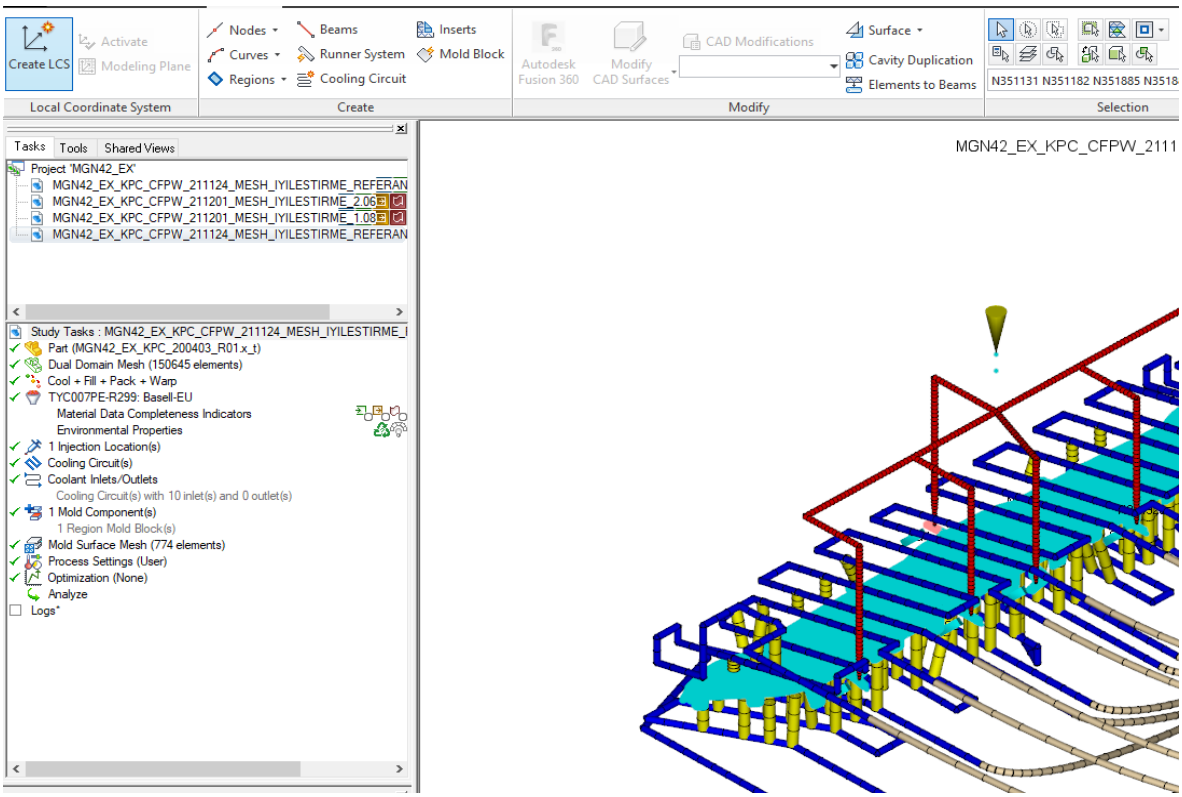


Şekil 4. Referans parçaya mesh atılması (Moldflow)



Şekil 5. 2.06 mm yüksekliğe sahip mesh çalışması

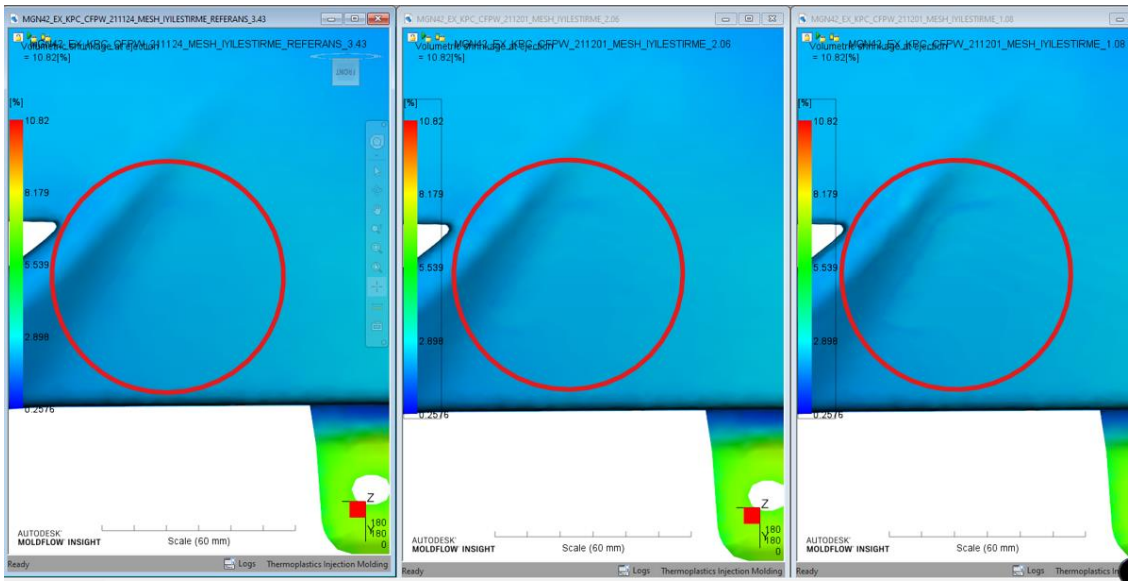
Dolum ve çarpılma analizine başlamadan önce sıcak yolluk giriş yerleri belirlenir, sıcak yolluklar çizilir ve nozulların açılma saniyeleri programa tanımlanır. Gerekli hammadde bilgileri ve proses ayar ile ilgili başka bir bilgi varsa tanımlanarak sonrasında analiz çalıştırılır.
Dolum-çarpılma-soğutma analizlerinin tamamının çalıştırılması ve en doğru sonucu alabilmek için kalıp üzerindeki soğutma delikleri de programa tanımlanarak aynı süreçler ilerletilir.



Şekil 6. Sıcak yolluk nozul, hammadde ve soğutma kanallarının Moldflowa tanımlanması

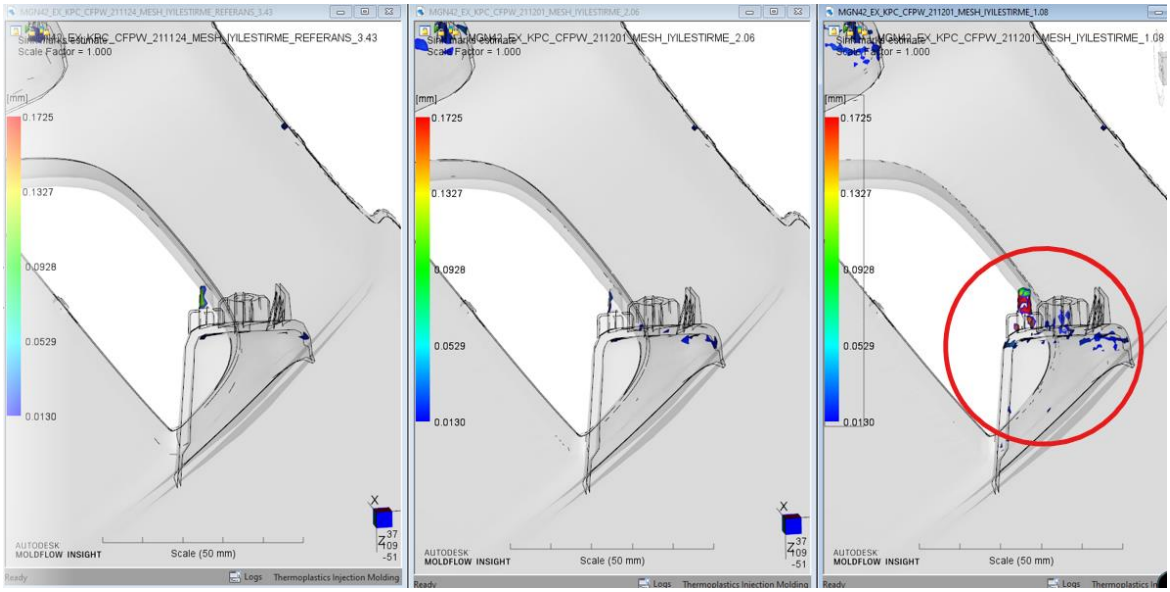
RESULTS and DISCUSSION

Analiz sonuçlarına bakıldığında parça üzerindeki çökme izine denk gelen bölge için değerlendirilen en önemli iki paremetre sinkmark ve volumetric shrinkage değerleridir. Parçada görsel kusurun denk geldiği bölgeler için belirtilen parametrelere bakılmıştır.



Şekil 7. Volumetric shrinkage(hacimsel çekme) değerleri

Sonuçlara bakıldığında mesh sayısının arttırılmasıyla analiz detaylandırıldığı için hacimsel çekme ile birlikte iz oluşturma ihtimali ortaya çıkmaktadır.



Şekil 8. Doghouse bölgesinde sink mark(çökme) değerleri

Şekil 8 de çökme kusuruna sebep olan doghouse(montaj bölgesi) yapısının sink mark değeri altında incelenmesini göstermektedir. Değerlere bakıldığında kırmızı ile belirtilen alan mesh yoğunluğu en fazla olan analiz sonucudur. Doghouse yapısında mavi ve yeşil renkli bölgeler riskli olarak tanımlanmazken, kırmızı olan bölgeler 0.172 mm ye kadar çökme olabileceğine dair öngörü sağlamaktadır.

CONCLUSION

1. Yapılan çalışma ile görünür yüzeyde oluşan hatanın Moldflow akış analizi ile belirlenmesinin mümkün olabileceği ortaya konmuştur. Görünmeyen yüzeyde yani parçanın B yüzeyi olarak tanımlanan bölgesinde feder, doghouse vb form yapılarının parçanın A yüzeyinde çökme izi oluşturma riski vardır.
2. Ürün tasarımı yapılırken belirtilen formların et kalınlığının parçanın genel et kalınlığına oranı göz önünde bulundurularak kademeli bir şekilde x, x/2 ve x/4 (yaklaşık oranlar) mesh yüksekliklerinde bölgesel mesh atılarak dolum-çarpılma-soğutma analizi çalıştırılıp sink mark ve volumetric shrinkage değerlerine bakılmalıdır.
3. Mesh boyutu küçülüp, yoğunluk arttıkça analiz süresi uzarken olabilecek hataların öngörülmesinde gerçek sonuca yaklaşılmaktadır.

REFERENCES

[1] Pagev Türkiye Otomotiv Plastikleri Sektör Raporu 2016.

[2] D. Mathivanan & N. S. Parthasarathy 2009. Sink-Mark Minimization in Injection Molding Through Response Surface Regression Modeling And Genetic Algorithm, Int J Adv Manuf Technol, 45:867–874.

[3] X. Wang G. Zhao, G. Wang, 2013. Research On The Reduction Of Sink Mark And Warpage Of The Molded Part in Rapid Heat Cycle Molding Process, Materials and Design 47:779-792

ORAL PRESENTATION

Information Extraction from Policy Documents Using Object Detection and Domain-Specific BERT

Buse Kuz[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0028-9591*), Ömer Küllü[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7247-4120*), Burak Öztürk[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9129-5013*), Fatih Abut[4*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5876-4116*), M. Fatih Akay[5] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0780-0679*)

[1]Anadolu Sigorta, Istanbul, Turkey.
[2]Anadolu Sigorta, Istanbul, Turkey.
[3]Anadolu Sigorta, Istanbul, Turkey.
[*4]Çukurova University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Adana, Turkey.
[5]Çukurova University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Adana, Turkey.

*Corresponding author e-mail: fabut@cu.edu.tr

Abstract
Purchasing the most suitable insurance policy is a very hard task for customers who do not have expertise in the insurance business. The main reason behind this is that the language of these documents is not very understandable. Each company has a different layout that explains terms and conditions with heavy terminology. This study aims to assist customers by creating an information extraction pipeline consisting of two stages. First, policy documents are treated as images in the first stage and fragmented into nine different visual structures using an object detection model. Over 2.500 images have been collected, labeled, and trained on YOLOv3. One of the visual output structures is paragraphs that contain detailed information on the scope of policies. At the second stage, the paragraphs are fed into a named-entity recognition model. Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) language model was fine-tuned on domain-specific data to achieve this task. As a result, customers can obtain clear information on any policy's coverage.

Keywords: Object Detection, Named-Entity Recognition, Information Extraction, Domain-Specific BERT.

INTRODUCTION

Reading and understanding insurance policies is a challenging task for non-experts since the terms used are used in a way that can be understood by those who have knowledge in the field. For example, considering more than twenty active insurance companies in Turkey, customers might be indecisive about options. For such reasons, it is difficult for customers to read each company's policies consisting of tens of pages and compare the essential details such as guarantee coverages or limit and exemption information.

Customer satisfaction has become the critical element of success in today's world because of the rapidly rising competition. Artificial intelligence systems are developed to offer the most suitable offers for customers' needs and provide excellent solutions best fitted to customer needs. This study is based on an artificial intelligence system that provides convenience to customers by analyzing policies, extracting important information from them, and presenting them to customers.

Several studies are available in the related literature to extract information from various types of documents. (Vlachidis & Tudhope, 2016) proposed a method for automatic semantic indexing of archaeological grey-literature reports using practical information extraction techniques combined with domain-specific knowledge organization systems. (Yue et al., 2021) proposed an intelligent document structural analysis framework through data pre-processing, feature engineering, and structural classification with a dynamic sample weighting algorithm. (Zhang & El-Gohary, 2013) proposed a semantic, rule-based natural language processing (NLP) approach for automated information extraction from construction regulatory documents. (Panda et al., 2019) designed a rule-based information extraction system for unstructured web data that accesses the document contents quickly and provides the relevant answers to the user queries in a structured format. (Peng et al., 2021) presented a dialogue-based information extraction system that integrates advanced NLP technologies for medical insurance assessment. (GV et al., 2021) developed two applications for document image classification and information extraction: medical bill classification and claimant information extraction for casualty lines, and the other is classifying a type of contract issued by banks and car information extraction

for automobile salvage claims. In contrast to the rest of the studies in the literature, this study specifically focuses on information extraction from Turkish insurance policy documents collected from over 20 different companies in Turkey.

Insurance policy documents contain a summary table at the beginning of the documents. These tables have essential information, such as covered guarantees and their maximum limits. Yet, much valuable information such as policy validity date, payment schedule, and paragraph information is not within the table. In the first phase of this study, the goal was to extract important structures in the documents. To extract different structures from the documents, YOLOv3 (Redmon & Farhadi, 2018) object detection model was preferred. In real-time problems, getting high performance in a short time is an important issue. The YOLOv3 model has also been developed in accordance with this definition.

The second phase of the study aimed to elaborate details of covered guarantees using NLP techniques. Named-entity recognition (NER) (Jiang et al., 2016) is an information extraction method that defines predefined categories in the text. It is a frequently used method for topics such as classification of news content, customer service, machine translations, and sentiment analysis. The NER method was used to extract limit and exemption information from paragraph sections detected by the YOLOv3 model. Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) (Devlin et al., 2018) is used as a base model for the NER task. BERT is a transformers model in NLP developed and published by Google. BERT Turkish is a widely used pre-trained model for Turkish NLP projects, and BERT Turkish was trained on OSCAR Turkish Corpus. In this study, BERT Turkish is fine-tuned with our policy document NER dataset. The dataset was converted to the CoNLL (Tjong et al., 2003) format accepted by the BERT. In CoNLL format, each word and its tag are written line by line with a space between them, and one-line space is left after the last word of each sentence.

The rest of the paper is organized as follows. First, the proposed two-staged policy information extraction system is described. Then, the details on model training and evaluation are given. Next, the results and discussion are presented. Finally, the paper is concluded with future research directions.

PROPOSED POLICY INFORMATION EXTRACTION SYSTEM

This section is structured in three parts. First, information related to table detection on document images is given. Then, the technique of object detection on document images is introduced. Finally, the named-entity recognition on policy document paragraphs is presented.

Table Detection on Document Images

The main goal was to detect coverage tables from documents and segment them into their cells. For the table detection task, initially, CascadeTabNet (Prasad et al., 2020) model was used. CascadeTabNet is a Convolutional Neural Network (CNN) based deep learning model for automatic table extraction from document images. CascadeTabNet is a frequently used model in document analysis and table cell extraction. Although it provided successful results in the policy documents dataset, it was deemed insufficient for the following stages. Therefore, there was a need for a more generic solution. As a result, creating an object detection model to extract different structures from the documents was preferred.

Object Detection on Document Images

Policy documents heavily consist of textual data. However, they also have several visual cues that are valuable. Tables and list items in the documents include the coverages to a large extent. Many other structures, such as price or date sections, are necessary to create a benchmark. Accordingly, nine classes are defined: header, footer, headline, paragraph, document title, table, date section, list item, and price section.

Firstly, MobileNet-SSD (Liu et al., 2016) has been selected to detect the nine classes. The SSD architecture is a single convolution network that learns to predict bounding box locations and classify these locations in one pass. Although it gave successful results in terms of speed, the detection results were not considered sufficiently. Secondly, the Faster R-CNN (Ren et al., 2017) model was used for training. The Faster R-CNN architecture consists of the Region Proposal Network (RPN) as a region proposal algorithm and the Fast R-CNN as a detector network. Although the model gave more successful results than the MobileNet-SSD model in terms of detection, it was insufficient in terms of speed. Third, training was conducted with the YOLOv3.

The YOLOv3 model outperformed MobileNet-SSD and Faster R-CNN models in terms of both speed and accuracy. Metrics such as accuracy, precision, and recall were used to evaluate the performance of the models.

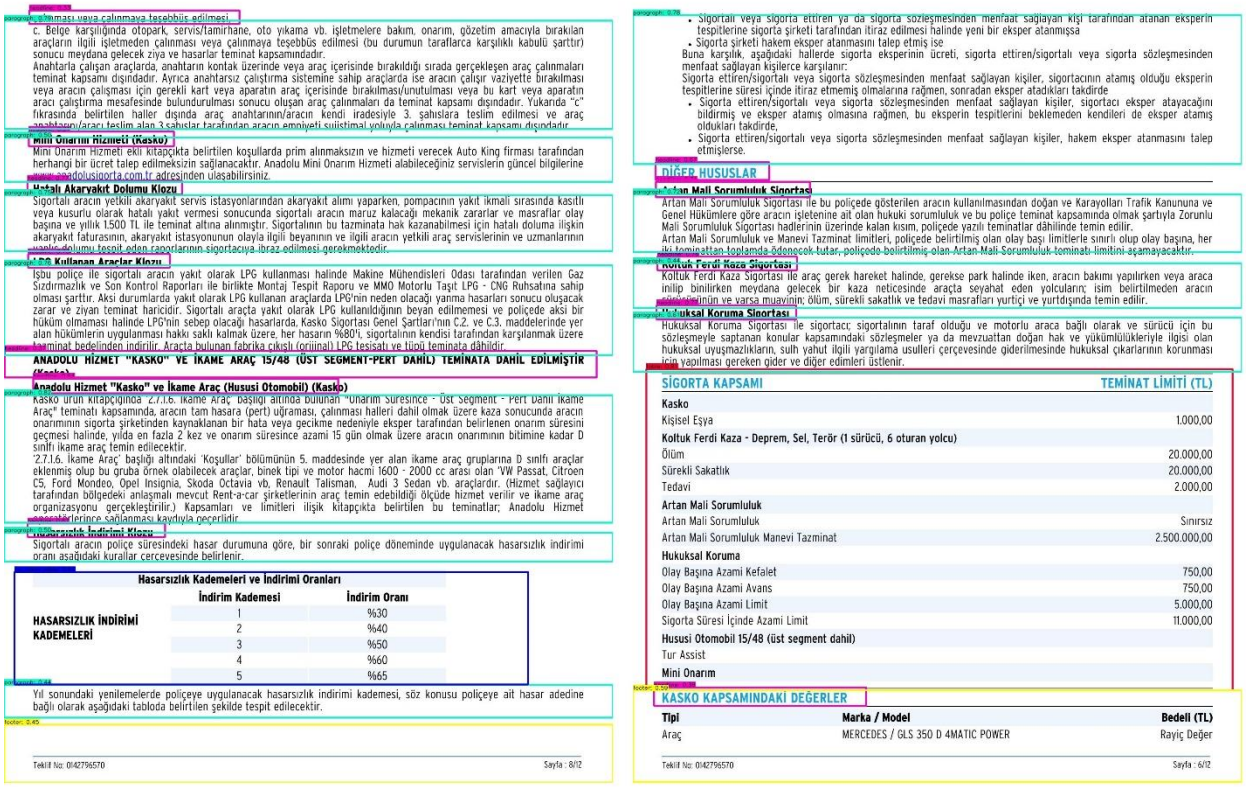


Figure 1. Output images of the object detection model

The policy image dataset consists of 2.800 images that are collected from over 20 different companies. These policies are from three different insurance branches. Policy document style varies depending on company and branch, as in sample output images in Figure 1.

As illustrated in Figure 2, input PDFs are converted to images, and each page image is given to the YOLOv3 object detection model to obtain certain visual structures. The structured data such as tables and list items are matched with a rule-based algorithm while text-based segments such as paragraphs are fed into the NER model. Finally, the NER model extracts limit and exemption information for each paragraph relevant to any covered guarantee.

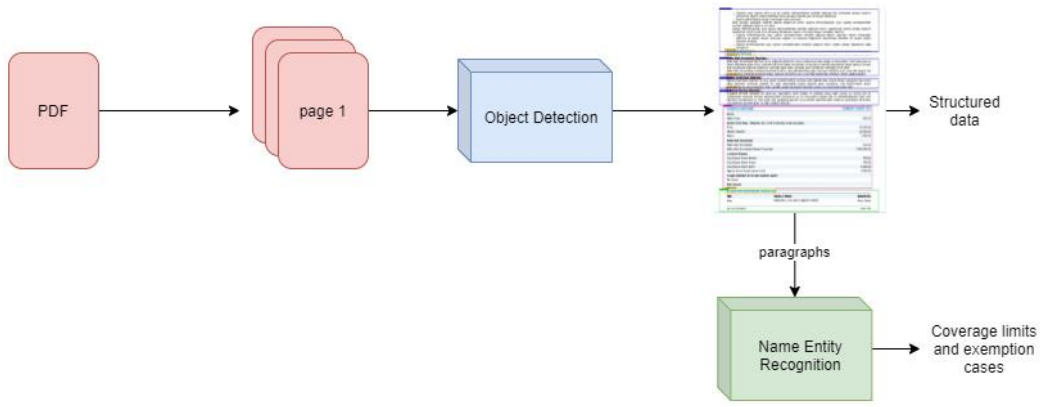


Figure 2. Information extraction flow

The output of the object detection model was a possible bottleneck for the pipeline since paragraph instances are also the input for the NLP stage. Consequently, achieving high accuracy on the YOLOv3 algorithm was essential for extracting the policy's metadata (date, price, coverages, etc.) and providing consistent text data to NER.

Named-Entity Recognition on Policy Document Paragraphs

The dataset consists of over 2000 paragraphs. Turkish NLP problems are challenging due to the characteristics of the language. The policy documents also complicate the problem since they have a heavily terminological language of insurance terms and legal notes. The aim was to classify tokens that contain information of limits of coverage and exceptional cases.

In this study, pre-trained BERT Turkish was used as a base model. BERT Turkish was trained on OSCAR Turkish corpus, which has a size of 35 GB and 44,04,976,662 tokens. BERT Turkish was fine-tuned on policy document paragraphs, as illustrated in Figure 3.

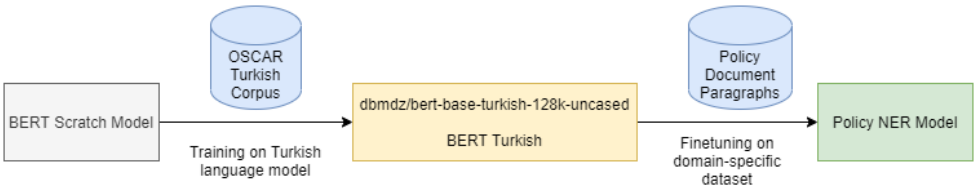


Figure 3. Domain specific name entity recognition

MODEL TRAINING AND EVALUATION

The object detection flow was implemented using Python programming language with Tensorflow library. Models were trained using GeForce RTX GPU. The training data was extremely stable, considering the images obtained from PDFs. Since the input is required to be a PDF, any augmentation method was eliminated. Additionally, an extra pre-processing step was implemented to overcome differences between labelers. In this step, headers, footers, and paragraphs were aligned according to page width.

The name entity recognition model was implemented with PyTorch library. The paragraph dataset is collected from the object detection model's output. Each sample is a content of a paragraph instance, and no text pre-processing was applied.

In terms of evaluation metrics, the F1 score was preferred, which is a harmonic mean between precision and recall. However, during the calculations of true positive numbers, an additional condition is implemented.

$$similarity(output,\ ground\ truth) > 0.65 \Longrightarrow TP{+}{=}\ 1 \qquad (1)$$

A sample is treated as a true positive if the string similarity between model output and the ground truth is greater than a certain threshold, as given in Eq. (1). In this way, mismatches due to punctuations or conjunctions are avoided. YOLOv3 is trained for 50 epochs in the 1st and 2nd stages. During experiments, precision and recall metrics, given in Eqs. (2) and (3), respectively, were calculated to assess the model's performance.

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \qquad (2)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \qquad (3)$$

RESULTS AND DISCUSSION

We have carried out several experiments on both stages of the pipeline. In this section, the results will be explained in detail.

The final scores of the model are available in Table 1. Header and Footer classes, which are the most stable elements by their characteristics, resulted in the highest scores. The list item class gave the worst results with 0.75 precision and recall values.

The learning rate for the initial model is 1e-4. The image size is set to 416x416, and the batch size is 4. Intersection over Union (IOU) is the intersection area between the predicted segmentation map A and the ground truth map B, divided by the union area between the two maps, as given in Eq (4). In this study, IOU in threshold is selected as 0.4.

$$IOU = \frac{|A \cap B|}{|A|+|B|} = \frac{TP}{TP+FP+FN} \qquad (4)$$

Various experiments have been conducted using the BERT with different base models and hyperparameters. The highest scores were obtained with 150 epoch training. F1 scores for limit and exemption classes are shown in Table 2.

Table 1. YOLOv3 evaluation results by class

Class Name	Precision	Recall
Header	0.98	0.99
Footer	0.98	0.99
Headline	0.85	0.83
Paragraph	0.87	0.85
Document Title	0.85	0.92
Table	0.97	0.91
Date Section	0.97	0.92
List Item	0.75	0.75
Price Section	0.91	0.91

Table 2. NER evaluation results

Class Name	F1 Score (modified using a similarity condition)
Coverage Limit	0.70
Exemption	0.76

To clarify, coverage limit indicates the maximum amount of money or number of use rights for a guarantee. The exemption is information on exceptional cases of covered guarantees as in Figure 4. F1 scores of the domain-specific BERT at different epoch values are illustrated in Figure 5 and Figure 6. The highest results were obtained at 150 epochs.

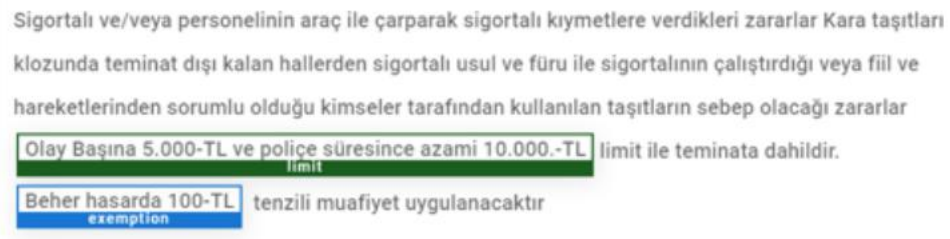


Figure 4. NER output example

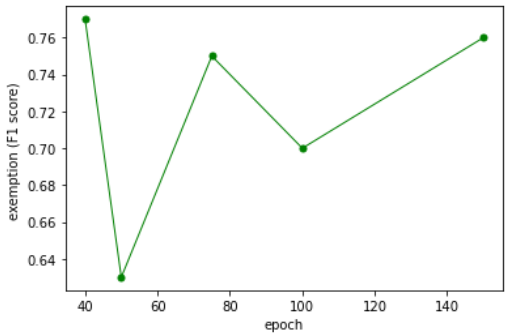


Figure 5. F1 scores of exemption class

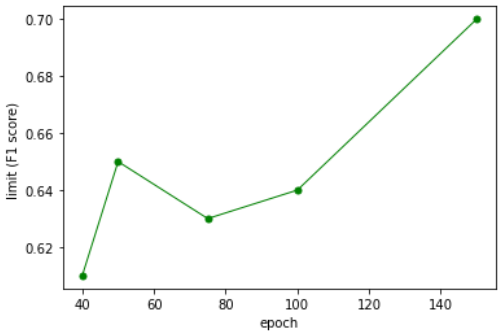


Figure 6. F1 scores of limit class

CONCLUSION AND FUTURE WORK

In this study, a two-staged pipeline has been designed to extract information from insurance policy documents. The system has been developed utilizing deep neural networks and NLP techniques. At the first stage, policy document pages were segmented into nine different classes. The output of the object detection method, i.e., YOLOv3, has been fed into two different workflows. Instances that are structured data are inputted to a rule-based algorithm for extracting information. Instances that contain raw text data are fed into a transformer-based model, i.e., domain-specific BERT, which has been fine-tuned on a dataset gathered from insurance documents for this study. The datasets for both stages (including image and text data) have been collected and labeled from real-life insurance policies. The results showed that the proposed two-staged system satisfies our business requirements with high performance.

As future work, we believe that expanding the dataset with our system will yield better results since different companies have different wording even for the same coverage. A new layer can be added to check documents with OCR as it was seen that some companies heavily use images of tables and payment schedules. This will also solve the problem with partially encrypted PDFs. In this way, we believe that BERT model performance would increase.

REFERENCES

Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., & Toutanova, K. (2018). BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. Proceedings of Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, 4171–4186.

GV, A. R., You, Q., Dickinson, D., Bunch, E., & Fung, G. (2021). Document Classification and Information Extraction framework for Insurance Applications. 8–16.

Jiang, R., Banchs, R. E., & Li, H. (2016). Evaluating and Combining Name Entity Recognition Systems. Proceedings of the Sixth Named Entity Workshop, 21–27.

Liu, W., Anguelov, D., Erhan, D., Szegedy, C., Reed, S., Fu, C. Y., & Berg, A. C. (2016). SSD: Single Shot MultiBox Detector. Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 21–37.

Panda, S. P., Behera, V., Pradhan, A., & Mohanty, A. (2019). A Rule-based Information Extraction System. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, 8(9), 1613–1617.

Peng, S., Zhou, M., Yang, M., Mi, H., Cao, S., Wen, Z., Xu, T., Wang, H., & Liu, L. (2021). A Dialogue-based Information Extraction System for Medical Insurance Assessment. 654–663.

Prasad, D., Gadpal, A., Kapadni, K., Visave, M., & Sultanpure, K. (2020). CascadeTabNet: An approach for end to end table detection and structure recognition from image-based documents. IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops, 2020-June, 2439–2447.

Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). YOLOv3: An Incremental Improvement. http://arxiv.org/abs/1804.02767

Ren, S., He, K., Girshick, R., & Sun, J. (2017). Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 39(6), 1137–1149.

Tjong, E. F., Sang, K., & De Meulder, F. (2003). Introduction to the CoNLL-2003 shared task. Proceedings of the Seventh Conference on Natural Language Learning at HLT, 142–147.

Vlachidis, A., & Tudhope, D. (2016). A knowledge-based approach to Information Extraction for semantic interoperability in the archaeology domain. Journal of the Association for Information Science and Technology, 67(5), 1138–1152.

Yue, T., Li, Y., & Hu, Z. (2021). DWSA: An Intelligent Document Structural Analysis Model for Information Extraction and Data Mining. Electronics, 10(19), 2443.

Zhang, J., & El-Gohary, N. M. (2013). Semantic NLP-Based Information Extraction from Construction Regulatory Documents for Automated Compliance Checking. Journal of Computing in Civil Engineering, 30(2), 04015014.

ORAL PRESENTATION

Developing an End-to-End Integrated Secure Mobile Payment System

Aslan Sarı[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7306-0632*), Engin Durmaz[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3037-3364*), Ersin Hatun[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7524-7460*), Tarık Güneş[4] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6979-4003*), Vedat Nommaz[5] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9181-1965*), Fatih Abut[6*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5876-4116*), M. Fatih Akay[7] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0780-0679*), M. Şükrü Aygün[8] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8854-5774*)

[1]Hugin Yazılım Teknolojileri A.Ş., R&D Center, Istanbul, Turkey.
[2]Hugin Yazılım Teknolojileri A.Ş., R&D Center, Istanbul, Turkey.
[3]Hugin Yazılım Teknolojileri A.Ş., R&D Center, Istanbul, Turkey.
[4]Hugin Yazılım Teknolojileri A.Ş., R&D Center, Istanbul, Turkey.
[5]Hugin Yazılım Teknolojileri A.Ş., R&D Center, Istanbul, Turkey.
[*6]Çukurova University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Adana, Turkey.
[7]Çukurova University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Adana, Turkey.
[8]Çukurova University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Adana, Turkey.

*Corresponding author e-mail: fabut@cu.edu.tr

Abstract
With the developing technology and the widespread use of the Internet, online shopping culture and the concept of online payment have emerged. This study aims to develop a secure finance application and an integrated system for banks to perform the transactions specified within the scope of Secure Mobile Payment and Electronic Document Management System, the procedures and principles of which have been determined by the Ministry of Treasury and Finance in Turkey. The proposed system provides a platform in which sales transactions are defined, tax calculations are performed correctly, log records for sales/payment/collection transactions, e-document issuance and cancellation are created. The platform offers an interface that provides secure communication with the private integrator and generates financial reports, independent of hardware and allowing all payment types (i.e., cash, credit card, check, etc.). In addition, since payment recording devices carry out financial transactions, authorization types and access authorizations should be defined. By developing the end-to-end secure mobile payment system, data security and the amount of audited sales have been increased while the effort spent on financial audits have been decreased.

Keywords: Payment Recorder, Secure Finance Application, Software Security, Mobile Payment.

INTRODUCTION

With the developing technology and the widespread use of the Internet, online shopping culture and the concept of online payment have emerged (Taruna, 2018). This study aims to develop a mobile payment system that is hardware-independent and integrated with public institutions and banking systems. This system has been designed with features such as high security, accurate and instant data transfer. At the same time, the developed system allows the development of customized applications according to the needs of the payment point.

As a result of our work, a fast, flexible, and most importantly, secure payment system has been developed, which leads to the digitalization of payment systems in our country and prevents financial losses. The general aim of our work is to develop a secure finance application and a system that will be integrated into banks in accordance with the requirements of the Secure Mobile Payment and Electronic Document Management System, the procedures and principles of which have been determined by the Ministry of Treasury and Finance in Turkey. The problems addressed with the project are the need to increase the security of online payment systems and ensure traceability by recording the payments, making the infrastructure suitable for financial audit management ready for use for different sectors, and financial auditing problems.

To ensure a secure mobile payment function, system analyzes have been carried out in accordance with the relevant security standards, protocols, and certification requirements. In addition, the main modules of banking

payment and android applications and the user-friendly interface designs have been developed. All system optimizations, which provide general security requirements for software security and access control, support for payment types, smooth completion of collection transactions, and informing the user through different channels, have been completed.

In 2019, the Tax Procedure Law General Communiqué no. 507 (i.e., Secure Mobile Payment and Electronic Document Management System) was published. With this communiqué, the procedures and principles that must be followed during the presentation of sales, collection, and electronic document applications to the use of taxpayers by the institutions and organizations authorized by the Ministry of Treasury and Finance and their use by taxpayers are included. Our work was initiated in line with our strategy of pioneering innovations in the payment systems sector by producing fast solutions in line with the changes in customer demands with technological developments. With the proposed digitized payment system, a hardware-independent platform with high availability and data security has been enabled to prevent financial losses due to the difficulty of existing system audits.

The rest of the paper is organized as follows. First, the related works are outlined. Next, the details of the proposed end-to-end integrated secure mobile payment system are given. Then, the methodology and results are presented. Finally, the paper is concluded with future research directions.

RELATED WORKS

Rapidly developing technology has brought innovative solutions to many sectors such as banking, finance, and retail. The most significant transformation that can be considered common in these sectors is the development in payment systems (Masihuddin et al., 2017; Fatonah et al., 2018; Shailza & Sarkar, 2019). The first steps towards the digitalization of payment systems were taken in the 2000s. The use of chip-and-pin cards in the UK formed the basis of today's chip system to provide credit card security. The concept of bitcoin emerged in 2008, and in 2015 more than 160.000 businesses accepted bitcoin payments. In the same years, digital payment services were provided for brands, and the development continued with contactless payment systems. When it comes to digital payment, the first mobile payment systems that come to mind are Apple Pay, Google Wallet (Android Pay), MasterPass, Visa Checkout, BKM Express, Amazon's cashless market Amazon Go, and Alibaba's mobile payment solution Alipay.

Several studies are available in the related literature that proposed a variety of mobile payment systems. (Akobundu et al., 2015) developed a mobile payment system that implemented a cashless economy using Nigeria as a case study. This payment system is a service system where the consumer sends a payment request via an SMS text message to a customized code. The system evaluates the request with regard to financial regulations and either accepts or rejects the financial transaction. (Britto et al., 2012) proposed a model called Mobile Payment Consortia System (MPCS) to carry out the transactions from the bank to the academic institutions for the payment of fees by students through mobile phone. (Nguyen et al., 2009) developed a secure end-to-end mobile payment system that allows performing secure end-to-end payment transactions using mobile devices. Instead of applying public key encryption as other existing systems, the proposed system only uses message digests and private key cryptographic techniques, which helps reduce computations for all relevant parties while still ensuring all criteria of the end-to-end security property. (Tao-Ku, 2013) designed a secure payment model with service-oriented architecture where a consumer uses his/her mobile device to get authorization from the bank's server and generate a QR code as the payment certificate. Finally, (Manvi et al., 2009) presented a secure mobile payment system that allows mobile users to conduct mobile transactions over Bluetooth communications and supports the related secured transactions between the payment server and mobile clients.

While payment systems are developing rapidly, some factors should be considered, such as payment speed, system security, and payment certainty for the effective use of these systems (Fatonah et al., 2018; Oney et al., 2017). Up until now, imported technologies have been used in the development of these systems. In line with the legislative regulations and needs, new domestic solutions are applied. The proposed secure finance application is a central application that can provide end-to-end secure services from sales to e-document creation. With this application, a hardware-independent platform has been developed that allows payment with QR in addition to the existing payment types. Furthermore, the platform can locate the device with the location service feature, has a sales application, and provides a secure infrastructure for 3rd parties to develop applications.

The innovative aspects of the project and its differences from the studies in the literature are listed below:

- For the developed system to spread, it must also contain all the features of the old system (e.g., chip, swipe, NFC payment). In addition, thanks to the integrated camera and developed software, payment can be made by showing any QR code. While existing systems support QR codes partially or not, it is possible to pay with QR codes with the developed system.
- Thanks to GPS/GPRS and Android's own system, the location service feature is available, and the device's location can be known. This provides additional security opportunities in payment.
- With the developed system, making communication with the customer more effective immediately after the payment differentiates this method from the classical payment methods. It has an innovation in that it can mediate many services after payment.
- An information slip was given in the existing systems after the payment was completed, and the payment was matched with it. This voucher was in the form of a version of the e-document. This system matches the e-document with the payment itself and issues an e-invoice instead of the information slip.
- A system that can work in integration with the e-document systems created by the public and other related systems has been developed. With the project, 3rd parties are provided with the opportunity to develop applications integrated with payment systems in a secure infrastructure.

PROPOSED END-TO-END INTEGRATED SECURE MOBILE PAYMENT SYSTEM

The end-to-end integrated secure mobile payment system is the main application that includes all of the central system and endpoint software, ensuring that all transactions start and end securely. Features of the secure finance application can be listed as follows:

- Must be able to provide mandatory information according to the type of e-document (on itself or through the sales application),
- Should be able to define tax rates or amounts related to goods and services,
- Tax calculations should be performed correctly (including discount/increase), not be manipulated, and software version control should be possible,
- Should have a communication channel to communicate securely with private integrators, support all payment types specified in the guide, and produce financial reports,
- Application codes should not be exposed by reverse engineering.

Endpoint devices are the tools that taxpayers use to create documents. The sales application can be optionally included in the endpoint device. Optionally, it can also be provided by third-party companies. When the sector need and usage scenario are evaluated, it is thought that an internal retail sales application will be the reason for product preference.

The final beneficiary target group of the project is banking, finance, and all other sectors covered by legal regulations. In terms of the application area of the study, these organizations are specified as target organizations.

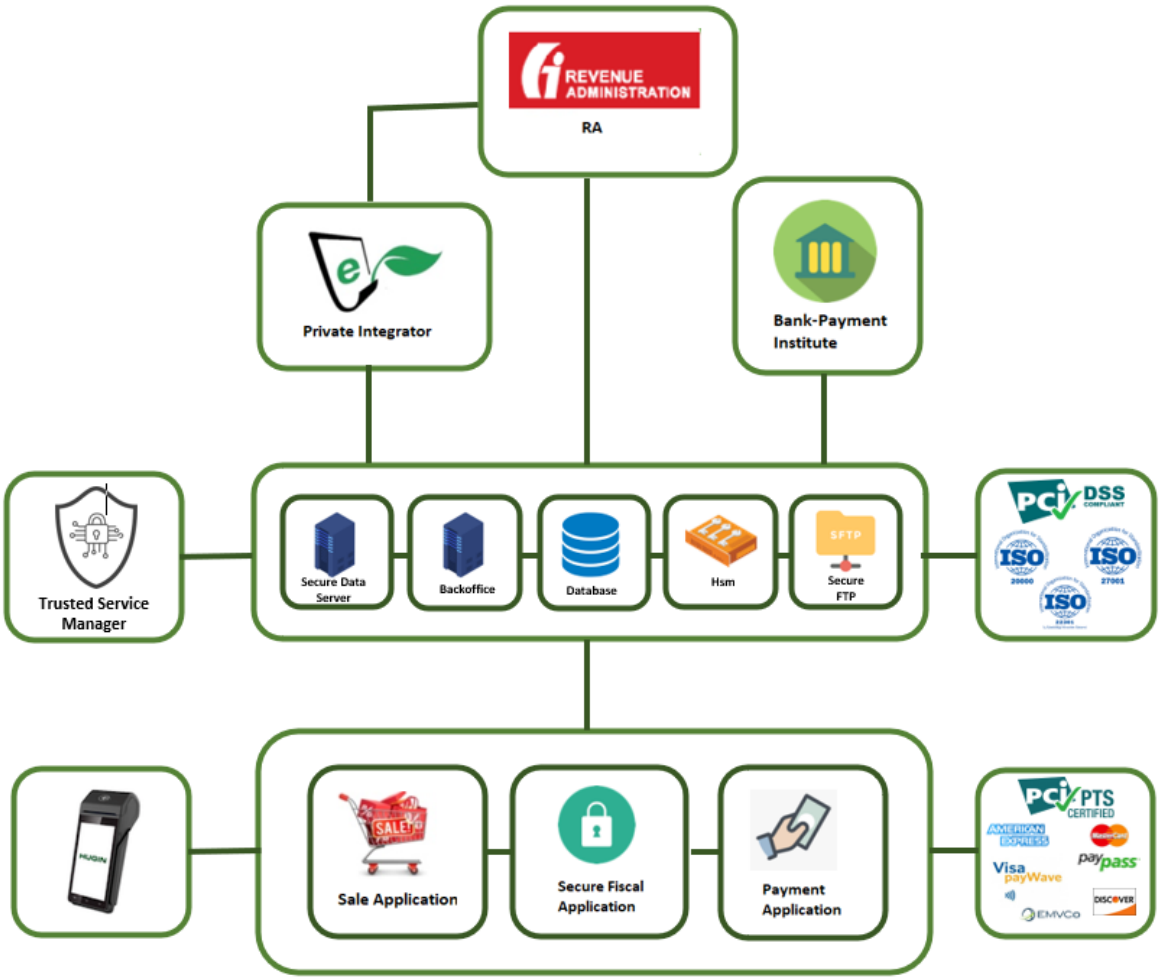


Figure 1. Project chart

In Figure 1, our project scheme meeting the requirements of Tax Procedure Law No. 507 is presented. In the project scheme, together with the secure finance application, the sales application and the payment accepting application (i.e., banking application) are also located on the Android device. Secure finance application is the main custodian of this system. This application undertakes the communication of other applications on the device, such as the sales application and the payment accepting application. Every transaction initiated from the sales application or any other third-party application on the device will leave a trace on the secure finance application. Unless the secure finance application is ready, the transaction will not be initiated. A track record is kept even when the process is interrupted after it is started. The secure finance application also performs system security checks. Measures have been taken against attacks known in the literature (e.g., root detection, repackaging, code scrambling attacks, etc.). The certificates and database files to be kept on the device are encrypted with the key embedded in the device during the first installation and cannot be extracted. A key exchange infrastructure has been established for encrypted communication between applications. Two applications communicating with each other agree on a key in their first communication. Before sending data to each other, they encrypt and send it with the shared key. In this way, the security of the Android system has been increased.

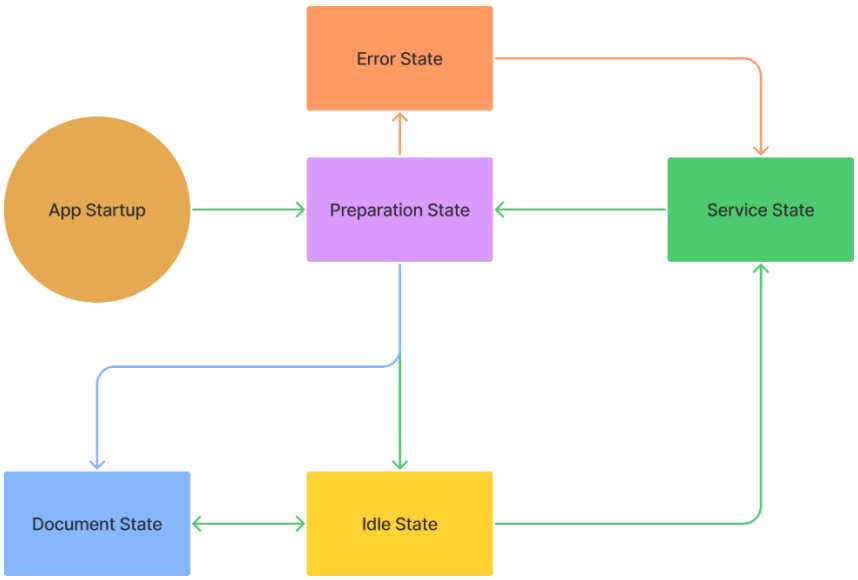


Figure 2. Structure of the secure finance application state machine

In the application, the visualized state machine architecture in Figure 2 is implemented. When the device is turned on, the application starts the fiscal service, and the fiscal service starts the state machine architecture. Initially, the preparation state is entered. In this state, independent of the input, some checks are made and according to certain conditions, another state is passed, as shown in Figure 3. In case of an error in the preparation state, the error state is entered. If there is no problem but an incomplete document, the document state is entered, otherwise there is a change to the idle state. It is possible to switch to the service state by making a service entry from the error state or the idle state.

There are multiple Android components in the finance application. One of them is financial service. Financial service is the service that initiates the state machine structure and manages communications with other applications. Apart from the financial service, there is also a card reading service and a QR reading activity.

METHODOLOGY AND RESULTS

This study proposed a central digitized payment system and Android application. In addition, there is a payment interface with cash, credit card, or check. Infrastructure has been developed so that the hardware/payment device can work independently from end to end in an integrated manner. Although it works as brand/model-dependent in the first stage, it will operate independently of the hardware in the later stages. The methods followed for this are the determination of software functions resulting from system analysis and module-based software developments together with related analysis and test verifications. System functionality has been ensured through comprehensive test studies by applying verification steps.

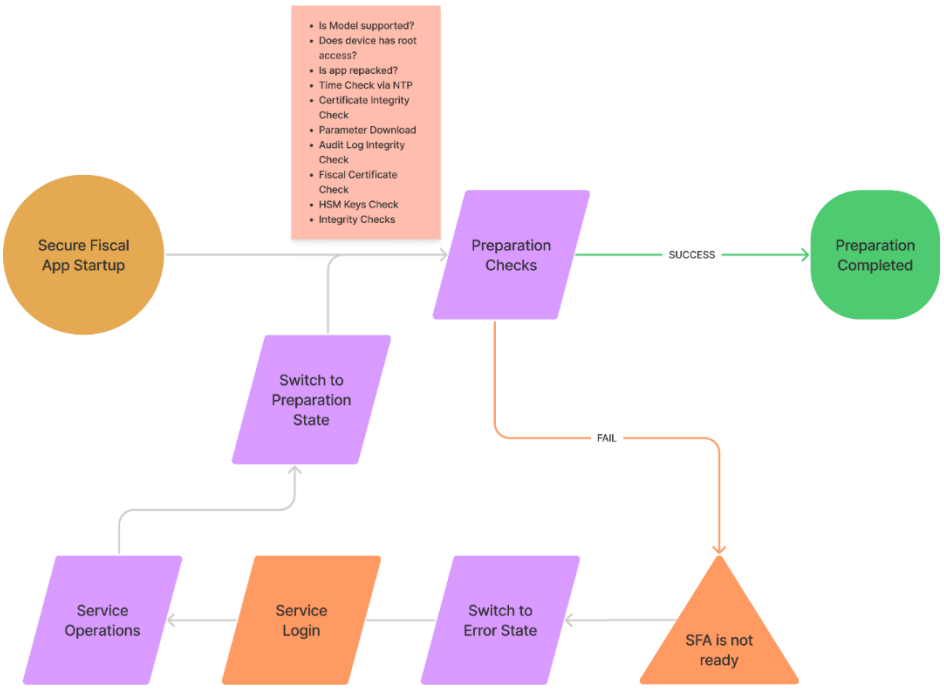


Figure 3. Preparation checks

The goals achieved by the proposed solution can be listed as follows:

- An end-to-end integrated secure mobile payment system has been implemented.
- The issuance of e-documents for each payment type has been guaranteed.
- The security of payment/collection transactions and the compliance of sales transactions and e-documentation with the regulations in the tax legislation have been ensured.
- The system has been closed to manipulations.
- The transmission of corrupt, erroneous, and offensive data to the interlocutors has been prevented.
- Control of the source, accuracy, immutability, and integrity of financial data has been ensured.
- The security and confidentiality of the data regarding the system have been kept for ten years in a way that will not be damaged.
- System logs have been kept in accordance with the audit.
- It has been guaranteed that integrations with third-party applications are made in a way that does not cause tax loss and evasion.

It is imperative to ensure high data security in the secure mobile payment system. A system has been developed in the Android environment. C and C++ languages were used in the development at the operating system level. Java language was used as the programming language. Android Studio and IntelliJ were used as IDE.

The technical/technological difficulties encountered within the scope of the project are listed below:

- There are two microprocessors in the system. One of them will run applications while the other will ensure security. The security of the data and payment flows inside the device is based on the processor approved by PCI. This processor can also store other keys, and these keys will be destroyed in possible attacks. However, one of the project's challenges is to provide security in the Android environment with a minimum capacity to ensure price affordability.
- Data supervised by the Ministry, such as sales data, will be instantly transmitted to the server. Therefore, it is challenging to develop an online and error-free system.
- The secure finance service will be responsible for both the security and indelibility of the e-documents to be created. Therefore, secure keys should be stored in the area protected by the tamper mechanism. Each application should be able to operate only with its own key so that different sectoral applications such as banking applications and sales applications should not be able to access this application in any

way. Therefore, this application should be developed independently of the others, but at the same time, it should be able to communicate with different applications.

The process of developing the end-to-end integrated secure mobile payment system has resulted in various gains. The benefits of the system can be outlined as follows:

- Payment systems developed to date in Turkey have not been designed as an end-to-end integrated structure. In addition, a hardware-independent Android-based solution that is open to development with different applications does not exist. The knowledge gained through this project will play a role in the advancement of Turkey's technology level in the field of financial technologies that are developing in the world.
- Innovative applications were developed for the retail and food and beverage services sector, thereby increasing the efficiency and profitability of the sector. In addition, it has been made possible to develop different applications in the automation and software sector, which develops solutions for the digitalization of the processes of this sector and the processing of data.
- Thanks to the project, small tradesmen will also be able to carry out a more systematic and efficient trade activity thanks to simple applications that will facilitate payment processes with electronic documents and be integrated into the system. In addition, thanks to the data kept, it will be easier for them to make customer analysis. Thus, the disadvantage between the big markets has been reduced to some extent.
- As the system provides the retail sector with the opportunity to shop with electronic documents, it will reduce the high amount of paper consumption in this sector and thus positively impact the environment.

CONCLUSION AND FUTURE WORK

New needs have arisen in payment systems with the developments in information technologies and advances in e-document applications. In this context, solutions suitable for new technological developments offered by banks, electronic money institutions, and payment institutions are beginning to emerge in practice. These solutions provide lower cost, safer and uninterrupted services that are easy to use, highly mobile, and do not require physical/classical collection tools (i.e., physical POS devices). In our project, first, a central application has been developed in which the diagnostic data can be received securely from the payment device. The applications that will run on the operating system will be digitally signed. At the same time, security in the Android environment was ensured by signing and verifying the project's financial certificates and data and application integrity. This developed system has implemented an interface design that supports all payment types (cash, credit card, check, etc.). In addition, the system has been expanded to include sales application software that so far was never been integrated into a payment receiving device. The secure finance application system operating independently from hardware and in an end-to-end integrated manner has been developed to fulfill the obligations created by PCI security and EMV certificates.

As the following steps, a middle layer can be created by communicating with the SDKs used over an interface so that the system can work entirely independently of the hardware. This hardware-independent operation can increase testability and integrate applications developed on different devices with minimum effort. A more manageable structure can be established by moving the non-hardware security flows of the secure finance application to the server-side. Errors occurring in flows can be intervened more quickly. Different device-based flows can be added parametrically. Finally, with face recognition, the user can be added to the cashier verification system.

REFERENCES

Akobundu, C. I., Dr. Mrs. Agu, M. N., & Nnakwuzie, D. N. (2015). Development of Mobile Payment System: An Implementation of Cashless Economy. *International Journal of Engineering and Computer Science*, *4*(6), 12859–12876.

Britto, S., Kumar, R., & Rabara, S. A. (2012). An End-To-End Secure Mobile Payment System Using Public Key Infrastructure System. *Journal of Algorithms & Computational Technology*, *6*(3), 395–409.

Fatonah, S., Yulandari, A., & Wibowo, F. W. (2018). A Review of E-Payment System in E-Commerce. *Journal of Physics: Conference Series*, *1140*(1), 012033.

Manvi, S. S., Bhajantri, L. B., & Vijayakumar, M. A. (2009). Secure mobile payment system inwireless environment. *Proceedings of International Conference on Future Computer and Communication*, 31–35.

Masihuddin, M., Ul, B., Khan, I., Mueen, M., Mattoo, U. I., & Olanrewaju, R. F. (2017). A Survey on E-Payment Systems: Elements, Adoption, Architecture, Challenges and Security Concepts. *Indian Journal of Science and Technology*, *10*(20), 1–19. https://doi.org/10.17485/IJST/2017/V10I20/113930

Nguyen, T. N. T., Shum, P., & Chua, E. H. (2009). *Secure end-to-end mobile payment system*. 4.

Oney, E., Guven, G. O., & Rizvi, W. H. (2017). The determinants of electronic payment systems usage from consumers' perspective. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, *30*(1), 394–415.

Shailza, & Sarkar, M. P. (2019). Literature Review on Adoption of Digital Payment System. *Global Journal of Enterprise Information System*, *11*(3), 62–67.

Tao-Ku, C. (2013). A Secure Mobile Payment Model. *Proceedings of the The 1st International Workshop on Cloud Computing and Information Security*, *52*, 127–130.

Taruna. (2018). A Study on Customer Perception Towards Online Shopping. *International Journal of Engineering Research & Technology*, *5*(11). 1-4.

ORAL PRESENTATION

The Economical and Environmental Analysis of Threshold Zone Illumination Using Biodynamic Led Luminaires: Case Study of Huashuyan Tunnel in China

YAHYA Sogodok[1], Canan PERDAHCI[2]

[1,2]Kocaeli University, Department of Electric Engineering, Kocaeli, Turkey

Email: [1]195102033@kocaeli.edu.tr , [2]perdahci@kocaeli.edu.tr,

Abstract

Recently, the illumination of the Tunnel by High-Pressure lamps and fluorescent lamps has been replaced by Light-Emitting Diode (LED) due to their excellent photometric properties to reduce visual discomfort and glare and the capability to save more energy. However, many accidents have been witnessed in the Tunnel due to visual adaptation problems when leaving from the exterior space where the luminance level is very high to the Tunnel's interior with a lower luminance level. As a result of poor illumination of the interior zone, especially the threshold zone, the driver, when approaching the Tunnel, sees the Tunnel as a "Blackhole"; thereby, the drivers usually lose control of their vehicle resulting in accidents. In this study, a case study of the Threshold Zone of the Huashuyan Tunnel in china is illuminated by Biodynamic LED luminaires in a computer Aided program LISTAR 4D environment. The economic and environmental effects are analyzed. The 3D simulation was made following the Commission Internationale de l'Eclairage (CIE 88:2004) Tunnel lighting standard. The luminance of the Threshold zone was determined based on the access zone luminance according to the CIE 88:2004 lighting standard. The luminance level required was 83.9 cd/m2 but the result obtained after the simulation was 89.44 cd/m2. According to the results obtained, the luminance, energy, and cost of illuminating this zone biodynamic LED luminaires are satisfactory. The energy consumption was 17150kWh/a, and the light pollution was around 3.45%.

Keywords: Photometric parameters, LISTAR 4D, Tunnel lighting, biodynamic LED, Luminance.

(This paper is a section of a Master study thesis work)

INTRODUCTION

In 2015, the Paris climate agreement was drafted to reduce the emission of Carbon dioxide and other air pollutants to reduce climate change [1]. The deal is called the Green Agreement. Every country at its level needs to reduce its emission into the atmosphere. Some countries in the European Union and America have decided to ban certain lighting luminaires that are not environmentally friendly and energy-efficient [2]. Therefore, lamps like Incandescent lamps have been banned in many countries and replaced by their counterpart, the LED and fluorescent lamps. These lamps have been used in tunnel lighting, residential lighting, commercial and industrial lighting. Their photometric properties made them the most preferred of lamps—they offer excellent Color Rendering Index, Color Temperature, Efficacy, etc. The lamps are also energy efficient, permitting a reduction in energy consumptions.

Tunnel lighting is one of the technical and critical sections when constructing a tunnel. The Tunnel needs to be illuminated to reduce traffic accidents and save energy. The illumination of the Tunnel permits the driver to approach, enter, and exit the Tunnel with all confidence. Lack of confidence when approaching the Tunnel due to visual discomfort and the sensation of visualization of the "Black-hole" phenomenon is the principal cause of accidents in the Tunnel's access and Threshold zones. The black hole phenomenon is the result of poor illumination of the Threshold zone. Therefore, tunnel lighting designers should carefully analyze and calculate the required luminance in the Threshold zone [3]. The luminance level of the different zones depends on the luminance level in the Access zone. Therefore, many research works are conducted on the illumination of the Threshold zone, both using natural and artificial lighting systems. The required luminance of the Tunnel in some research work is provided by the Solar collected. The solar light [4]–[6] is collected and directed to the Tunnel's interior through the optical fiber. As a new technology, the Himawari light guide is also used for illumination of the Threshold zone as well as the other zones of the Tunnel. Further, Some researchers instead

explore the capability of providing the desired luminance of the Threshold zone by using LED [7] luminaires due to their excellent photometric properties and energy-saving ability.

Biodynamic LED luminaire is a new form of lighting fixture that mimics the properties of natural light. The fixtures are designed with excellent parameters, CRI and CCT [8], and are used for tunnel lighting to reduce excess energy consumption, glare, and visual discomfort; thereby, traffic accidents are limited and significant energy are saved[9], [10].

Energy consumption needs to be calculated in any lighting design to limit the waste of energy as well as the payment of unwanted bills. On the other hand, every year, millions of dollars are spent on non-consumed energy worldwide. Therefore, our study aimed at analyzing the economic and environmental aspects of using biodynamic LED luminaires at the Threshold level. In this work, a simulation was done in tunnel lighting design software LISTAR 4D, and the economics and cost of establishing the system were evaluated.

MATERIAL AND METHOD.

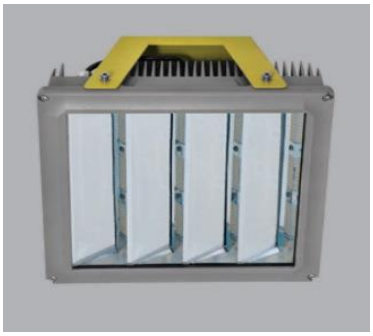
The 3D tunnel lighting simulation is made by tunnel lighting design LITSTAR 4D, simulation software. LITSTAR 4D is a user-friendly software through which outdoor and indoor simulations can be made. It is the product of OxyTech, which is an Italian company. In our context, we will use the outdoor properties to simulate the Tunnel, calculating the required luminance of the Threshold zone. This software offers two methods to simulate a tunnel; Adrian [11] picture of the Tunnel to be simulated or use the access zone luminance to determine the luminance of the Tunnel's interior.

The illumination of the threshold zone of Huashuyan Tunnel in China [5] was simulated in LITSTAR 4D software using a customized HCL-TN LED luminaire of LITPA company result of the simulation is compared with the previous result obtained when the solar optical fiber is used. The simulation result gave a satisfying result with an average luminance of 89.44 cd/$m^{2,}$ which is higher than the average luminance required by the threshold zone. However, it is less when compared average luminance of 181.31 cd/m2 produced by the solar optical fiber system. The overall uniformity of 0.42 is above the requirements in the CIE 88:2004 standards.

LED luminaires

The LED luminaires gradually replace the High-Pressure Sodium Lamps and Compact Fluorescent Lamps (CFL) in tunnel lighting. As a result, they reduce energy consumption and enhance visibility when approaching, entering, and exiting the Tunnel. Moreover, the LED luminaire [7] has a good color rendering index, correlated color temperature, luminance, and illuminance, making it the best choice nowadays in indoor and outdoor lighting design. In our simulation, we used a customized LED luminaire by the LITPA lighting company. The properties of the luminaire are described in Table 1.

Table 1. Countercast-Beam luminaire, electrical, and photometric properties



Code	**HCL/TN200**
LED	Power LED
System Power	200 W
Light Flux	26.120lm
Color Temperature	3000-4000-5000K
Voltage	220V - 50Hz
Body	Aluminum injection
Glass	Impact resistance tempered glass.
Reflector	High-efficiency pure aluminum
Weight	13.000 gr

Procedure

Calculation of the threshold zone parameters of the Tunnel

LISTAR 4D software needs to be provided by the certain information of the Tunnel to be simulated. For example, the length, speed, height, stopping distance (SD), and the longitudinal slope of the Tunnel need to be determined and provided to the software before the optimization calculation. The access zone luminance is the determinant factor for the simulation and calculation of the luminance of the Threshold zone. The constant values are found in CIE 88:2004 [12] Tunnel lighting standard. Table 2 shows the used constant values in the simulation.

Table 2. Data used in the design

Longitudinal slope	**2%**
Stopping distance SD	54 m
Overhead clearance h	7.2
Longitudinal speed of the Tunnel	60 km/h

Table 3. Relationship between the stopping sight distance SD for highway tunnel lighting (m)[12]

Design speed (km/h)	**Longitudinal slope (◦)**								
	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
100	179	173	168	163	158	154	149	145	142
80	112	110	106	103	100	98	95	93	90
60	62	60	58	57	56	55	54	53	52
40	29	28	27	27	26	26	25	25	25

Determination of Threshold Length (S_{th})

The length threshold zone to be illuminated is determined to calculate the luminance of the threshold zone. The Equation 1 is used to determine the length of the Threshold Zone $S_{th.}$

$$S_{TH} = 1.154S - \frac{(h - 1.5)}{tan10°} \quad (1)$$

Where

S_{TH} and SD = the threshold length and stopping distance, respectively.

h = Overhead clearance.

The average luminance of the threshold zone

The average luminance of the threshold zone L_{TH} is related to the luminance of the surroundings outside the tunnel L_{20} as defined in (CIE 88: 2004) by

$$L_{TH} = kL_{20} \quad (2)$$

Where,

k is the ratio of the luminance of inside and outside of the Tunnel. The k factor is also related to the longitudinal speed and the traffic volume. The k factor values are displayed in Table 4 depending on different longitudinal speeds and traffic volume.

Experimental 3D Simulation in LITSTAR 4D

The calculated length of the threshold zone and average luminance are 30m and 83.47 cd/m^2. According to the criteria, the number of luminaires is determined. The x-axis, y-axis position of the luminaires is determined to obtain an optimum value of average luminance, total uniformity U0, and longitudinal uniformity Ul. The road is two-lane one way, and the luminaires are placed on each side of the lane with an interval space distance of 2m from each other. The distance between the two opposite luminaires on the y-axis is 6m; hence 16x2 luminaires are used in the design. The tunnel layout and the installation of the luminaires are illustrated in Figure 4.

Table 4. The reduction coefficient of the luminance in the threshold zone *k*

Design traffic volume *N* (v/h)		***k***			
		Design speed (km/h)			
Two-lane two-way traffic	Two-lane one-way traffic	100	80	60	40
≥2400	≥700	0.045	0.035	0.022	0.012
≥1300	≥360	0.035	0.025	0.015	0.015

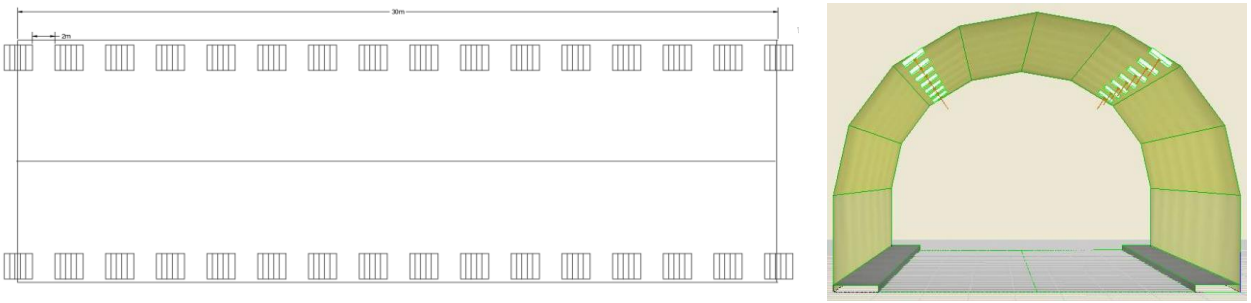


Fig. 4. a) The design diagram of the HCL-TN LED luminaire of the threshold b) 3D simulation of the threshold zone

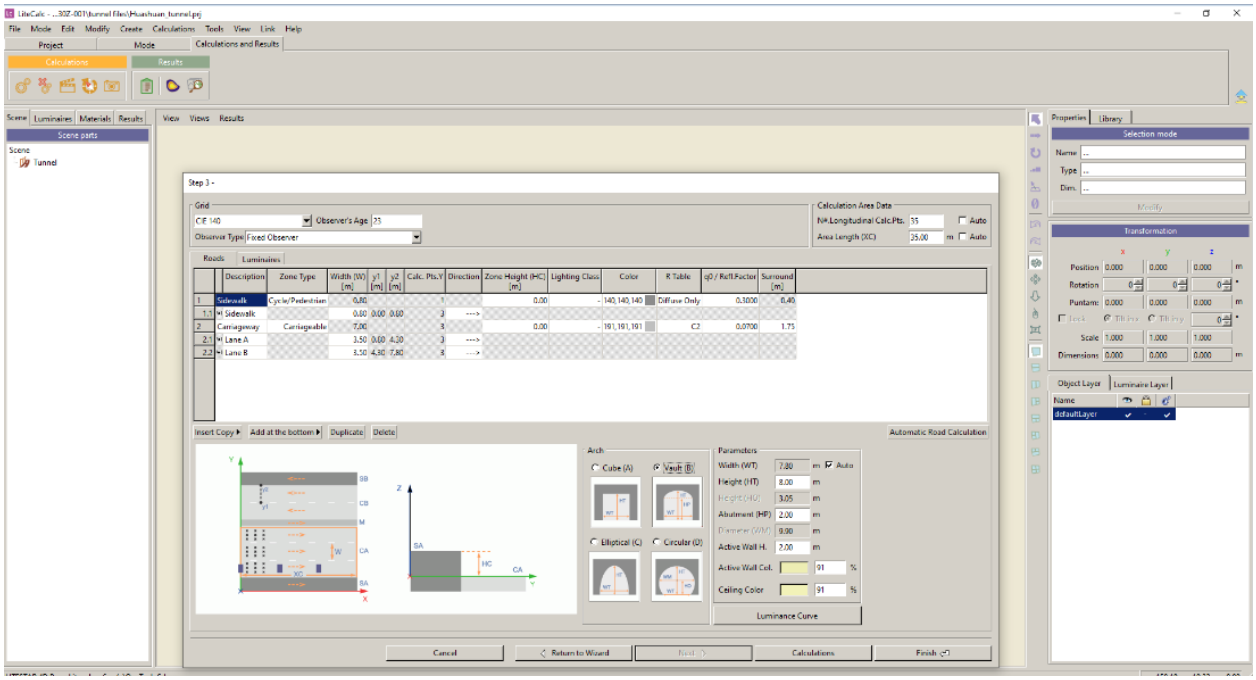


Figure 5. The LISTAR 4D user interface

The LISTAR 4D user interface can be seen in Figure 5. First, the lane's shape, height, and dimensions, and sidewalks are inserted on this interface. After that, the luminance, luminaires types, and numbers are given. Finally, when all the required information is provided, an optimization calculation of the Tunnel is made.

Table 6. Luminaires and the power.

Luminaires type	Pieces	Power (W)	Total power (W)
HCL/TNL	32	195	6240

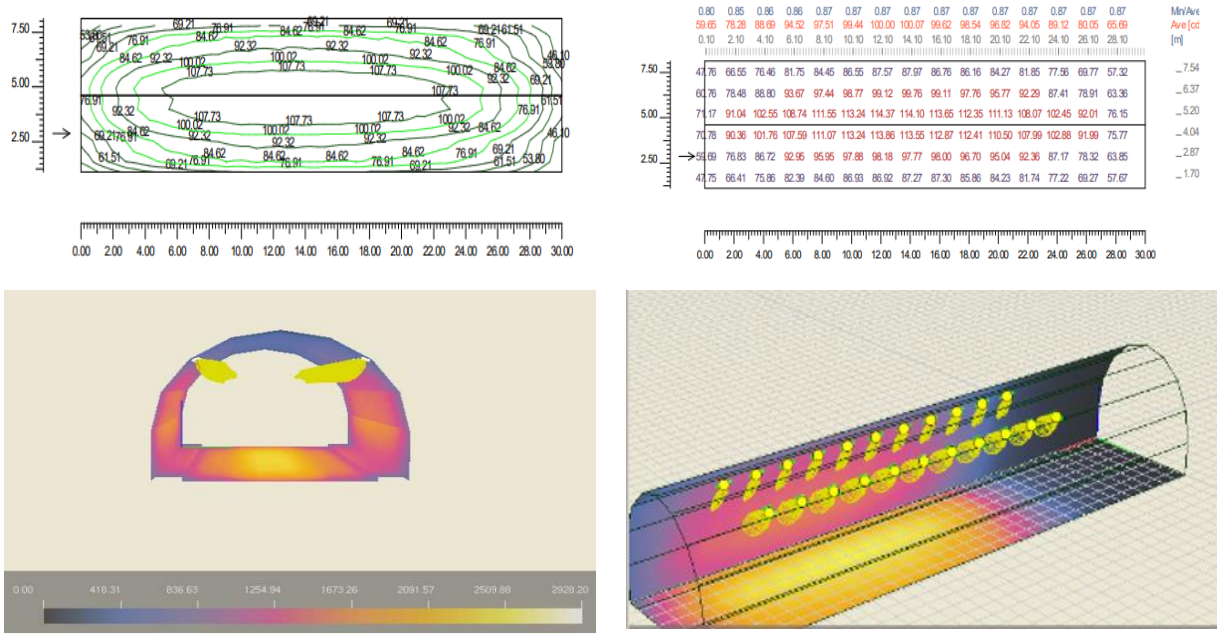


Figure 6. Isoluminance distribution, false color, and the tunnel layout.

Energy Analysis

The energy consumption is determined after the simulation using Dialux Evo software. First, the lighting installation was established in the software after constructing a 3D tunnel. Then, the lighting calculation was carried out to estimate the total power and energy consumption. Finally, the luminaires were installed at the height of 4.8m and lined up in two rows on both sides of the Tunnel. Table 6 shows the numbers of luminaires and the power.

RESULT AND DISCUSSION

In this study, the simulation of the Hushuyan Tunnel is done to evaluate the economic and environmental impact of using the biodynamic LED luminaires in the Threshold hold zone. The economic analysis is based on the power consumption of the Biodynamic LED luminaires, while the environmental evaluation is based on the emission of CO_2 and other gases to the atmosphere. Figure 6 shows the simulated tunnel 3D layout and the Isoluminace distribution of the carriage.

Table 5 gives the summary of the result obtained in the optimization calculation of the Tunnel lighting system. The results obtained are satisfactory, and the required luminance needed in the tunnel Threshold zone is met. The average luminance obtained is 89.44 cd/m2, which is relatively higher than the required luminance in the Threshold region. The Threshold increase factor is 1.7%, and this value respects the recommendation of the CIE standard that stated that the threshold Increase should be below 15%. The sidewalks average illuminances are 1220.77 lux and 1227.12lux for both sidewalks A and B, respectively.

Table 5. Calculation results and Uniformities parameters

	Average illuminance	Average Luminance	Min illuminance	$U_{O(L)}$	U_L	TI
Sidewalk A	1220.77 lux		599.22 lux			
Carriageway		89.44cd/m2		0.43	0.46	1.7%
Sidewalk B	1227.12 lux		601.90 lux			
Light Pollution	3.45%					

The light pollution is low, around 3.45%. This implies that the LEDs used are biodynamic light; the pollution is considerably low compared to fluorescent and High-Pressure Sodium lamps. This result shows the luminaires used are environmentally friendly.

The simulation result revealed that the total energy consumption in the Tunnel is 17150kWh/a with a LENI value of 41kWh/a/m2. The energy average energy cost per kilowatt-hour is 0.4883 yuan (0.0756 dollars). Therefore, the total cost will be around 8374.35 yuan which is equivalent to 1296.5 dollars.

The overall result obtained is satisfactory compared to the ones obtained in some studies using different materials and LED luminaires[9] to reduce the cost and enhance energy-saving[2], [9], [10], [13]–[15].

CONCLUSION

The Threshold region of the Tunnel consumes the highest amount of energy due to its need to be provided by the high level of luminance needed for visual adaptation when the driver is entering the Tunnel. Therefore, our study aimed at simulating a 3D simulation of the Hushuyan Tunnel in china to evaluate the economic and environmental impact of the biodynamic lamps used in the Tunnel. The simulations were made using two different software. The LITSTAR 4D software permitted us to calculate the luminance of the Threshold zone and used to environmental pollution of 3.45% only. The luminance calculated was 89.44cd/m2 above the required value of 83.9cd/m2. The result obtained implied that the Biodynamic LED Luminaires are excellent and efficient. Therefore, this luminaire could be used in any other building.

Acknowledgement

I would like to express my sincere gratitude to Turkey's Presidency for Turks Abroad and Related Communities (YTB) for providing me with educational opportunities.

REFERENCE

[1] J. Delbeke, A. Runge-Metzger, Y. Slingenberg, and J. Werksman, “The paris agreement,” *Towar. a Clim. Eur. Curbing Trend*, pp. 24–45, 2019, doi: 10.4324/9789276082569-2.

[2] L. Moretti, G. Cantisani, L. Carrarini, F. Bezzi, V. Cherubini, and S. Nicotra, "Italian road tunnels: Economic and environmental effects of an on-going project to reduce lighting consumption," *Sustain.*, vol. 11, no. 17, 2019, doi: 10.3390/su11174631.

[3] S. Onaygil, "Parameters affecting the determination of the tunnel threshold-zone luminance," *Turkish J. Eng. Environ. Sci.*, vol. 24, no. 2, pp. 119–126, 2000.

[4] H. J. Han, S. B. Riffat, S. H. Lim, and S. J. Oh, "Fiber optic solar lighting: Functional competitiveness and potential," *Sol. Energy*, vol. 94, pp. 86–101, 2013, doi: 10.1016/j.solener.2013.04.010.

[5] X. Qin, X. Zhang, S. Qi, and H. Han, "Design of solar optical fiber lighting system for enhanced lighting in highway tunnel threshold zone: A case study of huashuyan tunnel in China," *Int. J. Photoenergy*, vol. 2015, 2015, doi: 10.1155/2015/471364.

[6] A. Peña-García, L. M. Gil-Martín, and E. Hernández-Montes, "Use of sunlight in road tunnels: An approach to the improvement of light-pipes' efficacy through heliostats," *Tunn. Undergr. Sp. Technol.*, vol. 60, pp. 135–140, 2016, doi: 10.1016/j.tust.2016.08.008.

[7] F. Li, D. Chen, X. Song, and Y. Chen, "LEDs: A promising energy-saving light source for road

lighting," *Asia-Pacific Power Energy Eng. Conf. APPEEC*, pp. 4–6, 2009, doi: 10.1109/APPEEC.2009.4918460.

[8] B. Liang *et al.*, "Lighting for road tunnels: The influence of CCT of light sources on reaction time," *Displays*, vol. 61, p. 101931, 2020, doi: 10.1016/j.displa.2019.101931.

[9] L. Moretti, G. Cantisani, P. Di Mascio, and S. Caro, "Technical and economic evaluation of lighting and pavement in Italian road tunnels," *Tunn. Undergr. Sp. Technol.*, vol. 65, pp. 42–52, May 2017, doi: 10.1016/j.tust.2017.02.007.

[10] L. Moretti, G. Cantisani, and P. Di Mascio, "Management of road tunnels: Construction, maintenance and lighting costs," *Tunn. Undergr. Sp. Technol.*, vol. 51, pp. 84–89, 2016, doi: 10.1016/j.tust.2015.10.027.

[11] W. Adrian, "Investigations on the required luminance in tunnel entrances," *light. Res. Technol.*, vol. 14, no. 3, p. 151, 1982.

[12] International Commission on Illumination, "Guide for lighting road tunnels and underpasses," p. 40, 2004.

[13] R. A. Morrison, "Tunnel lighting design: 3D Modeling reduces whole of life cost," *WIT Trans. Built Environ.*, vol. 128, pp. 407–416, 2012, doi: 10.2495/UT120351.

[14] F. Zhang, G. Xu, J. Ji, C. Wang, and X. Sha, "Research on solar energy led lighting system in highway tunnel," *CICTP 2012 Multimodal Transp. Syst. - Conv. Safe, Cost-Effective, Effic. - Proc. 12th COTA Int. Conf. Transp. Prof.*, pp. 2911–2917, 2012, doi: 10.1061/9780784412442.296.

[15] P. Varilone, P. Verde, F. Caporaso, E. Cesolini, and S. Drusin, "Integrated modelling and experimental verification of energy consumption and performance of the lighting systems of tunnels," *2014 AEIT Annu. Conf. - From Res. to Ind. Need a More Eff. Technol. Transf. AEIT 2014*, 2015, doi: 10.1109/AEIT.2014.7002064.

ORAL PRESENTATION

Dijital kriptografik para birimi

Volkan Cantemir[1*] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0002-6632-8151),
Hüseyin Gökal[2] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0001-5687-7715),
Tuğberk Kaya[3] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0002-1796-2279)

[*1] İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Programcılığı, İstanbul, Türkiye
[2]İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Programcılığı, İstanbul, Türkiye
[3]Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Yönetim Bilişim Sistemleri, Lefkoşa, KKTC

*Sorumlu yazar e-mail: volkancantemir@esenyurt.edu.tr

Özet
Lidyalılardan önce takas sistemi kullanılmaktaydı. Akabinde sonra alışverişlerde kullanılan gümüş, altın paralar, sikkeler ve günümüzde belli bir merkezden basılan kâğıt paralar gibi, gelişen teknoloji ile birlikte ortaya yeni para birimleri çıkmıştır. En güncel para metodu ise dijital para birimleridir. Bu çalışmada dijital para birimleri incelenmiş avantajlarına ve dezavantajlarına bakılmıştır. Bu çalışmada bu konu ile yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bu incelemeler sonucu tartışma ve sonuç belirlenmiştir. Blokzinciri (blockchain), merkezi olmayan ve sağlama (hash) süreçleri ile değişmezliği garantilenen işlem kayıtlarının takibini sağlayan bir teknolojidir. Kripto paralar (cryptocurrency), eşler arası (Peer-to Peer, P2P) mimaride birbirine bağlı madenci düğümü adı verilen bilgisayarlara ve blok zinciri yapısında tutulan kayıt sistemine dayanmaktadır. Bu sistemler sadece bir para birimi sağlamamakta, bu altyapılar üzerinde çeşitli 'merkezi olmayan' (decentralized), dağıtık (distributed) sistemler/yazılımlar tasarlanmaktadır. Kripto paraların avantajı herhangi bir merkeze bağlı olmamasıdır. Size ait bir hesabı bir devlet ya da bir merkez sorgulayamaz, donduramaz ve el koyamaz. Kimliklerin gizli tutulmasından dolayı ağda bazı sorunlara yol açmaktadır. Kötü niyetli kişiler tarafından yasa dışı ve illegal para transferleri yaşanmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Bitcoin, Bitcoin ekonomisi, Kripto para birimi, Etherium, Dijital para madenciliği

Digital cryptographic currency

Abstract
People used to barter goods or services in the old times for shopping activities. Transactions started to be paid by money after money's invention. Due to the advancement of the technology, new payment methods started to be declared in recent era where digital currency is one of them. This research aims to examine the possible advantages and disadvantages of digital currencies. In this study, literature related with digital currencies had been examined. Findings had been used for discussion where conclusion had been made related the topic area. The fundamental process of digital currencies had been examined where Crypto currencies work as peer to peer connection. In addition, block chain system holds all mining activities together. This is due to distributed and decentralized structure of the system. Use of digital currencies is advantageous as they are not centralized. Accounts of the users cannot be questioned or investigated. This is an advantage for the digital currencies on the other hand it creates also drawback for the system as it is used for money laundering activities.
Keywords: Bitcoin, Bitcoin economy, Crypto currency, Etherium, Digital currency mining

1.GİRİŞ

Ekonomi; en basit anlamıyla yerel, bölgesel veya ulusal ölçekte üreticiler, dağıtıcılar ve mal ve hizmetleri tüketen bireylerden oluşan bir bütüncül ağ olarak tanımlanabilir. (Sutherland & Canwell, 2009) İnternet teknolojisi ve sonrasında e-ticaret uygulamalarının gelişmesiyle birlikte çeşitli elektronik para birimi oluşturma girişimleri olmuş fakat ilk zamanlar başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Paranın sadece "veri" den oluşmasından ve kontrol mekanizması olmamasından dolayı insanlar aynı "veri" ile birden fazla alış veriş yapabilmiş ve bu durumun engellenmesi için sanal para birimi engellenmiştir (Ateş & Aslantaş, 2016). Çift harcamaların önüne geçmek için sanal paranın harcanıp harcanmadığını kontrol edecek bir merkezi sistem

arayışlarına gidilmiş ve "kriptoloji teknolojisi" kullanarak bu soruna bir çözüm getirilmiştir. (Ateş & Aslantaş, 2016) Para, temel olarak ticari işlemlerde kullanılan, mal ve hizmet değişimine olanak sağlayan bir araçtır. Günümüzde, her ülke kendi para birimine sahip olmayı tercih etse de, tüm ülkelerin üzerinde fikir birliğine vardığı bir değişim aracının kabul edilerek, işlemlerin bu değişim aracı cinsinden yapılmasının sağlanması, ticari işlemlerdeki denkleştirme, likidite, güven ve belirsizlik sorunlarının ortadan kalkmasına olanak sağlar. Fakat ülkelerin kendi ulusal para birimlerini bırakarak başka bir ülke para birimini kabul etmesi, onur kırıcı olarak görüldüğü gibi, kabul edilen para biriminin arzını sağlamanın ve kontrol etmenin getireceği avantajların, başka bir ülkeye bırakılmak istenmemesi de ortak değişim aracının oluşturulmasındaki büyük engellerdir (Yalçıner & Kürşad, 2012). Kripto para birimi, yapısında kriptografiyi (Şifreleme bilimi) kullanan para birimleridir (Gandal & Halaburda, 2014). Kriptoloji, paranın yaratımı sürecinde ve kendisiyle yapılan işlemlerin güvenilirliğini sağlama süreçlerinde kullanılır.

2.MATERYAL VE METOD

Yapılan çalışmada geniş bir literatür taraması yapılmış, yapılan incelemeler sonucunda dijital para birimleri incelenmiş, avantaj ve dezavantajları tartışma ve sonuç kısmında belirlenmiştir.

3. PARA ÇEŞİTLERİ NELER?

İlkel Paralar: Buna madeni, gümüş, altın paraları örnek verebiliriz.

Kâğıt paralar: Ülkeler tarafından kayıt altına alınan ülkelerin matbaalarda bastırdığı paralardır.

Modern Paralar: Çek, senet, banka parası olarak örnek verebiliriz.

Elektronik Paralar: Bitcoin, Ethereum gibi para birimleridir.

3.1 Kripto para nedir?

Herhangi bir merkezde basılmayan, fiziki olarak elde gezdirilemeyen ve bir devlete, bir merkeze bağlı olmayan, varlığını dijital dünya üzerinde sürdüren, bilgisayar ağları üzerinde işlem gören sanal bir paralardır. (Akdağ & Çalın, 2017) Kripto paralardan bahsettiğimiz anda Bitcoin ile başlamamız doğru olacaktır. Diğer coinler alt coin olarak piyasada adlandırılmaktadır. Alt coinlerden en önemlilerinden birisi de Ethereumdur. Kripto para birimleri, Avrupa Merkez Bankası tarafından ortaya konulan para matrisine göre regüle edilmeyen ve dijital formatta bulunan sanal para birimleri kategorisinde değerlendirilebilir. Buna göre regüle edilmeme durumu, para biriminin herhangi bir merkez bankası, hükümet ya da benzeri resmi bir kurum tarafından düzenlenen bir yapıda olmadığını belirtmekle birlikte dijital formata sahip olması paranın teorik olarak herhangi bir fiziksel materyal ile temsil edilmeye ihtiyaç duymadığını ifade etmektedir (Plassaras, 2013). Tablo 1'de 20.12.2021 günü itibariyle piyasa değeri en yüksek olan 10 kripto paraya yer verilmiştir.

Tablo 1. Piyasada bulunan ilk 10 kripto para ve sembolleri

NO	KRİPTO PARA BİRİMİ	KISALTMA	PİYASA DEĞERİ ($)	DOLAŞAN TEDARİK
1	Bitcoin	BTC	891.059.312.133	18.906.437 BTC
2	Ethereum	ETH	467.805.158.938	118.824.643 ETH
3	Binance Coin	BNB	86.910.643,912	166.801.148 BNB
4	Ip	USDT	76.234.865.326	76.218.596.824 USDT
5	Solana	SOL	53.359.526.543	308.335.567 SOL
6	Kardano	ADA	42.224.427.133	34.173.821.361 ADA
7	USD Sikke	USDC	42,228,825,391	42.214.446.592 USDC
8	XRP	XRP	40,876,603,636	47.247.295.769 XRP
9	Toprak	LUNA	30,776,134,191	371,951.551 LUNA
10	Çığ	AVAX	27.412.800.366	243.200.044 AVAX

3.2 Bitcoin nedir?

Bitcoin Satoshi Nakamoto tarafından kurulduğu bilinse de, daha sonra kurucusunun Avustralyalı Craig Wrigh olduğu ortaya çıkmıştır. Kendisini gizlemek için böyle bir takma ad kullandığını açıklaması ile gerçek kurucusu ortaya çıkmış oldu. 2008 yılında sadece bir deney olarak üretime başlayan bu para birimi inanılmaz

bir şekilde çok hızlı bir büyüme sağlamıştır. Bitcoin tüm bilgisayar ağını güvenilir olarak yerine getirir, düğümler arasındaki işlemler için üçüncü taraf şebekede işlemleri çoğaltır ve doğrular. Düğümleri hesabın kaydını tutan kopyalanmış bir muhasebe defteri uygulayarak dengeler, mevcut durumuna karşı işlemleri doğrular ve hesap bakiyelerini buna göre günceller (Bamert, Decker, Elsen, & Wattenhofert, 2013). Bitcoin 20.000 dolar hacmine kadar çıkmıştır (Çütcü & Kılıç, 2018). Bu para birimi tamamen sanal olup herhangi bir ülkeye veya herhangi bir merkeze bağlı değildir. Bitcoin'nin hukuki durumu ülkelere değişiklik göstermektedir. Bazı ülkeler bitcoin kullanımına izin vermiş olsa da bazı ülkelerde yasaklanmış haldedir. Bitcoin kullanımının yasaklandığı ülkeler İzlanda, Bangladeş, Bolivya, Ekvator ve Tayland'dır (Hatipoğlu, 2021). Bunun yanı sıra bir Orta Amerika ülkesi olan El Salvador senatadon geçen tasarı ile birlikte 6 Haziran 2021 tarihinde bitcoin'i resmi para birimi olarak ilan etmiştir (Aytekin & Arslan, 2021). İlk Bitcoin işlemi, sistemin kurucuları tarafından Ocak 2009'da gerçekleşirken; Bitcoin'in reel ekonomiye ilk yansıması, Laszlo Hanyecz'in 22 Mayıs 2010'da yaptığı alışveriştir. Laszlo, 10,000 BTC karşılığında iki adet pizza satın alarak; Bitcoin ile yapıldığı bilinen ilk alışverişi gerçekleştirmiştir (Oral & Yeşilkaya, 2021). O zamanki karşılığı ile 25 Amerikan Doları tutan pizza, daha sonraları dünyanın en pahalı pizzası olarak anılmıştır. Bitcoin çeşitli borsalar aracılığıyla çevrimiçi satın alınabilir ve daha sonra yine aynı borsalar aracılığıyla reel paraya çevrilebilir. Bu borsalar Bitcoin'in reel ya da diğer sanal paralarla değiş tokuşunu belirli komisyon bedelleri aracılığıyla gerçekleştirmektedir (Böhme, Christin, Edelman, & Moore, 2015). Birçok insanın geleceğin para birimi olarak düşündüğü bu para birimi güçlü şifrelemelerinin sayesinde daha güvenilir olduğu düşünülüyor. Herhangi bir devlete bağlı olmaması ve tamamen sanal olmasından dolayı devletlerin sizin paranıza el koyamaması veya tedbir koyamaması kullanıcıları cezbetmektedir. Ancak tabi ki internet korsanlarının saldırıları sonucunda birçok zarar görmede mümkün olabilir, kötü niyetli internet korsanları bir anda bütün hesabınızı boşaltıp kaçabilirler ve tüm yatırımınız yok olabilir.

Bitcoin'in diğer paralardan farkları şu şekilde sıralanabilir.

1. Bitcoin, merkezi bir otoriteye bağlı olmaksızın P2PE teknolojisini kullanır. P2PE teknolojisi, noktadan noktaya şifreleme çözümüdür, üçüncü bir çözüm sağlayıcısı tarafından sağlanır ve verileri güvenli bir şekilde şifreleyen güvenli cihazların, uygulamaların ve işlemlerin kombinasyonu veri çözüm sağlayıcıya ulaşana kadar korur.

2. Bitcoin tamamen dijitaldir.

3. Bitcoinin 21 milyonluk üst limit konularak tasarlanmıştır. 18 milyonun üzerinde bitcoin üretilmiştir. Geriye sadece üretilmesi gereken 2 milyon küsür Bitcoin kalmıştır (Anonim, 2019) .

4. Bitcoin karmaşık bir üründür.

5. Bitcoin'in sınırlı bir kullanım alanı vardır.

6. Bitcoin sigortalanmaz (Ateş & Aslantaş, 2016).

3.3 Bitcoin nasıl temin edilebilir?

Bitcoin veya Etherium ve alt coinleri almak çok da zor değil. Bunlar birer sanal para oldukları ve fiziki bir para olmadığı için tabi ki internet siteleri üzerinden almak gerekir. Şuan Türkiye'de kullanılan BTCTURK adlı site veya buna benzeyen birçok site üzerinden Bitcoin alınabilir. O sitelere girip üyelik hesabı açıp bir cüzdan oluşturmanız gerekmektedir. Birçok web sitesi cüzdan oluştururken yapacağınız işlem hacmine bağlı olarak sizden nüfus cüzdanınızın örneğini ve size belirttikleri şekilde yazılan bir dilekçe ile birlikte yüzünüzün görünebileceği bir fotoğrafınızı istemektedir. Bu işlemleri yapıp cüzdanınız site tarafından onaylandıktan sonra alım ve satım yapabilirsiniz. Japonya, Kanada, Amerika Birleşik Devletleri, Almanya, Fransa İngiltere gibi gelişmiş ülkelerde bitcoin'in kullanımı resmi olmayan kayıtlara göre %8 oranında en fazla Venezüella'da gerçekleşmiştir (Talty, 2018). Dünya' da ilk bitcoin ATM' si Kanada'da kullanılmıştır. 20 Aralık 2021 CoinATMRadar verilerine göre bitcoin ATM'lerinin sayısı 77 ülkede 30.000'i aşmış bulunmaktadır. Dünya üzerinde bulunan ATM'lerin sayısal değerleri şekil 1'de gösterilmiştir. Türkiye'de ise İstanbul'da 3 adet, Antalya'da 1 adet ve İzmir'de 1 adet olmak üzere 6 adet ATM bulunmaktadır.



Şekil 1. Bitcoin ATM verileri (CoinATMRadar, 2021)

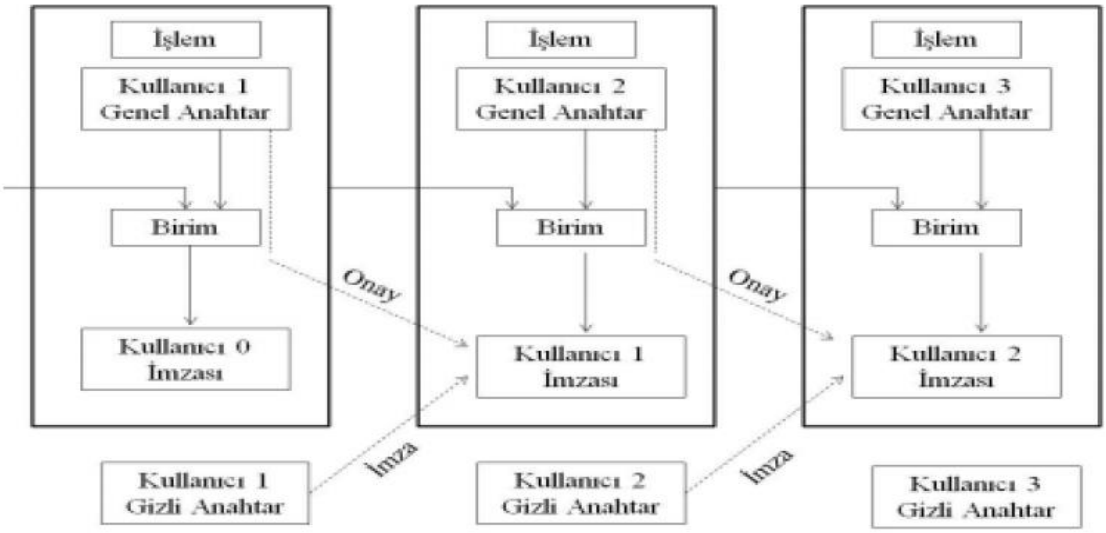
4. SANAL PARA MADENCİLİĞİ (MİNİNG) NEDİR?

İlk Bitcoin üretimine 2009 yılında başlanmıştır. Bitcoin üretimi teorik olarak herkes tarafından yapılabilmektedir. Üretim sürecine katılan kişiler "Bitcoin Madencisi (Bitcoin Miner)" olarak isimlendirilmektedir. Bu kişiler, bilgisayarlarının işlem gücü nispetinde Bitcoin Maden Yazılımı tarafından sunulan ve karmaşık işlem gerektiren bir problemi çözmeye çalışıp, ilk çözümü üreten kişiye belirlenen miktarda Bitcoin otomatik üretilerek ödül olarak verilmektedir. Bu üretim bilgisi P2P ağındaki bütün bireylere iletilmektedir. Problemin çözümünün ardından, ilgili yazılım tarafından bir öncekinden daha zor bir problem çözülmek üzere madencilere sunulmaktadır. Bu süreç ilerledikçe, çok daha hızlı işlem yapabilen bilgisayarlara olan ihtiyaç da paralel olarak artmakta ve normal ev kullanıcılarının donanım gücü yetersiz kalabilmektedir (Atik, Köse, Yılmaz, & Sağlam, 2015) Sanal bir para olan Bitcoin, Etherium gibi paralar üretilerek ortaya çıkar. Buna sanal para madenciliği (Mining) denir. Tabi ki bu sanal para belirli bir sayıya kadar üretilecek ve sonra üretim duracaktır. O zamana kadar üreticiler için popüler olan bu üretim şeklinden yani sanal para madenciliğinden (Mining) biraz bahsedelim.

Madenci Düğüm (Mining Node): İşlemlerin gerçekleşmesini sağlayan bilgisayarlardır. Önceleri işlemci gücü kullanılırken, ekran kartlarındaki işlemcilerin veya bu iş için üretilmiş özel kartların kullanılması söz konusu olmuştur. (Karaarslan & Akbaş, 2017)

Madencilik Gücü: Hash işlemleri çoğunlukla ekran kartlarının işlemcileri üzerinde GPU hesaplama gerçekleştirilmekte ve H/s (saniyede hash hesaplama) birimi ile Kilo-Mega-Giga (bin, milyon, milyar) biriminden güçleri tanımlanmaktadır. Bir ekran kartı Mh/s güçlerinde çalışmakta, makinelere takılan çoklu kartlarla yüksek madencilik güçlerine ulaşılabilmektedir. (Karaarslan & Akbaş, 2017)

Hesap: Her makine veya kullanıcıya özgü o kripto para birimini tutmaya yarayan tekil (unique) bir hesaptır. Örneğin: a94f5374fce5edbc8e2a8697c15331677e6ebf0b



Şekil 2. Bitcoin işlem şeması (Nakamoto, 2008)

4.1 İsteyen herkes madencilik (Mining) yapabilir mi?

Evinde bir bilgisayarı olan herkes mining yapabilir. Tabi ki belirli bir donanım gereksinimi gerekir. Bunun için en önemli unsur ekran kartlarıdır. Mining üretimi için ekran kartınız ne kadar iyi olursa kazma işleminiz o kadar iyi olur ve kazancınız o kadar artar. Diğer donanımlar standart olsa bile hatta standardın altında bile olsa ekran kartınızın performansına göre kazma işleminiz ve kazancınızı etkilemez. Şuan en az 3 GB dâhili hafızası bulunan bir ekran kartı ile mining yapılması mümkündür. Ekran kartınızın performansı ne kadar iyi olursa kazım işlemi o kadar hızlı ve kazanç o kadar iyi olacaktır. Şuana kadar üretilen Bitcoin miktarı 18 milyon adettir. Bu üretim 21 milyon seviyesine kadar çıkarılacak ve 21 milyonda sabit tutulacaktır daha fazla üretim yapılmayacaktır. 21 milyon seviyesine ulaştığı zaman değerini koruyabilmesi için ticari alım satımlarda kullanılması gerekecektir.

4.2 Bitcoin bedava mı üretiliyor?

Her üretimde olduğu gibi bitcoin üretiminin de bir maliyeti olacaktır. Üretim için alınacak bilgisayar donanımlarının yanı sıra ekstra masraflarınız olacaktır. Bağladığınız ekran kartının performansına göre elektrik üretimi bir o kadar fazla olacaktır. Bilgisayarınızı 24 saat açık tutulması gerekmektedir. Bilgisayarın kapalı olduğu zamanlar herhangi bir kazım, üretim işlemi yapılmayacağı için üretim olmadığından para kazanılmayacaktır. 24 saat tam performans ile çalışan bir bilgisayar ve ekran kartının işleme ve soğutma giderlerinize ek olarak, bakım giderlerinizin olacağını unutmamak gerekir. Buna ek olarak soğutucu fanlar bilgisayarın bulunduğu odada yüksek dozda ses çıkaraktır. Alternatif olarak, iş için özel bir yer tutup mining sisteminizi orada kurmanız gerekebilir.

4.3 Nasıl mining yapabilirim?

Üretilecek olan Bitcoin miktarı, Bitcoin yazılımının beynini oluşturan bir algoritma tarafından, belirli bir zorluk derecesine sahip bazı matematiksel problemlerin çözülmesiyle hesaplanmaktadır. Süreç çok karmaşık olduğu için hesaplamalar için ihtiyaç duyulan bilgisayar gücü de çok fazladır. Bu ihtiyacın sadece normal birkaç bilgisayarla karşılanması mümkün değildir. Bitcoin, açık kaynak kod tabanlı bir hareket olduğundan ve bu tabanın - en azından şimdilik - yüksek kapasiteli süper bilgisayarlara sahip olması imkânsız olduğundan, hesaplamalar için gerekli işlem gücü, bir bilgisayar ağına (tam olarak bir Peer-to-Peer-Network, kısaca P2P) bağlı çok yüksek kapasiteli bilgisayarlar tarafından ortaklaşa yaratılmaktadır (Güleç, Çevik, & Bahadır, 2018). Belirli bir zorluk seviyesindeki her bir matematiksel problemin çözümünde bilgisayarlarını bu ağın hizmetine vermiş olan her Bitcoin Madencisi'ne Bitcoin yazılımı tarafından ortalama 25 bitcoin'lik bir ödül verilmektedir. (Ateş & Aslantaş, 2016). Mining yapmak için bir cüzdan hesabı oluşturulmak gereklidir. Web siteleri üzerinden veya borsadan bir cüzdan oluşturun kazım yaptığınız sanal para için bu şart çünkü ürettiğiniz sanal paralar o cüzdanda birikecek şuan mining işinde en iyi getirinin Etherium kazmak olduğu tüm miningciler tarafından bilinmekte siz de Etherium mining ile başlayın. Elinizde masaüstü bir bilgisayarınız

varsa onun ekran kartı sayısını arttırabilirsiniz, ekran kartınız dahili hafızası 3 GB'nin altında ise daha yüksek bir ekran kartı alarak da başlayabilirsiniz. Evinizde dizüstü bir bilgisayar var ise bunun da ekran kartı dâhili hafızası 3 GB ve üstünde ise onunla da mining yapabilirsiniz ama bu çok verimli olmayacaktır. Dizüstü bilgisayarların soğutma alanlarının dar olması ve fanlarının küçük olması nedeni ile çok çabuk ısınacak ve 24 saat full performans veremeyecektir, kısa zaman sonra size arıza yaratabilir. Diyelim ki bir masaüstü bilgisayarınız yok ve mining yapmak istiyorsunuz. O zaman ilk işiniz önceklikle ekran kartı psı ex slotu fazla olan bir anakart almak olmalı ne kadar çok ekran kartı bağlarsanız üretim, kazım işleminiz o kadar iyi olacaktır. 4 ve 8 slotlu anakartlar bu iş için çok kullanılmaktadır. Son olarak Biostar markası sadece mining için ürettiği yeni anakart ile bu işe altın çağını yaşatmıştır tam 12 slota sahip bir anakart düşünün bir anakartta 12 ekran kartı bağlayıp mining yapmak çok daha kazançlı olacaktır. Anakart seçimi yapıldıktan sonra diğer donanımları ortalama bir şekilde alınabilir. Uyumlu herhangi bir işlemci ve harddisk işletim sistemi kurulumu için lazım olacaktır; harddiske alternatif olarak işletim sistemi kurulması için flash diskte tercih edilebilir. Ekran kartı sayınıza göre onları destekleyecek iyi bir güç kaynağına (power supply) ihtiyacınız olacaktır. Önerilen en az 1200 watt olması olacaktır. Bu donanımlar tamamlandıktan sonra karar vermeniz gereken şey kaç ekran kartı kullanmak istediğiniz olacaktır. Buradaki önemli bir unsur ise ekran kartı markanız ne ise anakarta takılan tüm ekran kartlarının aynı marka olmasına dikkat edilmesi çünkü aksi durumda yazılımsal hatalar çıkabilir. 4 adet dâhili 4 gb hafızaya sahip ekran kartı alarak başlayabilirsiniz. Tüm bu işlemler bittikten sonra bilgisayarınıza istediğiniz işletim sistemini kurabilirsiniz. Linux veya Windows fark etmez, işletim sisteminize uygun programı indirerek mining yapmaya başlayabilirsiniz. Sizin için herhangi bir havuza katılıp kazım yapmanız daha kazançlı olabilir. 24 saat açık tutup ve belirli dönemlerde ekran kartlarının bakımını yaparsanız, soğutma sistemlerine önem verirseniz evinizde sizin için maden kazan bir bilgisayara sahip olabilirsiniz. Çin bu işe gerçek anlamda milyonlarca dolar yatırım yapıp madencilik konusunda büyük tesisler kurmuştur.

5.BULGULAR ve TARTIŞMA

Blokzinciri (blockchain), merkezi olmayan ve sağlama (hash) süreçleri ile değişmezliği garantilenen işlem kayıtlarının takibini sağlayan bir teknolojidir (Durğay & Karaarslan1, 2018). Kripto paralar (cryptocurrency), eşler arası (Peer-to Peer, P2P) mimaride birbirine bağlı madenci düğümü adı verilen bilgisayarlara ve blok zinciri yapısında tutulan kayıt sistemine dayanmaktadır. Bu sistemler sadece bir para birimi sağlamamakta, bu altyapılar üzerinde çeşitli 'merkezi olmayan' (decentralized), dağıtık (distributed) sistemler/yazılımlar tasarlanmaktadır. (Karaarslan & Akbaş, 2017).

Kripto paraların avantajı herhangi bir merkeze bağlı olmamasıdır. Size ait bir hesabı bir devlet ya da bir merkez sorgulayamaz, donduramaz ve el koyamaz. Kimliklerin gizli tutulmasından dolayı ağda bazı sorunlara yol açmaktadır. Kötü niyetli kişiler tarafından yasa dışı ve illegal para transferleri yaşanmaktadır. 45,000'den fazla bilgisayarın etkilendiği, Wanna Cry isimli virüsün kullanıldığı fidye saldırılarında ödeme olarak sanal para birimi olan $300 karşılığında BitCoin istenmiştir (Selimoğlu & Altunel, 2019).

6.SONUÇ

Kripto paraların ilk ortaya çıkış süreçleri her ne kadar başarısız olsa da 2009 yılında Bitcoin ile kripto paralar büyük bir ivme kazanmıştır ve hızlı bir büyüme yaşamıştır. Bitcoin ile birlikte birçok sanal para daha ortaya çıkmıştır. Bitcoin bu paraların içinde en popüler olanı olarak kendini sürdürmeye devam etmiştir. Kripto paraların her ne kadar kullanımı çok güvenli diyen çevreler olsa da, diğer yandan internet korsanlarının saldırıları ve yasadışı faaliyetlerde sıkça konuşulmaktadır. Devletler de bu konuya birçok farklı çerçeveden bakmaktadır. Bazı devletler kripto para kullanımı bir çok alana yayıp desteklerken bazı devletler ise kontrol edemedikleri için kullanımını yasaklamışlardır. Türkiye için Bitcoin ile ilgili herhangi bir kısıtlama veya vergilendirme yasası henüz yapılmamıştır. Kripto paraları ne yasal olarak tanımış ne de reddetmiştir. Bitcoin 2017 yılından sonra rekor üstüne rekor kırarak yatırımcısının yüzünü güldürmüştür (Şekil 3).



Şekil 3. Bitcoin Piyasa Fiyatı ($) (coinmarketcap, 2021)

Bitcoin ve diğer alt coinler tüm sistemini kullanıcılarının ortak çalışması üzerine kurmuştur. Bu doğrultuda paranın basım sürecinde, Bitcoin ile yapılan işlemlerin doğrulayan ve kamuya açık işlem kaydını ortak bir şekilde tutan madenciler etkili olmaktadır. Şuan madencilikte en iyi kazancı Etherium madenciliği getirmektedir. Kripto paraların hızlı ilerleyişi devam etmektedir. Gelişen teknoloji sayesinde daha da hızlı bir yükseliş beklenmektedir. Dünyada artık fizik para kendini sanal paraya bırakmaya başlamıştır. Birçok devlet kendi sanal parasını yaratmak için çalışmalara başlamıştır. İlerleyen yıllarda artık fiziki değil tamamı ile sanal paraya geçme durumu birçok ülke için konuşulmaya başlanmıştır. Paranın temel fonksiyonu olan değer taşıması (store of value), dijital para birimlerinde bulunmamaktadır. Bitcoin günümüzde $47,000 değerindedir. Bununla beraber ödeme işlemleri sırasında sürecin uzun sürmesi, dijital para kullanımını zorlaştırmaktadır. Buna rağmen bankaların dijital para birimlerine yöneldiği görülmektedir. Rus havayolu şirketi S7 geçtiğimiz aylarda Ethereum altyapısı ile bilet satışına başladı. Bu hareket, Rusya'nın en büyük bankası Alfa-Bank tarafından desteklendi. S7'nin ödemeleri işleme koymak için Ethereum'u kullanmasının başlıca nedeni, havayolları ve acenteler arasındaki ödeme sürecini basitleştirmek ve hızlandırmaktır (Financefeeds, 2017). Kripto paraların avantajı herhangi bir merkeze bağlı olmamasıdır. Aynı zamanda kripto paralar takip edilemez. Herhangi bir ülkenin ekonomisinde etkilenmez ve ülkelerin ekonomilerindeki dalgalanmalardan dolayı zarar görmez. Size ait bir hesabı bir devlet ya da bir merkez sorgulayamaz, donduramaz ve el koyamaz. Kimliklerin gizli tutulmasından dolayı ağda bazı sorunlara yol açmaktadır.

Bitcoin ve benzeri kripto paraların kulanım alanları her geçen gün daha da artmaktadır. Dünya devletleri, yaşanabilecek riskli durumları da değerlendirerek düzenlemeler yapmalı ve kripto para piyasasının daha güvenilir hale gelmesini sağlamalıdır.

KAYNAKLAR

(2021, 12 21). www.coinmarketcap.com: https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/ adresinden alındı.

(2021, 12 20). www.coinatmradar.com: https://coinatmradar.com adresinden alındı.

Akdağ, T., & Çalın, B. (2017). *Bitcoin-sanal kripto para üzerine derleme.* Tunceli.

Anonim. (2019, 04 03). *https://www.coindesk.com/17-millionth-bitcoin-mined-means-matters*. www.coindesk.com: https://www.coindesk.com/17-millionth-bitcoin-mined-means-matters adresinden alındı

Ateş, & Aslantaş, B. (2016). Kripto Para Birimleri, Bitcoin ve Muhasebesi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*.

Atik, M., Köse, Y., Yılmaz, B., & Sağlam, F. (2015). Bitcoin ve Döviz Kurları Üzerine Etkileri. *Bartın Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*.

Aytekin, B., & Arslan, R. (2021). Bitcoin'in Mi VAR Derdin VAR: Kripto Varlıkların Hukuki Konumu (Legal Standing of Crypto Assets). Available at SSRN 3895800.

Bamert, T., Decker, C., Elsen, L., & Wattenhofert, R. (2013). Have a Snack, Pay with Bitcoins. *13-th IEEE International Conference on Peer-to-Peer Computing*, (s. 8-13).

Böhme, R., Christin, N., Edelman, B., & Moore, T. (2015). Bitcoin: Economics, Technology, And Governance. *The Journal of Economic Perspectives*.

Çütcü, İ., & Kılıç, Y. (2018). Bitcoin fiyatları ile dolar kuru arasındaki ilişki; yapısal kırılmalı. *Yönetim ve ekonomi araştırmaları dergisi*, 349-366.

Durğay, Z., & Karaarslan1, E. (2018). Blokzinciri Teknolojisinin E-Devlet Uygulamalarında Kullanımı:.

Financefeeds. (2017, July 24). https://financefeeds.com: https://financefeeds.com/alfa-bank-s7-launch-project-flight-ticket-sales-based-ethereum-blockchain/ adresinden alındı

Gandal, N., & Halaburda, H. (2014). Competition in the Cryptocurrency Market. *Bank of Canada working paper*,.

Gediz Oral, B. & Yeşilkaya, Y. (2021). Kripto Para İkilemi: Karapara Aklama ve Bitcoin. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* , (39) , 209-239

Güleç, Ö. F., Çevik, E., & Bahadır, N. (2018). Bitcoin ile finansal göstergeler arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18-37.

Hatipoğlu, O. Kamu Politikası Analizi Açısından Türkiye'de Kripto Para Politikaları. *Maliye ve Finans Yazıları,* (116), 171-201.

Karaarslan, E., & Akbaş, M. F. (2017). Blok Zinciri Tabanlı Siber Güvenlik Sistemleri, *Blockchain Based Cyber Security Systems.*

Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System". 2.

Plassaras, N. (2013). Bringing Bitcoin Within The Reach Of IMF.

Selimoğlu, S., & Altunel, M. (2019). Siber Güvenlik Risklerinden Korunmada Köprü ve Katalizör Olarak İç Denetim. *Denetişim,* (19), 5-16.

Sutherland, J., & Canwell. (2009). Key Concepts in Leisure. *Palgrave Macmillan*.

Talty, A. (2018, July 31). *https://www.forbes.com/sites/alexandratalty/2018/07/31/the-top-10-bitcoin-cities-in-the-world/#45f9a3424565*. www.forbes.com: https://www.forbes.com/sites/alexandratalty/2018/07/31/the-top-10-bitcoin-cities-in-the-world/#45f9a3424565 adresinden alındı

Yalçıner, & Kürşad. (2012). Uluslararası Finansman. *Detay Yayıncılık, Ankara*.

ORAL PRESENTATION

Estimation the water quality of rural areas in Panama to create methods for accessible drinking water

Zohre Kurt*[1,2,3,4] (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0001-8862-5846*), Jorlanys Cordova[3], John Michael Coatney[1]

[1] INDICASAT Panama.
[2] Universidad Technologia de Panama.
[3]Florida State University of Panama.
[4]Middle East Technical University Turkey.

*Corresponding author e-mail: zkurt@metu.edu.tr

Abstract

There is a unique water problem among the communities of Colón along the Caribbean coast of Panama. Although there is an abundance of water and water systems, they are often poorly managed by communities. The water systems, whether they be subterranean well water or water brought from spring or stream sources from the mountains to the south, tend to get contaminated. This contamination further discourages residents to consume the water from the systems, even though they use it for other practical purposes such as bathing and washing. The implications of a contaminated groundwater system can be serious for all in the community and especially vulnerable populations such as infants, the elderly, and the sick. Given the implications of previous research, this study was carried out to better understand the level and type of contamination in the various water sources in the district of Santa Isabel, Colón in the country of Panamá. Field water sample tests were carried out at the source location as well as in a lab in Panama City. Water health education seminars were carried out in communities of the region to educate the populous on safe water management practices, safe decontamination methods, and proper water storage. Creating methods to communicate and implement methods of water treatment were assessed with surveys in the community. The implications of this research will be that the contamination will be better understood by water system authorities, whether from the community, government, or external private interests, and the contamination problem can be dealt with so that the community can benefit from a reliable source of potable water. Theoretical implications of this study are for the interest of the Panamanian science community for further interventions in the region.

Keywords: drinking water, educational methodology, quality estimation with surveys, sustainable potable water

INTRODUCTION

Treating the water when it reaches the ground is generally only a temporary solution. Various techniques have been applied repeatedly over the years when groundwater was treated (Rittmann & McCarty, 2012). Bioaugmentation is a technique by which bacteria capable of degrading the pollutant are added to the environment where these types of organisms are absent or in very low quantity in the soil (Abu-Orf et al., 2014). Bacteria generally must have been tested in the laboratory for field application. It is preferable that the bacteria are isolated from the study soil so that the microbial community is not altered with foreign microorganisms (Clement, Truex, & Lee, 2002; Jennings, Giddings, Gossett, & Spain, 2013; Major et al., 2010; Scow & Hicks, 2005). This method is easy to implement and relatively inexpensive, but requires extensive laboratory verification. Another method is to treat the water using chemicals or reactors. In this case, the water is pumped from the ground and treated with chemicals and / or reactors and pumped back into the community. Knowing the mass of the contaminant in the field helps to evaluate the types of reactors in your location and their service life. However, this method can be very expensive and operating reactors can be very demanding and sometimes the by-products of the treatment are harmful (Radjenovic & Sedlak, 2015). Techniques such as oxidation, on the other hand, is a very complicated and expensive method and is not very applicable (Jasper, Yang, & Hoffmann, 2017; Klamklang, Vergnes, Pruksathorn, & Damronglerd, 2012; Radjenovic & Sedlak, 2015). Biological treatment methods are often more cost effective than biological methods. However, the most cost-effective way to treat the contaminant is through natural attenuation through bacteria already in the field (Abu-Orf et al., 2014). There are ways to estimate if this process is already occurring and if it can be improved.

In Panama, rural communities suffer from a lack of water in their homes, therefore they need to provide individual solutions through private wells for drinking water. In order to sustainably provide decent water quality, it is important to know whether the source of this water is clean, free of contaminants and whether it continues to be clean by monitoring it. In the case of Costa Arriba de Colón, the water comes from wells that use groundwater as a source. An additional problem facing the communities of Colón is the agricultural activities that have been expanding in the area without control. When studying groundwater contamination, initial efforts are needed to determine the source of the contamination. This is because when contamination is present, the contaminants appear in drinking water wells. The pollution assessment could also be used to estimate the mass of the pollutant and the problem could be adequately addressed (less water resource is wasted) and solved permanently. When examining the contamination of water sources, especially underground, we see that contamination by heavy metals, contamination by pesticides and nitrate are the main pollutants. Here the main agricultural activities in the region could be the main cause of contamination.

According to the World Health Organization, 1 in 3 people globally do not have access to safe drinking water In Panamá, according to the *Plan de seguridad hídrica* 92.5% of the population has access to potable water. However, 76% of the population has 24-hour water service during the rainy season and 70% has 24-hour water service during the dry season. In Colón specifically, a little more than 60% of the provincial population has 24-hour water service during the rainy season and a little less than 60% has 24 water service during the dry season. 15.3% of the population gets their potable water from community aqueduct systems and 3.5% gets their potable water from wells. In general, the sector of the population that is getting their water from community aqueducts or wells is the rural population, that is those who live away from urban centers. That is because the national potable water service provider and wastewater management, IDAAN (Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales), has not yet reached these areas in terms of infrastructure. There are plans to expand service to reach the district of Santa Isabel, but they have yet come to any fruition. Even bigger communities like the tourist town of Portobelo, which enjoys a closer proximity to Colón City, runs on a community managed aqueduct system. For this reason, our research is equally important in creating solutions outside of our geographic focus of Santa Isabel. These are solutions that could be used not only for the entire rural population of Colón, but the entire national territory of Panama.

MATERIALS AND METHODS

We created a survey in order to help us locate more underground wells, gauge community member's knowledge on household water treatment and storage methods and locate potential water contaminant points due to agricultural chemical practices. The data we gathered was strictly internal in order to guide our efforts in water analysis and the creation of an education intervention. The questions that we asked are placed in the following table.

Table 1. Surveys conducted in the area for problem assesment

Question	Answer Options (For multiple choice)
Water Source Profile	
What type of source does your water come from? (If multiple, please mark)	1. Well 2. Aqueduct 3. River 4. Stream 5. None of the above 6. Other
Please indicate where the source(s) is (are) located.	
If you know where another well is, please indicate to us where it is located.	
Water Description	
On a scale of 1 to 6, where 6 is “very good” and 1 is “very bad”, How is the water quality of the water that comes out of your tap?	Scale 1-6
What are the following characteristics of the water that comes out of your tap?	1. Clear 2. Brown 3. Another color 4. With dirt 5. None of the above 6. Other
Indicate if anyone, whether it be a family member, friend, or acquaintance, has become sick from consuming the water that comes from the source indicated above.	Yes or No
Do you observe any changes in the tap water’s characteristics?	Yes or No
Household Water Management	

Do you treat your water in your household?	Yes or No
If you said "yes", how do you treat it?	1. Chlorine 2. Boiling 3. With the sun (SODIS) 4. Decanting
How do you store your water?	1. In a bucket 2. In a 55-gallon barrel 3. In bottles 4. None of the above 5. Otro
Agriculture	
Are you or anyone in your family a farmer?	Yes or No
If you said yes about the previous question, explain a little about your agricultural practices (if you use chemicals or pesticides and in what quantity, location of your farm, what you plant and harvest, and what animals you raise).	

From this internally managed data we were able to locate another private well in Nombre de Dios. We also were able to establish the topics in our education guidebook that we distributed to local health professionals.

RESULTS and DISCUSSION

Santa Isabel is a district in the easternmost region of the province of Colón. The district communities we have worked in are Miramar, Palenque, Viento Frío, and Nombre de Dios. This region has a history of a lack of water security which is why we have chosen it to carry out our project. The region has two major water sources it draws from: underground wells and gravity fed aqueduct systems. Some communities utilize both types of sources. There have been recorded instances of waterborne illnesses in all these communities which motivated us to study the water sources for contaminants. These communities face many administrative problems with their water committees which is at the root of the water security issues in the region. These problems include a lack of accountability in the management of the finances of the water system. This lack of accountability also extends to the community who have become accustomed to not paying their monthly water bills, which causes the water committee to not have the funds to do the work they need to do to maintain the system. This lack of maintenance has caused the infrastructural problems that these communities are dealing with in their water systems. The infrastructural problems have caused water shortages and allows contaminants to enter the water that makes the water undrinkable. This undrinkability of the water has accustomed people to purchase their drinking water. They use the water from the tap for activities such as bathing, washing dishes, handwashing, and cleaning. This in turn causes a significant portion of their budgets to go to buying water when many have running water that may simply need a household treatment such as home filtration and boiling or chlorination disinfection. In the project the by-weekly data for the wells near by the area were obtained and the data was provided on Table 2.

Table 2. Average data obtained for the sampling points in the area

	pH	Conductivity (us/cm)	Hardness (ppm)	Chloride (ppm)	Phenolphthalein Alkalinity (Ppm)	Total Alkalinity (ppm)	Turbidity(JTU)	% Salinity	Observasition
Palenque	6.75	229	90	50	0	90	0	0.1	clear, without smell
Miramar	6.68	432	135	50	0	150	40	0.1	smell of sea water, cloudy
Viento Frío	6.76	233	30	50	0	75	0	0.1	clear, without smell

The parameters indicated that the water sources in the area had different points of conncetion and that the water quality parameters were different for every well. High hardness and total alkalinity as well as conductivity indicated that in the area that were high ions present. Chlorine detected in the area was due to chlorine injections to the wells.

CONCLUSION

The Caribbean coastal region of Costa Arriba, Colón, has experienced potable water security problems from year. These problems arise not due to the lack of water sources in the region, but rather the lack of proper administration and poor water quality due to this poor administration. Specifically, the community of Miramar, located along the coast near the far northeastern end of the Panamanian province of Colón, has two sources where it draws its potable water from. However, its residents tend to drink bottled water and the water they use for their daily household activities (washing clothes, bathing, cleaning, handwashing) comes from their tap. The questions we wanted to answer is: Why do residents buy their drinking water when many have 24-hour service from their tap? Is the drinking water contaminated? If so, what is causing the contamination? Our project has worked in analyzing these sources where people draw their potable water from and has developed an educational program in order to encourage people to treat their water at home to reduce the costs of purchasing bottled water and provide greater household water security. We carried out our analysis by doing bi-weekly water sampling trips and gathering water samples primarily from the Miramar well and two houses within the community of Miramar. We realized a survey for internal purposes to better direct our efforts and to help us find other wells in the region. The educational component empowered the community members to take their health concerns into their own hands as they learn skills in household water treatment and storage and ecological management of their respective watersheds. After the methodology applied an increase in awareness was observed.

ACKNOWLEDGEMENTS

Funding was provided by SENACYT, Panama for the project IOMA 17-010, Agua Colon. ZK is partially supported by SNI Panama.

REFERENCES

Abu-Orf, M., Tchobanoglous, G., Stensel, H. D., Tsuchihashi, R., Burton, F., Bowden, G., . . . Eddy. (2014). *Wastewater engineering: treatment and Resource recovery*: McGraw Hill Education.

Clement, T. P., Truex, M. J., & Lee, P. (2002). A case study for demonstrating the application of US EPA's monitored natural attenuation screening protocol at a hazardous waste site. *Journal of Contaminant Hydrology*, *59*(1), 133-162.

Jasper, J. T., Yang, Y., & Hoffmann, M. R. (2017). Toxic Byproduct Formation during Electrochemical Treatment of Latrine Wastewater. *Environmental science & technology*.

Jennings, L. K., Giddings, C. G., Gossett, J. M., & Spain, J. C. (2013). Bioaugmentation for aerobic degradation of cis-1, 2-dichloroethene. In *Bioaugmentation for Groundwater Remediation* (pp. 199-217): Springer.

Klamklang, S., Vergnes, H., Pruksathorn, K., & Damronglerd, S. (2012). *Electrochemical incineration of organic pollutants for wastewater treatment: Past, present and prospect*: INTECH Open Access Publisher.

Major, D., Aziz, C., Watling, M., Gossett, J., Spain, J., & Nishino, S. (2010). *Enhancing natural attenuation through bioaugmentation with aerobic bacteria that degrade cis-1, 2-dichloroethene*. Retrieved from

Radjenovic, J., & Sedlak, D. L. (2015). Challenges and opportunities for electrochemical processes as next-generation technologies for the treatment of contaminated water. *Environmental science & technology*, *49*(19), 11292-11302.

Rittmann, B. E., & McCarty, P. L. (2012). *Environmental biotechnology: principles and applications*: Tata McGraw-Hill Education.

Scow, K. M., & Hicks, K. A. (2005). Natural attenuation and enhanced bioremediation of organic contaminants in groundwater. *Current Opinion in Biotechnology*, *16*(3), 246-253.

ORAL PRESENTATION

Suv Araçlarda Şaft Kütle Sönümleyicinin Tasarım ve Optimizasyonu

Baybora Çorbacıoğlu[1] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0001-9345-4308), Orhan Okan Şimşek[2] (*ORCID:*https://orcid.org/0000-0002-0869-6722), Can Çakmak[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8705-2350*)

[1] Tekno Kauçuk , Kocaeli, Türkiye
[2] Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği, Mekatronik Mühendisliği, Kocaeli, Türkiye
[3] Tekno Kauçuk , Kocaeli, Türkiye

bcorbacioglu@teknokaucuk.com.tr

Özet

Araç içi ve araç dışı kaynaklı titreşim, yolcu veya araç açısından önemli bir konuma sahiptir. Şöyle ki sürüş esnasında zemin kaynaklı ve güç üretimi ve aktarımı sırasında meydana gelen titreşimler kullanıcının ya da sürücünün ellerine, kollarına, ayak veya boyun gibi insanın belirli bölgelerinde rahatsızlık meydana getirebilir. Aynı zamanda araç içindeki parçaların rezonansa girmesi sonucu çok büyük hasarlar oluşabilmektedir. Bu çalışmada güç aktarımını ele alarak dört çeker/arkadan itişli araçlar için şaft üzerine titreşim sönümleyici parçanın tasarımı ve bu tasarıma göre sönümleyici kütlenin radyal yönde rijitlik/ağırlık oranlarına göre mühendislik analizi ve hesaplamaları yapılmıştır. Bu hesaplamalar sonucu çevre şartlarına göre doğrulanması adına karakterizasyon testi ömür testi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Tüm bu işlemler sonucunda 600 Hz doğal frekansa ve -40°C - +130°C çalışma aralığına sahip şaft içinde titreşim sönümleyici, diğer bilindiği adıyla kütlesel sönümleyici, bulunan kauçuk esas parçanın tasarımı ve validasyonu yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Rezonans, Titreşim, Titreşim sönümleyici, Kütlesel sönümleyici (Mass damper) Araç(SUV)

Design and Optimization of Mass Damper in Sport Utility Vehicle's Shaft

Abstract

Vibration, originating from inside and outside the vehicle, has an important position in terms of passengers or vehicles. That is, vibrations caused by the ground during driving and during power generation and transmission can cause discomfort in certain parts of the person such as the hands, arms, feet or neck of the user or driver. At the same time, as a result of resonance of parts inside the vehicle, great damage can occur. In this study, the design of the vibration damping part on the shaft for four-wheel drive/rear-wheel drive vehicles and engineering analysis and calculations according to the stiffness/weight ratio of the damping mass in the radial direction according to this design were made by considering the power transmission in this study. In order to verify the results of these calculations according to environmental conditions, characterization test life test studies were carried out. As a result of all these processes, the design and validation of the rubber base part with a natural frequency of 600 Hz and an operating range of -40°C - +130°C in the shaft vibration damper, also known as mass damper, was carried out.

Giriş

Mekanik veya yapısal titreşimlerin sönümlenmesi, makine endüstrisinde inşaat, havacılık veya otomotiv gibi alanlarda büyük önem arz etmektedir. Bu titreşimler statik yük ve dinamik etkiler meydana getirmektedir. Bu etkiler sonucunda makine parçasında veya araçta performans düşüklüğü, kullanım zorluğu, araç içi veya dışında konforsuzluk, metal yorulması gibi istenmeyen durumlar ortaya çıkmaktadır. Bunun kök nedenleri bir otomobil için yoldan kaynaklanan, lastik ve tekerleklerden kaynaklanan, güç üretimi ile aktarımından ve araçtaki reaksiyonlardan kaynaklanan titreşimlerdir. Yoldan kaynaklanan titreşimlerin nedenleri; yol şartları, yetersiz kabin ve post sönümleyiciler, zayıf üst yapı; diğer adıyla zayıf şasidir. Bu kaynaklar neticesinde direksiyon sisteminde titreşim ve şaside reaksiyonel hareketler meydana gelmektedir. Lastiklerin tek boyda

olmaması, uygun olmayan jant ve süspansiyon sistemleri, uygun olmayan lastik basıncı ve lastik balansının iyi yapılmaması, lastiklerde varyasyonlar olması istenmeyen titreşimler oluşturur. Bunun sonucunda güç aktarımındaki aks ve fren sistemi de olumsuz etkilenmektedir. Lastik kaynaklı titreşimler düzgün yollarda kolaylıkla fark edilir. Hızlandıkça frekansta meydana gelen artış titreşim sıklığının artması anlamına gelmektedir.

Araçta meydana gelen titreşimler; motor, süspansiyon sistemi, enjeksiyon sistemi, volan dişlisi, kardan mili kaynaklı olabilmektedir.Seyir esnasında tekerleklerin yoldaki bozukluklara girmesi de titreşimlere neden olabilmektedir. Eğer araçta kampana var ise jant ve fren kampanasında oluşabilecek kirlenmeler neticesinde kampananın ovalleşmesi, fren kampanasında deformasyonlar veya sıcak noktalar bulunması; fren diskinin sabit et kalınlığına sahip olmaması veya eğilmiş olması araçta titreşimlere ve hatta rezonans oluşumuna sebep olabilmektedir.

Arka aksa güç aktarımı için kullanılan kardan şaftı, yapısı itibarı ile ince cidarlı uzun bir boru geometrisindedir. Araç hafifletme çalışmaları doğrultusunda cidar kalınlıkları gittikçe incelerek parçanın atalet momentinin azalmasına; bu sebeple kardan şaftının radyal yönde salınımına karşılık gelen birinci modu nispeten düşük frekanslarda oluşmaktadır. Yani kardan mili birinci modda rezonansa girip fiziksel hasara uğrama riski ile karşı karşıyadır. Bu problemin çözümü olarak sisteme kardan milinin birinci frekansı ile çakışan bir kütlesel sönümleyici ekleyerek rezonans frekansındaki genliklerin düşürülmesi hedeflenmektedir.

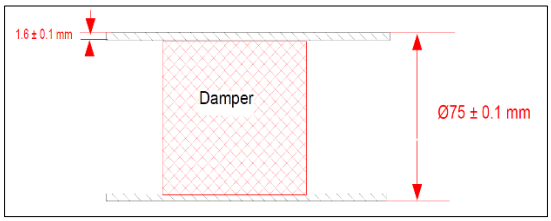
Literatür

Kütlesel sönümleyicilerle, günümüzde otomotiv, inşaat ve havacılık gibi çeşitli sektörlerde karşılaşmaktayız. Bu kütlesel sönümleyicilerin işlevi statik ve dinamik yüklere bağlıdır ve günümüzde birçok araştırmacı bu konu üzerine çalışmalar yapmaktadır. H.C. Kwon ve arkadaşları geçtiğimiz birkaç on yılda, mühendislik yapıları üzerindeki titreşimleri azaltmak için çok çaba sarf etmiştir [1]. Örneğin; inşaat sektöründe kullanılan sönümleyicilerin, depremlerin meydana getirdiği titreşimleri sönümlediği ve binanın rezonansa girerek yıkılmasını engellediği görülmüştür. Wang J.F. ve arkadaşları kütle sönümleyici ve dinamik titreşim emici kütlelerin gemiler, kablolar, köprüler, binalar gibi çeşitli yapıların titreşim seviyesini azaltmak için yaygın olarak kullanıldığını ortaya çıkarmıştır [2, 3]. M. Soto ve arkadaşları, ayarlanmış kütle damperleri üzerine çalışmışlardır. Ana yapıya ikincil bir kütle olarak bağlanan ve kontrol mühendisliği sistemlerinde ve diğer mühendislik dallarında yaygın olarak kullanılan sönümleme yoluyla yapının dinamik tepkisini azaltan bir tür pasif sönümleme sistemi üzerine çalışmışlardır [4, 5]. Eğer kütlesel sönümleyiciler görevini ya da işlevlerini yerine getiremez ise içinde bulunduğu yapıda hasar meydana gelir. Pan, A. Mita, J. Li, ve arkadaşları yapısal titreşimin belirli bir seviyeyi aşmasının binadaki diğer cihazların işlevini olumsuz yönde etkileyeceğini ortaya koymuştur [6, 7]. Ayrıca otomotiv sektöründe kütlesel sönümleyicilerin görevi yolcuyu rahatsız etmeyecek konforlu sürüş dinamiklerini sağlamaktır. Bu da iç ve dış pazarda ciddi bir rekabet oluşturmaktadır. M. Moghaddas ve arkadaşları kütlesel sönümleyici teknolojisinin basitliği ve düşük maliyeti nedeniyle, birçok mühendislik alanında uygulanabilir olduğunu belirtmiştir [8].

Yayımlanan teknoloji haritasında kütlesel sönümleyicilerin, otomobil tasarlayan ve imal eden firmalar açısından akustik konforu elde edebilmeleri aşamasında önemli bir rekabet unsuru olduğunu belirtmişlerdir [9]. Otomobilde oluşan titreşimlerin daha önce de vurgulandığı gibi yoldan kaynaklanan, lastik ve tekerleklerden kaynaklanan, güç üretimi ve aktarımından kaynaklanan, araçtaki reaksiyonlardan kaynaklanan titreşimler olduğu bilinmektedir. Hwang C.H. ve arkadaşları titreşim kaynağının otomobil motoru olduğu durumda problemin motor takozları vasıtası ile çözülebileceğinin mümkün olduğunu göstermişlerdir [10]. Jha S.K. ve arkadaşları düşük frekanslarda meydana gelen titreşimlerin araçta akustik problemlere yol açtığını belirtmişlerdir[11]. Bu tür titreşimleri sönümlemek için birçok bilim adamı çeşitli çalışmalar yapmış ve metotlar geliştirmişlerdir. Örneğin Yang ve arkadaşları çeyrek araba modeli, yarım araba modeli, yedi serbestlik dereceli sistemler ve çeşitli lastik modelleri üzerine çalışmışlardır [12]. H. R. Karimi ve arkadaşları sonlu eleman modeli ve toplu parametre modeli dahil olmak üzere titreşim sürecini açıklamak için farklı modeller önermişlerdir [13]. J.P. Den Hartog Titreşim emicinin optimum direnç ve sönümleme oranını elde etmek için kullanılan basit bir model ortaya koymuştur [14]. Yapmış olduğumuz bu çalışmada da sonlu elemanlar metodu kullanmadan kauçuk malzemenin statik ve dinamik yay sabitleri oranından faydalanılarak milde meydana gelen titreşimleri sönümleyecek kauçuk kütlesel sönümleyici parçanın doğal frekansının tasarımı ve validasyonu gerçekleştirilmiştir.

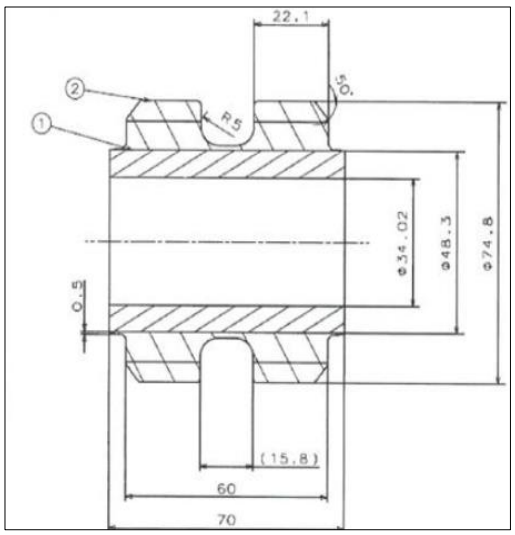
Tasarım ve Analiz

SUV tip bir araçta şaftta meydana gelen titreşim problemleri sebebiyle kütlesel sönümleyiciye ihtiyaç duyulmuştur. Kütlesel sönümleyicinin 71.8 mm çapında bir şafta takılması gerekmektedir. Bununla birlikte iç metal kütlesinin 0.5 kg olması beklenmektedir. Kütlesel sönümleyicinin boyutsal isterleri Şekil 1.1'de şematize edilmiştir.



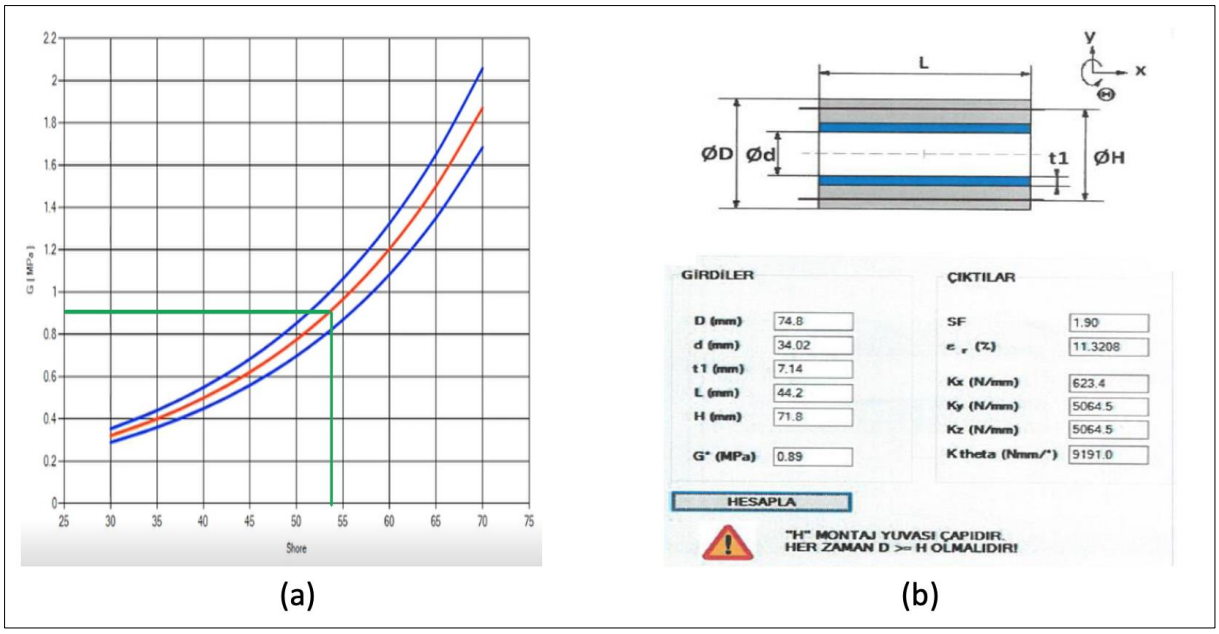
Şekil 1.1 Kütle sönümleyicinin boyutsal isterleri

Tasarım girdileri doğrultusunda kütlesel sönümleyici tasarımı yapılmıştır. SUV aracın güç aktarımını sağlayan şaftın boyutlarına göre imal edilmiş kauçuk titreşim sönümleyicinin Şekil 1.2'de teknik resmi gösterilmiştir.



Şekil 1.2 Kütlesel sönümleyici teknik resmi

Tasarımı yapılan kauçuk parçanın 600 Hz doğal frekansta çalışması istenmiştir; bu da istenilen parçanın o frekansta rezonansa girmesi anlamına gelir Bu bağlamda parçanın araç şaftına monte edilmiş durumundaki statik ve dinamik rijitliğin hesaplanması gerekir. .Buna göre 1 numaralı denkleme göre dinamik rijitlik değeri elde edilmiştir. Dinamik rijitlik değerinden statik rijitlik değerini bulmak için 2 numaralı denkleme göre basit burç korelasyon hesabı yapılmıştır. Deneysel verilere dayanarak bu çalışmada kullanılan kauçuk için dinamik rijitliğin statik rijitliğe oranı $R = 1.5$ olarak bilinmektedir. Bulunan dinamik rijitliği kauçuk için kabul edilen orana bölerek statik rijitlik elde edilmiştir. Bulunan değerin doğruluğunu ispatlamak adına parça ölçülerinden faydalanılarak basit burç için radyal yöndeki statik rijitlik ve kayma modülünün hesabı Şekil 1.3'te verilmiştir. Bu hesaba göre parça için optimum sertlik değerinin 53 ShA olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 1.3 (a) G*-Shore A, (b) Silindirik kütlesel sönümleyici hesaplama programı

Şekil 1.3 (a) grafiğine göre 53 Shore A sertlik değerine karşılık gelen kayma modülü (G*) 0.89 MPa olarak 3 numaralı denklem ile bulunmuştur. Bulunan kayma modülü doğrultusunda burcun geometrik verileri Şekil 1.3 (b)'de görülen ilgili arayüze işlenerek daha önceden bulunan statik rijitliği C tabanlı hesaplama programında da 5064.5 N/mm olarak bulunmuştur. Bu sonuç 5 ve 6 numaralı denkleme göre yapmış olduğumuz analitik hesabın sağlaması olarak doğruluğunu göstermiştir. 4 ve 7 numaralı denklemler ile de parçanın sırasıyla eksenel rijitliği ve eğilme rijitliği hesaplanabilmektedir.

Çalışmada Kullanılan Formüller

Çalışmada kullandığımız formüller aşağıdaki gibi sıralanmıştır;

- $$\omega_n = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_{dyn}}{m}} \quad (1)$$

$$600 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_{dyn}}{0.508}}$$

$$\mathbf{k_{dyn} = 7219\ N/mm}$$

- $$K_{statik} = \frac{K_{dyn}}{R} \quad (2)$$

$$K_{statik} = \frac{7219}{1.5}$$

$$\boldsymbol{K_{statik} = 4812.67\ N/mm}$$

- $$G = 0.086 \times 1.045^{Shore\ A} \quad (3)$$

$$\boldsymbol{G^* = 0.89\ MPa}$$

$$K_x = \frac{2\pi GL}{ln\frac{D}{d}} \quad (4)$$

$$\boldsymbol{K_x = 623.4 N/mm}$$

$$SF = \frac{4L(D^3 - d^3)}{3(D^2 - d^2)^2} \quad (5)$$

$$\boldsymbol{SF = 1.9}$$

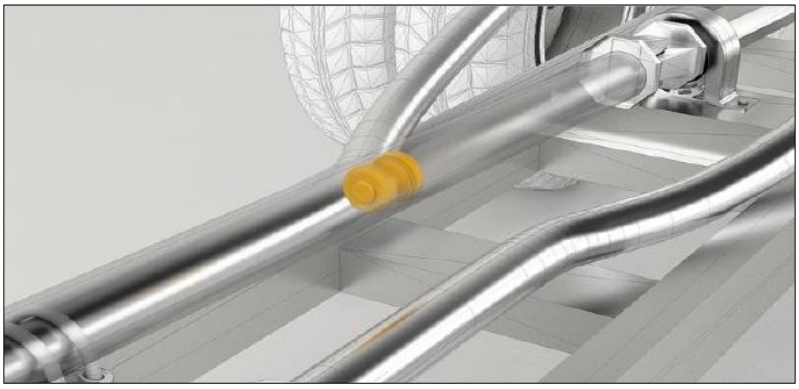
$$K_z = \frac{4\pi GL}{\frac{(SF^2+2.45)}{(SF^2+1.45)} ln\frac{D}{d} - \frac{(D^2-d^2)}{(D^2+d^2)}} \quad (6)$$

$$\boldsymbol{K_z = 5064.5\ N/mm}$$

$$K_\theta = \varphi GL \quad (7)$$

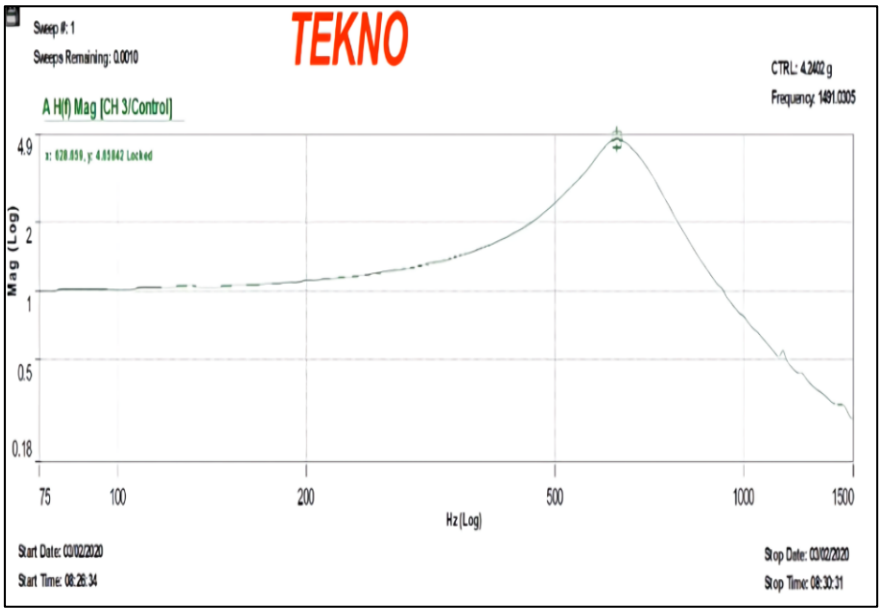
$$\boldsymbol{K_\theta = 9191 N.mm/°}$$

Test Aşaması



Şekil 1.4 Sönümleyicinin sistemdeki konumu

Analizlerini gerçekleştirdiğimiz kütlesel sönümleyici, diğer adıyla mass damper'ın SUV aracın güç aktarımında kullanılan mili temsil eden bir boruya montajı gerçekleştirilmiştir. Parçanın araç içi görünümü Şekil 1.4'te gösterilmiştir.



Şekil 1.5 Frekans tarama testi sonucu

Kauçuk malzemenin montajı sonrasında gerçekleştirilen frekans tarama testi ile milin doğal frekansı 75 Hz – 1500 Hz arasında radyal yönde 3G [RMS] genlikli ivme uygulanarak test edilmiştir. Frekans tarama testi sonucu Şekil 1.4'teki grafikte gösterilmiştir.

Sonuç

Gerekli hesaplamalar sonucunda titreşimin ana sebeplerinden biri olan ve güç aktarımı sırasında oluşan kardan milinin birinci modundaki doğal frekansına bağlı olarak mil kritik hıza eriştiğinde SUV aracın kardan milinin rezonans durumundaki genliği minimize edebilecek kütlesel titreşim sönümleyici, diğer bir adıyla "mass damper" parçasının tasarımı, hesaplamaları ve doğrulama çalışması yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 1.1 de gösterilmektedir.

Tablo1.1 Kütlesel sönümleyici tasarım girdileri ve sonuçlar

Girdiler	
D(mm)	74.8
T (°C)	-40 - +130
Çıktılar	
d(mm)	34.02
t(mm)	7.14
L(mm)	44.2
H(mm)	71.8
G*(MPa)	0.89
m (kg)	0.508
Sertlik (ShA)	54
SF	1.90
e_r(%)	11.3208
K_x(N/mm)	623.4
K_Y(N/mm)	5064.5
K_Z(N/mm)	5064.5
K_θ(N.mm/°)	9191.0
K_{dyn}(N/mm)	7219
ω_n(Hz)	600

Tablo 1.1'de görüldüğü üzere 74.8 mm çapta, 600 Hz frekans ve -40 +130 ℃ sıcaklık aralığında çalışabilen bir kütle sönümleyici imal edilmiştir. İmal edilen parça Şekil 1.6'da gösterilmiştir.



Şekil 1.6 Kütlesel sönümleyici

Tartışma

Yapılan çalışmada sonlu elemanlar metodu kullanmadan; geçmiş deneyimlerden edinilen kauçuk malzeme statik ve dinamik yay sabitleri oranından faydalanılarak milde meydana gelen titreşimleri sönümleyecek kütlesel sönümleyici parçanın analizi ve validasyonu gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda deneysel olarak firma know-how'ında bulunan analitik yaklaşımların doğruluğu doğrulama testleri ve bunu takiben ticarileşme ile yol şartlarında kanıtlanmıştır.

Kaynakça

[1] H.C. Kwon, M.C. Kim, and I.W. Lee, "Vibration control of bridges under moving loads.," Computers & Structures. vol. 66, no. 4, pp. 473–480, 1998.
[2] Wang J. F., Lin C. C., Chen B. L. Vibration suppression for high-speed railway bridges using tuned mass dampers. International Journal of Solids and Structures, Vol. 40, 2003, p. 465-491.
[3] Bonsel J. H., Fey R. H. B., Nijmeijer H. Application of a dynamic vibration absorber to a piecewise linear beam system. Nonlinear Dynamics, Vol. 37, 2004, p. 227-243.
[4] M. Soto, "Investigation of passive control of irregular building structures using bidirectional tuned mass damper," M.Sc. thesis, ,e Ohio State University, Columbus, OH, USA, 2012.
[5] M. Abbasi, "Investigating and evaluating the performance of mass-dampers regulated in reducing the non-elastic seismic requirements of tall buildings," M.Sc. thesis, University of Rajaee, Tehran, Iran, 2012.
[6] T.-C. Pan, A. Mita, and J. Li, "Vehicle-induced floor vibrations in a multistory factory building," *Journal of Performance of Constructed Facilities*, vol. 15, no. 2, pp. 54–61, 2001.
[7] J. M. W. Brownjohn, T. C. Pan, C. Middleton, S. C. Tan, and G. Yang, "Floor vibration serviceability in a multistory factory building," *Journal of Performance of Constructed Facilities*, vol. 30, no. 1, Article ID 04014203, 2016.
[8] M. Moghaddas, E. Esmailzadeh, R. Sedaghati, and P. Khosravi, "Vibration control of Timoshenko beam traversed by moving vehicle using optimized tuned mass damper.," Journal of Vibration and Control. vol. 18, no. 6, pp. 757–773, 2012.
[9] FURORE, R&D Technology Roadmap: A Contribution to the Identification of Key Technologies for a Sustainable Development of European Road Transport, Teknik rapor, EARPA, Ekim 2003.
[10] Hwang C.H., Lee B.H., A case study on the improvement of idle quality of an SUV car with diesel engine, SAE Technical Paper No 2003-01-1464, 2003.
[11]Jha S.K., Priede T., Origin of Low Frequency Noise in Motor Cars, 14th Automobile Tech. Congress of FISITA, London, 1972.
[12]Yang, Y.-B.; Cheng, M.C.; Chang, K.C. Frequency Variation in Vehicle–Bridge Interaction Systems. Int. J. Str.Stab. Dyn. **2013**, 13, 1350019.
[13] H. R. Karimi, W. Pawlus, and K. G. Robbersmyr, "A recursive model for nonlinear spring-mass-damper estimation of a vehicle localized impact," in *Proceedings of the 4th WSEAS International Conference on Energy and Development-Environment-Biomedicine*, pp. 473–478, Stevens Point, WI, USA, July 2011.
[14] J.P. DEN HARTOG, Mechanical Vibrations. , NEW YORK, 2008.

ORAL PRESENTATION

Endüstri 4.0 teknolojileri kullanılarak insan-makine arasında akıllı haberleşme sisteminin kurulması

Erkut Yiğit[1*] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8912-7267)*, N.Yusuf Toksöz[1] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1032-6701)*, A.Erdem Öner[1] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3865-7054)*

[*1]Toyotetsu Otomotiv Parçaları San. ve Tic. A.Ş. AR-GE Merkezi, Kocaeli, Türkiye.

*Sorumlu yazar e-mail: yigite@toyotetsu.com.tr

Özet

4. sanayi devrimiyle insan makine etkileşimi artmakta ve akıllı teknolojiler yaşamımızın her alanına hızla nüfuz etmektedir. Endüstri 4.0 teknolojileri üretim sektöründe bulunan fabrikalarda çalışan ekiplere yönelik farkındalığı ve verimliliği artıracak, zamandan tasarruf sağlayacak ve maliyeti azaltabilecek çok sayıda uygulama örneği barındırmaktadır. Endüstri ve Nesnelerin İnterneti (IoT) kavramlarının birleştirilmesi ile birlikte Akıllı Fabrika ve Endüstriyel Nesnelerin İnterneti (IIoT) kavramları ortaya çıkmıştır. IIoT, makine verilerinin izlenmesini ve çeşitli sinyaller kullanarak makinenin kontrol edilmesini sağlamakta, bu sayede üretim sürecini iyileştirmeye ve makinelerin bakım faaliyetlerini planlamaya da yardımcı olmaktadır. Karmaşık üretim süreçlerinin hızlı ve sorunsuz bir şekilde yönetiminin sağlanması ve kaliteli ürün beklentisi yazılım ve bilgisayar destekli olan akıllı fabrikalara ihtiyaç doğurmaktadır. Şirketler verimliliklerini artırmak ve yönetimsel kararları doğru şekilde verebilmek için gerçek zamanlı olarak sistemlerini izlemeye önem vermektedir. Tüm bunların sonucunda sürekli birbirleriyle iletişim halinde olan insanoğlu, makinelerle de dijital olarak iletişim kurabilir hale gelmiştir. Geleneksel yöntemde üretim sisteminin izlenebilirliği tamamen manuel olarak kişilere bağlı olarak sürdürülmektedir. İnsan faktörünün fazla olmasından dolayı; hem sürecin standart akışını hem de zamanın doğru yönetimini olumsuz etkilemektedir. Fabrika genelindeki anormal durumların insana bağlı sistemde eş zamanlı olarak yönetilmesi zor olduğundan verimliliğin düşmesine de neden olmaktadır. Bu çalışmada üretim hatlarında oluşan anormal durumlarda yetkili kişilere otomatik bilgi gönderen ayrıca tüm sürecin dijital ortamda izlenebilmesini mümkün kılan Akıllı Haberleşme Sistemi geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Akıllı Fabrika, Nesnelerin İnterneti, Akıllı Haberleşme.

Establishment of a smart communication system between human and machine using Industry 4.0 technologies

Abstract

With the 4th industrial revolution, human-machine interaction is increasing and smart technologies are rapidly penetrating every aspect of our lives. Industry 4.0 technologies contain many application examples that will increase awareness and efficiency, save time and reduce costs for teams working in factories in the production sector. With the merging of the concepts of Industry and Internet of Things (IoT), the concepts of Smart Factory and Industrial Internet of Things (IIoT) have emerged. IIoT enables the monitoring of machine data and control of the machine using various signals, thus helping to improve the production process and plan the maintenance activities of the machines. Ensuring the fast and trouble-free management of complex production processes and the expectation of quality products require smart factories with software and computer support. Companies attach importance to monitoring their systems in real time in order to increase their efficiency and make the right managerial decisions. As a result of all these, human beings, who are in constant communication with each other, have become able to communicate digitally with machines. In the traditional method, the traceability of the production system is maintained completely manually, depending on the people. Due to the high human factor; It negatively affects both the standard flow of the process and the correct management of time. Since it is difficult to manage the abnormal situations throughout the factory simultaneously in the human-dependent system, it also causes a decrease in productivity. In this study, an Intelligent Communication System was developed, which automatically sends information to authorized persons in abnormal situations occurring on production lines, and also enables the whole process to be monitored in digital environment.

Keywords: Industry 4.0, Smart Factory, Internet of Things, Smart Communication.

GİRİŞ

Endüstri 4.0, üretimin tüm birimleriyle gerçek zamanlı bilgi paylaşımına dayalı, yazılım, dijital veri ve bilişim teknolojilerinin birbiriyle entegre bir şekilde çalıştığı ortak bir değer zinciridir (Ak U., 2018). Artan rekabet koşulları ile birlikte modern pazarın taleplerini karşılamak için, fabrika konsepti değişmeye başlamıştır. Geleneksel fabrikalar, yerini akıllı dijital fabrikalara bırakmaktadır (Bysko ve ark., 2018). Bilişim teknolojisinin ve üretim endüstrisinin derinlemesine birleşimi ile fabrika konseptinde gelişmeler yaşanmaktadır. Her ne kadar aynı kavramları paylaşmasalar da, makineler ve üst yazılım sistemleri arasındaki bağlantılar, temel bir gereklilik haline gelmiştir. Çalışan makinelerden gerçek zamanlı olarak bilgi edinme, iletme, analiz etme ve kullanma ve ardından talimatların makinelere geri bildirimi son yıllarda önem kazanmıştır (Liu ve ark., 2020). Akıllı fabrikalar, karmaşık üretim süreçlerini hızlı ve sorunsuz bir şekilde yönetebilen, çıkan ürünlerin de daha kaliteli, daha sorunsuz ve daha uzun ömürlü olduğu, otonom robotlarla üretimin gerçekleştiği fabrikalar olarak tanımlanmaktadır. En büyük avantajı ise üretimi her aşamada anlık olarak izleyip kontrol altında tutabilmek ve olası arızaları oluşmadan önce tespit edebilmektir. Akıllı fabrika sistemi, üretim sürecinin kontrol edilebilirliğini arttırmayı, üretim hatlarına elle müdahaleyi azaltmayı, izlenecek verileri gerçek zamanlı olarak doğru bir şekilde toplamayı ve üretim planlamayı formüle etmeyi amaçlamaktadır (Lee ve ark., 2018). Endüstri 4.0 kavramıyla birlikte sunulan; Nesnelerin İnterneti (IoT), Bulut Bilişim (Cloud), Büyük Veri (Big Data) ve Yapay Zeka (Artificial Intelligence) gibi teknolojilerdeki hızlı gelişmeler yeni nesil dijital akıllı fabrikaların uygulanabilirliğini mümkün hale getirmiştir. Gelişmiş sistemler arasında yatay-dikey entegrasyon ve tüm süreç boyunca mühendisliğin uçtan uca dijital entegrasyonu Endüstri 4.0'ın olmazsa olmaz teknolojileridir (Jian ve ark., 2016).

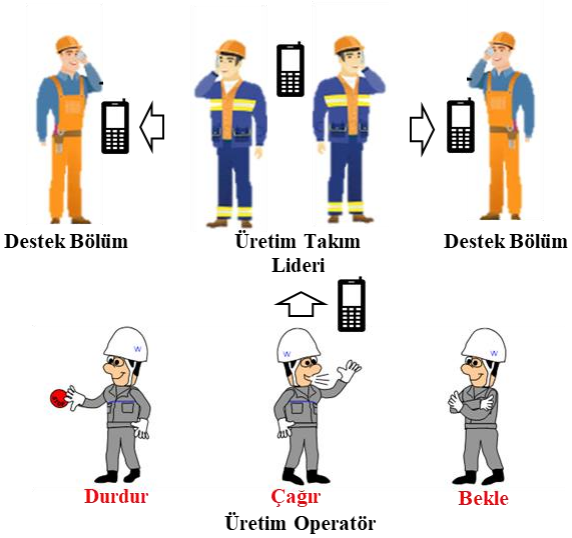
Günümüzde, sürekli olarak gelişen teknolojilerle birlikte dijitalleşen ve otomasyon seviyesi artan üretim hatlarında arıza yaşanması olasılığı, yapının mekatronik olarak kompleks hale gelmesinden dolayı artmaktadır. Firmalar arasındaki rekabetçi ortamdan ve şirketlerin kalite hedeflerinden dolayı hatlarda oluşabilecek üretim problemlerinin azalması ve üretim süreçlerinin risksiz ve sürekli olarak standarda uygun şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Ürün üretim sürelerinin azalmasıyla birlikte üretim kapasiteleri de artmaktadır. Buna bağlı olarak üretim hatlarında tedarik ve sevkiyat kaynaklı beklemeler oluşabilmektedir. Üretimde anormal durum (arıza/problem/bekleme) yaşandığında ilgili kişiler, mevcut durumda sorumlu kişilere telefon, kısa mesaj veya birbirine seslenerek haber vermektedir. Anormal durum oluştuğundaki süreç kişilere bağlı şekilde ilerlemekte ve standart akış sağlanamamaktadır. Süreç akışı kişilere bağlı ilerlediğinden hatlarda verimsizlik, standart dışı işleyiş gibi farklı problemlere neden olmaktadır. Üretim hatlarında oluşan anormal durumların hızlı bir şekilde önüne geçebilmek için Akıllı Haberleşme Sisteminin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Mevcut çözümlerin yetersizliği ilgili teknik alanda bir geliştirme yapmayı zorunlu hale getirmektedir.

MATERYAL VE METOD

Bu çalışma otomotiv sektöründe faaliyet gösteren Toyotetsu Otomotiv Parçaları San. ve Tic. A.Ş.'de gerçekleştirilmiştir. Fabrika makine ağı genel olarak; sıcak ve soğuk pres hatları, lazer kesim hatları, robotik ve manuel kaynak hatları ve kalıp imalatı yapılan CNC hatlarından oluşmaktadır. Akıllı Haberleşme Sistemi tüm bu üretim hatlarındaki haberleşmeyi dijitalize edecek şekilde tasarlanıp uygulanmıştır.

Analiz

Geleneksel haberleşme yönteminde, üretim hatlarında çalışan operatörler herhangi bir anormal durum ile karşılaştıklarında durdur-çağır-bekle kuralı uygulamakta ve kendi takım liderine haber vermektedir. Takım liderleri de problemin sebebini anlayıp ilgili destek bölümlerini (bakım, kalite, lojistik) çağırmaktadır. Kişiler arasındaki bu haberleşme sistemi manuel olarak işlemekte ve aradaki iletişim verimli bir şekilde yürütülemediğinde duruş süreleri uzamaktadır. Bu durum hatların verimliliğinin düşmesine neden olmaktadır. Kayıp sürelerin kayıt altına alınma işlemleri yine manuel olarak yapıldığından anormal durumların takibini zorlaştırmaktadır. Şekil 1'de anormal durum esnasında personeller arasında gerçekleşen telefon haberleşmesi gösterilmiştir. Bu senaryoda anormal durumun hangi sebeple ne zaman başladığı, ilgili destek bölümlerine ne zaman bildirildiği, destek bölümlerinin ne kadar sürede müdahale ettiği ve problemin ne zaman giderildiği gibi sorular net olarak bilinmemektedir. Belirsizliklerin olduğu bir anormal durum senaryosunu da anlık olarak veya geçmişe dönük takip etmek zorlaşmaktadır.



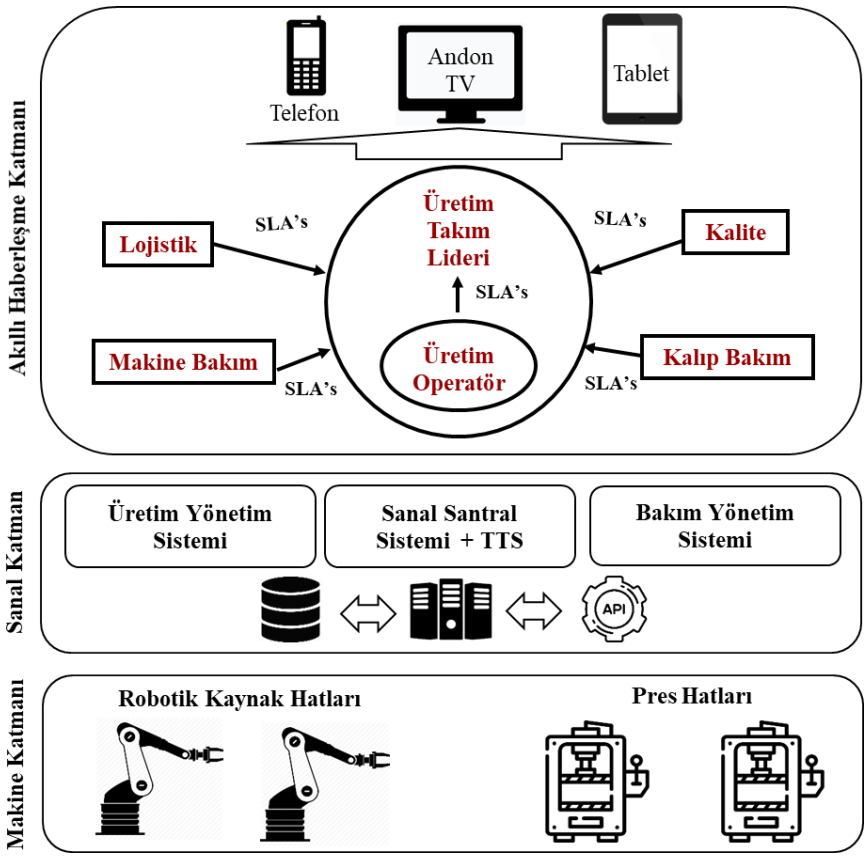
Şekil 1. Geleneksel Haberleşme Sistemi

Fabrika genelinde hali hazırda birbirleriyle entegreli çalışan Üretim Yönetim Sistemi (MES), Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) ve Bakım Yönetim Sistemi (CMMS) yazılımları Akıllı Fabrika sistemi olarak adlandırılmıştır. Üretim verileri, hatlardaki kontrolcülerden (PLC) toplanmakta ve MES yazılımında üretim kapasitesi, verimlilik ve duruş hesapları yapılarak ilgili kişilere gerçek zamanlı olarak raporlanabilmektedir. ERP sisteminde planlama ve maliyet hesapları için ihtiyaç duyulan veriler de MES sistemiyle yapılan entegrasyon sayesinde alınabilmektedir. Bakım ekibinin kullandığı CMMS yazılımında arızaya kimin müdahale edeceği, müdahale içeriği, bozulan veya değiştirilen parçalar kayıt altına alınmaktadır. Üretimdeki anormal durumun içeriğine göre tüm bu dijital yapıdan bağımsız olarak üretim, makine bakım, kalıp bakım, kalite kontrol ve lojistik bölümleri aralarında telefon haberleşmesi kurmaktadır.

Günümüz teknolojisi, diyaloğa dayalı arayüzlere yönelmektedir. Kullanıcılar cihazlarıyla konuşarak etkileşime girmekte; karşılarında insan varmışçasına bir diyalog kurarak çeşitli işlemlerini gerçekleştirebilmektedir. Konuşma Sentezi (Text to Speech-TTS), elektronik ortamdaki yazıları insan sesi doğallığında ve net bir şekilde seslendirmektedir. Sanal Telefon Santrali servisleri içerisinde Konuşma Sentezi servisini de hazır paket olarak sunabilmektedir. Sanal katmana ilave edilecek yazılım arayüzü (Application Programming Interface-API) sayesinde dijital olarak otomatik telefon çağrıları yapılması, sesli mesajlar ve akabinde kısa mesaj (sms) gönderilmesi mümkün olmaktadır. Sanal santrallerin eski tip fiziksel telefon santrallerinden farkı, internet üzerinden çalışmasıdır. İletişim, kurulum, bakım ve kontrol tek arayüz üzerinden kullanıcılar tarafından yapılmaktadır.

Tasarım

Bu bölümde Akıllı Fabrika sistemine entegre edilecek Akıllı Haberleşme Sistemi yazılımının ve tüm entegrasyon sürecinin tasarımları yapılmıştır. Dijital olarak üretim hattındaki makine ile sorumlu kişi arasında kurulacak Akıllı Haberleşme Sisteminde arızaya ve kişiye özgü çağrı yapılabilecek şekilde tasarımlar gerçekleştirilmiştir. Şekil 2'de belirtildiği üzere yapılan tasarım; makine katmanı, sanal katman ve Akıllı Haberleşme katmanından oluşmaktadır. Makine katmanında; üretim hatlarındaki robotlar, pres makineleri v.b diğer makineler bulunmaktadır. Sanal katmanda Üretim Yönetim Sistemi (MES), Bakım Yönetim Sistemi (CMMS) ve Sanal Santral Sistemi yer almaktadır. Akıllı Haberleşme katmanında ilgili personele dijital olarak gönderilen sesli ve yazılı mesajlar, bakım personelinin kullandığı tabletlere otomatik gönderilen arıza bildirimleri ve üretim hatlarındaki andon televizyonlarda tüm personelin görebileceği görsel uyarılar bulunmaktadır.



Şekil 2. Akıllı Haberleşme Sistemi Tasarımı

Makine katmanından uç noktadaki sorumlu kişiye bildirimler yapılırken aşağıdaki gibi bir yol izlenecektir.

-Anormal durum esnasında sorumlu hat operatörü, operatör panel (HMI) üzerinden destek talebinde bulunur.

-Üretim takım lideri hatta gelir, kartını kart okuyucuya okutur. HMI üzerinden hatta geldiğini seçer, arızaya müdahale eder, hattın son kontrollerini yapar ve hattı takip eder. İşi bittiğinde HMI üzerinden işlemlerin bittiğini gösteren seçimi yapar. Tüm işlemlerin akış süreleri ve zamanları sisteme kaydedilir. Takım lideri arızayı gideremediği durumlarda, teknik destek ekibini HMI üzerinden seçim yaparak çağırır.

-Teknik destek ekibi hatta gelir, kartını kart okuyucuya okutur, arızayı giderir ve yetkili kişi ile birlikte hattın son kontrollerini yapar ve hat takip edilir. Yapılan işlemler, süreleriyle birlikte sisteme kaydedilir ve işlem sonlanır.

Tablo 1'de Akıllı Haberleşme sistemi entegrasyonu için gerekli örnek veritabanı tablosu gösterilmiştir. MES yazılımı ile anormal durum yaşanan üretim hatlarından alınan hat numarası, parça numarası, arıza bilgisi, vardiya bilgisi ve sorumlu kişi bilgileri sayesinde hangi hattan çağrı açıldıysa o hatla ilgili bilgiler otomatik olarak veritabanından aktarılacak şekilde tasarım yapılmıştır.

Tablo 1. Akıllı Haberleşme Sistemi Veritabanı Tablosu

Departman	Hat No	Parça No	Vardiya	1.Sorumlu No	2.Sorumlu No	Mesaj
Üretim-kaynak	A1-06-1	-	A	xxxx	xxxx	... anormal durum...
Üretim-pres	4-1-1	-	B	xxxx	xxxx	... anormal durum...
Lojistik	A1-08-1	xxxxx	B	xxxx	xxxx	... parça stoğu tükendi...
Kalite	A1-08-1	-	A	xxxx	xxxx	...kalite problemi....
Makine Bakım	6-1-2	-	C	xxxx	xxxx	...arıza yaşanmakta...
Kalıp Bakım	3-1-2	-	A	xxxx	xxxx	...kalıpta problem...

Uygulama Geliştirme

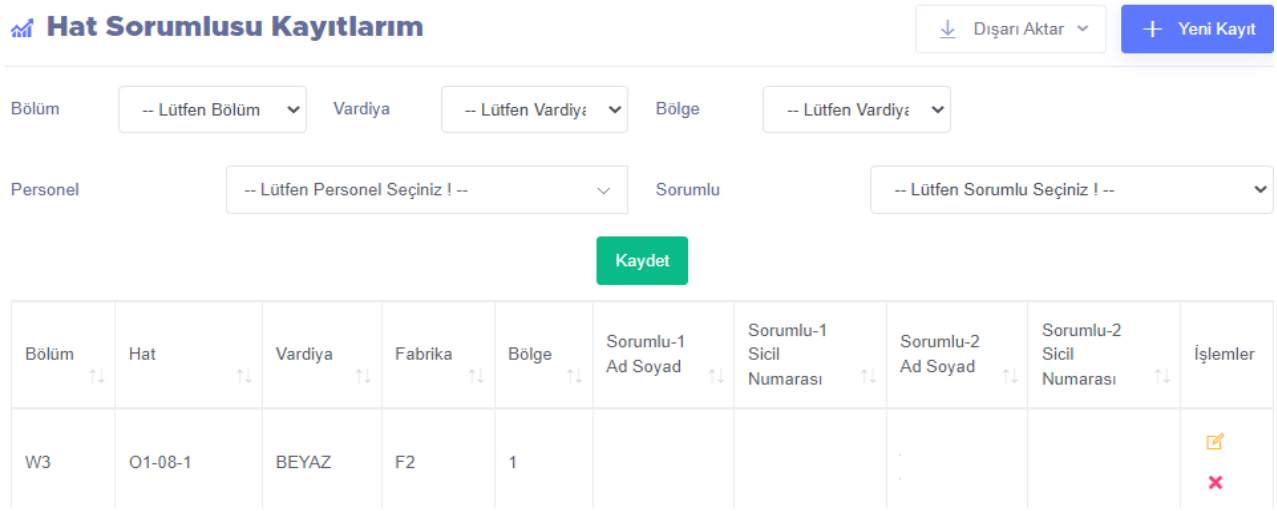
Bu bölümde tasarımı yapılan mimariye göre Üretim Yönetim Sistemi (MES), Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemi (CMMS) ve internet tabanlı çalışan Sanal Telefon Santrali Sistemi entegrasyonu yapılmıştır. Sanal

katmanda entegrasyonu sağlayacak API kodları yazılmış hem de makine katmanı seviyesinde yazılımlar yapılmıştır. Yapılan işlemlerin operatör ve takım lideri tarafından kontrol edilip yönetilebilmesi için makine HMI'larına ekran tasarımları yapılmıştır. Böylece operatörün HMI ekranından seçtiği anormal durum verileri PLC'ye aktarılıp oradan da yazılım vasıtasıyla Akıllı Haberleşme Sistemi yazılımına aktarılacaktır.

İnternet üzerinden çalışan yeni nesil sanal telefon santrali servisi entegrasyonu sayesinde Akıllı Fabrika sisteminden gelen bilgiler otomatik olarak telefon çağrılarına dönüştürülmektedir. İlgili kişi çağrıyı cevapladıktan hemen sonra sesli mesajı duymakta ve bu arıza bilgisi kısa mesaj olarak da ayrıca gönderilmektedir. Sistemin genel akışı aşağıdaki gibi olmaktadır:

Yazılım hat numarasına göre mevcut vardiyadaki sorumlu kişinin ismini ve cep telefon numarasını ilgili veritabanı tablosundan bulmakta, ilgili kişinin fabrikaya gelip gelmediğini fabrika girişi ana turnike kayıtlarından bakmakta ve eğer sorumlu kişi fabrikadaysa kendisine arama yapmaktadır. Sorumlu kişi, gelen telefon çağrısını yanıtlayıp sesli mesajı dinledikten sonra sistem tarafından kendisine ayrıca yazılı kısa mesaj gönderilmektedir. Eğer kişi cep telefonuna gelen çağrıyı yanıtlamazsa, sistem 3 kez ardarda arama yapmaktadır. 3 kez aramasına rağmen kişi hala cep telefonunu açmazsa, sistem sorumlu kişinin üst amirini ilgili veritabanı tablosundan bulmakta ve arama yapmaktadır. Bu şekilde arıza bilgisi uçtan uca iletilmiş olacaktır.

Şekil-3'de gösterildiği üzere hatlardaki sorumlu üretim takım liderleri ve destek verecek olan bakım, kalite ve lojistik personellerinin girişlerinin yapılacağı web portalı yazılımı da yapılmıştır. İlgili bölgedeki ilgili arızaya hangi personelin bakması gerekiyorsa bu arayüz üzerinden sorumluların girişleri basitçe yapılabilecektir.



Şekil 3. Hat Sorumlusu Kaydı için Web Arayüzü

Şekil 4'de üretim hatlarından açılan çağrıların takibi web ortamından izlenebilir hale gelmiştir. Müdahalesi tamamlanan çağrılar yeşil renkli olarak gösterilmiştir. Bu tabloda, anormal durumun hangi hatta ne zaman oluştuğu, sorumlu takım liderinin ne zaman hatta geldiği ve ne kadar süre müdahalede bulunduğu, arızanın bakım bölümüne ne zaman bildirildiği ve ne kadar sürede arızanın tamamlandığı izlenebilmektedir. Bakım bölümü tabletlerinden giriş taptıkları arıza müdahale içerikleri de yine bu tablodan izlenebilmektedir.

Hat	Durum	Oluşturulma	Op	TL Tepki	TL Müdah	Opir	MM Tepki	MM M	MM D	Planli	Hata	Kök Neden	Önlem	Toplam Duruş
O2-03-1	TL MM Onayı Bekleniyor	November 23, 2021 9:23 AM		00:00:00	00:00:10		00:01:34	00:03:09	00:00:06	Acil	PLC ARIZALARI	RUTİN KONROL	ARIZA GİDERİLDİ	-
10-2 LC	Teknik Destek Bekleniyor	November 23, 2021 8:50 AM	-	00:00:00	00:00:51		-	-	-	Acil	LAZER MEKANİK	-	-	-
M4-04-1	TL MM Onayı Bekleniyor	November 23, 2021 8:24 AM		00:00:00	00:00:12		00:01:03	00:02:55	00:00:06	Acil	PLC ARIZALARI	ALAN SENSÖRÜ ARIZALI-AYARI KAÇIK	ARIZA GİDERİLDİ	-
M5-10-1	Sonlandırıldı	November 23, 2021 3:00 AM	-	00:00:00	00:00:06		00:02:51	00:17:07	00:00:03	Acil	TEL SÜRME ARIZALARI	VARİLDE TEL BİTMİŞ	ARIZA GİDERİLDİ	05:28:36

Şekil 4. Dijital Arıza Kayıtları Web Arayüzü

BULGULAR ve TARTIŞMA

Geliştirilen yöntem ile üretim hatlarında oluşan anormal durumlarda yetkili bir kişinin çağırılarak üretimdeki sorunların hızlı bir şekilde çözülmesini ve sürecin takip edilerek ilerlemesini sağlayan bir haberleşme sistemi devreye alınmıştır. Üretimde insan müdahalesini olabildiğince aza indirerek üretim, kapasite ve kalitesinin artırılmasını amaçlayan bu sistem sayesinde üretim akışının her aşamasında kontrolün ve gerekli önlemlerin yerinde ve anında yapılabilmesi için çalışmalara başlanmıştır.

Akıllı Haberleşme sisteminin yaklaşık %50'lik kısmı devreye alınan kaynak hatlarından günlük ortalama 20 kez üretim takım lideri çağrısı, 5 kez lojistik bölümü çağrısı, 30 kez makine bakım bölümü çağrısı, 3 kez kalite kontrol bölümü çağrısı gelmektedir. Tamamı devreye alınan pres hatlarından günlük ortalama 25 kez üretim takım lideri çağrısı, 15 kez makine bakım bölümü çağrısı, 10 kez kalıp bakım bölümü çağrısı ve 2 kez kalite kontrol bölümü çağrısı gelmektedir. Tüm fabrika geneli için hesaplama yapıldığında Akıllı Haberleşme sistemi günlük ortalama 170 kez telefon çağrısı yapmaktadır. Anormal durum bilgilendirme sesli mesajları telefon yanıtlandıktan sonra yaklaşık 5-6 saniye sürmektedir. Bu sesli mesaj anlaşılamama riskine karşın yazılı olarak da kısa mesaj olarak gönderilmektedir. Makinedeki arızanın içeriği direkt olarak ilgili kişiye aktarılması problemin çözümünü de hızlandırmaktadır. Günlük ortalama 170 kez telefon çağrısının manuel olarak yapıldığı düşünüldüğünde ilgili kişinin telefonunun bulunması, aranması ve arıza detaylarının aktarılması minimum 60 saniye sürmektedir. Devreye alınan sistem sayesinde 10 kat daha verimli bir haberleşme sistemi kurulmuştur. Bu sayede anormal durum bildirimlerinin optimize edilmesiyle günlük 2 buçuk saatlik zaman kazancı sağlanmıştır.

Akıllı fabrika sistemi verileri ile kişilerin kağıtlara yazdığı veriler karşılaştırıldığında bir kısmının kayıt altına alınmadığı da görülmüştür. Hatlarda kısa zamanlı duruşa sebep olan anormal durumların Akıllı Fabrika sistemi sayesinde ölçülebilmesi, bu duruşlar üzerinde verimlilik arttırma çalışmalarını da tetiklemiştir.

SONUÇ

Üretimde insan müdahalesini olabildiğince aza indirerek üretim, kapasite ve kalitesinin artırılmasını amaçlayan bu sistem sayesinde standart akışının sağlanarak her aşamada kontolün dijital olarak yapılması sağlanmıştır. Sistem takipleri ve kontrolleri yazılım programları ile yapılarak daha güvenilir ve gerçekçi sonuçlar elde edilmiştir. Akıllı fabrika çalışmaları ile üretim hatlarının gerçek zamanlı olarak izlenmesi, duruşların, hataların ve arızaların daha detaylı analiz edilmesini sağlamıştır. Bu sayede sistemin verimlilik, kalite artışı ve maliyet azaltımı gibi çıktıları olmuştur.

Akıllı fabrikanın uygulanması için bir çok alanda işbirliği gerektiğinden, bazı teknik zorluklarla karşı karşıya kalsa da, mevcut teknolojileri eşzamanlı olarak uygulayarak ve teknik ilerlemeleri teşvik ederek çalışmalara devam edilmektedir. Önümüzdeki süreçte fabrika genelinde yapay zeka teknolojilerine daha çok yer verilmesi hedeflenmektedir. Yapay zeka, nesnelerin interneti, büyük veri ve bulut bilişim gibi gelişen bilgi teknolojileri ile Endüstri 4.0'ın akıllı fabrikasının hayata geçirilebileceğine inanmaktayız.

KAYNAKLAR

Ak U 2018. Endüstri 4.0 uygulamalarının makine verimliliğine etkisi ve beyaz eşya üretim sektöründe bir uygulama, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Bysko S, Krystek J, Bysko S 2020. Automotive Paint Shop 4.0, Computers and Industrial Engineering, vol.139, 105546.

Halenar I, Juhasova B, Juhas M 2017. Design of a Communication Scheme in a Modern Factory in Accordance with the Standard of Industry 4.0, Research Papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology, vol.24, no.39, pp.101-109.

Jian Q, Ying L, Grosvenor R 2016. "A categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond", Procedia CIRP, vol. 52, pp. 173-178.

Lee G, Kim M, Quan Y 2018. Machine health management in smart factory: a review, J. Mech. Sci. Technol. 32 (3): 987–1009.

Liu W, Kong C, Niu Q, Jiang J 2020. A method of NC machine tools intelligent monitoring system in smart factories, Robot. Comput. Integr. Manuf., 61, 101842.

ORAL PRESENTATION

A Practical Technique Based on Laser Etching to Design Interdigitated Electrodes for Supercapacitors

Nahid Aghabalapoor Keshtiban[1*] *(https://orcid.org/0000-0002-8922-403X)*, Ali Gelir[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6534-2253*) Beril Güldikti[1] *(https://orcid.org/0000-0001-5703-8374)*,Tugce Pinar Ozturk[1, 2] *(https://orcid.org/0000-0002-5952-2896)*

[*]Istanbul Technical University, Physics Engineering Department, Istanbul, Turkey.
[2] Gebze Technical University, Physics Department, Kocaeli. Turkey

Abstract

This paper mainly illustrates the design and fabrication of interdigitated electrodes by Laser etching technology. Laser etching has been used for the micro-and nano patterning on the solid surfaces. Material that is utilized in this process is poly(3,4-ethylenedioxythiophene)polystyrene sulfonate (PEDOT:PSS) because it has high conductivity and also it has elevated electrical properties. The graphite and dimethylsulfoxide (DMSO) are the other materials used for the synthesize of the electrodes to enhance the conductivity of PEDOT:PSS films. Electrodes with different patterns were designed with Inkscape software and then etched by using laser at 450 nm wavelength. The clean, smooth, and straight edges were accomplished after the electrode patterning with laser etching devices. The resistance of the electrodes were measured with four probe device after laser patterning. To characterize the electrochemical property of the electrodes, CV measurements were performed in KOH solution. It was observed that the electrodes with patterns in triangular shape has higher performance than the electrodes with rectangular patterns.

Keywords: Interdigitated Electrode, Laser Etching, Conductive Polymer

INTRODUCTION

Many technologies and applications require energy storage systems that can store and release large amounts of energy and provide stable power source. (Andres, B et al., 2012)The development of cost-effective energy storage technologies is very important. Electrochemical energy storage systems (EES) are capable of fulfilling the demand for energy and supply. EES technologies are classified as batteries and supercapacitors (SCs). (Conway, B et al., 1999)

Batteries are able to deliver high energy density while their power density is very low because of the faradaic reactions. In fact, moving the charge in the structure of the electrode material leads to slower charging and discharging and this resulting in reduced power density. (Bender et al,.1995). Because of this limitation, we cannot use batteries for applications that require high power density. On the other side, SCs have mostly physical interactions that provide a high-power density. Because SCs are based on electrostatic charge separation, they have much faster charge/discharge cycles (Chukwuka et al., 2012). SCs have higher surface area and thinner dielectric that make the devices with high capacitance. These are important advantages of SCs compared to other energy storage devices, and making them suitable for a wide range of applications such as wind turbines, hybrid vehicles, aircraft securities, electrical power generation systems, solar energy system, etc (Han,Y et al., 2018).

SCs are classified into three categories according to their charging mechanism, which are electrical double-layer capacitors (EDLCs), pseudo capacitors, hybrid capacitors. EDLCs are mostly constructed by using activated carbon (AC) electrode which has high surface area due to the high porosity (Yin, Y et al., 2012). In the EDLCs, the ions are accumulated at the interface of the electrode and the electrolyte. The charges are stored electrostatically since there is no transfer of charges between the electrode and the electrolyte. On the other hand, conducting polymers or metal oxides as the electrode material are used in pseudocapacitor. They are SCs in which faradaic reactions occur at the interface of the electrode and the electrolyte. Faradic capacitors have higher capacitance than the non-faradic capacitors. (Cai, X et al., 2014). Due to the limitations of each type, many attempts have been made to fabricate hybrid SCs that combine the advantages of both EDLCs and

pseudocapacitor to improve the electrochemical performance (Son D et al., 2014). In hybrid capacitors, one of the electrodes is EDLC character while the other is pseudocapacitive. (Hui, C et al., 2019)

The conventional architecture of SCs is sandwich type, solid-state electrolyte sandwiched between two electrodes, because it has simple structure and easy to fabrication. Sandwich type SCs facing problems like ion transport resistance that need to large thickness of electrolyte (Pang, Y et al., 2020). In addition, by increasing the ion transport resistance cause to decrease in the power density (Gua, L et al.,2012).To overcome these problems, supercapacitors with in plane interdigitated configurations have been fabricated and they have advantageous compared to other SCs (Hong, Y et al., 2019).

By lowering the spacing between the electrodes, the ionic transport resistance decreased due to minimising the path of the ion channels between electrodes. In the interdigitated SCs, the inter space between the electrodes can be optimised to obtain high capacitance and special patterns can easily be constructed by using methods like laser etching, lithography, ink-jet printing, e- beam lithography. (Bähnisch R et al., 1999) The other advantage of interdigitated architecture is the decreasing the risk of short-circuit because the electrode fingers are electrically isolated from each other. (Delaporte P et al., 2015)

Among all of the techniques, laser etching is mostly preferred in the construction of plane interdigitated SCs due to the practical, shape-adaptability, excellent ability to control and low cost to fabricate properties (P. Van Gerwen et al., 1998) Laser etching has the benefit of allowing for easy manufacturing of micro patterned electrodes, allowing gaps and electrode fingers to be produced in the micro pattern and delicately integrated on the same substrate.

In this study, interdigitated electrodes were constructed on the PEDOT:PSS layer by using Laser etching technology. The effect of the shape of the patterns on the SC properties were evaluated in KOH solution and it was observed that the electrodes with patterns in rectangular shape has higher performance than the electrodes with triangular patterns.

2. Materials and Methods

2.1 Materials

Poly(3,4-ethylenedioxythiophene):polystyrenesulfonate (PEDOT:PSS) was used for the conductive coating and it was obtained from Heareus Epurio Clevios, Dimethyl sulfoxide (DMSO) was purchased from Sigma-Aldrich and graphite powder from domestic suppliers. Silver paste SCP was purchased from Sigma-Aldrich for use as a current collector.

2.2 Preparation of Coatings

To prepare PEDOT:PSS/Graphite film, DMSO was added to PEDOT:PSS at the ratio of 20:1(wt/wt) and stirred at room temperature for 10 min. After stirring the graphite powder was added to the solution at the ratio of 10:1 (wt/wt) and then the mixture was sonicated for 10 min at room temperature. The resulting solution was poured on the glasses, which current collectors were drawn on it using silver paste, with a drop-casting method. When the solution was spread on the glass subtract, the sample was dried in the oven at 70 ^{o}C for 15 min. A schematic drawing was given in Fig. 1.

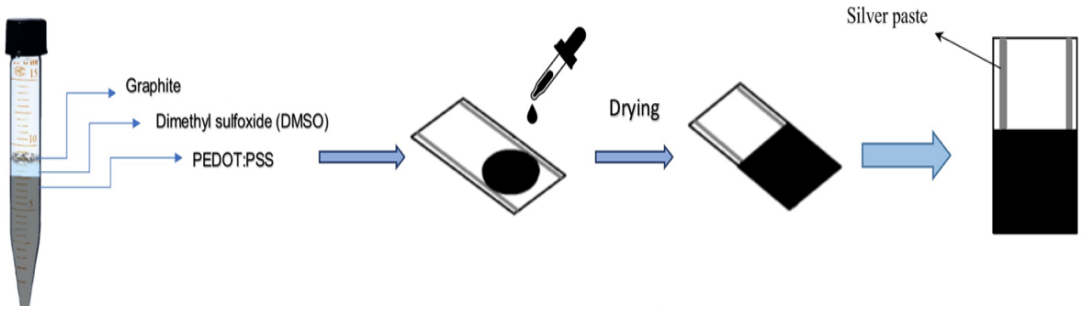


Figure 1. Schematic representation of the coating procedure of glass substrate to obtain PEDOT:PSS film with silver current collectors.

2.3 Designing the patterns

The patterns were drawn on the coated glass samples by using laser etching method. The etching procedure was started with the creation of the required g-code of the pattern, which was then transferred to a CNC machine with a laser head via the GRBL-LASER program. The g-codes were obtained by using Inkscape software. Inkscape software was used to design the desired pattern and convert them to g-code. GRBL-LASER, one of the finest windows g-code streamers for laser engraving and laser position adjustment, was used to send the obtained g-code to laser device. Three parameters power, speed and z-axis were optimized through fabrication processes. Power refers to power of the laser beam, speed demonstrates the laser nozzle rate of movement along the x and y direction and z-axis used to adjust the focal point of the laser in the sample. After that g-code of pattern was obtained and position of laser nozzle was adjusted, etching was started by executing the command given by Program as shown in Fig.2a. G-codes of desired patterns were shown in Fig 2b. The laser used in the etching process has 5.5 W power at 450 nm wavelength as shown in Fig.3.

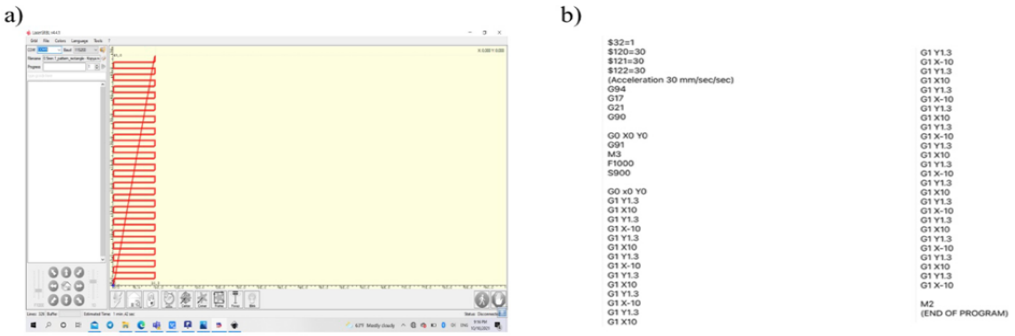


Figure 2. (a) An example image of GRBL-LASER program, (b) an example of g-code that obtained from Inkscape program.

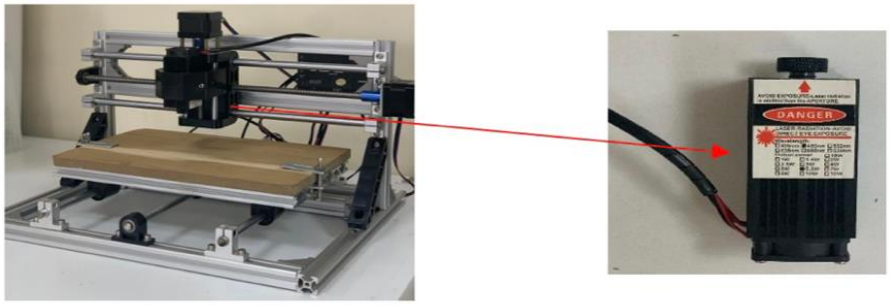


Figure 3. (a) CNC with laser head and (b) the laser device used for drawing the patterns on the electrodes.

3. Results and Discussions

The PEDOD:PSS/Graphite film was etched with laser devices that controlled with a CNC machine without use of any photo resistive material or mask. Various kinds of patterns were produced by using laser etching techniques. This technique was applied to many other kinds of carbon-based films with different dimensions and spacing. After optimisation of the various experimental parameters as mentioned before, interdigitated SCs were designed and fabricated on the films. The first electrode was created as an interdigitated pattern. As shown in Fig. 4, the overall dimensions of first electrodes were 30mm x 30mm, comprising an interdigitated pattern with a width (W) of 1.3 mm and a length (L) of 10 mm, as well as the gap between two electrodes is (d).

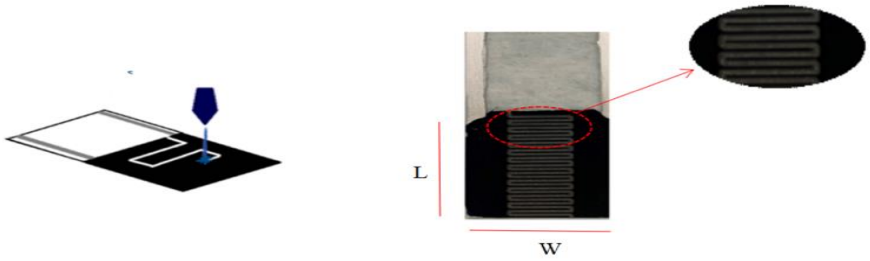


Figure 4. Interdigitated pattern with rectangular fingers.

As previously stated, the laser etching process was used to create different patterns with different dimensions in order to evaluate the performance of SCs. Other patterns, that was designed and etched on glass substrate, are triangular, rectangular, and complex patterns as illustrated in Fig. 5. All of the patterns were designed in Inkscape software and sent to laser device with LASER-GRBL software to perform the etching process. The overall dimensions of electrodes were 35mm x 10 mm including an interdigitated pattern with width (W) that is 3mm and length (L) that is 35mm.

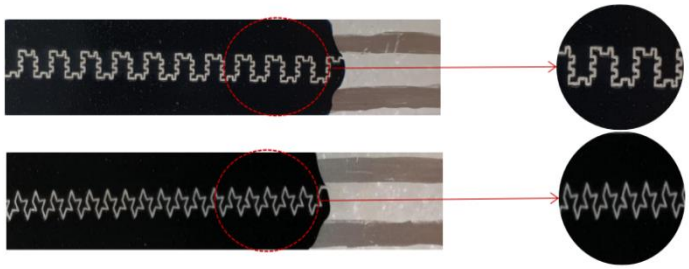


Figure 5. Different interdigitated patterns etched on the electrodes.

Electrodes with different spacing can be designed and etching with laser devices. The interdigitated electrodes with different spacing between anode and cathodes was shown in Fig. 6. Spacing was adjusted by repeating g-codes with 0.05 mm shift in their width and they were set as 0.25, 0.5, 0.75, and 1mm.

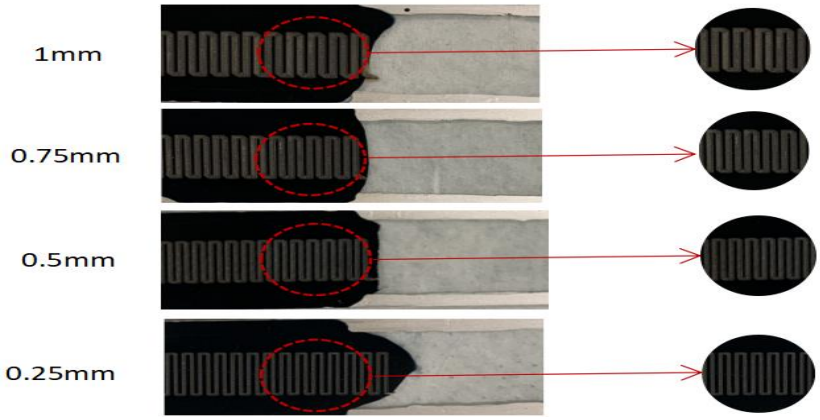


Figure 6. Rectangular interdigitated electrodes with different spacings.

As mentioned before, the laser power and the speed are parameters that must be optimized depending on the electrodes and applications, especially the coating thickness and the substrate type. In this study, glass substrates were used, which were coated with electrode material. Fig. 7 shows the picture of the electrodes that were patterned with various laser powers. The power levels used in this study were set to 100, 200, 300, 400, and 600 mW. It can be noticed from Fig. 7 that at low powers, the finger lines are not entirely ablated and the electrically isolation between anode and cathode could not be achieved. However, at high power levels (more than 300 mW), finger lines were completely ablated and electrically isolated from each other. On the other hand, in higher laser power, the width of finger lines were increased due to increased spot size of laser beam during the laser ablation process and the lateral heat transportation to illuminated regions.

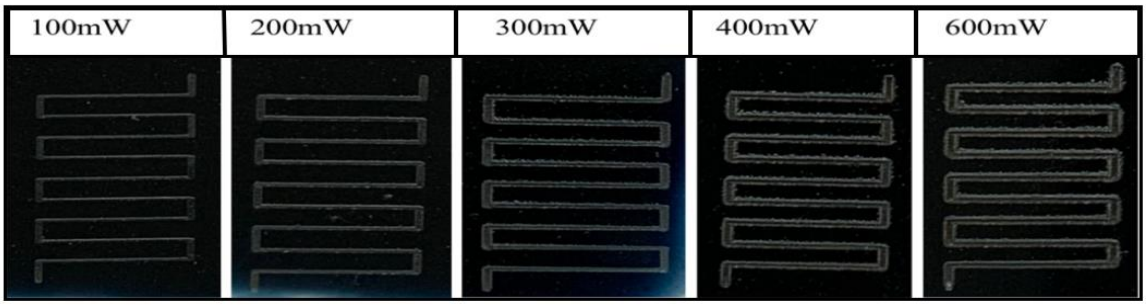


Figure 7. Patterns prepared at different laser powers.

Cyclic voltammetry (CV) is an electrochemical technique that is normally used to measure the specific capacitance of the SCs. Electrochemical performance of the electrodes were analysis by using 2 electrode cyclic-voltammetry (CV) in 6M KOH solution and the specific capacitance was calculated by using Eq (1),

$$C_S = \frac{1}{2Km\Delta V}\int IdV \qquad (1)$$

Where, K is scan rate, m is the mass, ΔV is the potential difference, I is the current and C_S is the specific capacitance of the electrodes. Other parameters, such as energy and power densities, were obtained from the galvanic charge and discharge curves and calculated by using Eqs. 2-3.

$$E_g = \frac{1}{2} C \Delta V^2 \quad (2)$$

$$P_g = \frac{E_g}{\Delta t} \quad (3)$$

where C (Fg^{-1}) is the specific capacitance, E_g ($Whkg^{-1}$) is energy density, P_g (Wkg^{-1}) is power density, ΔV is potential window (here it is 2V), and Δt is the time interval.

CV curves of the electrodes with rectangular and triangular shapes were shown in Fig. 8a. The interdigitated SCs were measured at 200 mv/s scan rate and in [-1V, 1V] potential range. The CV curves are rectangular in shape which shows EDLC character. The area of the triangular electrode was calculated as 42.1 mAV, while the area of the rectangular electrode was calculated as 38.4 mAV. The specific capacitances of the rectangular and triangular patterned electrodes were calculated as 0.23 mF/g and 0.25 mF/g, respectively. The charge and discharge curves of the electrodes were shown in Fig.8(b) where the shape of the curves was not triangular in shape which may be due to the internal resistance. Triangular patterned electrodes show better electrochemical performance compared to rectangular patterned electrodes. Moreover, triangular patterned electrodes showed higher specific capacitance and much smaller IR drop as shown in Fig. 8b.

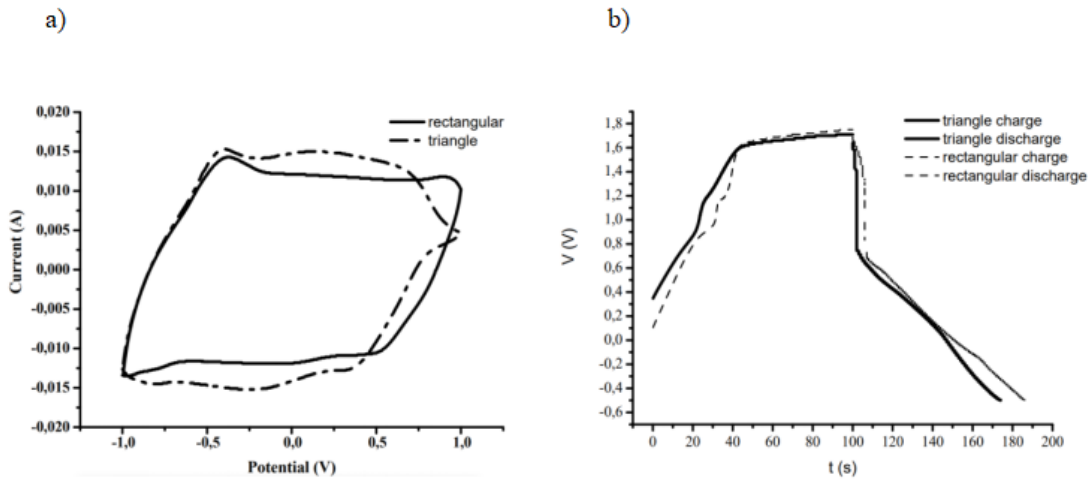


Figure 8. a) CV curves of triangular and rectangular patterned electrodes which were analysed in KOH solution. b) Charge/Discharge curves of triangular and rectangular patterned electrodes.

Conclusions

This study presents designing and fabrication of interdigitated electrodes based on PEDOT:PSS with different patterns. When compared the different patterns, the triangular patterned electrode showed better electrochemical properties. It was observed that the proposed technique based on the laser etching is easy to apply and straightforward. Multiple designs different properties can be etched using this technology with high precision.

References

Aitola, Kerttu, et al. "Flexible metal-free counter electrode for dye solar cells based on conductive polymer and carbon nanotubes." *Journal of Electroanalytical Chemistry* 683 (2012): 70-74.

Andres, Britta, et al. "Supercapacitors with graphene coated paper electrodes." *Nordic Pulp & Paper Research Journal* 27.2 (2012): 481-485

Bähnisch, R., et al. "Femtosecond laser-based technology for fast development of micromechanical devices." *Sensors and Actuators A: Physical* 74.1-3 (1999): 31-34.

Cai, Xin, et al. "Flexible planar/fiber-architectured supercapacitors for wearable energy storage." *Journal of Materials Chemistry C* 2.7 (2014): 1184-1200.

Chukwuka, C., and K. A. Folly. "Batteries and super-capacitors." IEEE Power and Energy Society Conference and Exposition in Africa: Intelligent Grid Integration of Renewable Energy Resources (PowerAfrica). IEEE, 2012.

Delaporte, P., D. Karnakis, and I. Zergioti. "Laser processing of flexible organic electronic materials." *Handbook of Flexible Organic Electronics: Materials, Manufacturing and Applications*(2014): 285

Guo, Li, et al. "Two-beam-laser interference mediated reduction, patterning and nanostructuring of graphene oxide for the production of a flexible humidity sensing device." *Carbon* 50.4 (2012): 1667-1673.

Han, Yan, et al. "Recent progress in 2D materials for flexible supercapacitors." *Journal of energy chemistry* 27.1 (2018): 57-72.

Hong, Yongseok Joseph, et al. "Wearable and implantable devices for cardiovascular healthcare: From monitoring to therapy based on flexible and stretchable electronics." *Advanced Functional Materials* 29.19 (2019): 1808247.

Hui, Chi-yuen, et al. "Flexible energy storage system—an introductory review of textile-based flexible supercapacitors." *Processes* 7.12 (2019): 922.

Ma, Liping, and Yang Yang. "Solid-state supercapacitors for electronic device applications." *Applied Physics Letters* 87.12 (2005): 123503.

Pang, Yu, et al. "Wearable electronics based on 2D materials for human physiological information detection." *Small* 16.15 (2020): 1901124.

Son, Donghee, et al. "Multifunctional wearable devices for diagnosis and therapy of movement disorders." *Nature nanotechnology* 9.5 (2014): 397-404.

Van Gerwen, Peter, et al. "Nanoscaled interdigitated electrode arrays for biochemical sensors." *Sensors and Actuators B: Chemical* 49.1-2 (1998): 73-80.

Yin, Yanli, Changhong Liu, and Shoushan Fan. "Well-constructed CNT mesh/PANI nanoporous electrode and its thickness effect on the supercapacitor properties." *The Journal of Physical Chemistry C* 116.50 (2012): 26185-26189.

ORAL PRESENTATION

Design a holder with light source and a port for fiberoptic based spectrophotometer for testing the gas sensors

Deniz Sayın[1]* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2101-9312*), Ali Gelir[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6534-2253*), Coskun Ayvaz[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0052-0842*), Ulku Alver Sahin[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1075-707X*)

1 Istanbul Technical University, Physics Engineering Department, Istanbul, Turkey.

2 Istanbul University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: sayind@itu.edu.tr

Abstract

In this study, a holder for florescence-based gas sensors was designed to evaluate the spectral properties of the florescence based gas sensors under different atmospheric conditions. The holder includes a modular LED based light source which can be changed easily to obtain specific excitation wavelengths. In addition, a special port was added to the design for fiberoptic based CCD array spectrophotometers. These properties of the holder lead to take the fluorescence spectrum of the film type fluorescence based sensors easily.

In the initial tests of the holder, pyranine (8-Hydroxypyrene-1,3,6-trisulfonic acid trisodium salt) doped Polydimethylsiloxane (PDMS) films were used CO_2 gas atmosphere. It was shown that, the holder enables to assemble and change the film type fluorescence based sensors easily. Additionally, the holder easily can be adapted to a test system that has a controlled environmental condition. This property increases the reliability of the fluorescence measurements of the sensors at different atmospheric conditions.

INTRODUCTION

Air Pollution has become an important environmental problem as the development of industrialization and urbanization. It is critical in the management of air pollution to measure air pollutant parameters continuously, uninterruptedly, and at as many places as feasible in order to identify sources and devise mitigation strategies. Low-cost sensor technology is considered as a technological shift that has the potential to revolutionize air pollution monitoring by providing data with high temporal and spatial resolution, and many worldwide studies have been made and they continue in this field (Citi-Sense, 2016; Kumar et al., 2018). Low-cost sensor techniques used in the measurement of gaseous pollutants: amperometric (for inorganic gases-SO2, NO2, CO etc.), non-dispersive infrared -NDIR (for CO2 and CH4), photoionization detectors-PID (for VOC), metal oxide semiconductor-MOS (for inorganic gases-SO2, NO2, CO etc. and VOC) and electrochemical-EC sensors (Baron ve Saffell, 2017; Khan et al., 2019; Munir et al., 2019; Collier-Oxandale et al. 2020). All of these sensor modalities rely on electrochemical interaction between the sensitive substance/material and chemicals in the atmosphere or by optical methods (Aleixandre and Gerboles, 2012). Although each sensor technology has its own advantages, they have different disadvantages (Awang, 2014) and the development of new sensor technologies continues to capture the best option.

In recent years, it is seen that there are studies in the literature on the use of fluorescence-based sensors in the measurement of pollutant gas concentrations (Lv et al., 2010; Bakar et al., 2011; Farooq et al.,2013; Jackson et al., 2014; Das et al., 2016; Li et al., 2021; Lu et al., 2021). In sensor systems based on the fluorescence method, there is an interaction at the molecular level between the gas molecule and the fluorescence molecule. This interaction can be made particular, allowing the sensor to be targeted at a specific gas (Yılmaz et al., 2009; Gelir, 2016; Alçay et al., 2018). Fluorescence-based sensors are expected to play a key role in air quality assessments due to their specificity for a specific gas, acceptable reaction times compared to other sensors in this class, cheaper cost, and lower maintenance requirements.

Test systems are being developed to enable for the development of the sensors in a laboratory setting as well as the evaluation of the prepared sensors' performance. These systems can be used to construct environments in which environmental parameters such as air flow rate, temperature, humidity, and pollutant concentrations

can be adjusted (Papapostolou et al., 2017; Collier-Oxandale et al. 2020; Omidvarborna et al.,2020). It is also important how the design of these test systems will affect the sensor measurements. For instance, Annaouch et al., (2019) found that placing the sensor in a vertical position to the gas flow can cause occurrence of dead zones that obstruct sensor response. According to a study utilizing computational fluid dynamics, the most optimum design is one in which the sensor is parallel to the gas flow and there are structures in place to ensure that the flow is distributed homogeneously throughout the unit (Scott et al., 2004). According to another study, the key component that varies the sensor sensitivity as the flow rate increases or alternative test environment structures are utilized is the surface temperature (Mahdvi et al., 2021). However, these development systems are designed to test the above-mentioned traditional sensors. There is not yet a study that tests fluorescence-based sensors in the literature.

In this study, a holder for florescence-based gas sensors was designed to evaluate the spectral properties of the florescence based gas sensors under different atmospheric conditions. It was shown that, the holder enables to assemble and change the film type fluorescence based sensors easily. Additionally, the holder easily can be adapted to a test system that has a controlled environmental condition. This property increases the reliability of the fluorescence measurements of the sensors at different atmospheric conditions.

MATERIALS AND METHODS

The fluorescence spectra of the sensors were taken by using OceanOptics USB 2000 CCD array spectrometer. The spectrometer has a powerful 2-MHz analog-to-digital (A/D) converter, programmable electronics, a 2048-element CCD-array detector, and a high-speed USB 2.0 interface. It has a response range of 200 nm to 1100 nm, with a sensitivity of 75 photons/count at 400 nm and 41 photons/count at 600 nm. Besides, it has an EEPROM (Electronically Erasable Programmable Read-Only Memory) memory chip for wavelength calibration coefficients, linearity correction coefficients and optionally absolute irradiance calibration.

To test the holder, two different fluorescence-based sensors, Pyranine (8-Hydroxypyrene-1,3,6-trisulfonic acid trisodium salt) doped Polydimethylsiloxane (PDMS) film was synthesized and used in the initial tests under CO_2 gaseous atmospheres. The syntheses procedure of the sensor was performed as follow. 0.2 g of PDMS is dissolved in 0.2 mL THF, and stirred for 50 minutes. After that, 0.02 g PDMS-B and 1 mg pyranine were added, and the mixture is stirred for another 30 minutes. The pregel solution was poured on glass substrate to obtain a film with a definite thickness. Then, it was left to dry at 60^o about 15-30 minutes. The film was removed from the surface of the glass substrate and kept under nitrogen atmosphere.

The 3D design of the holder parts was performed by using SolidWorks software. The parts were printed in Flashforge Inventor 3D printer with ABS filament.

RESULTS and DISCUSSIONS

The sensor holder consists of one fixed and one modular parts. The 3D design of the fixed module of the holder from different perspectives were shown in Fig 1.

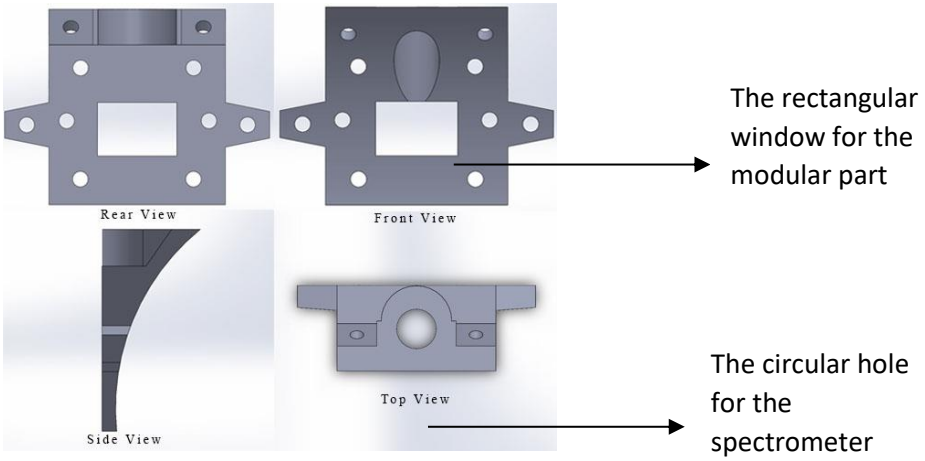


Figure 1. Fixed module from different perspectives

The rectangular window in the fixed module is used for plugging the sensor to the test chamber. After plugging the sensor to the test chamber, the system is sealed. The circular hole above the window is used for mounting the fiberoptic CCD array spectrometer to the chamber for collecting the fluorescence emission from the sensor.

The 3D design of the modular part of the holder from different perspectives were represented in Fig 2.

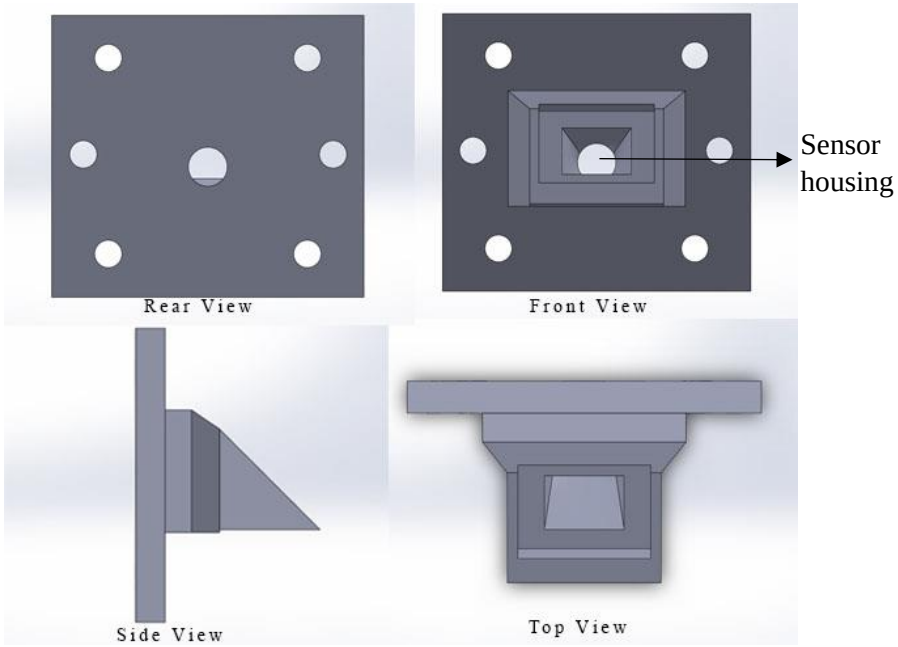


Figure 2. Modular part from different perspectives

The modular part was designed for easy removal and installation of the sensor to the test chamber. There is a sensor housing, which was shaped rectangular located 45 ^{o} angle, with a circular hole which is for mounting an LED based light sources. The designed modular part based on 3D drawings was produced by using a conventional cnc machine and the pictures of this module from different perspectives were represented in Fig 3.



Figure 3. Modular part of the sensor module

The designed and produced holder was tested by mounting it to a test chamber. The general structure of the chamber was shown in Fig. 4. Here, the module was plugged in to the sensor section seen in this schematic drawing.

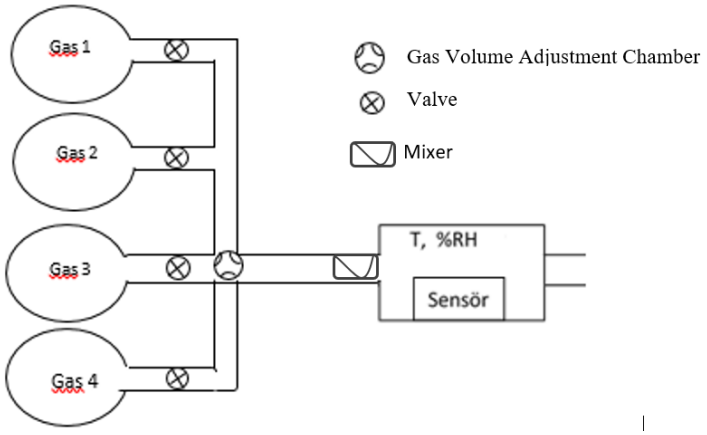


Figure 4. Schematic drawing of a test chamber for fluorescence-bases gas sensors.

The chamber was designed to test 3 different gases at once. The system has 4 different gas input, one of them is for dry air in order to be able to create required conditions inside the chamber, and the other 3 are for different types of gases. The gases were first directed to the gas volume adjustment chamber to adjust the amounts of gases which were tested. And then, the gases were flowed through a mixer for obtaining a homogeneous mixture before the test. After the mixer, the gases were injected through inside the chamber with a fan for circulating the gases at a constant flow rate. The gas mixture interacted with the sensor at the sensor module during this circulation. The fluorescence changes of the sensor were monitored by the fiberoptic spectrophotometer and recorded in computer. At the end of the experiment, the gases inside the chamber were expelled out of the chamber in a controlled way.

The photographs of the synthesized sensor with sensor holder were shown in Fig 5.

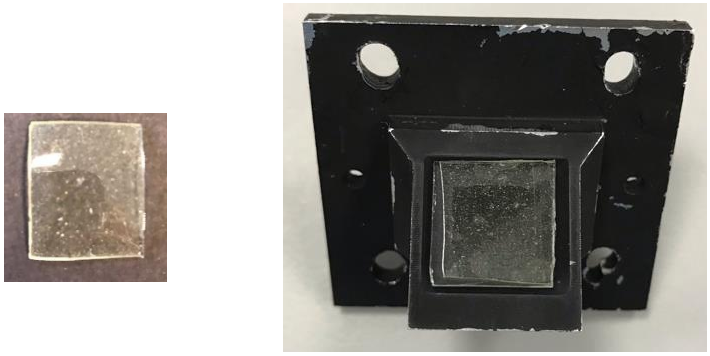


Figure 5. The synthesized sensor (left) and assembled to the sensor holder (right).

The sensor works on the fluorescence emission principle of the pyranine where the variations in the spectrum under CO_2 gas were monitored. Therefore, determining the emission and excitation spectra of the pyranine in the sensor is important.. The excitation and emission spectra of the sensor taken by spectrometer in the test chamber and the change of the fluorescence intensity depending on the flow rate of the gas were shown in Fig 6.

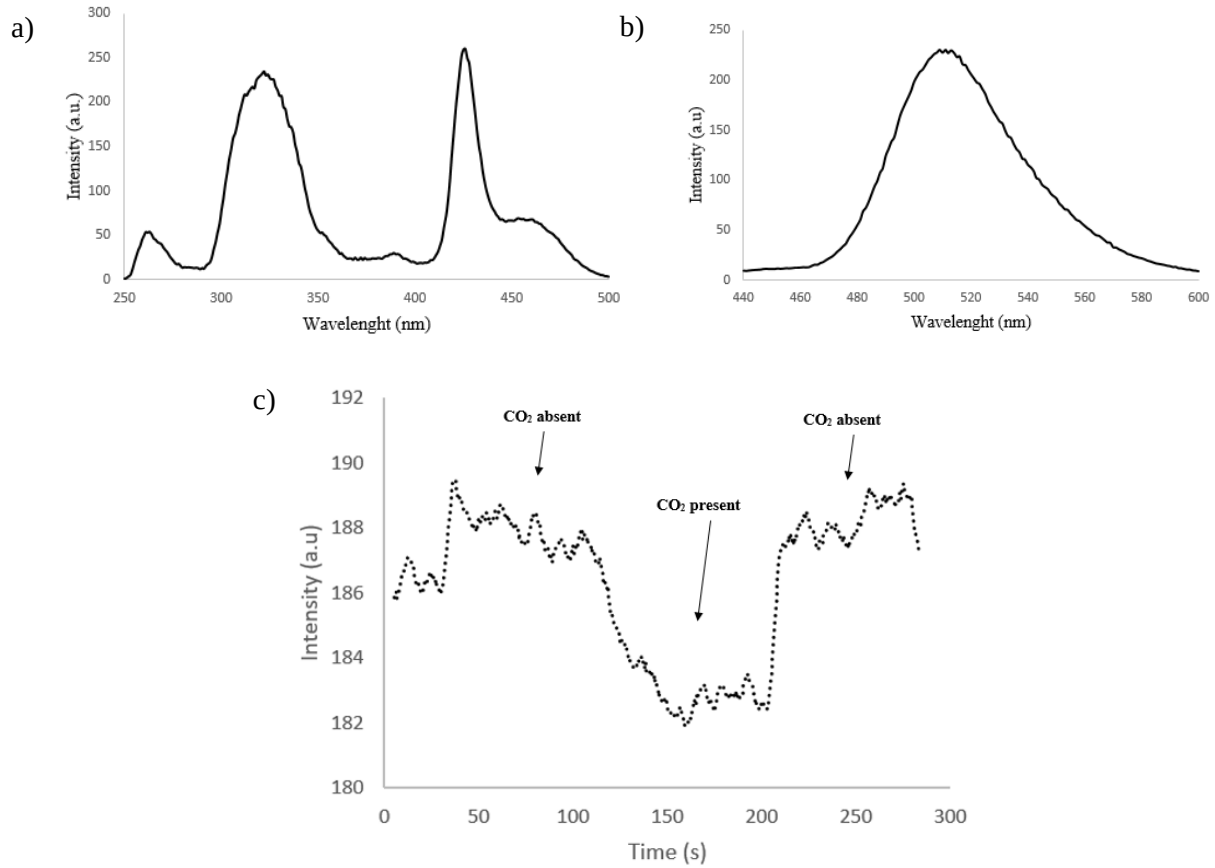


Figure 6. (a) Excitation graph of pyranine gel doped PDMS at 250 nm (b)emission graph of pyranine doped PDMS at 511 nm (c) fluorescence intensity of pyranine fluorophne as a result of CO_2 gas flow rate.

The interaction of CO_2 with pyranine were clearly observed to respond extremely quickly to the gas as it is shown in Fig. 6 (c). This rate constant of the interaction was calculated as 285.7 $min.L^{-1}$. Furthermore, when the gas is turned off, the spectrum soon returns its initial value which demonstrates the reversibility of the interaction.

The ease of use of the module has been clearly recognized as a result of the successful results of the tests.

CONCLUSIONS

A holder for florescence-based gas sensors was designed in this study to assess the spectrum features of the sensors under various atmospheric conditions. A modular LED-based light source was included in the holder, which may be readily changed to provide specific excitation wavelengths. A unique port for fiberoptic based CCD array spectrophotometers was also added to the design. Because of the holder's features, the fluorescence spectrum of film-type fluorescence-based sensors may be easily captured.

Pyranine (8-Hydroxypyrene-1,3,6-trisulfonic acid trisodium salt) doped Polydimethylsiloxane (PDMS) films were utilized in the early tests of the holder in a CO_2 gas atmosphere. It was demonstrated that the holder makes it simple to assemble and change film-type fluorescence-based sensors. Furthermore, the holder can easily be converted to a test system with a controlled environment. This characteristic improves the accuracy of the sensors' fluorescence measurements under various atmospheric conditions.

As a consequence of the early tests and the positive findings obtained with the sensor module, it has been confirmed that the module is suitable for use in test chambers for experiments of fluorescense based gas sensors.

REFERENCES

Alçay, Y. , Yavuz, Ö. , Gelir, A. , ATASEN, S. K. , KARAOĞLU, K., Yücel, B. Et al. 2018. "New ferrocenyl naphthoquinone fused crown ether chemosensors: Highly selective, kinetically and regio controlled colorimetric, beryllium ion recognition", Journal of Organometallic Chemistry, pp 868, 131-143.

Albani J.R., Chapter 2 - Fluorescence: Principles and Observables, Editor(s): J.R. Albani, Structure and Dynamics of Macromolecules: Absorption and Fluorescence Studies, Elsevier Science, 2004, Pages 55- 98, ISBN 9780444514493, Available at: https://doi.org/10.1016/B978-044451449-3/50002-2. (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444514493500022)

Aleixandre, M., & Gerboles, M. 2012. "Review of small commercial sensors for indicative monitoring of ambient gas." Chem. Eng. Trans, 30 pp.

Annanouch, F. E., Bouchet, G., Perrier, P., Morati, N., Reynard-Carette, C., Aguir, K., … Bendahan, M. (2019). Hydrodynamic evaluation of gas testing chamber: Simulation, experiment. Sensors and Actuators, B: Chemical, 290(April), 598–606. Available at: https://doi.org/10.1016/j.snb.2019.04.023

Awang, Z. (2014). Gas sensors: A review. Sens. Transducers, pp 168(4), 61-75.

Bakar, N. A., Rahmi, A., Umar, A. A., Salleh, M. M., & Yahaya, M. (2011). Fluorescence gas sensor using CdTe quantum dots film to detect volatile organic compounds. In Materials Science Forum (Vol. 663, pp. 276-279). Trans Tech Publications Ltd.

Baron, R., Saffell, J. 2017. "Amperometric gas sensors as a low cost emerging technology platform for air quality monitoring applications: A review." ACS sensors, 2(11), 1553-1566.

Collier-Oxandale, A., Feenstra, B., Papapostolou, V., Zhang, H., Kuang, M., Der Boghossian, B., & Polidori, A. (2020). Field and laboratory performance evaluations of 28 gas-phase air quality sensors by the AQ-SPEC program. Atmospheric Environment, 220, 117092.

Das, A., & D'Alessandro, D. M. (2016). A linear fluorescence-quenching response in an amidine-functionalised solid-state sensor for gas-phase and aqueous CO 2 detection. Dalton Transactions, 45(16), 6824-6829.

Farooq, A., Al-Jowder, R., Narayanaswamy, R., Azzawi, M., Roche, P. J., & Whitehead, D. E. (2013). Gas detection using quenching fluorescence of dye-immobilised silica nanoparticles. Sensors and Actuators B: Chemical, pp 183, 230-238.

Gelir, A. 2016. "Pyranine Doped Hydrogel Based pH-Strips for Low pH Regions", JOURNAL OF POLYMER MATERIALS, pp 33, 293-303.

Jackson, R., Oda, R. P., Bhandari, R. K., Mahon, S. B., Brenner, M., Rockwood, G. A., & Logue, B. A. (2014). Development of a fluorescence-based sensor for rapid diagnosis of cyanide exposure. Analytical chemistry, 86(3), 1845-1852.

Jovašević-Stojanović, M., Topalović, D., Davidović, M., Lazovic, I., Živković, M., Ristovski, Z., & Bartonova, A. 2016, October. "Four Years' Experience of Application of Low-Cost Sensors in Belgrade in the Framework of the CITI-SENSE Project". In Proceedings (pp. 46-49).

Khan, M. A. H., Rao, M. V., & Li, Q. 2019. "Recent advances in electrochemical sensors for detecting toxic gases: NO2, SO2 and H2S." Sensors, 19(4), 905.

Kumar P. Martin, N., Hayword. J., 2018. "SENSORS: Metrology to exploit low-cost sensor networks for applications in air quality and energy management Project, 2018-2022." https://www.researchgate.net/project/SENSORS-Metrology-to-exploit-low-cost-sensor-networks-for-applications-in-air-quality-and-energy-management Son erişim tarihi: 19.02.2021

Li, G., She, C., Zhang, Y., Li, H., Liu, S., Yue, F., ... & Chu, J. (2021). A "Turn-on" fluorescence perovskite sensor based on MAPbBr3/mesoporous TiO2 for NH3 and amine vapor detections. Sensors and Actuators B: Chemical, 327, 128918.

Lu, X., Li, R., Han, B., Ma, H., Hou, X., Kang, Y., ... & Wang, J. J. (2021). Fluorescence Sensing of Formaldehyde and Acetaldehyde Based on Responsive Inverse Opal Photonic Crystals: A Multiple-Application Detection Platform. ACS Applied Materials & Interfaces, 13(11), 13792-13801.

Lv, Y. Y., Wu, J., & Xu, Z. K. (2010). Colorimetric and fluorescent sensor constructing from the nanofibrous membrane of porphyrinated polyimide for the detection of hydrogen chloride gas. Sensors and Actuators B: Chemical, 148(1), 233-239.

Mahdavi, H., Rahbarpour, S., Goldoust, R., Hosseini-Golgoo, S. M., & Jamaati, H. (2021). Investigating Simultaneous Effects of Flow Rate and Chamber Structure on the Performance of Metal Oxide Gas Sensors. IEEE Sensors Journal, XX(XX), 1–9. Available at: https://doi.org/10.1109/JSEN.2021.3102382

Munir, S., Mayfield, M., Coca, D., Jubb, S. A., Osammor, O. 2019. "Analysing the performance of low-cost air quality sensors, their drivers, relative benefits and calibration in cities—A case study in Sheffield." Environmental monitoring and assessment, 191(2), 94.

Omidvarborna, H., Kumar, P., & Tiwari, A. (2020). 'Envilution™'chamber for performance evaluation of low-cost sensors. Atmospheric Environment, pp 223, 117264.

Papapostolou, V., Zhang, H., Feenstra, B. J., & Polidori, A. (2017). Development of an environmental chamber for evaluating the performance of low-cost air quality sensors under controlled conditions. Atmospheric Environment, pp 171, 82-90.

Scott, S. M., James, D., Ali, Z., & Hare, W. T. O. (2004). Optimising of The Sensing Chamber of An Array of Fluid dynamic simulation. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 76, 693–708.

Yılmaz, Y. , UYSAL, N., Gelir, A. , Güney, O. , Aktaş, D. , Göğebakan, S. Et al. 2009. "Elucidation of multiple-point interactions of pyranine fluoroprobe during the gelation", SPECTROCHIMICA ACTA PART A-MOLECULAR AND BIOMOLECULAR SPECTROSCOPY, pp 72, 332-338.

ORAL PRESENTATION

Synthesis and characterization of doped solid gel electrolytes for supercapacitors

Tuğçe Pınar Öztürk Çengel[1,2*] *(https://orcid.org/0000-0002-5952-2896)*, Ali Gelir[1] (*https://orcid.org/0000-0001-6534-2253)*, Önder Yargı[3] *(https://orcid.org/0000-0001-6343-0057)*, Nahid Aghabalapoor Keshtiban[1] *(https://orcid.org/0000-0002-8922-403X)*, İbrahim Yılmaz[4] *(https://orcid.org/0000-0002-2782-2624)*.

[1]Istanbul Technical University, Physics Engineering Department, Istanbul, Turkey.
[2]Gebze Technical University, Physics Department, Kocaeli, Turkey.
[3]Yıldız Technical University, Physics Department, Istanbul, Turkey.
[4]Yıldız Technical University, Metallurgical and Materials Engineering Department, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: tozturk@gtu.edu.tr

Abstract
Supercapacitors (SCs) are electrical storage devices that can deliver a high amount of energy in a short time, possess higher power density, higher capacitance, almost limitless lifecycle of charge and discharge, hence, they are the beginning and alternative of batteries and conventional capacitors in transportation and various applications. The performance of SCs depends on electrode, electrolyte and device configuration. Electrolytes are the key for super capacitive devices to have a high power and energy densities, long cycling life, and safety. One of the criteria to classify different SCs is the type of electrolyte used; liquid electrolytes or solid-state electrolytes. A SC consists of an electrolyte (liquid or solid) containing positive and negative ions and two electrodes with a large surface area.

Within the scope of our research, the electrolyte component of the system was chosen as solid-state gel polymer electrolyte because of the disadvantages of liquid electrolytes such as electrochemical instability, low ion selectivity and interface contact. Polyvinyl alcohol (PVA) based solid gel configurations were synthesized and doped with ionic groups 1,3,6,8-Pyrenetetrasulfonic acid tetrasodium salt hydrate (P_4) and Tetra allil ammonium bromide (TAAB). The electrodes were graphene sheets located on the stainless-steel current collectors. The PVA based doped gel electrolytes were put on graphene sheet electrodes. Electrochemical and energy storage properties of SCP (SC with P_4) and SCT (SC with TAAB) were investigated by using cyclic voltammetry and galvanostatic charge–discharge cycling measurements.

Keywords: Supercapacitors, Solid State Electrolytes, Polymer Gel Electrolytes

INTRODUCTION

Supercapacitors (SC) are energy storage devices as an alternative for fuel cells and batteries in transportation and various high-power applications that basically behave like capacitors but differ from capacitors in terms of requiring high capacitance, high specific energy and power density (Long et al., 2011). In SCs, the charge accumulates at the interface of the highly porous electrode with a high surface area and the electrolyte which results in high capacitance values when compared with the conventional capacitors (Vangari et al., 2013). SCs have long cycle life, low performance loss, minimal aging effects. In addition, they can store hundreds of times more energy than conventional capacitors, and transfer the energy about ten times faster than electrochemical batteries. On the other hand, there are still some limitations in usage of SCs such as low energy density, low voltage, high self-discharge when compared with batteries (Briat et al., 2009).

The energy in SCs is stored in two different ways: via faradaic process and directly a non-faradaic process (Biesheuvel et al., 2018). According to the supercapacitors energy storage mechanism, SCs can be classified in different types such as electrical double layer capacitors (EDLCs), pseudocapacitors (PCs), and hybrid capacitors (Vangari et al., 2013). In EDLCs, mostly carbon-based materials, such as *activated carbons*, carbon nanotubes (CNTs), and graphene are used in the electrodes and the energy is stored via electrostatic accumulation of charges at the electrode–electrolyte interface which results in high power density but lowers the energy density limiting the practical application of EDLCs (Shao et al., 2015). Meanwhile, pseudocapacitors (PCs) take advantage of reversible redox reactions at electrode/electrolyte interface to realize high energy density. Pseudocapacitors typically present higher capacitance and energy density than EDLCs,

but suffer from low power density and lack of stability because the electrode materials take on low electrical conductivity and emerge framework swelling during cycle, similar to batteries (Lu et al., 2013) (Augustyn et al., 2014).

One of the criteria to classify different SCs is the type of electrolyte used such as liquid, solid and redox active electrolytes. Although the ion diffusion in solid electrolyte is not as fast as the liquid electrolyte, they are extremely versatile as a standalone energy source component for certain applications or in combination with batteries as a hybrid system (Ye et al., 2021). In addition, solid electrolyte has high leakage resistance, which is due to dispersion and fixation the ions into a polymer matrix, and dual functional role as separator and electrolyte (Tao et al., 2019). Over the past few years has been devoted entirely to the development of solid-state SCs, including fabrics, woven cotton, textiles and paper, at the same time, thin or free-standing electrodes containing carbon nanotubes (CNT), reduced graphene oxide, graphene sheets, metal oxide/carbon composite and conductive polymer/carbon nanotube composites have been investigated for solid-state SCs (Guan et al., 2019) (Yong et al., 2018).

One of the classes of solid electrolytes is the gel-polymer electrolyte, that increase the ion mobility, thus increasing the ionic conductivity and electrochemical performance of SCs, offer a combination of flexibility, light weight, good mechanical, adhesive properties, and trapping ionic liquid against evaporation and leaching. In addition, they allow the development of more mechanically durable and bendable structures, tunable shapes, for a variety of desired applications (Menzel et al., 2020) (Alipoori et al., 2020).

Polyvinyl alcohol (PVA) is mostly preferred material for solid gel electrolyte due to high structural integrity and good mechanical properties. Previous studies have shown that the PVA hydrogels immersed or blended with acid-based, and neutral-based electrolyte, which is called as hydrogel-polymer electrolyte, can be utilized as solid electrolytes and as polymeric matrix which avoid leakage of electrolyte and shape limitation of the device (Wang et al., 2018).

This study aims to develop a model of EDLCs with solid-state gel polymer electrolytes where PVA was used as polymer matrix, 1,3,6,8-Pyrenetetrasulfonic acid tetrasodium salt hydrate (P_4) and Tetra allil ammonium bromide (TAAB), were used as ionic groups in the solid gel electrolyte and graphene sheets as electrodes.

MATERIALS AND METHODS

Polyvinyl alcohol (PVA) as the polymer matrix of the solid gel polymer electrolyte was supplied from domestic supplier and the ionic groups; 1,3,6,8-Pyrenetetrasulfonic acid tetrasodium salt hydrate (P_4) was supplied by Acros Organics and Tetra allil ammonium bromide (TAAB) was supplied by Merck. In addition, the graphene sheets as electrodes were supplied by Nanografi Nano Technology.

The synthesis of polyvinyl alcohol (PVA) based electrolytes were initiated by dissolving 1 g of PVA with 10 mL deionized water and stirred continuously at 60 ^oC for 4 h. The obtained PVA solution was divided into two tubes and the solutions were mixed with 20 mM of P_4 and 80 mM of TAAB, respectively. The samples were stirred continuously at 60 ^oC for 1 h again until the formation of homogeneous colloidal substance. The obtained polymer gel was casted on glass substrate and annealed in the oven at 60 °C for 5-10 minutes, and cooled naturally to room temperature to make PVA-based gel- polymer electrolytes.

The obtained electrolytes were put on graphene electrodes in circular shape with the surface area of 5.72 cm^2, 1.35 cm in diameter and 35 μm of thickness, respectively to construct the supercapacitors. The thickness of the gel electrolytes were adjusted as 2mm and the SCs constructed by these electrolytes were called as SCP (supercapacitor including P_4) and SCT (supercapacitor including TAAB). The configuration of the SCP and SCT were represented in Fig. 1. The assembly was then pressed and annealed at 60 °C for a while to assure a good contact between the electrodes and the electrolyte. Then two stainless steels were put on below and above of the electrode and electrolyte systems to obtain SCP and SCT.

(a) (b)

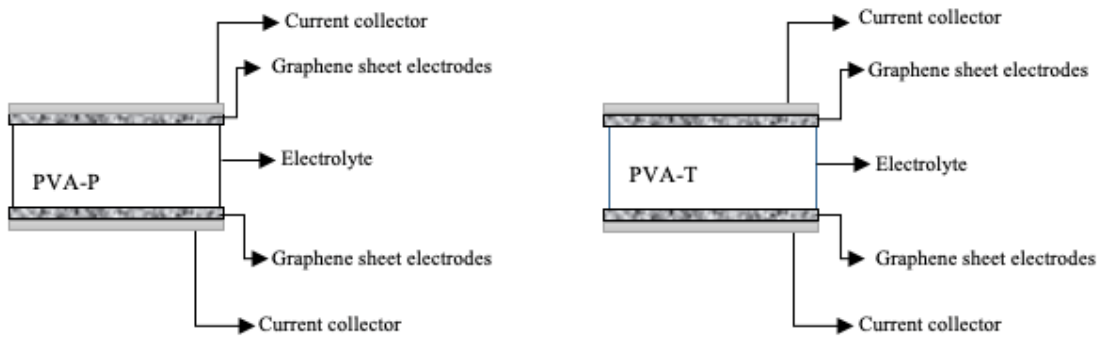


Figure 1. SC configurations including different solid gel electrolytes: (a) SCP which is including PVA and P_4 gel (PVA-P), (b) SCT which is including PVA and TAAB gel (PVA-T).

Electrochemical characterization of the synthesized SCs were investigated and carried out by using Gamry 1010 Potentiostat at room temperature.

RESULTS AND DISCUSSIONS

The cyclic voltammetry (CV) curves of the SCP and SCT were shown in Fig. 2 depending on the different voltage sweep rates. Here, the curves belong to SCP and SCT are very similar where they mostly have EDLC behavior especially for the low sweep rates. When the sweep rate is increased, the shape of the curve slightly deviates from the rectangular shape. The behavior observed in Fig. 1 is completely belongs to the graphene as discussed in reference "Graphene-based materials for flexible supercapacitors." (Shao et al., 2015).

The CV profiles are rectangular in shape for smaller sweep rates, confirming the formation of an efficient EDLC with no redox peaks and fast charge propagation within the electrodes. The rectangular shape indicates an ideal electric double-layer capacitive character. The electrode material, graphene sheets are not electrochemically active and there is no electrochemical reaction on the electrode material, also, during charging and discharging accumulation occurs at the electrode electrolyte interface.

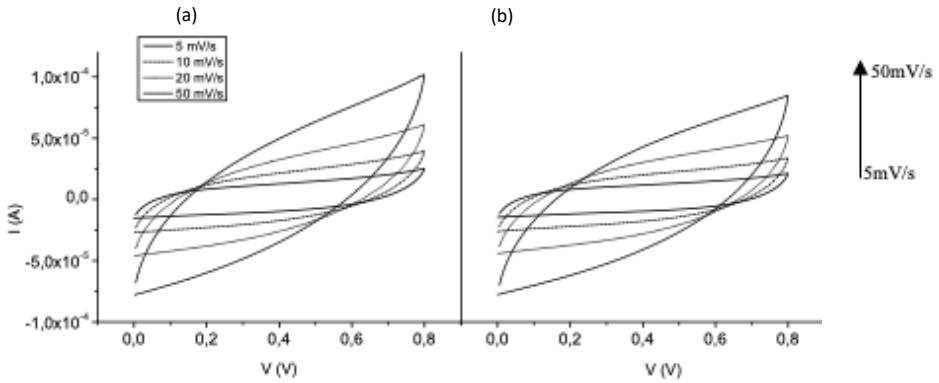


Figure 2. CV curves of solid gel electrolytes for (a) SCP, (b) SCT. The voltage sweep rates were adjusted as 5 mV/s, 10 mV/s, 20 mV/s and 50 mV/s.

The integrals of the CV curves depending on the scan rate of the SC devices are calculated, as shown in Table 1.

Table 1. The integrals of the CV curves of SCs.

	The Integrals of the CV curves of SCs (AV) x 10^{-5}	
Voltage sweep rate (mV/s)	**SCP**	**SCT**
5	1.50	1.45
10	2.47	2.42
20	3.66	3.64
50	5.28	5.20

The galvanostatic charge-discharge (GCD) behaviors were tested in the potential range of 0-0.8 V at different current densities. GCD graphs for the current value 2.6 mA/g of the SCP and SCT were shown in Fig. 3. In all GCD curves, the discharge time and charge time are almost equivalent, implying all SCs exhibit good coulombic efficiency and favourable electrochemical reversibility. The GCD curve of the supercapacitors shows an approximate triangular shape, indicative of typical electric double-layer capacitive nature.

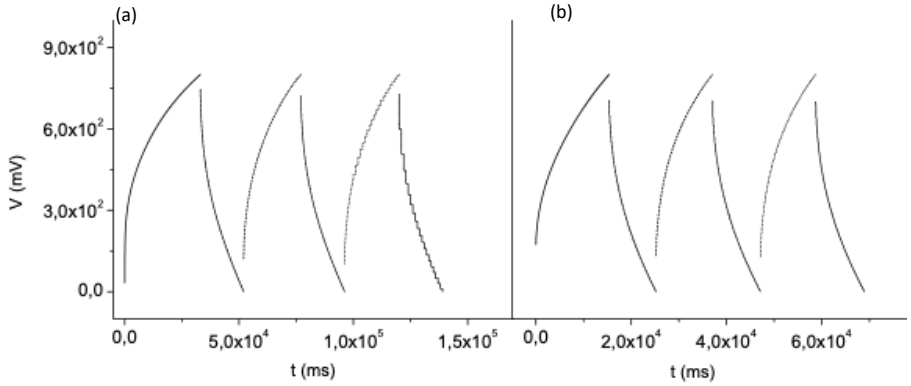


Figure 3. Galvanostatic charge-discharge (GCD) graphs of solid gel electrolytes (a) SCP, (b) SCT.

A considerable amount of literature has been published on the applicability of the equivalent circuit using for conventional capacitors to supercapacitors. The schematic circuit diagram of a supercapacitor cell can be modeled using four ideal circuit components namely: a capacitance C, a series inductor L, a series resistor (which is also called the equivalent series resistance (ESR)) Rs or R_{ESR} contributes to energy loss during charging-discharging circuit, and a parallel resistor Rp (which is also called the leakage current resistance) takes energy loss due to capacitor self-discharge, as shown in Fig 4.

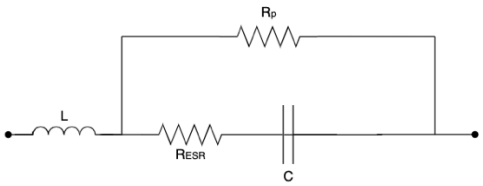


Figure 4. The schematic circuit diagram of a supercapacitor cell.

It is commonly verified in the literature that ESR can be properly determined using the electrochemical impedance spectroscopy (EIS) and the galvanostatic charge-discharge method. Galvanostatic charge discharge (GCD) method is a practical technique to measure the ESR of SCs. The conventional GCD method better resembles the real situation of the device operation, and thus its use is of paramount importance for practical purposes. The voltage drop at the beginning of each discharge curve, known as the *iR* drop, is a measure of the overall resistance of the device, and as its value is proportional to the discharge current.

The voltage drop (ΔU) verified at the charge-discharge transition for a given applied current (I) is used in conjunction with Ohm's law to obtain the ESR ($R_{ESR} = \Delta U/\Delta I$), additionally with a theoretical analysis and simulations using canonic circuit model, the voltage drop must be normalized by a factor of two ($R_{ESR} = \Delta U/2I$), where U stands for cell voltage and R_{ESR} for equivalent series resistance (ESR) of the GCD method.

In this sense, the overall voltage drop during reversal of the polarization is ΔU_{ESR} can be measured from the charge-discharge graphs for the current density value 0.0025 A.

$$R_{ESR} = \Delta U_{ESR}/2I \quad (1)$$

The values of ΔU_{ESR} are measured by the discharge curve of Fig. 3, as $\Delta U_{ESR,\ SCP}$ is 0.8 and $\Delta U_{ESR,\ SCT}$ is 0.9. Then by the Eq. (1) the values of R_{ESR} are measured as $R_{ESR,\ SCP}$ is 0.8 mΩ and $R_{ESR,\ SCT}$ is 0.9 mΩ, for the current density 0.0025 A, respectively. Parallel resistor Rp, which is also called the leakage current resistance takes energy loss due to capacitor self-discharge. The Rp values has measured with Ohm's law by using the voltage dependent current values as shown in Fig. 5. parallel resistance (R_p) value of the SCP is 6.3 Ω and SCT is 4.0 Ω.

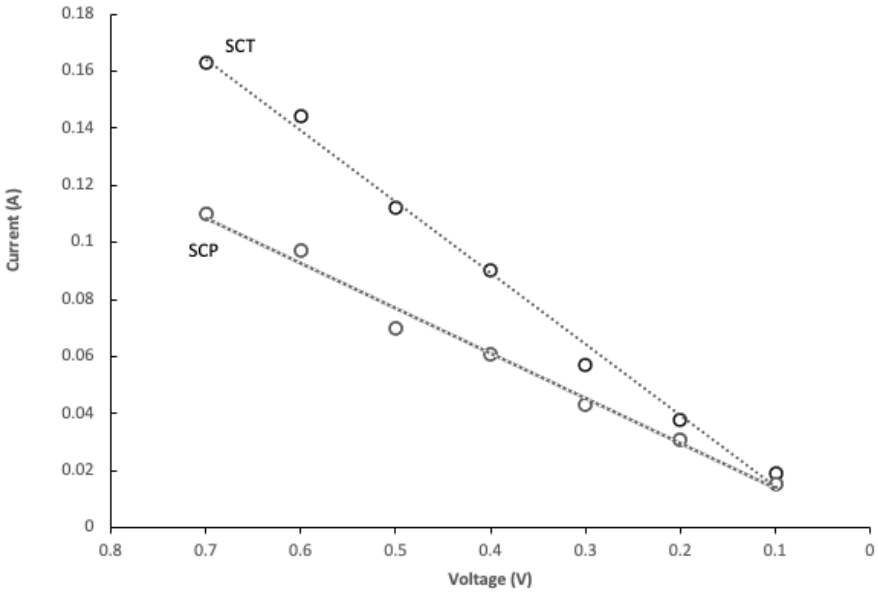


Figure 5. Voltage and current values of discharging for SCs.

Gamry 1010 Potentiostat tool was used to obtain capacitance, energy and power values from the galvanostic charge-discharge (GCD) graphs at different current values for SCP and SCT. With adding the mass values to the capacitance, energy and power values, the specific capacitance, specific energy and specific power values were obtained as shown in Tables 2 and 3.

Table 2. Specific Capacitance (C_s) values of the SCs.

	Specific Capacitance values of the SCs (F/g) x 10^{-3}	
Current Density (mAg^{-1})	**SCP**	**SCT**
5.2	54.4	34.4
10.4	26.7	13.5
25.9	8.2	5.0

For the lower current densities of SCP and SCT; specific capacitance, power and energy values are higher, and with the increasing current density, the specific capacitance (C_s) values of SCs decrease as expected. It can be observed that the specific capacitance, power and energy values of SCP are higher than those of SCT, respectively. This probably due to the internal structure of the electrolytes where the SCT has very loose structure which may increase the heterogeneity and thus the ion transport efficiency decreases.

Table 3. Specific power and specific energy values of the SCs.

	Specific power values of the SCs (W/kg)		Specific energy values of the SCs (Wh/kg) x 10^{-3}	
Current Density (mA/g^{-1})	**SCP**	**SCT**	**SCP**	**SCT**
5.2	3.1	2.0	4.8	3.1
10.4	5.0	2.5	2.4	1.2
25.9	10.1	6.2	0.7	0.4

CONCLUSION

The CV curves belong to SCP and SCT were very similar where they mostly have EDLC behavior especially for the low sweep rates. It was observed that for all cases the electrochemical performance of SCP was higher than that of SCT. This may due to the difference of the internal structure of the electrolytes used in these SC where the electrolyte of SCT was looser than SCP. This probably increases the heterogeneity of the electrolyte used in SCT which results in low ion mobility.

The specific energy and power densities were calculated to be in the intervals of 0.4-4.8 mWh/kg and 2.0-10.1 W/kg, respectively. These small values are due to the low amount of ions, around a few tens of mM, used in the SCs. If the ion concentrations increased to a few molar levels, the energy and power densities will increase.

REFERENCES

Alipoori, Saeideh, et al. "Review of PVA-based gel polymer electrolytes in flexible solid-state supercapacitors: Opportunities and challenges." journal of energy storage 27 (2020): 101072.

Augustyn, Veronica, Patrice Simon, and Bruce Dunn. "Pseudocapacitive oxide materials for high-rate electrochemical energy storage." Energy & Environmental Science 7.5 (2014): 1597-1614.

Biesheuvel, P. M., S. Porada, and J. E. Dykstra. "The difference between Faradaic and non-Faradaic electrode processes." arXiv preprint arXiv:1809.02930 (2018).

Briat, Olivier, et al. "Impact of calendar life and cycling ageing on supercapacitor performance." IEEE Transactions on Vehicular Technology 58.8 (2009): 3917-3929.

Guan, Xipeng, et al. "In situ growth of a high-performance all-solid-state electrode for flexible supercapacitors based on a PANI/CNT/EVA composite." Polymers 11.1 (2019): 178.

Menzel, Jakub, Elżbieta Frąckowiak, and Krzysztof Fic. "Agar-based aqueous electrolytes for electrochemical capacitors with reduced self-discharge." Electrochimica Acta 332 (2020): 135435.

Long, Jeffrey W., et al. "Asymmetric electrochemical capacitors—Stretching the limits of aqueous electrolytes." Mrs Bulletin 36.7 (2011): 513-522.

Lu, Qi, Jingguang G. Chen, and John Q. Xiao. "Nanostructured electrodes for high-performance pseudocapacitors." Angewandte Chemie International Edition 52.7 (2013): 1882-1889.

Shao, Yuanlong, et al. "Graphene-based materials for flexible supercapacitors." Chemical Society Reviews 44.11 (2015): 3639-3665.

Tao, Li, et al. "Highly improved photocurrent and stability of dye-sensitized solar cell through quasi-solid-state electrolyte formed by two low molecular mass organogelators." Organic Electronics 65 (2019): 179-184.

Vangari, Manisha, Tonya Pryor, and Li Jiang. "Supercapacitors: review of materials and fabrication methods." Journal of Energy Engineering 139.2 (2013): 72-79.

Wang, Zifeng, et al. "Hydrogel electrolytes for flexible aqueous energy storage devices." Advanced Functional Materials 28.48 (2018): 1804560.

Ye, Wuquan, et al. "New types of hybrid electrolytes for supercapacitors." Journal of Energy Chemistry 57 (2021): 219-232.

Yong, Sheng, John Owen, and Stephen Beeby. "Solid-State Supercapacitor Fabricated in a Single Woven Textile Layer for E-Textiles Applications." Advanced Engineering Materials 20.5 (2018): 1700860.

ORAL PRESENTATION

Massive scalar field in the near-horizon geometry of BTZ black hole

Semra GÜRTAŞ DOĞAN (https://orcid.org/0000-0001-7345-3287)

Department of Medical Imaging Techniques, Hakkari University, Hakkari, Turkey

semragurtasdogan@hakkari.edu.tr

Abstract

In this study, we consider a massive spinless particle in near the horizon geometry of the Banados-Teitelboim-Zanelli (BTZ) black hole and obtain the associated quasinormal modes (QNMs) through performing an exact solution of the corresponding Klein-Gordon equation. Solution function of the equation is found in terms of the modified Bessel function and damped modes are obtained. Accordingly, we obtain the decay time of the damped modes.

Keywords: Quasinormal modes, BTZ black hole , Klein-Gordon equation.

INTRODUCTION

QNMs are eigen-modes of open systems corresponding to non-Hermitian Hamiltonian. For example, when a classical black hole (BH) is perturbed via a scalar or a vector test field, relaxation of BH is determined by the spectra involving complex frequencies. Therefore, this behavior is very similar to the damped harmonic oscillator. It very important that, due to the modes contains quantum numbers, spectra provide to us information about the levels of BH. A perturbed BH emits waves outgoing to the spatial infinity. Under the boundary conditions, wave function is called as a QNM. In general the frequencies corresponding to the modes cover both the real and imaginary parts, i.e., $\omega = \omega_{\mathrm{Re}} + \mathrm{i}\omega_{\mathrm{Im}}$. The QNMs gives us an information about stability properties of space-time background and the one of the most important is that it allows us to determine the BH parameters such as mass, angular momentum and charge, and associate them with those obtained by astronomical expectations.

The negative state of ω_{Im} means that the space-time background is stable under perturbation. The existence of a positive imaginary part in the ONMs the indicate of unbounded growth of BH and instability. In addition to the real part is associated to the microscopic origin of BH entropy and area quantization, the imaginary part is about decaying behavior of the BH. The relaxation time can be determined by to taking the inverse of the imaginary part of the mode, $\tau = \frac{1}{|\omega_{\mathrm{Im}}|}$ and it required for the perturbed BH to return to a quiescent state. Moreover, the quality factor determined through obtaining the ratio of real and imaginary parts, $\frac{\omega_{\mathrm{Re}}}{\omega_{\mathrm{Im}}}$, is used to determine the number of oscillations a system makes its significant damping.

The QNMs play a key role in investigation of the gravitational waves(GWs) and the quantum gravitational theory. After a single object occurs with mergering of two objects, the object emits more GWs to approaching the quiescent state. The GWs propagate as a phase which described by a superposition of damped sinusoids, also they referred to QNMs. The sources of the GWs are neutron stars, white dwarf stars and black holes, etc. The GWs stem from the perturbations of these astronomical objects. Such as these perturbations cause the QNMs. Therefore, QNMs are very important for modern physics experiments aiming to detection of the gravitational waves in addition to testing to quantum gravitational models.

In this paper, we investigate a massive spinless particle in near the horizon geometry of the BTZ BH. we start with introducing generalized Klein Gordon Equation (KGE) and obtain exact solution of the corresponding spin-0 equation in absence of the magnetic field, i.e. $A_\mu = 0$. Solutions of spin-0 fields are found in terms of the modified Bessel functions and using by these solution damped modes are obtained. Finally, decay time of the damped modes.

MATERIALS AND METHODS

In this paper, we introduce the generalized KGE and investigate QNM the corresponding form of this equation for a spin-0 particle in the near-horizon geometry of the BTZ BH. The (2+1) KGE in a curved space-time can be written as the following;

$$\frac{1}{\sqrt{|-g|}}\left(\partial_\mu - \frac{ieA_\mu}{c\hbar}\right)\left[\sqrt{|-g|}g^{\mu\nu}\left(\partial_\nu - \frac{ieA_\nu}{c\hbar}\right)\right]\varphi(x) = \frac{m^2c^2}{\hbar}\varphi(x), \tag{1}$$

where $g = det(g_{\mu\nu})$, $g^{\mu\nu}$ is the contravariant metric tensor as the following, A_μ is the electromagnetic vector potential, φ is the KG field with mass m, e is the electrical charge of the particle and x is the spacetime position vector of the particle.
The metric of BTZ BH with positive mass M and no angular momentum (static), in near the horizon, defining by a new independent variable $\rho^2 = \ell^2 - \frac{r^2}{\alpha^2}$ is obtained as;

$$ds^2 \approx \frac{\alpha^2\rho^2}{\ell^2}dt^2 - d\rho^2 - \alpha^2\ell^2 d\Phi^2 . \tag{2}$$

In which, $M = -\alpha^2 \in [-1,0]$ and the radius ℓ is related to the cosmological constant by $\frac{1}{\sqrt{-\Lambda}}$.
According to the metric in Eq. (2), the contravariant metric tensor is obtained as the following

$$g^{\mu\nu} = \begin{bmatrix} \frac{\ell^2}{\alpha^2\rho^2} & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\alpha^2\rho^2} \end{bmatrix} \tag{3}$$

where $det(g_{\mu\nu}) = \alpha^2\rho$.

The line element in Eq. (2) allows to the factorization of the wave function $\varphi(x)$ as $\varphi(x) = e^{-i\omega t + ik\Phi}\varphi(\rho)$, where ω and k are the total frequency and the azimuthal quantum number of the particle, respectively. Hence, one can obtain the following wave equation in absence of the magnetic field, i.e. $A_\mu = 0$ and by defining a new independent variable, $\rho = iy$,

$$\left(\frac{d^2}{dy^2} + \frac{1}{y}\frac{d}{dy} - \left(1 - \frac{\tau^2}{y^2}\right)\right)\varphi(y) = 0 , \tag{4}$$

The solution of Eq.(4) is obtained in terms of the modified Bessel function as follow;

$$\varphi(y) = Z_0 K_{i\beta}(y) + Z_1 I_{i\beta}(y) \tag{5}$$

where Z_0 and Z_1 are arbitrary constant and $i\beta = \frac{\omega\,\ell}{\alpha}$.
Since the modified Bessel function $I_\beta(y)$ diverges as $y \to \infty$, to satisfy the boundary condition of QNM we must take $Z_1 = 0$ in the Eq. (5). Therefore, we obtain that the radial function satisfying the boundary condition at the asymptotic region is

$$\varphi(y) = Z_0 K_{i\beta}(y) \tag{6}$$

we use that small y the modified Bessel function $K_\beta(y)$ satisfies

$$K_\beta(y) \approx Z_1 \frac{1}{2}\Gamma(\beta)\left(\frac{y}{2}\right)^{-\beta}, \quad \mathrm{Re}(\beta) > 0 \tag{7}$$

and $i\beta = n$

$$\omega = -\frac{i\,\alpha\,n}{\ell} \tag{8}$$

Hence, when $\omega_{Im} < 0$ the radial function Eq. (6) satisfies the boundary condition of QNM near the horizon and thus the complex frequencies with $\omega_{Im} < 0$ is QNF of (2+1) dimensional BH.

Here, we see that the frequencies are the purely imaginary and independent from both mass of the spin-0 particle and total angular momentum of particle, in other words the spectrum depends only geometric structure. Also, for negative the cosmological constant, ($\Lambda < 0$), the space-time background is stable under the massive spin-0 perturbation. Using Eq.(7), the relaxation time is found;

$$\tau = \frac{1}{|\omega_{Im}|} = \frac{\ell}{\alpha\,n}$$

The mode with the smallest imaginary part gives the dynamical timescale τ for generic perturbations to decay.

RESULTS and DISCUSSION

In this work, we investigate a massive spinless test scalar under the near horizon geometry of the BTZ BH
background in the 2 + 1 dimensional. Using the solutions obtained in terms of the modified Bessel functions and we investigated the behavior of this function to satisfy the boundary condition of QNM in the asymptotic region. We see that this mode has only imaginart. The imaginary part of the QNFs is negative, that indicates stability of this BH under the scalar field perturbations. Moreover, the radius ℓ is related to the cosmological constant by $\frac{1}{\sqrt{-\Lambda}}$, Also, for negative the cosmological constant, ($\Lambda < 0$), the space-time background is stable under the massive spin-0 perturbation.

REFERENCES

Abramowitz, M. and Stegun, I. A., 1972. Handbook of Mathematical Functions (without numerical tables). NBS, 10 ed.

Banados M, Teitelboim C, and Zanelli J 1992. Black hole in three-dimensional spacetime. Physical Review Letters, 69, 1849 .

Becar R, Gonzalez, PA and Vasquez Y 2014. Dirac quasinormal modes of Chern-Simons and BTZ black holes ith torsion. Physical Review D, 89(2), 02300.

Berti E, Cardoso V and Starinets AO 2009. Quasinormal modes of black holes and black branes. Classical and Quantum Gravity. 26(16), 163001 .

Cardoso V, Lemos JPS 2001. Scalar, electromagnetic and Weyl perturbations of BTZ black holes: quasi normal modes. Physical Review D, 63(12), 124015.

Corichi A , Gomberoff A 1999. On a spacetime duality in 2 + 1 gravity, Classical and Quantum Gravity ,16, 3579 .

Dogan SG , Sucu Y, 2019 Quasinormal modes of dirac field in 2+1 dimensional gravitational wave background. Physics Letters B, 797 , 134839.

Frolov VP , Zelnikov A, 2011 Introduction to black hole physics. Oxford University Press, 522 pp.

Hod S, 1998. Bohr's Correspondence Principle and the Area Spectrum of Quantum Black Holes. Physical Review Letters , 81, 4293-4296 .

Kokkotas KD, Schmidt BG 1999. Quasi-Normal Modes of Stars and Black Holes. Living Reviews in Relativity , 2 (1).

Konoplya RA, Zhidenko A 2011. Quasinormal modes of black holes: from astrophysics to string theory. Reviews of Modern Physics, 83(3), 793–836.

Nollert HP, 1999. Quasinormal modes: the characteristic `sound' of black holes and neutron stars. Classical and Quantum Gravity, 16 (12), R159- R216 .

ORAL PRESENTATION

Yeni Nesil Araçlarda Kullanılan Yüksek Mukavemetli Çeliklerin Sonlu Elemanlar Metodu ile Kalınlık Optimizasyonu ve Şekillendirilebilirlik Analizi

Ebru Barut[1,2*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3824-3150*), Ayşegül Akdoğan Eker[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0212-9230*)

[*1]Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye
[2]Toyotetsu Otomotiv Parçaları San. ve Tic. A.Ş., Ar-Ge ve Otomasyon Bölümü, Kocaeli, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:barute@toyotetsu.com.tr

Özet
Dünyadaki tüm büyük ekonomiler için lokomotif görevi üstlenen otomotiv sektörü; 200 yılı aşkın bir süredir sürekli büyümeye ve gelişmeye devam etmektedir. Tarihte ilk defa buhar ve elektrik ile çalışan araçların yerini zamanla içten yanmalı motorla çalışan araçlar ve günümüzde ise temiz enerjiyi odak noktası haline getiren hibrit ve elektrikli araç teknolojileri almıştır. Otomotivde meydana gelen bu gelişmeler; araçlarda yenilikçi malzeme kullanımını zorunlu hale getirmiş ve yeni nesil araçlarda yüksek mekanik özelliklere sahip malzemelerin kullanımı artmış bunun yanında malzeme şekillendirme teknolojileri de gelişmiştir. Bu bağlamda; çalışma içeriğinde yeni nesil araçlarda kullanılmak üzere geliştirilen ve henüz ticari araçlarda kullanımı bulunmayan yeni nesil yüksek mukavemetli bir çelik malzeme seçilerek, farklı kalınlık oranlarında simülasyon ortamında çarpışma testine tabi tutulmuştur. Seçilen malzemenin kimyasal ve mekanik özellikleri sonlu elemanlar metodu olan Ansys LS-DYNA® yazılımında tanımlanarak farklı kalınlık değerlerinde şekil alabilirlik kıyaslaması için elastik ve plastik deformasyon oranları elde edilmiş ve yorumlanmıştır.
Anahtar Kelimeler: Otomotiv, yüksek mukavemetli çelik, sonlu elemanlar metodu, şekil alabilirlik.

Formability Analysis of High Strength Steels Used in New Generation Vehicles by Finite Element Method

Abstract
The automotive sector, which acts as a locomotive for all major economies in the world; It has continued to grow and develop continuously for over 200 years. For the first time in history, vehicles working with steam and electricity have been replaced by vehicles working with internal combustion engines, and today, hybrid and electric vehicle technologies that focus on clean energy. Despite of these developments in automotive, the use of innovative materials in vehicles has become mandatory, and the use of materials with high mechanical properties has increased in new generation vehicles, as well as material forming technologies have developed. In the study content, a new generation high strength steel material, which was developed for use in new generation vehicles and not yet used in commercial vehicles, was selected and crash tested in simulation environment at different thickness ratios. The chemical and mechanical properties of the selected material were defined in Ansys LS-DYNA® software, which is a finite element method, elastic and plastic deformation rates were obtained and interpreted for the comparison of formability at different thickness values.
Keywords: Automotive, high strength steel, finite element method, formability.

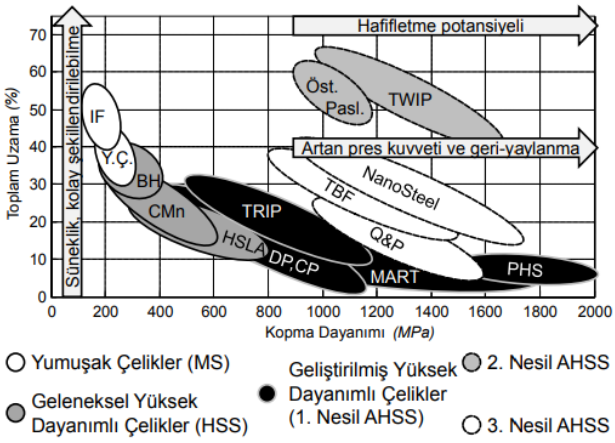
GİRİŞ

Geçmişten günümüze küresel ekonomilerin büyümesi ve sanayi devrimi ile birlikte araç üretimleri de talepler doğrultusunda hızlı bir ivmelenme ile artış göstermiştir. Ülkemizde de kullanılan içten yanmalı motorların çevreye yaydığı sera gazı emisyonu ile birlikte atmosferik karbondioksit seviyesi sürekli olarak artmaktadır. Bu durum; iklim değişikliklerine sebep olmakta ve doğaya geri dönüşü mümkün olmayan zararlar vermektedir. Uluslararası Enerji Ajansı 2050 yılına kadar dünyada karbon emisyonunda %130 artış beklemektedir. İklim değişikliklerini engellemek ve tüm dünya ülkelerinin ortak sorumluluğu olan çevreyi korumak amacıyla uluslararası sözleşme ve protokollerle hükümetlerin çevreci teknolojilere yönelmesi gerekliliği otomotiv sektörünü de etkilemiştir (Otomotiv Sanayi Derneği 2020), (Çoban, O. ve ark 2015).

Otomotiv sektöründe; egzoz emisyonlarının düşürülerek karbon salınımının azaltılması; içten yanmalı motorlarda yakıt tüketiminin azaltılması veya yakıt olarak yeni enerjilerin kullanılması ile mümkün olabilmektedir. Bu amaçla; son yıllarda otomotivde hibrid araç teknolojileri ile birlikte elektrikli araçlar

geliştirilmeye devam etmektedir. Yakıt tüketimini azaltmak; araç ağırlığının düşürülmesi, yuvarlanma direnci ve aerodinamik dirençlerin azaltılması, güç aktarma organlarının optimizasyonu ve trafik akışındaki düzenlemeler ile gerçekleştirilebilir. Bu seçenekler arasında; araç ağırlıklarının azaltılması ise; hafif olmasının yanında iyi mekanik özellikler ve şekillendirilme kabiliyetine sahip yenilikçi malzemelerin geliştirilmesine olanak sağlamıştır. Son yıllarda araçlarda kullanılan yenilikçi malzemeler; yeni nesil çelikler, polimer kompozitler, alüminyum alaşımları ve magnezyum alaşımlarıdır (Boyalı, A. 2008).

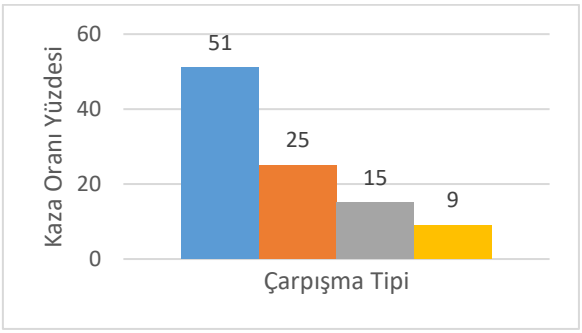
Yeni nesil çeliklerin gelişiminden önce Şekil 1'de görüldüğü gibi ilk olarak yumuşak çelikler (MS) ve geleneksel yüksek dayanımlı çelikler (HSS) kullanılmıştır. Günümüzde ve gelecekte ise otomobil üreticileri araçlardaki toplam ağırlığı azaltmak için seçilen komponentin geometrik özelliklerine de bağlı olarak şekillendirme ve bükme gibi parametreleri optimize ederek geliştirilmiş yüksek dayanımlı çelik ailesine yönelmiştir. AHSS (Advanced High Strength Steels) olarak adlandırılan bu çelik ailesi ise 1. nesil, 2. nesil ve 3. Nesil olarak üç ayrı grupta değerlendirilmektedir (Billur, E., ve ark 2016).



Şekil 1: 'Muz Eğrisi' Uzama ve Mukavemet değerlerine göre çelik ailesi (Billur, E., ve ark 2016).

AHSS çelik grubu; güvenlik bileşenleri ve yapısal parçalar olarak A-direği (A-pillar), orta direk (B-pillar), kapı içi güvenlik çubukları, tampon, tavan ve koltuk kavisleri gibi araç şasi ve gövde parçalarında kullanılarak yumuşak çelik ailesi ile karşılaştırıldığında yaklaşık %50 oranında hafiflik sağlamaktadır. AHSS çeliklerinin araç bileşenlerinde %40-50 oranlarında kullanılması ile gaz emisyonları yaklaşık olarak %5 oranında azalmaktadır (Baluch, N., ve ark 2014).

Araç bileşenlerinde ağırlık azaltımı yolu ile gaz emisyonlarının azaltılması ile eş zamanlı olarak özellikle güvenlik bileşenlerinin standartlar ile belirlenen mukavemet değerlerinin üzerinde olması beklenir. Bunun sebebi; modern şehirlerde artan bireysel araç kullanımı ile birlikte ölüm oranlarının büyük kısmının trafik kazaları sonucu oluşmasıdır. Kazalarda oluşan yolcu ölüm oranlarını azaltmak için araç üreticileri güvenlik standartları belirlemek adına çeşitli çarpışma testleri yapmaktadırlar. Trafik kazalarında gerçekleşen ölüm oranları düşünüldüğünde Şekil 2'de görüldüğü gibi ölümlere sebebiyet veren çarpışmaların ilki aracın ön kısmından (frontal), ikincisi ise yan kısmından (side impact) alınan darbeler sonucudur (Reichert, R., ve ark 2018), (Reddy, S. 2007).



Şekil 2: Trafik Kazalarında Çarpışma Tipine Göre Meydana Gelen Kaza Oranları (Reddy, S. 2007)

Şekil 2'de görüldüğü gibi literatürde 'side impact' olarak bilinen aracın yan kısmından aldığı darbeler sonucu çarpışmaya uğraması en sık gerçekleşen trafik kazaları arasında %25 oranla ikinci sırada yer almaktadır. Şekil

3'te side impact çarpışma testlerinde darbe uygulanan araç bileşenleri görülmektedir (Reichert, R., ve ark 2018).



a) B-Sütunu **b)** Ön Kapı **c)** A-Sütunu **d)** Ön Aks

Şekil 3: Yanal Darbe Altında Araç Bileşenleri (Reichert, R., ve ark 2018)

Yanal çarpışmalarda pasif güvenliği artırmaya yönelik dünya çapındaki faaliyetler 1980 yıllarında Amerika Birleşik Devletleri'nde başlayarak Ulusal Karayolu Trafik Güvenliği İdaresi (National Highway Traffic Safety Administration-NHTSA) tarafından statik bir yanal çarpma testi geliştirilmiştir (Dalavi, S. ve ark 2015). İlk yan darbe içeren bu test 'The Federal Motor Vehicle Safety Standard (FMVSS) 214 Side Impact Protection' ismi ile standart haline geline getirilerek Şekil 4'de görüldüğü gibi 1990 yılından itibaren kullanılmaya başlanmıştır (Dalavi, S. ve ark 2015), (Teng, T., L. ve ark 2008).



Şekil 4: FMVSS 214 Çarpışma Test Standardı (Teng, T., L. ve ark 2008)

FMVSS 214 standartı gibi zaman içinde geliştirilen standartların amacı yolcu ve sürücü güvenliğini geliştirmek ve otomobil üreticilerine bir öngörü oluşturarak daha güvenli araçların üretilmesi için avantaj sağlamaktır. Amerika tarafında geliştirilen FMVSS 214 standartına karşı; Avrupa Ekonomi Komisyonu tarafından yayınlanan (European Economic Commission-ECE) ECE-95 regülasyonları doğrultusunda 1997 yılında Birleşik Krallıklar Taşımacılık Departmanı (UK Department for Transport) ve Taşımacılık Araştırma Laboratuvarı (Transport Research Laboratory) ile birlikte geliştirilen Avrupa pazarındaki otomobillerin performans değerlendirmelerini yapan Euro NCAP-Avrupa Yeni Otomobil Değerlendirme Programı (European New Car Assessment Programme) oluşturulmuştur (Euro NCAP, Wikipedia 2021).

Euro NCAP, yeni araçlar için ön, yan ve direk çarpışma testleri yaparak; yolcu, sürücü, çocuk, yaya güvenliğini sıfır ile beş yıldız arasında puanlandırma sistemine sahiptir. Ön çarpışma testlerinde araç 64 km/h hızla duran bir bariyere çarparken yan çarpışma testlerinde 50 km/h hızında hareketli bariyer araca sürücü kapısı tarafından çarpar, direk çarpışma testinde ise 29 km/h hareket yanal hareket halinde araç 259 mm çapında durağan bir direğe sürücü kapısı tarafından çarptırılarak testler gerçekleştirilir (Euro NCAP, Wikipedia 2021).

Önerilen çalışmada; Euro NCAP yan çarpışma testi koşulları kullanılarak Ansys LS-DYNA® simülasyon ortamında seçilen model aracın B sütunu denilen orta direk parçası, yeni nesil yüksek mukavemetli çelik malzeme ile farklı kalınlıklarda simüle edilmiştir. Simülasyon sonrası elde edilen plastik deformasyon değerleri ve mukavemet özelikleri incelenerek kalınlığın değişmesinin araç parçası çarpışma testinde mekanik özelliklere etkisi incelenmiştir.

MATERYAL VE METOD

Çalışma içeriğinde kullanılan malzeme AHSS çelik grubundan 3. nesil yüksek mukavemetli bir çeliktir, kimyasal ve mekanik özellikleri Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmektedir. LS-DYNA® simülasyonu yapılırken bu malzeme ilgili geometri için t_1, t_2, t_3 ve t_4 olmak üzere 4 farklı kalınlık değerinde çarpışma testine tabii tutulmuştur.

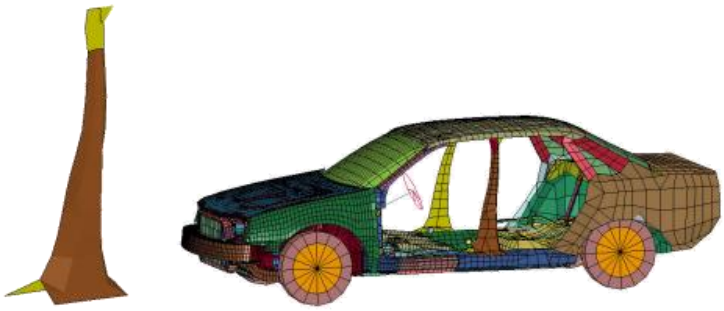
Tablo 1: Seçilen Çelik Malzemenin Kimyasal Kompozisyonu (ArcelorMittal, 2021)

Max. C (%)	Max. Si (%)	Max. Mn (%)	Max. P (%)	Max. S (%)	Al (%)	Max. Ti (%)	Max. Nb (%)	Max. Cu (%)	Max. B (%)	Max. Cr (%)	Max. Mo (%)
0,36	0,80	0,80	0,03	0,01	0,01-0,06	0,07	0,07	0,20	0,005	0,50	0,50

Tablo 2: Seçilen Çelik Malzemenin Mekanik Özellikleri (ArcelorMittal, 2021)

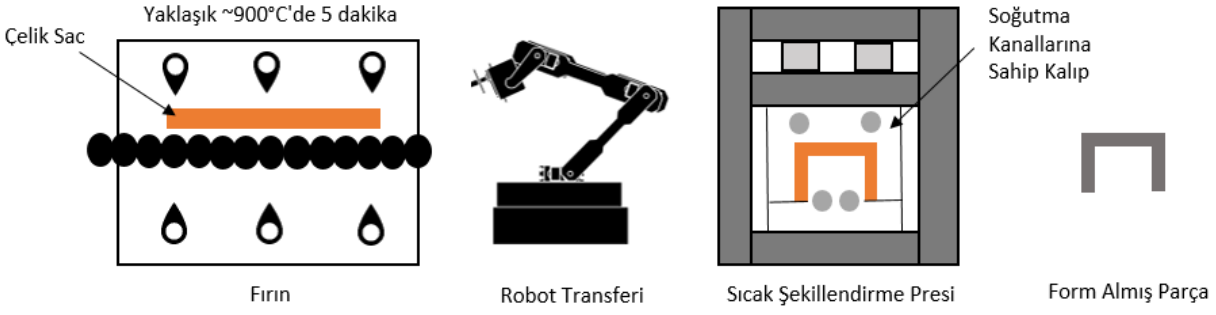
Yield stress Rp0.2 (MPa)	Tensile strength R_m (MPa)	Type 1 Min. A50mm (%)	Type 2 Min. A80mm (%)	Type 3 Min. A50mm (%)	Bending angle at Fmax
≥ 1400	≥ 1800	5	5	5	≥ 1800

Çalışmada kullanılacak araç parçası otomobil gövdesinin en sofistike parçalarından biri olan B sütunu olarak seçilmiştir. Bunun sebebi B sütunu parçasının bir çok gereksinim ve spesifikasyona uyması gerekliliğidir. Şekil 5'te gösterildiği gibi B sütunu araç gövdesinde iki ön ve arka kapılar arasında sağ ve solda olmak üzere iki adet bulunan bir kaç bileşenden oluşan ve bu bileşenlerin birbirine kaynak yöntemi ile bağlandığı bir parçadır. Sürücü ile B sütunu arasındaki mesafe çok az olduğu için aracın yan kısımdan çarpışmaya maruz kaldığı durumda B sütununun darbe enerjisini emmesi beklenir (Reddy, S. 2007).



Şekil 5: Araç Gövdesinde B sütunu Konumu (Reddy, S. 2007)

AHSS malzemeler çok yüksek mukavemet değerlerinde oldukları için soğuk şekillendirme yöntemleri ile form almaya elverişli değillerdir bu sebeple sıcak şekillendirilirler. Şekil 6'da görüldüğü gibi sıcak şekillendirme yöntemi termo mekanik bir işlem olmakla birlikte parçanın geometrisini ve özelliklerini tek adımda değiştirebilmeye olanak tanır. İlk aşamada fırında yaklaşık 900°C'ye ısıtılan çelik sac, preste baskı yardımıyla şekillendirilirken aynı hızda soğutulur. Çalışma kapsamında simülasyonu yapılan B sütunu da sıcak şekillendirme işlemine tabii tutulur (Riera, D. ve ark 2008).

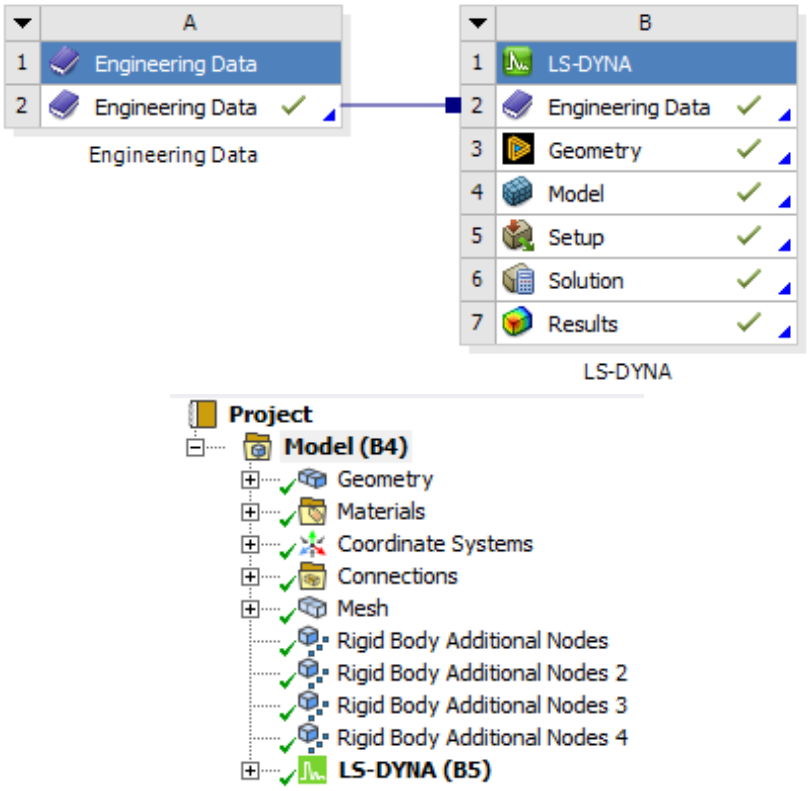


Şekil 6: Sıcak Şekillendirme Prosesi Şematik Çizimi

BULGULAR VE TARTIŞMA

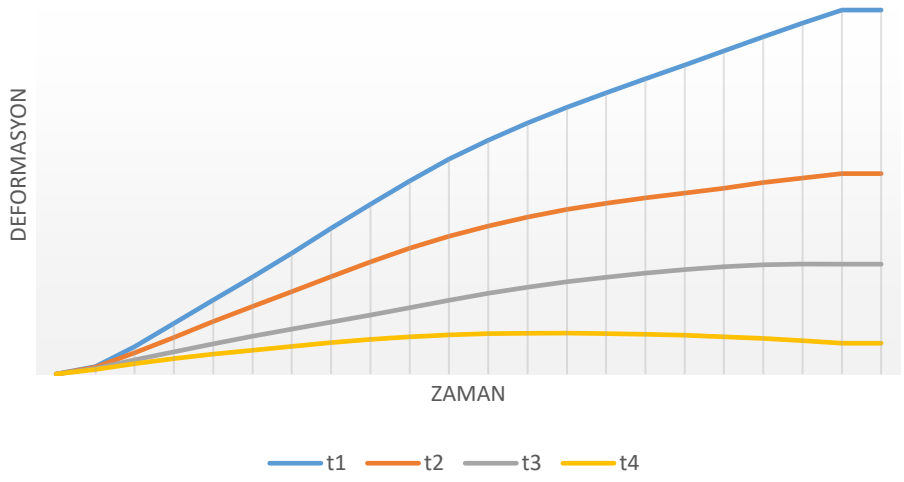
Çalışma içeriğinde; ilk adım olarak kullanılan malzemeye ilişkin malzeme kartı Ansys LS-DYNA® yazılımında tanımlanmıştır. Malzeme kartı ile birlikte, malzemeye ilişkin özellikler seçilen malzeme modeline göre yazılıma tanımlanarak; *MAT_MODIFIED_PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY teorisine göre gerilme-gerinim eğrisi ve elastik-plastik deformasyon kriterleri belirlenmiştir.

Şekil 7'de görüldüğü gibi Ansys LS-DYNA® ortamında analiz Euro NCAP standartlarında bir çarpışma testine maruz bırakılacak şekilde tasarlanmış ve farklı kalınlık değerlerinde sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 7: Ansys LS-DYNA® Yazılımında Analiz Yapılması

Analizler t_1 en küçük, t_4 en büyük kalınlık olacak şekilde 4 farklı kalınlıkta tekrar edilerek; zamana bağlı toplam deformasyon oranları elde edilmiş ve Şekil 8'de gösterilmektedir.



Şekil 8: Farklı Kalınlıklarda Yapılan Analizlerde Deformasyon-Zaman Grafikleri

Analiz sonuçlarına bakıldığında kalınlık artışı ile birlikte malzemenin plastik deformasyona uğramak yerine elastik bölgede kaldığı görülmektedir. En düşük kalınlık değeri olan t_1 kalınlığında malzemenin B sütununa aldığı darbe sonucu uğradığı deformasyon değeri, en yüksek kalınlık değeri olan t_4 kalınlığındaki deformasyonun yaklaşık 12 kat fazlası olarak gözlemlenmiştir. İlave olarak t_4 değerindeki deformasyon oranı, t_3 kalınlığındaki deformasyonun yaklaşık 7 katı iken, t_2 kalınlığındaki deformasyonun ise yaklaşık 3,5 katı olarak ölçülmüştür.

Zamana bağlı deformasyon değeri, önerilen çalışmada sadece kalınlık özelinde incelense de, bu değer farklı malzeme veya farklı analiz sınır koşullarına bağlı olarak da değişebilecektir. Önerilen çalışma yalnızca seçilen malzeme için kalınlık mukavemet optimizasyonu sağlamak adına sınırlandırılmıştır.

SONUÇ

Çalışma içeriğinde gerçekleştirilen analizlerde; fırında sertleştirilen 3. Nesil yüksek mukavemetli çelik kullanıldığı için akma mukavemeti değerinin 1400 MPa değerinin üzerinde ve çekme mukavemetinin 1800 MPa değerinin üzerinde olduğu bilinmekte olup çarpışma testlerinde yüksek deformasyon oranları beklenmemekle birlikte kalınlık değerindeki değişmenin malzemede meydana gelen plastik deformasyona etkisi gözlemlenmiştir.

Analizde kullanılan 4 farklı kalınlık değerine göre elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde kalınlık artışı ile malzemede deformasyon oranlarının azaldığı gözlemlenmiş olduğu için en yüksek mekanik özellikler t_4 kalınlığında elde edilmiş olsa da ağırlık ve maliyet gibi parametreler de düşünüldüğünde tasarım kriterlerini sağlayacak şekilde optimum kalınlık değerinin t_3 olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma; Toyotetsu Otomotiv Parçaları San. ve Tic. A.Ş. Ar-Ge Merkezi katkıları ile gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

Baluch, N., ve ark 2014. Advanced High Strength Steel in Auto Industry: An Overview, Engineering, Technology & Applied Science Research, Vol. 4, No. 4, 686-689.

Billur, E., ve ark 2016. Geliştirilmiş Yüksek Mukavemetli Çeliklerin Servo Pres Kullanılarak Bükülmesi, Makina Tasarım ve İmalat Dergisi, Cilt: 14, Sayı: 2, s.69-76.

Boyalı, A. 2008. Hibrid Elektrikli Yol Taşıtlarının Modellenmesi ve Kontrolü, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Programı Doktora Tezi, İstanbul.

Çoban, O., Kılınç, N., 2015. Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Karbon Emisyonu İlişkisi: Türkiye Örneği, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Sayı:38, s. 195-208.

Dalavi, S. ve ark 2015. Crashworthiness of Car Interior Door Trims in Side Impact- A Review. International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT) Volume 4, Issue 5.

Otomotiv Sanayi Derneği 2020. Otomotiv Sanayii 2019 yılı Küresel Değerlendirme Raporu, OSD.

Reddy, S. 2007. Modeling and Analysis of a Composite B-Pillar For Side-Impact Protection of Occupants in a Sedan, Bachelor of Engineering, VTU, India.

Reichert, R., ve ark 2018. IIHS Side Impact Parametric Study using LS-DYNA®. 15th International LS-DYNA® Users Conference, 1-12.

Riera, D. ve ark 2008. Simulation of Hot Stamping Process, Steel Grips, Modeling & Simulation I.

Teng, T., L. ve ark 2008. Crashworthiness Evaluation of Side-Door Beam of Vehicle, Technische Mechanik 268-278.

Euro NCAP-Avrupa Yeni Otomobil Değerlendirme Programı, https://tr.wikipedia.org/wiki/Euro_NCAP [17.11.2021]

AHSS Çelik Malzeme, https://automotive.arcelormittal.com/products/flat/PHS/usibor_ductibor [19.11.2021]

ORAL PRESENTATION

Effect of Preparation Methods on the Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Artichoke Extracts

Seda Kayahan[1*](*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0003-1300-4396*), Didem Saloglu[2] (*ORCID:orcid.org/0000-0003-0503-056X*), Yasin Ozdemir[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7562-0744*)

[1*] Yalova University, Institute of Graduate Studies, Chemical Engineering Department, Yalova, Turkey
[2]Istanbul Technical University, Disaster Management Institute, Disaster and Emergency Management Department, Istanbul, Turkey.
[3]Ataturk Horticultural Central Research Institute, Food Technologies Department, Yalova, Turkey.

*Corresponding author e-mail: seda.kayahan@tarimorman.gov.tr

Abstract

Artichoke (*Cynara Cardunculus* L. var. Scolymus) is one of the important cultivated plants grown in Mediterranean countries. Sakiz, Bayrampasa and some hybrid type artichokes are cultivated in Turkey. There are important bioactive components in the content of artichoke have beneficial effects on health such as liver protection, antibacterial, anti-HIV, gallstone inhibitor, anticarcinogenic, antioxidant, cholesterol biosynthesis, and LDL oxidation inhibitor. The inner bract and the immature flower tray in the head of the artichoke constitute the consumed part and this parts constitute approximately 30% of the head of the artichoke. Other parts of the artichoke such as leaves, stems, and outer bracts have significant bioactive components. In the present study, two different extract preparation methods such as dried powdering and wet shredding were compared in order to determine the total phenolic content and antioxidant activities of the artichoke extracts. As a result of the study, it can be seen that the statistically different results were obtained for different extraction preparation methods among the artichoke parts. The highest total phenol content and DPPH antioxidant activity were determined in the dried powder sample. In addition, higher result in CUPRAC antioxidant activity was seen in some part of the wet shredding sample.

Keywords: dried powder, wet shredding, DPPH, CUPRAC

INTRODUCTION

Large quantities of non-edible parts of the artichoke plant (*Cynara cardunculus* L.) comprising leaves, stems, roots, bracts, and seeds are discarded annually during industrial processing (Zayed and Farag, 2020). The edible parts of the artichoke where the tender inner leaves (bracts) and the receptacle commonly known as “heart” (Ceccarelli et al., 2007). Besides, there were some non-food industrial by-products such as leaves, external bracts and stems. They represented about 80% of the biomass and might be used for the extraction of food additives and nutraceuticals (Ceccarelli et al., 2007, Lattanzio et al., 2009). Processing of artichoke flower heads represents a major environmental problem, albeit with potential economical, industrial and functional applications of its by-products that have yet to be capitalized upon (Rondanelli et al., 2013, Zayed and Farag, 2020). Utilization of agro-industrial by-/co-products for the production of biomolecules with high added value improves profitability and valorization of the agricultural by-products. The valorization of such a by-product may leads to the reduction of waste and contributes to the international objective of reducing the recyclable, including organic. Thereby, artichoke by-products can be considered as raw material to produce valuable bioactive compounds and may represent a promising source of phytochemicals such as antioxidant compounds including phenolic acids and flavonoids (Gaafar and Salama, 2013, Rejeb et al., 2020).

Different processes based on new extraction techniques and environmental applications have been developed and optimized to obtain the maximal benefits from artichoke side products to include mostly the recovery of its bioactive phytoconstituents and production of value-added products (Ruiz-Aceituno et al., 2016, Farag et

al., 2018). New extraction techniques, including pre-treatment, enzyme-, ultrasound- and microwave-assisted extractions are thus needed to aid in the release of phytoconstituents, improved yield (Robak and Balcerek, 2018).

Artichoke is one of the important cultivated plants grown in Mediterranean countries. Sakiz, Bayrampasa and some hybrid type artichokes are cultivated in Turkey. There are important bioactive components in the content of artichoke have beneficial effects on health such as liver protection, antibacterial, anti-HIV, gallstone inhibitor, anticarcinogenic, antioxidant, cholesterol biosynthesis, and LDL oxidation inhibitor (El-Deen et al., 2017, Jiménez-Moreno et al., 2019, Wauquier et al 2021). The inner bract and the immature flower tray in the head of the artichoke constitute the consumed part and this parts constitute approximately 30% of the head of the artichoke. Other parts of the artichoke such as leaves, stems, and outer bracts have significant bioactive components. This study was aimed the determine the effects of two different extract preparation methods (dried powdering and wet shredding) on the total phenolic content and antioxidant activities of the artichoke extracts which were produced separately from the receptacle, inner bracts, outer bracts, leaves and stem parts of artichoke plants.

MATERIALS AND METHODS

Cynara scolymus L. cv. Bayrampasa variety of artichoke was collected from Bursa (Turkey) when artichoke fully ripened for harvest in May 2019. Receptacle, inner bracts, outer bracts, leaves and stem parts of were freshly picked. They were immediately washed with tap water and drained. Each material samples were divided to two groups. First group was freshly shredded with herb grinder. Other group was dried to 5% humidity in a dryer (40ºC, 10% relative humidity and 1,5 m/ air velocity) and powdered with herb grinder (Minh et al., 2018). These fresh and dried samples were used as material for extraction and analysis steps.

Pleminary Extraction Procedure

In order to determine the most suitable solvent for polyphenolic extraction of artichoke parts, preliminary studies were carried out on dried artichoke powder leaf using different solvents which were 100% acetonitrile, 80% acetonitrile, 60% acetonitrile, 80% ethyl acetate, 80% ethyl alcohol, 60% ethyl alcohol, 100% methanol, 80% methanol and 60% methanol.

Extraction Procedure

3 g of dried and powdered samples were taken and homogenized with 25 mL of pure methanol for 2 minutes, then kept at 4°C overnight. The next day, centrifuged at 10000 rpm for 20 minutes, the accumulated phase was collected in colored amber bottles with a pasteur pipette and kept at -20°C until the analysis. These prepared extracts were used in both total phenolic content and antioxidant activity analysis (Thaipong et al., 2006).

Total Phenolic Substance Analysis

Total amount of phenolic substance; It was measured spectrophotometrically by the Folin-Ciocalteu method. 2400 µL of distilled water, 0,25 N 150 µL of Folin Ciocalteu solution was added to 150 µL of extract taken from the samples previously prepared and stored at -20°C, and mixed in a vortex for 4 minutes. 1N 300 µL sodium carbonate (Na_2CO_3) was added to this mixture and left for 2 hours at room temperature, then the absorbance of the samples was read at 725 nm wavelength in a Hitachi brand spectrophotometer. Curves were drawn with the standard solution prepared at different concentrations of gallic acid (mg/mL), and the absorbance results of the samples were calculated as mg/100 g dry matter in gallic acid equivalent (Thaipong et al., 2006).

DPPH Antioxidant Activity Analysis

The antioxidant activities of the samples were analyzed by applying the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil) method. stock solution; 0,12 mg of DPPH was weighed and dissolved in a 50 mL flask and stored at -20°C. working solution; It was obtained by adding 45 mL of methanol to 10 mL of stock solution and reading the absorbance value of 1.1±0,02 at 515 nm wavelength in the spectrophotometer. 2850 µL of DPPH solution was

added to 150 µL of extract taken from the samples prepared before and stored at -20°C and kept in the dark for 24 hours. A reading was made at a wavelength of 515 nm in a Hitachi brand spectrophotometer and the antioxidant activities of the samples were calculated as mg/100 g trolox equivalent with the help of the formula obtained from the standard curve prepared with the 0,1 and 0,4 mg/mL trolox standard (Thaipong et al., 2006).

CUPRAC (Copper Reducing Antioxidant Capacity) Antioxidant Activity Analysis

It was carried out according to the CUPRAC (Copper Reducing Antioxidant Capacity) analysis method. 100 µL of extract was mixed with 1 mL each, 10 mM $CuCl_2$, 7,5 mM neocuproin and 1 M NH_4Ac (pH 7). Immediately, 1 mL of distilled water was added to the mixture to make the final volume 4.1. After incubation at room temperature for 60 minutes, the absorbance at 450 nm was read against a blank reagent and the antioxidant activities of the samples were calculated as mg/100 g trolox equivalent with the help of the formula obtained from the standard curve prepared with the 0,1 to 4 mg/mL trolox standard (Apak et al., 2004).

Statistical Analysis

The trial plan was made according to the 'Random Plots Trial Design' with 3 replications. It was examined whether there was a significant difference between the analysis of variance and the applications. When a significant difference was found between the applications, the applications were evaluated by testing with Fischer's LSD test, one of the multiple comparison procedures. The significance value was taken as 0,05. Analyzes were made using the JMP statistical package program.

RESULTS AND DISCUSSION

The total phenolic contents of artichoke stem and leaf mix (1:1) were determined using different solvents/solutions and results were given in Figure 1. Highest yield was obtained with 100% methanol which is followed by 60% ethyl alcohol, 80% methanol, 80% ethyl alcohol, 60% acetonitrile and 60% methanol. A similar study determined the total phenol and chlorogenic acid contents of the artichoke by using different solutions (80% methanol, 60% methanol, 40% methanol, 50% ethanol, 70% ethanol and water). Highest yield was reported from 60% methanol solution (Song et al., 2010). In this study, 181.54 mg gallic acid /100 g was determined by using 100% methanol.

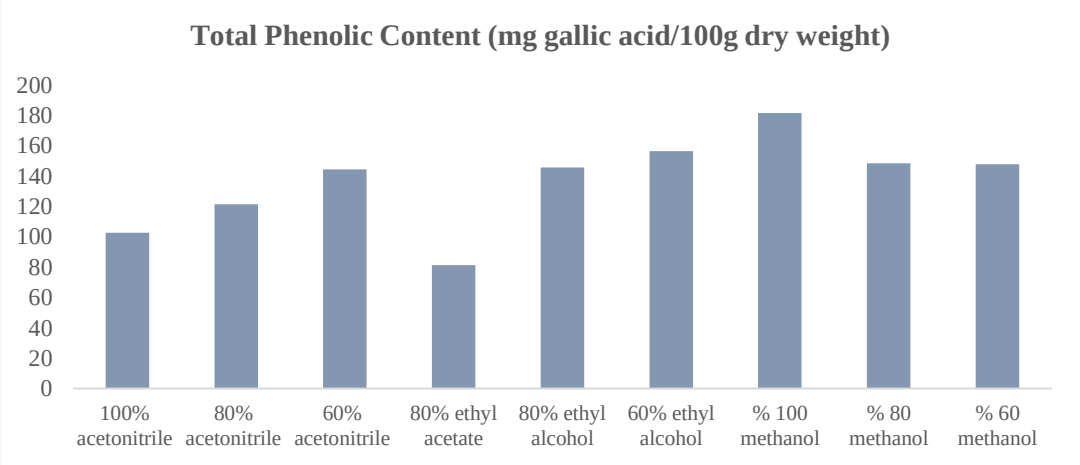


Figure 1. Total phenolic contents of artichoke leaf

Total phenolic content, antioxidant activity and CUPRAC of dry powder and wet shredding of different parts of artichoke were given in Table 1. Highest total phenolic compounds were determined for leaves for both dry powder and wet shredding. Highest DPPH antioxidant activity was determined at outer bracts with dry powder sample preparation method. On the other hand, highest CUPRAC antioxidant activity was detected in leaves with wet shredding sample preparation method.

	Extract preparation method	Receptacle	Inner Bracts	Outer Bracts	Leaves	Stem	Average
Total Phenolic Compounds	DP	72,21±21,93g	116,65±16,83f	348,65±26,50c	462,55±28,58b	235,52±7,55de	247,71A
	WS	217,36±12,37e	140,72±8,58f	258,58±5,46d	681,91±2,56a	71,32±1,21g	273,98B
	Average	144,78CD	128,68D	303,61B	572,23A	153,42C	
DPPH Antioxidant Activity	DP	133,35±21,91fg	193,51±10,44f	936,65±10,8a	738,51±46,02c	815,03±11,9b	563,41A
	WS	295,53±30,05e	115,50±3,,32fg	204,57±11,38ef	475,82±13,71d	53,71±2,91g	229,03B
	Average	214,44C	154,50C	570,32A	607,16A	434,37B	
CUPRAC Antioxidant Activity	DP	165,03±44,00g	375,23±11,72f-g	2938,25±14,90b	1807,67±30,47c-e	1945,71±12,01cd	1446,37B
	WS	2179,8±15,46c	802,85±16,40f	1648,68±26,74de	4868,19±45,78a	1342,37±10,74e	2068,38A
	Average	1254,93D	588,92E	2293,12B	3337,83A	1664,04C	

Table 1. Total phenolic content, DPPH and CUPRAC value of different parts of artichoke (Different letters in the same raw group indicate statistically significant difference ($p<0,05$))

(DP: Dried Powder, WS: Wet Shredding, Total phenolic compounds: mg gallic acid/100g dry weight, DPPH antioxidant activity: mg trolox/100 g dry weight, CUPRAC Antioxidant Activity: mg trolox/100 g dry weight)

Polyphenols and chlorogenic acid were reported at higher level in leaves compared with that in receptacle and brackets (Song et al., 2010). Total phenolic content and total flavonoid content reported at different values according to variety as well as the plant part. Bracts presented the highest total phenolic content values (10–15 mg gallic acid/g dry weight) followed by leaves and stems, while leaves were distinguished by the highest total flavonoid content values (52–58 mg quercetin /g dry weight) (Rejeb et al., 2020). Similar results were reported in another study which showed that bracts have the highest total phenols (160,8 and 134,5 mg hydroxytyrosol /g dry weight) (Dabbou et al., 2016). Total phenolic content in artichoke leaf was reported as 2795 mg chlorogenic acid /100 g dry weight (Biel et al., 2020). Whereas, Wang et al. (2003) reported that the total phenolic content in artichoke leaves was between 8760-9561 mg chlorogenic acid /100 g dry weight. Polyphenols and chlorogenic acid content varied with parts of the plant, ripeness, and extract solvent (Song et al., 2010). This study also showed statistical significant between total phenolics, DPPH and CUPRAC values of different parts of artichoke.

As a result of the study, it can be seen that the statistically different results were obtained for different extraction preparation methods among the artichoke parts. The highest total phenol content and DPPH antioxidant activity were determined in the dried powder sample. In addition, the highest result in CUPRAC antioxidant activity was seen in the wet shredding sample.

CONCLUSION

In this study, significant levels of total phenol and antioxidant activity values were determined in the parts of artichoke defined as residual or by-product. The results show that these parts can be a cheap raw material source for the food, cosmetic or health sector. In future studies, the development of value-added products, especially extracts, should be studied in these parts. Differences may be related to unique content of artichoke parts. It is possible to detect beneficial components specific to artichoke parts with studies such as detailed phenolic analysis.

In this study, it is seen that the wet crushing and dry grinding methods used in preparation for the extraction are highly effective on the total phenol content and antioxidant activity of all parts of the artichoke except the inner bracts. Extract producers may prefer the wet shredding method, which they can perform with a lower cost, if they produce from inner bracts. Dry powder method can be recommended for higher total phenol and antioxidant activity in the production of extracts from other parts.

REFERENCES

Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., & Karademir, S. E. (2004). Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. Journal of agricultural and food chemistry, 52(26), 7970-7981.

Biel, W., Witkowicz, R., Piątkowska, E., Podsiadło, C. (2020). Proximate composition, minerals and antioxidant activity of artichoke leaf extracts. Biological trace element research, 194(2), 589-595.

Ceccarelli N, Curadi MP, Picciarelli L, Martelloni C, Sbrana MG (2007) Globe artichoke as functional food. Mediterr J Nutr Metab 31:97–201

Dabbou, S., Dabbou, S., Flamini, G., Pandino, G., Gasco, L., & Helal, A. N. (2016). Phytochemical compounds from the crop byproducts of Tunisian globe artichoke cultivars. Chemistry & biodiversity, 13(11), 1475-1483.

El-Deen, S. A. S., Brakat, R. M., Mohamed, A 2017. Artichoke leaf extract protects liver of Schistosoma mansoni infected mice through modulation of hepatic stellate cells recruitment. Experimental parasitology, 178, 51-59.

Farag, M. A., Elsebai, M. F., & Khattab, A. R. (2018). Metabolome based classification of artichoke leaf: A prospect for phyto-equivalency of its different leaf origins and commercial preparations. Journal of pharmaceutical and biomedical analysis, 158, 151-159.

Gaafar, A. A., & Salama, Z. A. (2013). Phenolic compounds from artichoke (Cynara scolymus L.) by-products and their antimicrobial activities. J. Biol. Agric. Healthcare, 3(12), 1-6.

Jiménez-Moreno, N., Cimminelli, M. J., Volpe, F., Ansó, R., Esparza, I., Mármol, I., ... & Ancín-Azpilicueta, C. (2019). Phenolic composition of artichoke waste and its antioxidant capacity on differentiated Caco-2 cells. Nutrients, 11(8), 1723.

Lattanzio V, Paul AK, Lansalta V, Cardinali A (2009) Globe artichoke: a functional food and source of nutraceutical ingredients. J Funct Foods 1:131–144

Rejeb, I. B., Dhen, N., Gargouri, M., & Boulila, A. (2020). Chemical Composition, Antioxidant Potential and Enzymes Inhibitory Properties of Globe Artichoke By-Products. Chemistry & Biodiversity, 17(9), e2000073.

Robak, K., & Balcerek, M. (2018). Review of second generation bioethanol production from residual biomass. Food technology and biotechnology, 56(2), 174-187.

Rondanelli, M., Giacosa, A., Opizzi, A., Faliva MA, Sala P, Perna S, Bombardelli, E. (2013). Beneficial effects of artichoke leaf extract supplementation on increasing HDL-cholesterol in subjects with primary mild hypercholesterolaemia: a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. International journal of food sciences and nutrition, 64(1), 7-15.

Ruiz-Aceituno, L., García-Sarrió, M. J., Alonso-Rodriguez, B., Ramos, L., & Sanz, M. L. (2016). Extraction of bioactive carbohydrates from artichoke (Cynara scolymus L.) external bracts using microwave assisted extraction and pressurized liquid extraction. Food chemistry, 196, 1156-1162.

Song, S., He, H., Tang, X., Wang, W 2010. Determination of polyphenols and chlorogenic acid in artichoke (Cynara scolymus L.). Acta horticulturae, 856, 167-172.

Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., & Byrne, D. H. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. Journal of food composition and analysis, 19(6-7), 669-675.

Wang M, Simon JE, Aviles IF, He K, Zheng Q-Y, Tadmor Y (2003) Analysis of antioxidative phenolic compounds in artichoke (Cynara scolymus L.). J Agric Food Chem 51:601–608

Wauquier, F., Boutin-Wittrant, L., Viret, A., Guilhaudis, L., Oulyadi, H., Bourafai-Aziez, A., ... & Wittrant, Y. (2021). Metabolic and Anti-Inflammatory Protective Properties of Human Enriched Serum Following Artichoke Leaf Extract Absorption: Results from an Innovative Ex Vivo Clinical Trial. Nutrients, 13(8), 2653.

Zayed, A., & Farag, M. A. (2020). Valorization, extraction optimization and technology advancements of artichoke biowastes: Food and non-food applications. LWT, 132, 109883.

ORAL PRESENTATION

Sensory and Color Characteristics of Artichoke Leaf Mixed Herbal Tea

Seda Kayahan[1](*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0003-1300-4396*), Didem Saloglu[2] (*ORCID:orcid.org/0000-0003-0503-056X*), Yasin Ozdemir[3*](*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7562-0744*)

[1] Yalova University, Institute of Graduate Studies, Chemical Engineering Department, Yalova, Turkey
[2]Istanbul Technical University, Disaster Management Institute, Disaster and Emergency Management Department, Istanbul, Turkey.
[3*]Ataturk Horticultural Central Research Institute, Food Technologies Department, Yalova, Turkey.

*Corresponding author e-mail: yasin.ozdemir@tarimorman.gov.tr

Abstract
With the increasing interest of people in healthy foods and beverages in recent years, the use of herbal tea has also increased. In recent years, artichokes (*Cynara cardunculus*) have also been consumed a lot in food and salads due to their positive effects on health. The inner bract and hearts in the head of the artichoke constitute the consumed part in food. However, other parts of the artichoke such as leaves, stems, and outer bracts defined to be artichoke by-products are not suitable for consumption in people daily diets. Artichoke by-products are approximately 70 % of the vegetable. That is why, the evaluation of these parts is important both in terms of reducing environmental pollution and also increasing the income of farmers by producing added value. In the present study, four different formulation containing artichoke leaves were prepared in order to prepare herbal tea mixture. Artichoke leaves ratios were used to be 100%, 95%, 90%, 85% (w/w) in the lemon balm (*Melissa officinalis*), lemon verbena (*Lippia citriodora* L.) and lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*) leaves. After leaves mixture preparation, tea bags were prepared, then they were brewed in a cup, and their sensory analysis such as appearance, colour, odor, taste, and colour values (L, a and b) were carried out. This study showed that colour values were not detected as statistically different. Also, the L value increased by increasing the amount of artichoke leaves from 5% (w/w) to 15% (w/w) in the leaf mixtures. 10% (w/w) lemon balm+lemon verbena+lemongrass and 90% (w/w) of artichoke leaves had higher sensory scores for all characteristics and it can be advisable to herbal tea producer to be a new tea formulation.

Keywords: artichoke tea, sensory characters, tea formulation, tea acceptance

INTRODUCTION

Medicinal plant origin food products are a promising source for beneficial natural components which have hepatoprotective, immune supporter, hypolipidemic and antioxidant characters (Minh et al., 2018). Valorization of unexploited crop waste for obtaining of potent bio-compounds or new products in a cheapest way. Artichoke leaf is an important waste product or by-product because it is produced in high quantities and has a valuable content (Rudić et al., 2021). The nutritional and medicinal properties of artichoke are mainly related to the chemical composition of the head and leaves, which are recognised as natural sources of phenolic acids, such as chlorogenic acid and cynarin, and rich in flavonoids, namely apigenin and luteolin (Ruiz-Cano et al., 2014, Grazina et al., 2022). With the increasing interest of people in nutrition in recent years, the use of herbal tea has also increased. Since ancient times, many plants or specific plant parts have always been used to prepare herbal tea or beverages locally capable of improving health or inhibiting diseases (Zhang et al., 2020). Although there are many studies on the beneficial effects of artichoke leaf tea or its infused product (Pereira et al., 2013, Essid et al., 2020), no research has been found on improving the sensory properties of this tea.

In recent years, artichokes have also been consumed a lot in food and salads due to their positive effects on health. The inner bract and hearts in the head of the artichoke constitute the consumed part in food. However, other parts of the artichoke such as leaves, stems, and outer bracts defined to be artichoke by-products are not suitable for consumption in people daily diets. Artichoke by-products are approximately 70 % of the vegetable. So that this study is aimed to evaluate the mixed herbal tea production with artichoke leaves. For this purpose,

four different formulation containing artichoke leaves were prepared and color and sensorial characteristics of their teas were evaluated.

MATERIALS AND METHODS

Leaves of Bayrampaşa artichoke genotype (*Cynara cardunculus*) were freshly harvested by cutting with knife on May 2021 (when the buds are tight and firm and artichokes are reached to ~8 cm diameter) from artichoke orchard in Bursa (Turkey). Leaves were immediately washed with tap water and drained. They dried until 5% humidity in a dryer (40ºC, 10% relative humidity and 1,5 m/ air velocity) as described before by Minh et al (2018). After that dried artichoke leaves were powdered with a herb grinder. Powders were sifted through a 40 mesh sieve and this passed powder was utilized for herbal tea production. Dried powder of lemon balm (*Melissa officinalis*), lemon verbena (*Lippia citriodora* L.) and lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*) leaves (max 8% humidity) were purchased from local herbal tea producer company in Yalova. Artichoke leaves were mixed 100%, 95%, 90%, 85% (w/w) ratio in with lemon balm+lemon verbena+lemongrass leave powders (they had equal ratios). Mixed herbal powders were weighted 1,5 g and put in tea bags. In order to simulate household conditions tea bag put in 200 mL glass cup of distilled water at 90ºC and kept for 1 minutes (Kharobi and Soubh, 2019). Colour values (L, a and b) were determined by Minolta color meter equipment. Sensory characters were determined according to Onyeneke (2021). Well experienced ten panelist (food, chemistry and agriculture engineers) were evaluated appearance, colour, odor and taste character of teas by using 0-9 (1: extremely dislike, 3: dislike, 5: normal, 7: like, 9: extremely like) point hedonic scale. Analyze results were evaluated with statistical package program (JUMP). The p-values below or equal to 0.05 were regarded as significant.

RESULTS AND DISCUSSION

As a result of their curiosity, the presumed aphrodisiac property and traditional and folk medicine indication Artichoke leaf tea has been the subject of research in Italy (Bianco, 2009). But there are limited number of studies about chemical and physical characteristics of artichoke leaf tea. L, a and b colour values of artichoke leaf mixed herbal tea were given in Table 1. This study showed that a and b colour values were not detected as statistically different. But, the L value increased by increasing the amount of artichoke leaves from 5% (w/w) to 15% (w/w) in the leaf mixtures. L, a and b color values of commercial rooibos, rooibos powder and rooibos stem tea were reported between 64.40-78.65, 18.27-3,31 and 84.26-100.55 respectively (Sishi et al., 2019). Preparation of herbal tea from mulberry leaves were reported as green according to sensorial evaluation (Killedar and Pawar, 2017).

Table 1. L, a and b colour values of artichoke leaf mixed herbal tea

Artichoke leaves ratios	**Colour values**		
	L	**a**	**b**
85%	63,08±1,19c	17,33±1,18	37,42±1,58
90%	63,11±1,21c	17,95±1,03	36,89±0,92
95%	66,85±1,33b	18,07±1,12	36,33±1,21
100%	68,16±1,47a	18,39±1,09	37,11±1,21

Different letters in the same column indicate statistically significant difference ($p<0,05$)

The quality of tea is strongly associated with the amount of thearubigins, theaflavins, amino acids and catechins also have a significant contribution in the sensory characteristics of tea (Kato et al., 2008, Adnan et al., 2013). Ratio of tea to water, temperature of the infusion and particle size of tea effects sensorial and constituents of final product (brewed tea) (Adnan et al., 2013). Appearance, colour, odor and taste sensorial characteristics of artichoke leaf mixed herbal tea were given in Table 2. 10% (w/w) lemon balm+lemon verbena+lemongrass and 90% (w/w) of artichoke leaves had higher sensory scores for all characteristics and it can be advisable to herbal tea producer to be a new tea formulation. Odour and taste of mulberry+tulsi and mulberry+ashwagandha teas were reported as bitter (Killedar and Pawar, 2017). Sensorial characteristics of green tea, black tea, lemongrass tea and two different herbal mix tea were determined. Colour and taste values of these teas were between 5,75-7,50 and 4,95-6,60 by using 1-9 point scale (Onyeneke, 2021). On the other hand, color and taste

of artichoke tea were reported between 2,1-4,3 and 1,7-4,1 (Hwang et al., 2019). In this study and literature results showed that artichoke leaf tea has higher sensorial scores than reported results for artichoke.

Table 2. Appearance, colour, odor and taste sensorial characteristics of artichoke leaf mixed herbal tea

Artichoke leaves ratios	Appearance	Colour	Odor	Taste
85%	6,6±0,5b	7,5±0,4b	7,4±0,4a	7,4±0,5a
90%	7,2±0,4a	8,9±0,3a	7,2±0,4a	7,2±0,4a
95%	7,0±0,2a	8,7±0,5a	5,4±0,5b	5,8±0,3b
100%	5,8±0,2c	7,9±0,6b	5,0±0,2b	5,6±0,2b

Different letters in the same column indicate statistically significant difference ($p<0,05$)

In herbal medicine or on the other name traditional or complimentary medicine consumption of artichoke leaf tea is very common in solving problems related to digestion and liver due to its antidyspeptic and hepatoprotective properties (Pistón et al., 2014). But its sensory characters had key role for its regular consumption. In this study brightness (L) and color (a and b) values were detected as different from sensorial color scores. Because a and b values statistically were not different. But sensorial color differences statistically were determined. Taste of artichoke leaf tea were increased according to increased ratio of other herbal mix.

CONCLUSION

Artichoke leaf tea was reported as potential source of natural antioxidants due to their high phenolic content in literature. But its consumption was limited because of bitter taste. In this research, lemon balm+lemon verbena+lemongrass was used to improve the sensory properties of this tea. In this way, the bitter taste of the artichoke leaf could be suppressed by the sensory properties obtained from other plants. It was observed that the herbal mixture used in the project made significant contributions to the appearance and sensory properties of artichoke leaf tea. It is thought that these properties will increase the regular consumption of artichoke leaf tea and provide consumer loyalty.

In this way, the sensory values of artichoke leave, which emerged as a residual product with almost no economic value, were transformed into a value-added product that could be appreciated by consumers. Evaluation of unused part of artichoke is important both in terms of reducing environmental pollution and also increasing the income of farmers. In future studies, it is recommended to mix medicinal plants with high sensory properties with artichoke leaves to produce new herbal teas. In this way, herbal teas that are both high in beneficial effects and attracting attention with their sensory properties will be offered to consumers.

REFERENCES

Adnan M, Ahmad A, Ahmed A, Khalid N, Hayat I, Ahmed I 2013. Chemical composition and sensory evaluation of tea (*Camellia sinensis*) commercialized in Pakistan. Pak J Bot, 45(3): 901-907.

Bianco VV 2009. The artichoke: a travelling companion in the social life, traditions and culture. In VII International Symposium on Artichoke, Cardoon and Their Wild Relatives 942: 25-39.

Essid I, Tajine S, Gharbi S, Bellagha S 2020. Use of pomegranate peel and artichoke leaf extracts to improve the quality of marinated sardine (*Sardinella aurita*) fillets. Journal of Food Science and Technology, 57(2): 713-722.

Grazina L, Batista A, Amaral JS, Costa J, Mafra I 2022. Botanical authentication of globe artichoke-containing foods: Differentiation of Cynara scolymus by a novel HRM approach. Food Chemistry: 366, 130621.

Hwang EG, Lee SH, Kim BK, Kim SJ, Ann YG, Doryoon M, Oh SC 2019. Components and function of artichoke tea prepared by steaming and drying method. Journal of the Korean Applied Science and Technology, 36(1): 1-12.

Kharobi K, Soubh L 2019. Effect of grinding the herb and boiling the infusion on total phenolic content and antioxidant capacity of herbal infusions. J. Pharm. Nutr. Sci, 9: 66-70.

Kato, A., Y. Minoshima, J. Yamamoto, I. Adachi, A.A. Watson and R.J. Nash. 2008. Protective effects of dietary chamomile tea on diabetic complications. J. Agric. Food Chem., 56(17): 8206-8211.

Killedar, S. G., Pawar, A. V., (2017). Preparation of herbal tea from mulberry leaves. Journal of Medicinal Plants Studies, 5(2), 325-328.

Minh, N. P., Pha, P. T. L., Lieu, V. T. B., & Vo, T. S. (2018). Technical factors affecting dried herbal tea production from artichoke (Cynara scolymus) capitula. Research on Crops, 19(4), 746-751.

Onyeneke EN 2021. Quality evaluation of different branded tea sold in Nigeria. World News of Natural Sciences, 39: 61-75.

Pereira C, Calhelha RC, Barros L, Ferreira IC 2013. Antioxidant properties, anti-hepatocellular carcinoma activity and hepatotoxicity of artichoke, milk thistle and borututu. Industrial Crops and Products, 49: 61-65.

Pistón M, Machado I, Branco CS, Cesio V, Heinzen H, Ribeiro D, Freitas M 2014. Infusion, decoction and hydroalcoholic extracts of leaves from artichoke (Cynara cardunculus L. subsp. cardunculus) are effective scavengers of physiologically relevant ROS and RNS. Food Research International, 64: 150–156.

Rudić S, Dimitrijević-Branković S, Dimitrijević S, Milić M 2021. Valorization of unexploited artichoke leaves dust for obtaining of extracts rich in natural antioxidants. Separation and Purification Technology, 256: 117714.

Ruiz-Cano F, Pérez-Llamas MJ, Frutos MB, Arnao C, Espinosa JÁ, Zamora S. 2014. Chemical and functional properties of the different by-products of artichoke (Cynara scolymus L.) from industrial canning processing. Food Chemistry, 160: 134-140.

Sishi M, Muller M, De Beer D, van der Rijst M, Joubert E 2019. Rooibos agro-processing waste as herbal tea products: optimisation of soluble solids extraction from dust and application to improve sensory profile, colour and flavonoid content of stem infusions. Journal of the Science of Food and Agriculture, 99(7): 3653-3661.

Zhang Q, Zhao Y, Zhang M, Zhang Y, Ji H, Shen L 2021. Recent advances of vine tea, a potential and functional herbal tea with dihydromyricetin and myricetin as major bioactive compounds. Journal of Pharmaceutical Analysis, 11: 555-563.

ORAL PRESENTATION

Carbendazim fungisitinin elektrokoagülasyon yöntemi ile model atıksudan giderimi

Tuğçe Demirel[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7565-3899*), Yusuf Yavuz [1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8785-0862*)

[*1]Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: tdemirel@eskisehir.edu.tr

Özet

Pestisit kullanımının gün geçtikçe artması pestisit kaynaklı çevre sorunlarına dikkat çekmektedir. Bu çalışmada yaygın kullanıma sahip Carbendazim fungisitinin model atıksudan elektrokoagülasyon yöntemiyle giderimi araştırılmıştır. Elektrokoagülasyon giderim verimine etki eden deneysel parametrelerin araştırılması ve fungisit giderim çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Carbendazim gideriminde 17,5 mA/cm^2 akım yoğunluğunda, 2 mM Na_2SO_4 destek elektrolit ilavesi ve doğal pH' da 60 dakika boyunca demir elektrotlarla gerçekleştirilen çalışmalarda %98,99 KOİ giderimi elde edilmiştir. Bu koşullarda sistemin enerji tüketimi 24 kWh/m^3 olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda Carbendazim fungisitinin model atıksudan elektrokoagülasyon yöntemiyle etkin bir şekilde giderilebildiği görülmüştür. Bu çalışma kapsamında uygulanan yöntemin pestisit kaynaklı su/yeraltı suyu kirliliğiyle ilgili çevre sorunlarına katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Pestisit, fungisit, Carbendazim, elektrokoagülasyon, demir elektrot.

Removal of Carbendazim fungicide from model wastewater by electrocoagulation method

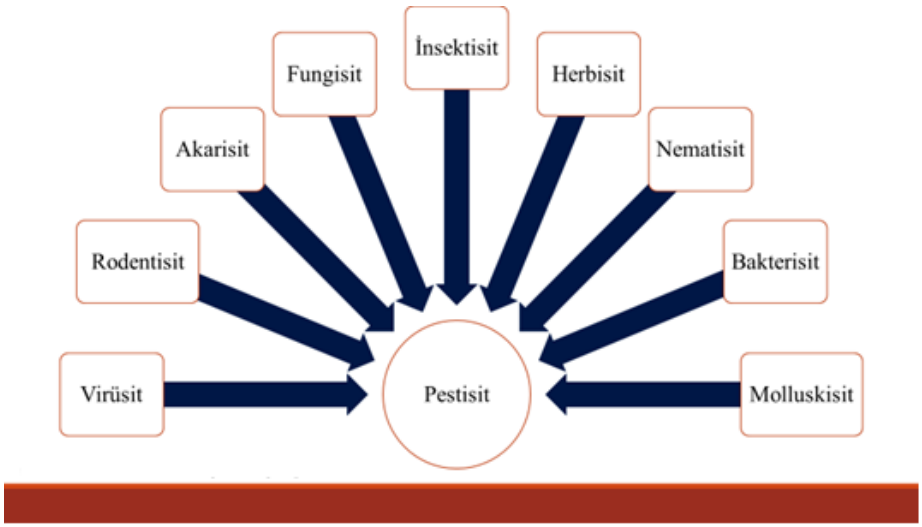
Abstract

The increasing use of pesticides day to day call attention to pesticide-related environmental problems. In this study, the removal of Carbendazim fungicide, which is widely used, from model wastewater by electrocoagulation was investigated. Investigation of experimental parameters affecting electrocoagulation removal efficiency and fungicide removal studies were carried out. In Carbendazim removal, 98.99% COD removal was obtained in studies performed with iron electrodes at 17.5 mA/cm^2 current density, 2 mM Na_2SO_4 supporting electrolyte addition and natural pH for 60 minutes. In these conditions, the energy consumption of the system was found to be 24 kWh/m^3. According to the results obtained, it has been observed that Carbendazim fungicide can be effectively removed from the model wastewater by electrocoagulation method. It is thought that the method applied within the scope of this study will contribute to environmental problems related to pesticide-induced water/groundwater pollution.

Keywords: Pesticide, fungicide, Carbendazim, electrocoagulation, iron electrode.

GİRİŞ

Pestisitler zirai mücadele uygulamalarında zararlı organizmaları engellemek, kontrol altına almak, ya da zararlarını azaltmak amacıyla kullanılmaktadır (Yadav ve Devi, 2017). Pestisitler fiziksel yapılarına, formülasyon şekillerine, etkili oldukları zararlı grubuna, içerdikleri aktif madde grubuna, zehirlilik derecesine ve kullanım yöntemine göre çok değişik şekillerde sınıflandırılmaktadır. Pestisitlerin etki ettikleri zararlı grubuna göre sınıflandırılmasında Şekil 1'de verilmiştir (Akashe ve ark., 2018).



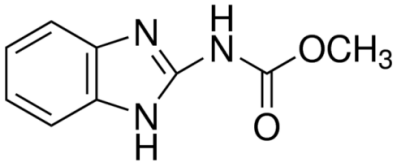
Şekil 1. Etki ettikleri zararlı grubuna göre pestisitler

Carbendazim, tarımsal uygulamalarda mantar hastalıklarını kontrol etmek için geniş kullanıma sahip sistemik bir fungisittir (Saien ve Khezrianjoo, 2008). Carbendazim fungisiti su, toprak ve besin zincirinde tespit edilebilen önemli bir kirletici olarak tanımlanmaktadır (Panadés ve ark., 2000). Carbendazim fungisitinin kullanımının artması, toksik etkileri nedeniyle çevre için giderek artan bir tehdit olarak kabul edilmektedir. Carbendazim fungisitinin yaygın ve tekrarlanan kullanımı insanlar, omurgasızlar, sudaki yaşam formları ve toprak mikroorganizmaları üzerinde akut ve kronik toksik etkilere neden olmaktadır (Singh ve ark., 2016). Bu sebeple Carbendazim içeren su/atıksuların arıtımı oldukça önem arz etmektedir.

MATERYAL VE METOD

Çalışma kapsamında Carbendazim fungisitinin demir elektrotlar kullanılarak model atıksudan elektrokoagülasyon yöntemi ile giderilebilirliği araştırılmıştır. Elektrokoagülasyon çalışmaları 500 mg/L Carbendazim derişiminde, 400 ml numune hacminde, 200 rpm karıştırma hızında gerçekleştirilmiştir. Elektrokoagülasyon çalışma düzeneği DC güç kaynağı (Statron, Type 3262), multimetre (Fluke, 26-III), pH metre (Thermo Scientific, Orion STAR A215) ve manyetik karıştırıcıdan (Heidolph, MR3001) oluşmaktadır. Çalışmalarda 0,1 M NaOH ve 0,1 M HC1 pH ayarlamasında kullanılmıştır. Carbendazim fungisitine ait özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Carbendazim fungisitine ait özellikler

Kimyasal yapı	
Formül	$C_9H_9N_3O_2$
Molekül ağırlığı	191.19 g/mol
CAS No	10605-21-7

Çalışma başlangıcında ve çalışmalar süresince belirli zaman aralıklarında reaktörden numuneler alınmıştır. Bu numunelerde toplam kirlilik yükü hakkında bilgi veren KOİ analizleri TS 2789 Su kalitesi–Kimyasal Oksijen İhtiyacı Tayini kodlu standarda göre gerçekleştirilmiştir. % KOİ gideriminin hesaplanması için Eşitlik 1'de verilen bağıntı kullanılmıştır. Burada;

$$\text{KOİ giderimi (\%)} = \frac{(KOİ_0 - KOİ_t)}{KOİ_0} \times 100 \quad (1)$$

$KOİ_0$: Model atıksuyun başlangıç KOİ derişimi (mg/L) ve $KOİ_t$: t anındaki KOİ derişimi (mg/L).

Numune alınırken reaktöre uygulanan gerilim değerleri de kaydedilmiş ve Eşitlik 2'de verilen bağıntı ile sistemin enerji tüketimi hesaplanmıştır (Demirel, 2021).

$$\text{Enerji tüketimi } \text{kWh/m}^3 = \frac{V \times I \times t}{v} \quad (2)$$

Burada;

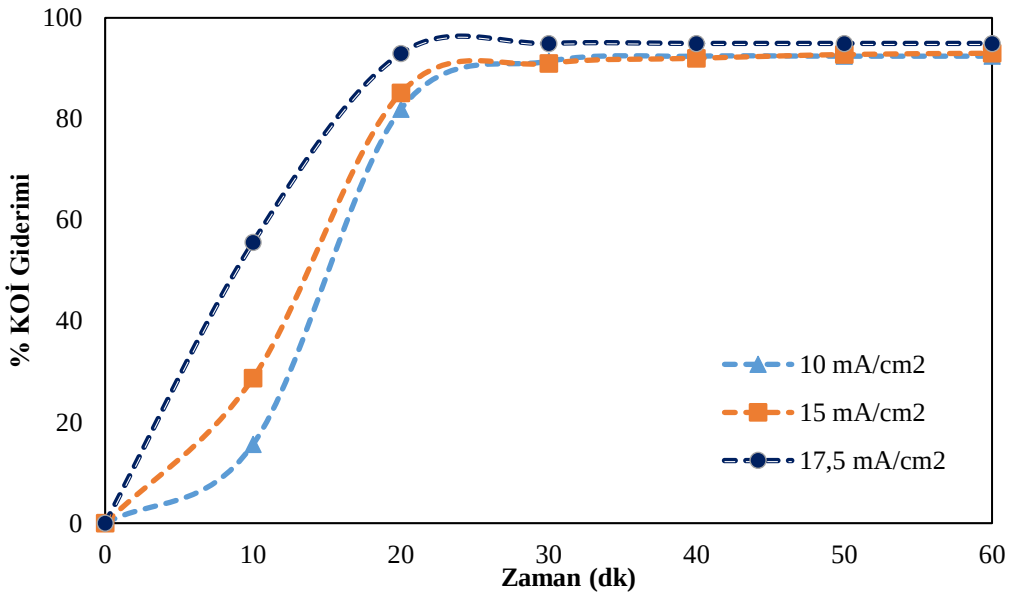
I: Akım (amper), V: gerilim (volt), v : model atıksu hacmi (m^3), t: elektrokoagülasyon süresi (saat).

BULGULAR ve TARTIŞMA

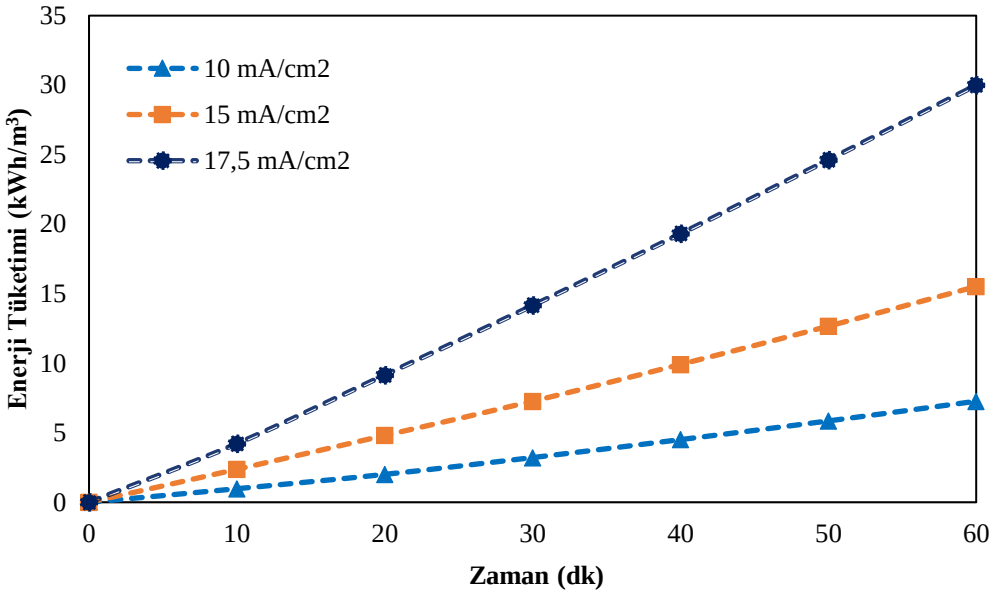
Elektrokoagülasyon çalışmalarında akım yoğunluğunun etkisi (10, 15 ve 17,5 mA/cm^2), destek elektrolit miktarının etkisi (1, 1,5 ve 2 mM Na_2SO_4) ve başlangıç pH'ının (3, doğal pH (8±%5) ve pH 9) sistem verimine etkisi incelenmiştir.

Akım Yoğunluğunun Sistem Verimine Etkisi

Demir elektrotlarla gerçekleştirilen elektrokoagülasyon çalışmalarında akım yoğunluğunun etkisi, 1 mM Na_2SO_4 destek elektrolit ilavesi ile 10, 15 ve 17,5 mA/cm^2 akım yoğunluğunda incelenmiştir. Akım yoğunluğunun % KOİ giderim verimine etkisi ve enerji tüketim grafikleri Şekil 2 ve Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 2. Akım yoğunluğunun %KOİ giderimine etkisi (C_0=500 mg/L Carbendazim, 1 mM Na_2SO_4, doğal pH)

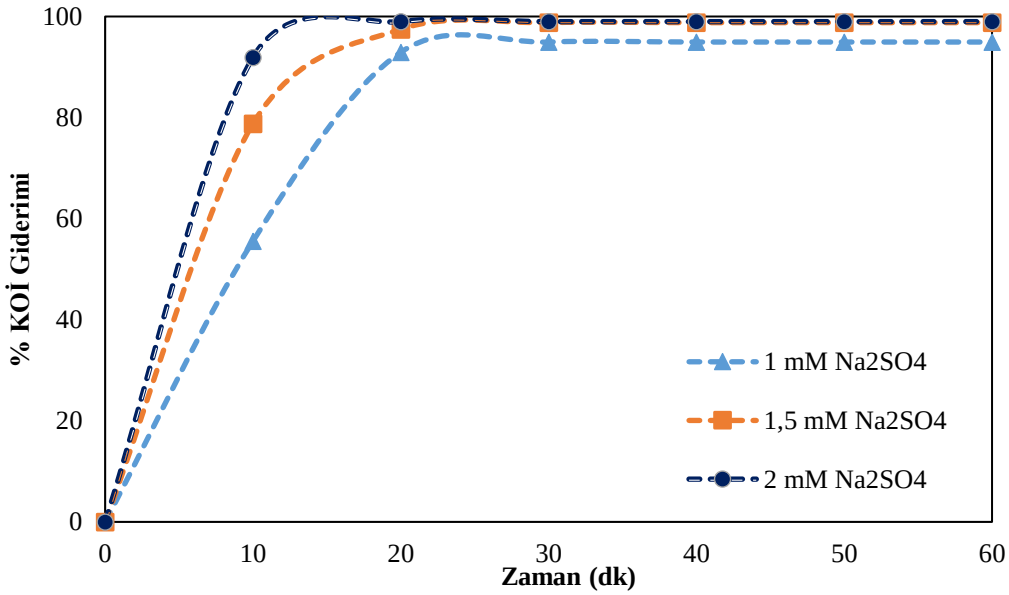


Şekil 3. Akım yoğunluğunun enerji tüketimine etkisi (C_0=500 mg/L Carbendazim, 1 mM Na_2SO_4, doğal pH)

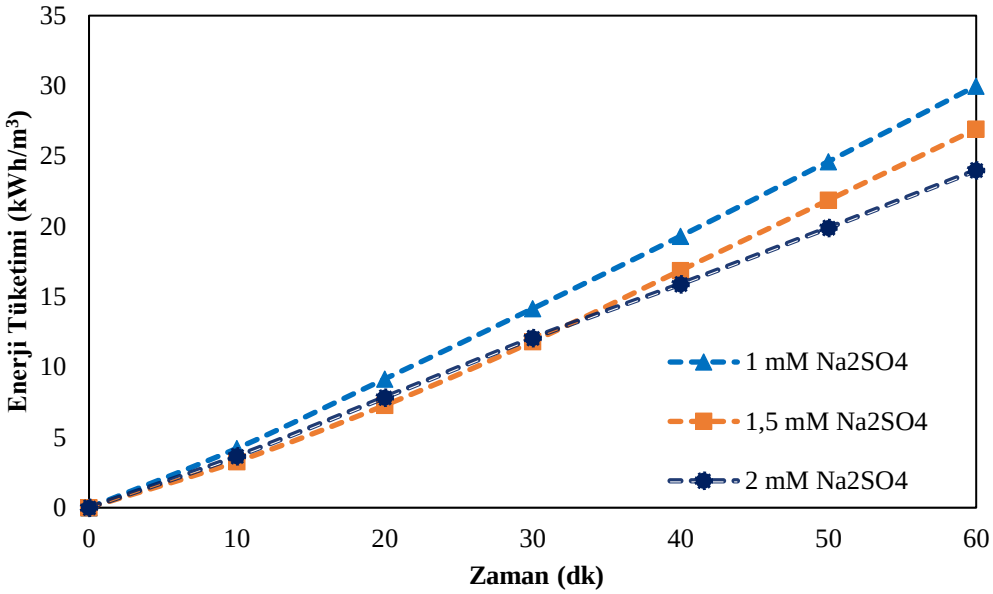
10, 15 ve 17,5 mA/cm^2 akım yoğunluklarında gerçekleştirilen çalışmalarda %KOİ giderimleri sırasıyla %92,42, %93 ve %94,95 olarak bulunmuştur. Sistemin enerji tüketimi 10, 15 ve 17,5 mA/cm^2 akım yoğunlukları için sırasıyla 7,27, 15,52 ve 30 kWh/m^3 olarak hesaplanmıştır.

Destek Elektrolit Miktarının Sistem Verimine Etkisi

Destek elektrolit miktarının sistem verimine etkisi, 1 mM, 1,5 mM ve 2 Na_2SO_4 destek elektrolit ilavesi ile 17,5 mA/cm^2 akım yoğunluğunda incelenmiştir. Na_2SO_4 destek elektrolitinin sistem verimine etkisinin incelenmesine ait grafikler Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 4. Na_2SO_4 destek elektrolit miktarının %KOİ giderimine etkisi (C_0=500 mg/L Carbendazim, i=17,5 mA/cm^2, doğal pH)

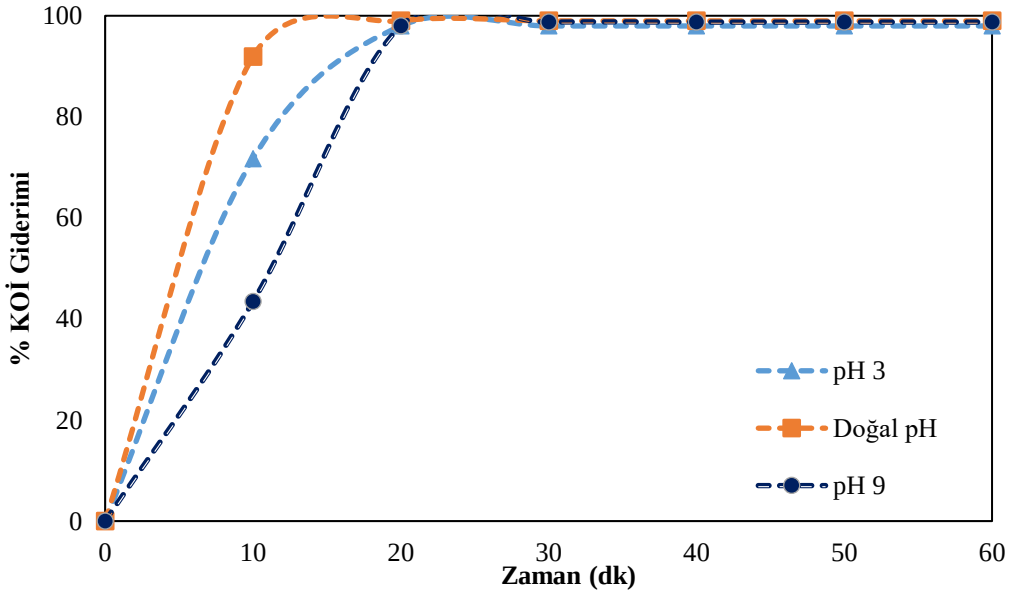


Şekil 5. Na_2SO_4 destek elektrolit miktarının enerji tüketimine etkisi (C_0=500 mg/L Carbendazim, i=17,5 mA/cm^2, doğal pH)

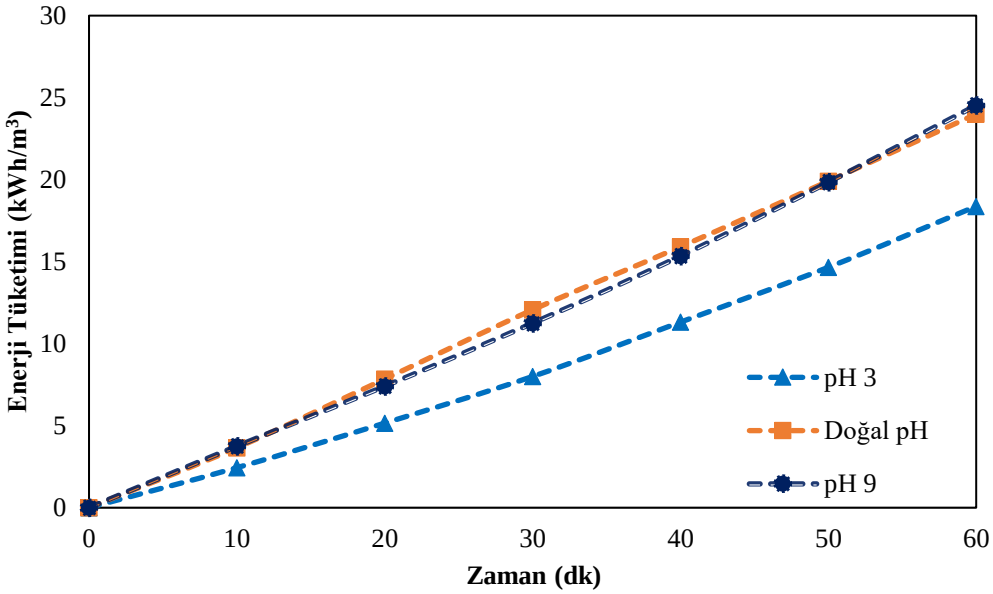
1 mM, 1,5 mM ve 2 Na_2SO_4 destek elektrolit ilavesi ile 17,5 mA/cm^2 akım yoğunluğunda gerçekleştirilen çalışmalarda %KOİ giderimi sırasıyla %94,95, %98,78 ve %98,99 olarak ve enerji tüketimi sırasıyla 30, 26,94 ve 24 kWh/m^3 olarak bulunmuştur.

Başlangıç pH'ının Sistem Verimine Etkisi

Başlangıç pH'ının sistem verimine etkisi, pH 3, doğal pH ve pH 9'da 2 mM Na_2SO_4 destek elektrolit ilavesi ile 17,5 mA/cm^2 akım yoğunluğunda incelenmiştir.
Başlangıç pH'ının sistem verimine etkisinin ile incelenmesine ait grafikler Şekil 6 ve Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 6. Başlangıç pH'ının sistem verimine etkisi (C_0=500 mg/L Carbendazim, i=17,5 mA/cm^2, 2 mM Na_2SO_4)



Şekil 0. Başlangıç pH'ının enerji tüketimine etkisi (C_0=500 mg/L Carbendazim, i=17,5 mA/cm^2, 2 mM Na_2SO_4)

Başlangıç pH'ının sistem verimine etkisi, 2 mM Na_2SO_4 destek elektrolit ilavesi ile 17,5 mA/cm^2 akım yoğunluğunda gerçekleştirilen çalışmalarda %KOİ giderimi sırasıyla %97,98, %98,99 ve %98,74 olarak ve enerji tüketimi sırasıyla 18,38, 24 ve 24,53 kWh/m^3 olarak bulunmuştur.

SONUÇ

Demir elektrotlarla gerçekleştirilen elektrokoagülasyon çalışmalarında 10, 15 ve 17,5 mA/cm^2 akım yoğunluğunun sistem verimine etkisi incelemiş ve en yüksek KOİ giderim verimi 17,5 mA/cm^2 akım yoğunluğunda elde edilmiştir. 17,5 mA/cm^2 akım yoğunluğunda enerji tüketimi 30 kWh/m^3 de olarak bulunmuştur. Akım yoğunluğunun artması enerji tüketimini büyük ölçüde etkilemiştir.

Na_2SO_4 destek elektrolitinin sistem verimine etkisi, 1 mM, 1,5 mM ve 2 Na_2SO_4 destek elektrolit ilavesi ile 17,5 mA/cm^2 akım yoğunluğunda gerçekleştirilen çalışmalarda, destek elektrolit miktarının artması ile KOİ giderim veriminde artış görülmüştür. Bununla birlikte destek elektrolit miktarının artması enerji tüketimini de düşürmüştür. Destek elektrolit olarak Na_2SO_4 kullanımının hem KOİ giderimi hem de enerji tüketimi açısından etkin olduğu görülmüştür.

Başlangıç pH' ının sistem verimine etkisi incelendiğinde tüm pH değerlerinde elde edilen giderim verimlerinin yakın olduğu ve giderim verimine etkisinin olmadığı görülmüştür. Bu nedenle başlangıç pH' ının ayarlanmasına gerek olmadığı sonucuna varılmıştır.
Elektrokoagülasyon çalışmaları 60 dakika boyunca sürdürülürmüş ve 30. dakikadan sonra giderim veriminde anlamlı bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir. Devam edecek çalışmalar için elektrokoagülasyon süresinin 30 dakika olmasına karar verilmiştir.
Elde edilen sonuçlar doğrultusunda Carbendazim fungisitinin model atıksudan elektrokoagülasyon yöntemiyle etkin bir şekilde giderilebildiği görülmüştür.

KAYNAKLAR

Akashe MM, Pawade UV Nikam AV 2018. Classification of pesticides: a review. International journal of research in ayurveda and pharmacy, 9(4): 144-150.

Demirel T 2021. Tribenuron methyl ve 2,4-D Isooctyl ester herbisitlerinin elektrokimyasal yöntemlerle sudan giderilmesi. Doktora tezi, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye.

Panadés R, Ibarz A, Esplugas, S 2000. Photodecomposition of carbendazim in aqueous solutions. Water research, 34(11): 2951-2954.

Saien J, Khezrianjoo S 2008. Degradation of the fungicide carbendazim in aqueous solutions with UV/TiO_2 process: optimization, kinetics and toxicity studies. Journal of hazardous materials, 157(2-3): 269-276.

Singh S, Singh N, Kumar V, Datta S, Wani AB, Singh D, Singh K, Singh J 2016. Toxicity, monitoring and biodegradation of the fungicide carbendazim. Environmental chemistry letters, 14(3):317-329.

Yadav IC ve Devi NL 2017. Pesticides classification and its impact on human and environment. Environmental science and engineering, 6: 140-158.

ORAL PRESENTATION

Neural Network Modeling of a 4-Pole 3-DoF Magnetic Levitation System based on NARX Architecture

Tayyip Ensar Özkaya[1*] (*ORCID: 0000-0002-8158-5906*), Kadir Erkan[1] (*ORCID: 0000-0001-9293-7279*)

[1]Yildiz Technical University, Faculty, Mechatronics, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: te.ozkaya@gmail.com

Abstract
Generating an accurate simulation for a noisy and highly non-linear system requires deep understanding of mathematical modeling of uncertainties, noise and physical context. To address this bottleneck, in this work, Nonlinear Autoregressive exogenous (NARX) recurrent neural network (RNN) modeling is proposed to approximate the system behavior of a 4-pole 3-DoF magnetic levitation plant controlled via PID. The target position of the levitator is given to the controller which generates control signals and drives the 4 poles of the electromagnet to reach the target position. The RNN model is used to map the input target position to the resulting position of the system, and to predict the levitator position for an unknown target position. To train the model, the required data is collected by sampling given target positions and resulting levitator positions. The RNN is trained with that data offline and evaluated by applying the same sequence of certain target distance values to the real system and to the model and comparing both systems outputs. The results show that the modelling based on the NARX method is adequate and can be used for simulation studies

Keywords: Artificial Neural Network, Data Driven System Identification, Magnetic Levitation, NARX

INTRODUCTION

A magnetic levitation (maglev) system is the control of the spatial position of a ferro-magnetic object by a variable magnetic field source. Also known as electromagnetic suspension, this system is used in many sectors like transportation, as in maglev trains, maglev bearings as in stabilizing systems due to its vibration damping characteristics, levitation melting and micro-robotics.

Earnshaw's theorem (Earnshaw, 1842) states that the stable levitation of an object only by using paramagnetic materials is impossible. Thus, either constraining the degrees of freedom or active manipulation of the magnetic field is needed to obtain stable levitation.

In electromagnetic levitation systems, the position of a ferromagnetic object is controlled by measuring the position and velocity of the object and actively responding to the counterforce by the magnetic field of the variable magnetic field source. In the scope of this work, 4 electromagnets are used as magnetic field sources, which are mounted on the levitator itself and strengthened with permanent magnets. Extensive work has been carried out on building the system by (Erkan, 2017). **Figure 1** depicts the schematic structure of the working principle.

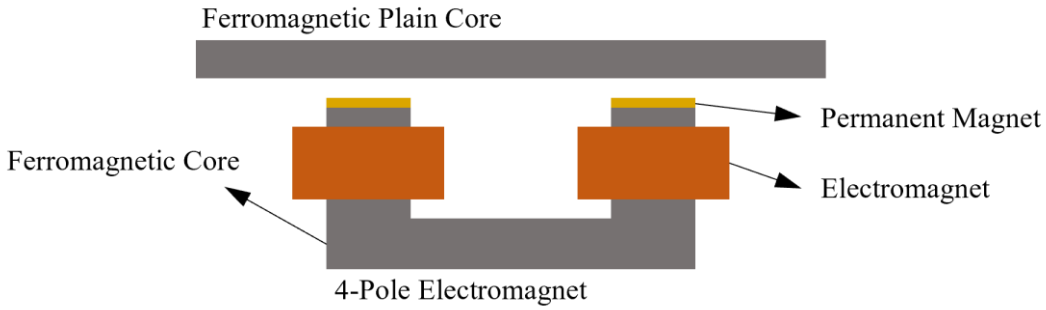


Figure 1: Working principle of 4-pole 3-dof magnetic levitation system

In order to actively manipulate the system in such a way that the desired position is obtained, feedback-control is applied. As an input to the controller the desired levitation distance is given, which calculates in turn the magnetic force to be applied to the object to reach that distance. For most of the methods to develop such a controller for stabilization of an unstable system, system identification is required. The system model resulting from this identification helps to simulate the system and is used extensively to design optimal controllers. The

more accurate such a model resembles the physical system, the better controllers can be designed based on them. System Identification is a very wide and deeply studied area of research.
Data-driven methods like Artificial Neural Networks (ANNs) made their way into the field of system identification in control theory, rather early. The function approximation property of ANNs has been proven by Hornik et. al in his publication in 1989 (Hornik, 1989). He shows that multilayer feedforward networks are universal approximators of any function. This property is a very strong argument in favor of using ANNs for system identification purposes in control systems (Ge, 2013).
In the scope of this work, ANNs in the identification of the maglev system will be carried out and evaluated by comparing the results with experimental data.

MATERIALS AND METHODS

The used magnetic levitation system used in this work consists of a 4-pole hybrid electromagnet acting as the levitator. Levitators with this configuration have the advantage of full redundant levitation, 3 degrees of freedom control and significantly less power consumption due to their permanent magnets. **Figure 2** shows the physical system. Four photoelectric proximity sensors are used to measure the distance to the plain core and calculate the pitch and yaw angles of the levitator, which are used as feedback signals. The development of the electronic and software components of this levitator was explained in (Erkan, 2017).

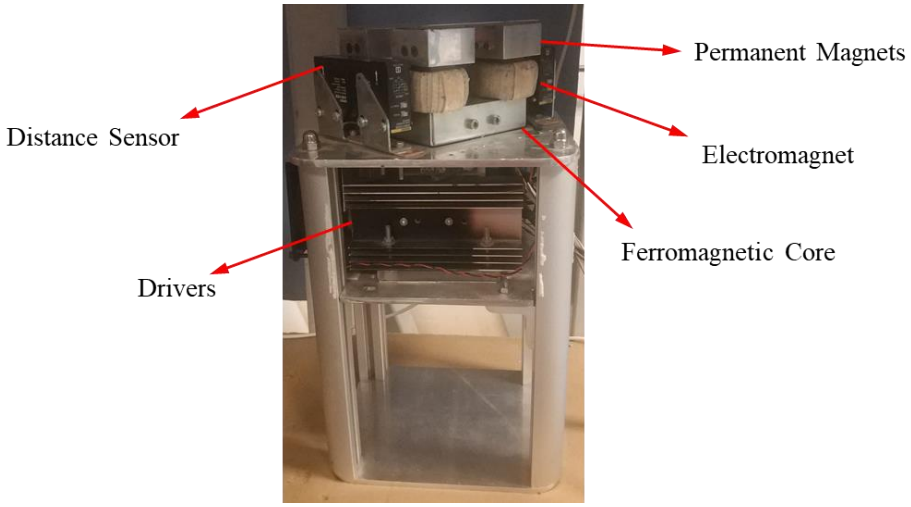


Figure 2: Magnetic Levitation System used in this study

Neural networks are powerful function approximators and are used in many forms for system identification. In particular, for the identification of systems that are highly non-linear and difficult to model neural networks appear to be an effective method, both in terms of performance and development procedure. There are different kinds of neural network configurations and architectures in system identification. The forward neural network model of a dynamical system is the natural input to output mapping. In this configuration, the neural network is trained with the direct input output data and is used to predict outputs for given inputs. In contrast, an inverse model of a dynamic system outputs the expected input of the physical system that would be required to output the input of the inverse model. Inverse models are extensively used in control theory to provide stability.
In this study, the forward model of the maglev system is obtained by training a neural network with input to output data. Feedforward neural networks are unable to relate inputs from different time steps, while the outputs of dynamical systems depend not only on the current input, but also on the previous input, the current state, and the state in previous time steps. To solve this problem, recurrent neural networks are developed. Since the magnetic levitation system also depends heavily on the system state of previous time steps, the NARX RNN is used. This RNN has a very simple architecture yet performs very well in time series prediction of higher order. In order to achieve the time dependency of the predictions, the output of the network is fed back to the input as previous states and time delays are built in for both the previous inputs and outputs. Since both the input and output data is available during the training period, the previous output data can be obtained directly from the training data. This makes the network behave like a plain feedforward network without internal feedback and accelerates up the training time since it has a simpler architecture. When the training is complete, the network can be closed again by connecting the output to the input as a previous state. **Figure 3** shows the structure of the RNN based on (Hagan, 2014). Parameters such as the number of time delays, the number of layers and the number of neurons are determined empirically by carrying out an experimental design shown in **Table 1**.

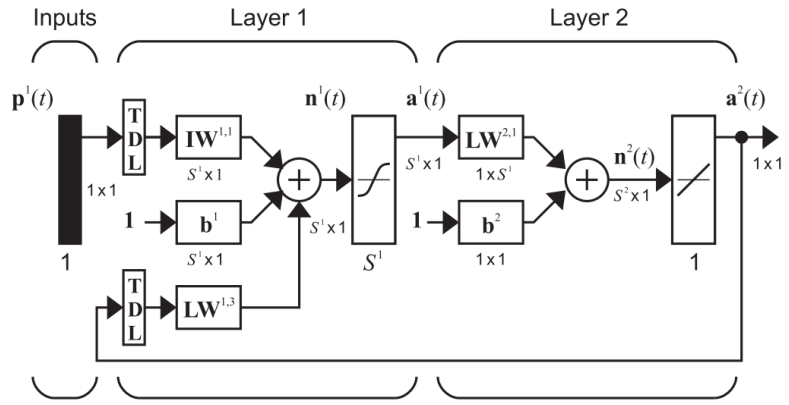


Figure 3: Architecture of the NARX RNN (Hagan, 2014)

To train the RNN, data is collected from the real system by exciting it with structured and random input signals to capture the full dynamics of the system. A dataset of five subsets is recorded, four of which are used as training data and one as test data (**Figure 4**). First, three sequences of 50 Hz, 100 Hz and 200 Hz of randomized input signals are given to the system as target positions. Then, two sequences of 0.1 Hz and 0.2 Hz of structured pulse signals are generated and fed to the system. The input and output data are recorded with a sampling rate of 5 kHz but then down-sampled by a factor of 10 to 500 Hz to decrease the training time.

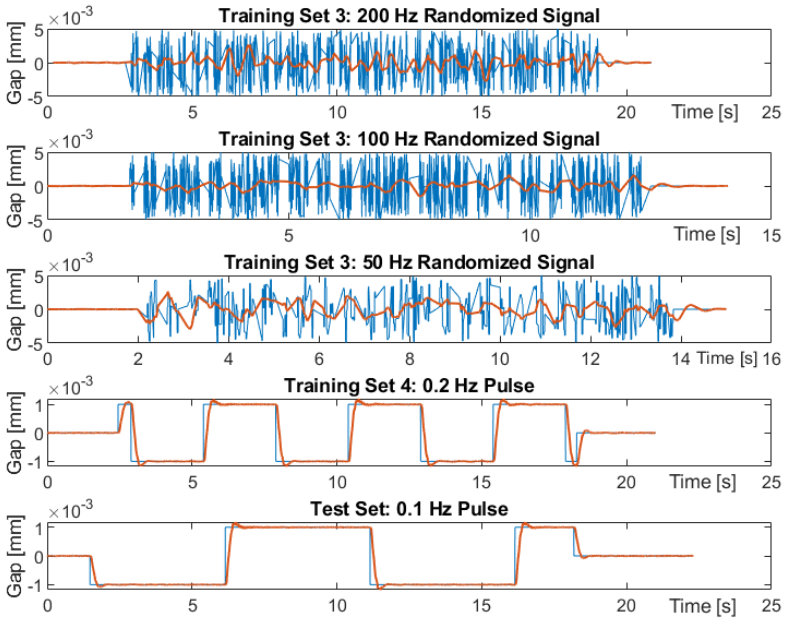


Figure 4: Training and test data, blue indicating the target and orange the measured gap

The Training is carried out with the Neural Network Training tool of MATLAB® with the Levenberg-Marquardt as the training algorithm and mean squared error as performance criterion on a 7th generation Intel Core i7 CPU. The training results are shown in **Table 1** with the respective configurations.

Table 1: Training Iterations

Feedback Time Delay	Input Time Delay	Neurons	Training Iterations	Error
50	50	[10]	494	1.2217
50	50	[5]	542	0.727
100	100	[5]	260	4.3258
100	100	[5]	19	7.3239
100	100	[10, 10]	659	3.6858
50	50	[15]	236	2.3516
50	50	[10]	676	0.4148
50	50	[5]	523	1.6053
70	70	[5]	399	2.6693

RESULTS

As shown in **Table 1**, the 7th configuration with 50 timesteps input delay, 50 time steps feedback delay and 10 neurons in the single layer network gave the best performance results. The trained network is evaluated by inputting the unknown input data from the test set shown in **Figure 4** and comparing the predictions to the actual outputs. The results show that the model was able to learn the basic dynamics of the system within an acceptable tolerance range. **Figure 5** shows the response of the trained network to unknown inputs.

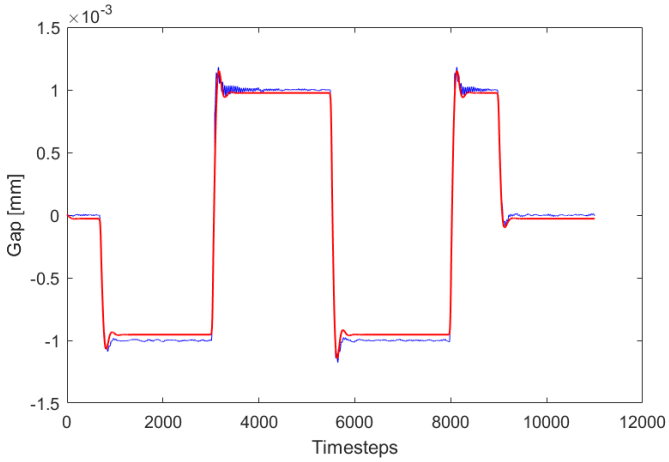


Figure 5: Result of the training with the 7th configuration in **Table 1** (red: prediction, blue: actual)

DISCUSSION

While the RNN was able to learn the basic dynamics of the magnetic levitation system, characteristics such as vibration and oscillations were left out. Therefore, this network can be used as an idealistic simulator of controller-plant systems in scenarios where the similarity of the simulation to the real system is not very critical. To achieve a higher level of accuracy, further research needs be carried out to improve the RNN architecture.

An interesting approach would be to configure the RNN for multi-dimensional input data and train it not with overall target to output data but with the current flowing through each of the poles and map it to the resulting position of the levitator. That way, the dynamical model of the physical system without the controller would be modelled, which could be used, for example to tune an existing controller.

CONCLUSION

In this study, a 4-pole 3-dof magnetic levitation model and its controller is modelled using the NARX RNN. Target distance inputs and resulting distance from the real system is sampled from sequences with the application of randomized and structured input data. The RNN is then trained with this data and is evaluated with test data. The resulting predictions of the RNN are satisfactory.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the Department of Mechatronics of the Yildiz Technical University and carried out using the equipment of Dr. Kadir Erkan's Laboratory of Magnetic Levitation.

REFERENCES

Earnshaw 1842. On the nature of the molecular forces which regulate the constitution of the Luminiferous Ether. Transactions of the Cambridge Philosophical Society, 7:97.

Erkan K, 2017. Three-axis gap clearance I-PD controller design based on coefficient diagram method for 4-pole hybrid electromagnet. Journal for Control, Measurement, Electronics, Computing and Communications, 58(2): 147-167.

Ge S S, Hang C C, Lee T H, Zhang T 2013. Stable adaptive neural network control. Springer Science & Business Media, 13.

Hagan M, 2014. Neural Network Design. Oklahoma: Oklahoma State University.

Hornik K, Stinchcombe M, White H 1989. Multilayer feedforward networks are universal approximators. Neural Networks, 2(5): 359-366.

ORAL PRESENTATION

Investigation of effect of pre-mixed expander additives on the enhanced flooded battery performance

Burak Alici* (ORCID: *https://orcid.org/0000-0002-3172-877X*), Yildirim Eydemir (ORCID: *https://orcid.org/0000-0003-4460-9670),* Ilter Gursoy (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3415-4046*), Enes Demiyurek (ORCID: *https://orcid.org/0000-0002-4528-0101*)

Abdulkadir Özcan Otomotiv Lastik Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi, R&D Center, Cankırı, Turkey.

*Corresponding author e-mail: burak.alici@akoaku.com

Abstract

Aim of this study is to improve the electrical performance of enhanced flooded batteries (EFB) by using pre-mixed expander additives in the negative electrodes. For that purpose, different types (H1, J1, and P1) of expanders were used as an additive in the negative paste. Enhanced flooded batteries (12V 60Ah 540A EN) were manufactured, and electrical performance tests were carried out in accordance with European Norm (EN) 50342-1. The electrical test results of the experiments that include different types of additives were compared with the reference battery. Herewith, with the use of the J1 in lead-acid battery, some properties have considerably enhanced, which are capacity, cold-cranking performance and charge acceptance.

Keywords: Enhanced flooded battery, Pre-mixed expander, Additive, NAM, Charge acceptance

INTRODUCTION

Lead-acid battery does not store electricity but rather it stores a series of chemical, through a chemical process electricity is produced. The primary task in vehicles is to run the starter that gives the engine the first movement. Besides, in state of problems with the charger, the air conditioner, heater, radio, a headlight is needed to operate such systems (Boden, 1998). Lead-acid batteries form the basis of rechargeable battery systems. Lead-acid batteries' reliability, low-cost and life span for many years despite the developing technology of new battery systems, lead-acid batteries are still the most preferred battery in the world as the most widely used system (Sirin, 2020).

Lead–acid battery consisted of positive electrode, negative electrode, separator and electrolyte (Figure 1). Lead acid battery; oxide manufacturing, strip and grid manufacturing, paste mixing process, pasting process, curing process, assembly, formation, laboratory and test processes, including different manufacturing methods and processes are produced as a result of the merger (Eydemir, 2019).

In order to enhance final product properties, some substances in a certain ratios are added to positive active material (PAM) and negative active material (NAM). The creation of a continuous passivating $PbSO_4$ layer should be prevented so as to increase the battery's performance parameters. Expanders are matters that are added to the negative plates of lead-acid batteries to help them perform better and last longer. They're made up of three main ingredients: barium sulfate, lignosulfonate, and carbon black, each of which serves a different purpose in the negative plate (Boden, 2004). These chemicals attach to the lead surface and hinder the creation of a continuous $PbSO_4$ passivating layer during battery discharge, instead promoting the production of a porous sulfate layer.

In this study, the effect of the addition of 3 different pre-mixed expanders on the performance of the lead acid battery was investigated.

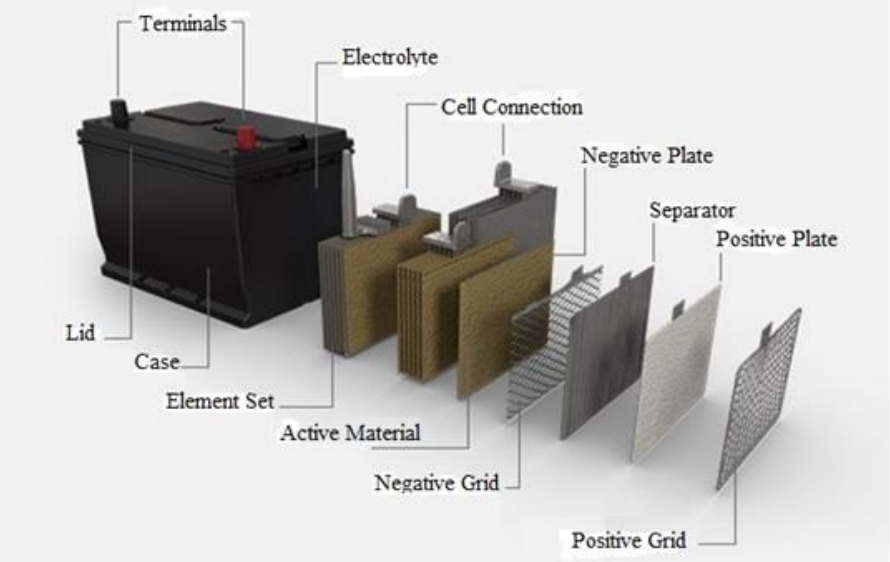


Figure 1. Standard lead acid battery

1. MATERIALS AND METHODS

2.1 Sample Preparation

Three different pre-mixed expanders supplied by different manufacturers and control sample (CS) as a reference without pre-mixed expander were used to prepare the negative active material (NAM) by means of paste mixer (Table 1). Plates were produced by pasting the negative pastes to the grids manufactured by means of expanded-metal (ex-met) machine, which represents the negative electrode. The plates were cured and dried in the kaizen tunnel at 55-85 ˚C for 24 h. After the plates were assembled to box, the formation process was implemented. Enhanced flooded batteries (EFB) (60 Ah 540 A EN) contained 6 positive plates and 7 negative plates in each cell were manufactured.

2.2 Characterization

Electrical tests were applied to evaluate the performance of batteries containing different brands of pre-mixed expanders.

Cold-cranking ampere (A-EN) and open-circuit voltage (V) (OCV) values of batteries were measured by Midtronics device. In order to check capacity of batteries, capacity test were implemented with respect to EN 50342-1 test standard (EN: European Norm). The capacity (Cn) is 20 h capacity (C20-Ah) defined for the temperature of 25°C ± 2°C. The battery must be discharged with the current, which is kept constant at ± 1% of the rated value, until the voltage between the terminals drops to 10,50 V ± 0,05 V. This discharge time, t (h), should be recorded. The beginning of the discharge should be within the period of 1 hour to 5 hours from the end of the charge. The nominal 20 h capacity Cn is the electric charge (in Ah) that a battery can supply with a current: (1) In = Cn /20 h

(2) Ce = t x In (Ah)

In accordance with EN 50342-1 test standard, cold-cranking performance test applied to the batteries. The battery temperature should be brought to -18˚C ± 1˚C. The battery must be discharged with Icc current. After 10 s discharge, the voltage Uf between the terminals should be recorded, and the current cut off. The Uf voltage should not be less than 7.50 V.

A charge acceptance test (EN 50342-1) was applied battery in order to examine the effect of pre-mixed expanders on charge acceptance. The battery should be discharged at a temperature of 25 °C ± 2 °C at a current I0 (A) for 5 h where:

(3) I0= Ce/10h

The value Ce should be taken as the maximum value Ce of the previous discharges. Within 10 min after the discharge, the battery should be placed in a cooling chamber with (forced) air circulation at a temperature of 0 °C ± 1 °C until the temperature of the middle cells is 0 °C ± 1 °C. It is generally accepted that the required

temperature will be achieved after a minimum period of 15 h in the cooling chamber. At this temperature, the battery should be charged at a constant voltage of 14,40 V ± 0,05 V and Imax = 50 A for batteries having sizes defined in EN 50342-2 and Imax = 100 A for batteries having sizes defined in EN 50342-4. After 10 min, the charging current Ica should be recorded. Requirements: (4) Ica ≥ 2 I0

Table 1. Experimental groups of pre-mixed additives to negative active material

Signature	Composition	Concentration in NAM (wt.%)
CS	Non pre-mixed expander	-
P1	P1 brand pre-mixed expander	0,1%
H1	H1 brand pre-mixed expander	0,1%
J1	J1 brand pre-mixed expander	0,1%

3. RESULTS and DISCUSSION

The OCV and CCA (EN-A) values of the batteries were measured by midtronics device. The results are given in the table below. According to Figure 2, it is seen that the OCV (V) values of the batteries are similar. The OCV (V) value means the total voltage of the 6 cells of the battery and should be a minimum of 12.72 V. The results show that the OCV (V) value of all batteries is higher than 12.72 V, which is an indication that the batteries were properly charged. CCA (A-EN) is critical for good cranking ability. In accordance with the battery design, the CCA (A-EN) value should be at least 540 A EN. The OCV (V) and CCA (A-EN) values of the batteries comply with the desired specifications.

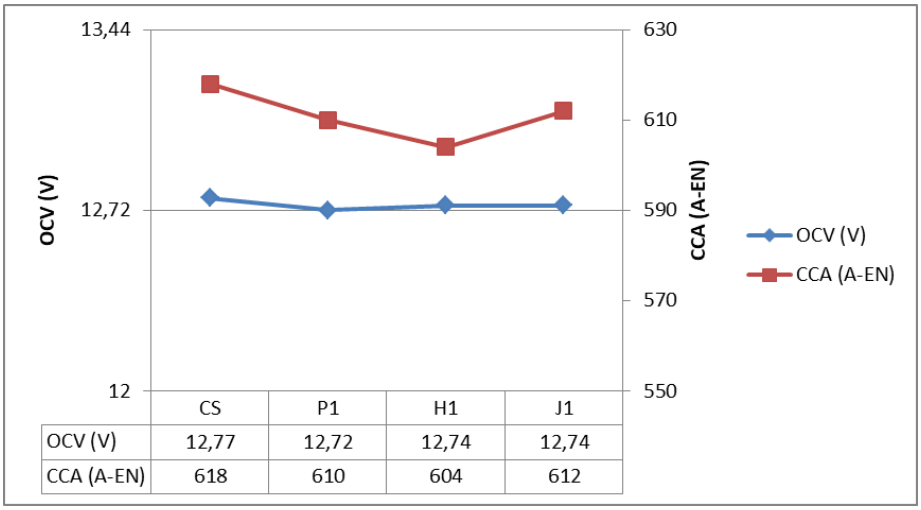


Figure 2. Cold-Cranking Ampere (CCA) and Open-Circuit Voltage (OCV) Values of Batteries

The effect of pre-mixed expander additives on battery capacity was investigated. According to the battery design, the battery capacity should be at least 60 Ah. The capacity (values of all batteries, including the control sample (CS), are more than 60 Ah (Figure 2). The capacity (Ah) value of J1, which is one of the batteries containing pre-mixed expander, is higher than the others. Compared to the control sample (CS), the capacity value of J1 battery is approximately 5.7% higher.

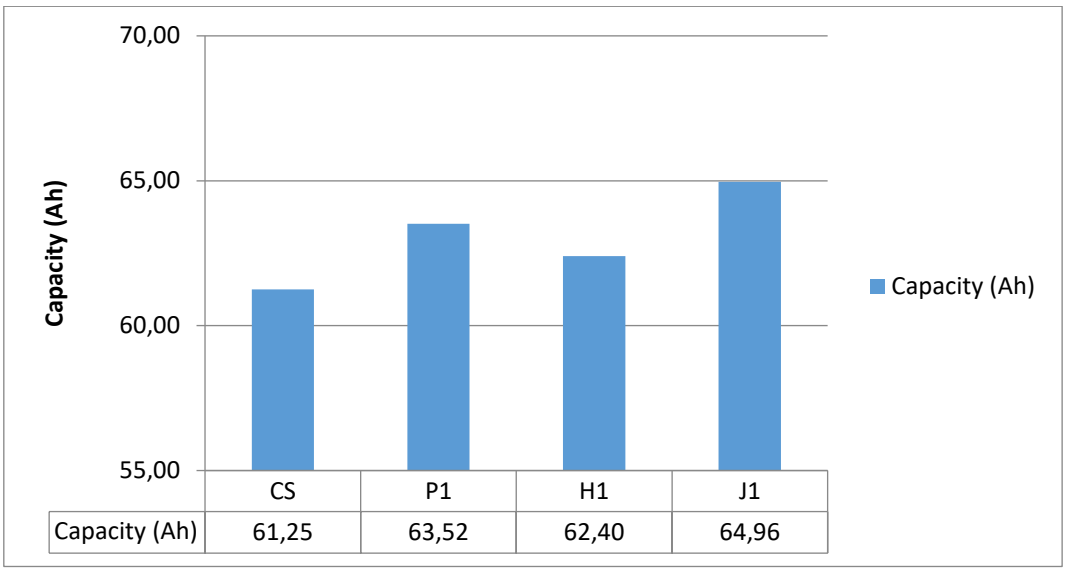


Figure 2. Capacity (Ah) Values of Batteries

Table 2. Cold-cranking performance test results of batteries

Battery	Current draw	$U_{f\ (S)}$	After U_f voltage
CS	540	10	8, 17
P1	540	10	8, 04
H1	540	10	8, 01
J1	540	10	8, 22

In order to examine the effect of pre-mixed expander additives were added to the negative active material (NAM) on the battery performance, the cold-cranking performance test was performed. Test results are given in Table 2. According to the test procedure, 540 A current was drawn for 10 seconds from the batteries at -18 ^{o}C. After 10 s discharge, Terminal voltage, U_f, should not be less than 7, 5 V. The test results show that the U_f value of the batteries is above 7, 5 V. The battery that is included J1 pre-mixed additive has the highest U_f value, which corresponds to 8, 22 V.

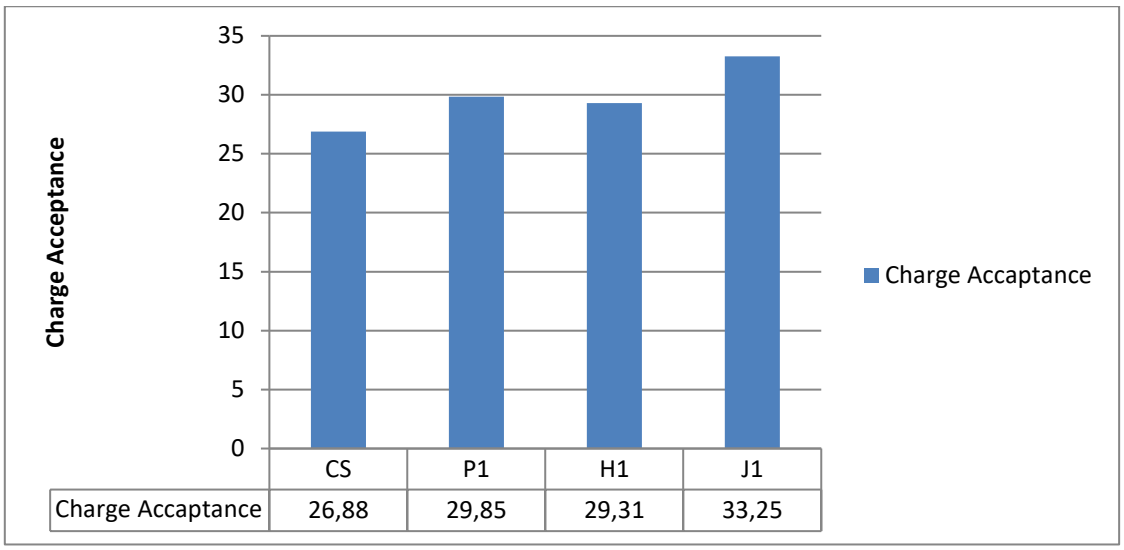


Figure 3. Charge Acceptance Values of Batteries

A test was carried out to examine the effect of an on charge acceptance. According to Figure 3, the addition of pre-mixed expander increased charge acceptance. The increment in charge acceptance is related to electrical conductivity. The pre-mixed expander consists of carbon black, lignosulfonate and barium sulfate. Carbon is also used to increase electrical conductivity of lead-acid battery. It is thought that the carbon ratio in the pre-mixed expander named J1 is higher than the others.

CONCLUSION

In this study, the effect of pre-mixed expander additives with different brands and contents on enhanced flooded battery (EFB) performance has been examined. It is seen that the OCV (V) and CCA (A-EN) values of all batteries are in the desired specification. It has been observed that the capacity, cold -cranking performance and charge acceptance of the batteries containing pre-mixed expander are higher than the reference battery. Especially, the performance of the battery with the J1 pre-mixed expander is better than the others. The charge acceptance of the battery with the addition of J1 pre-mixed expander is approximately 20% higher than the charge acceptance of the reference battery. The capacity of the battery can also increase with the raising of charge acceptance of battery.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors sincerely thank Abdulkadir Özcan Otomotiv Lastik Sanayi ve Ticaret A.Ş board of directors and workers for their financial and moral support.

REFERENCES

Boden D.P. 1998. Improved oxides for production of lead/acid battery plates. Journal of power sources, 73(1): 56-59.

Boden D.P. 2004. Comparison of methods for adding expander to lead-acid battery plates—advantages and disadvantages, Journal of Power Sources 133 (2004) 47–51

Eydemir Y. 2019. Strengthened battery design for start stop vehicles. Gazi University, Energy Systems Engineering, Ankara. pp. 12-28.

Sirin Y. 2020. Effects of different type carbon additives on the performance of negative lead acid battery electrode, 5th International Anatolian Energy Symposium

ORAL PRESENTATION

Sonofotokatalitik Arıtım Yöntemleriyle Sulardan Reaktif-Black 5 (RB5) Boyar Maddesi Giderimi

Büşra ATLI[1], Toprak MANTI[1], Fadime KARAER ÖZMEN[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4423-205X), Ali Savaş KOPARAL[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6894-5604)

[1] Eskisehir Technical University, Engineering Faculty, Environmental Engineering Department, Eskisehir, Turkey.

[2]Anadolu University, Open Education Faculty, Health Programs Department, Eskisehir, Turkey.

*Sorumlu yazar e-posta: fadimek @eskisehir.edu.tr

Özet

Son yıllarda boyar maddele içerikli tekstil endüstrisi atıksularının deşarj edilmesiyle birlikte alıcı ortamlarda belirgin bir şekilde renk farklılıkları görülmektedir. Renk parametresi bu tip suların organik yükleri üzerinde değişime neden olmaktadır. Bu çalışmada, tekstil atıksularında Reactive Black 5 (RB5) boyar maddesinin neden olduğu renk değişimindeki olumsuz etkinin giderilmesi amaçlanmıştır. Son yıllarda yeşil sentez ile üretilen nanometre boyutlu çinko oksit (ZnO-YNP) partiküllerin renk ve boyar madde gideriminde fotokatalitik ve sonofotokatalik yöntemlerle birlikte kullanımı önem kazanmıştır. Bu çalışmada RB5 boyar maddesi kullanılarak hazırlanan sentetik tekstil atıksuyunun yeşil sentez ile üretilmiş ZnO-YNP ile fotokatalitik ve sonofotokatalitik yöntemlerle arıtımı gerçekleştirmiştir. Kullanılan arıtım yöntemlerinin renk ve organik madde giderimi üzerindeki etkinliği spektrofotometrik analiz ve Toplam Organik Karbon (TOK) analizi ile incelenmiştir. Arıtım sonucunda ZnO-YNP'nin RB5 boyar maddesinin giderimi üzerinde Langmuir İzotermine uyan bir süreç ile %48 giderimi elde edilirken, homojenfotokataliz ($UV+H_2O_2$) sonucunda %93, heterojen fotokataliz (UV+ZnO-YNP) ile %19, homojensonofotokataliz ($US+UV+H_2O_2$) sonucunda %98, heterojen sonofotokataliz (US+UV+ZnO-YNP) %85 giderim elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Reactive Black 5 (RB5), yeşil nano çinko oksit (ZnO-YNP), adsorpsiyon, fotokataliz, sonofotokataliz

Reactive-Black 5 (RB5) Dyestuffs Removal from Water by Sonophotocatalytic Treatment Methods

Abstract

In recent years, the color differences are observed in receiving environments by the discharge of textile wastewaters with the dyestuffs. The color parameter causes a change on the organic load of this type of wastewater. In this study, it was aimed to eliminate the negative effect of color change caused by Reactive Black 5 (RB5) dyestuff in textile wastewater. In recent years, the use of nano-sized zinc oxide (ZnO-YNP) particles produced by green synthesis, together with photocatalysis and sonophotocatalysis methods, has gained importance in the removal of color and dyestuffs. In this study, the treatment of synthetic textile wastewater prepared by using RB5 dyestuff was carried out by photocatalytic and sonophotocatalytic methods with ZnO-GNPs produced by green synthesis. The effectiveness of the treatment methods used on color and organic matter removal was investigated by spectrophotometric analysis and Total Organic Carbon (TOC) analysis respectively. As a result of the treatment, 48% removal was obtained in the ZnO-GNPs process compatible with Langmuir Isotherm on the removal of RB5 dyestuff, 93%, 19%, 98% and 85% removal efficiencies were obtained as a result of homogeneous photocatalysis (UV+H2O2), heterogeneous photocatalysis (UV+ZnO-YNP), homogeneous sonophotocatalysis (US+UV+H2O2) and heterogeneous sonophotocatalysis (US+UV+ZnO-YNP) respectively.

Keywords: Reactive Black 5 (RB5), green nano sized zinc oxide (ZnO-GNPs), adsorption, photocatalysis, sonophotocatalysis

GİRİŞ

Son yıllarda su kirliliği kontrolü büyük önem kazanmıştır. Alıcı su kaynaklarına verilen boyar maddeler organik yük olarak bu kirliliğin küçük bir kısmını oluşturmaktadır; fakat alıcı ortamda çok düşük konsantrasyonlarda boyar madde bulunması bile estetik açıdan istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle boyar madde içeren tekstil endüstrisi atıksularından renk giderim prosesleri ekolojik açıdan önemlidir. Tekstil endüstrileri, yaş dokuma prosesleri için çok büyük miktarlarda kimyasal ve su tüketmektedirler (Liu ve ark. 2011). Gerek boyamada gerekse diğer işlemlerde kullanılan bu organik ve inorganik formdaki bileşiklerin

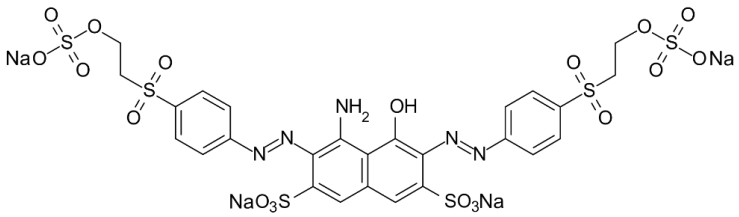
çeşitliliğine bağlı olarak, ortaya çıkan atıksuların özellikleri de farklı olmaktadır. Alıcı sulara verilen renkli atıksular su ortamındaki ışık geçirgenliğini azaltır ve fotosentetik aktiviteyi olumsuz etkiler. Buna ek olarak boyar maddelerin bazı sucul organizmalarda birikmesi toksik ve kanserojenik ürünlerin meydana gelme riskini de beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda boyar madde içeren tekstil endüstrisi atıksularının renk giderim prosesleri ekolojik açıdan önem kazanmaktadır. Fakat kompleks kimyasal yapılarına ve sentetik kökenlerine bağlı olarak, boyar maddelerin giderilmesi oldukça zor bir işlemdir. (Saharan ve ark. 2014). Boyarmadde içeren atık sulardan kaynaklanan başlıca problem, boyama işlemi sırasında arta kalan boyarmaddelerin neden olduğu renktir. Bu renk, akarsuların rengini değiştirir ayrıca güneş ışığını absorplayarak suyun ışık geçirgenliğini azaltmaktadır. Böylece fotosentetik aktivite azalmaktadır. Akarsuların deşarj edildiği noktadaki canlıların yok olmasına neden olur ve sonuçta akarsuların ekosistemini ciddi bir şekilde etkilemektedir (Saravanan ve Siasankar 2015). Doğada boyarmadde moleküllerinin yıkımı mikroorganizmalarca yavaş gerçekleşmektedir. Bu yüzden boyanın yüksek derişimleri kalıcıdır ve birikme meydana getirmektedir. Bununla beraber, oluşabilecek herhangi bir indirgenme, aromatik aminler gibi (C_6H_5-NH_2) toksik olan çevreye uyumsuz küçük moleküllerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Toksisiteden dolayı toplu balık ölümleri gibi çevre katliamlarına sebep olmaktadır (Barışık,2009).

Su ve atıksu uygulamalarında oksidasyon, oksijen, ozon, hidrojen peroksit ve sodyum hipoklorit gibi oksitleyici kimyasalların kullanılması sonucu kirleticinin daha oksijenli bir forma dönüştürülmesi işlemine verilen genel addır. Oksidasyon prosesi tam olarak tamamlanması durumunda kirleticiler genellikte CO2 ve H2O'ya indirgenmektedirler (Malik ve Saha 2004). Boyar maddelerin moleküler özellikleri ile çevre açısından taşıdıkları önem nedeniyle arıtılabilirliklerinin araştırılması ve arıtma seçeneklerinin ortaya konulması büyük önem taşımaktadır. Tekstil endüstrisi atıksularında çözünmüş veya kolloidal yapıda olabilen rengin başlıca kaynağı kullanılmış olan boyar maddelerdir. Tekstil boyamada kimyasal ve biyolojik ayrışmaya karşı dirençli boyar maddelerin kullanılması istenildiğinden, oluşan atıksular da biyolojik ayrışmaya karşı dirençlidir (Tantak ve Chaudhari 2006). Büyük bir kısmı biyolojik olarak bozunmayan ve kimyasal maddelerle kolay reaksiyon vermeyen boyar madde moleküllerinin bu özelliklerinden dolayı çevresel etkilerinin azaltılması çalışmalarında diğer tüm organik bileşiklere göre daha dikkatli incelenmesi gerekmektedir. Bununla beraber tekstil endüstrisi boyama proseslerinde kullanılan boyar maddelerin ve proseste yararlanılan inorganik ve organik yardımcı kimyasalların çeşitliliği nedeni ile boyama prosesi atıksularının arıtım yönteminin seçiminde ayrıntılı değerlendirmelerin ve analizlerin yapılması gerekmektedir.

Son yıllar içerisinde, boyaların atıksudan tamamen giderimi için yarı iletken parçacıklardaki fotolitik reaksiyonlara olan ilgi artmaktadır. Fotokatalitik sistem, ultraviyole ışık kaynağı, ultrases ve katalizörden oluşur (Vajnhandl ve Marechal, 2004). Bu yöntem, hidroksil radikallerinin üretimine dayanan hızlı ve etkili bir yöntemdir. Bu süreçte, organik maddeler(kirleticiler) CO_2, H_2O ve diğer toksik olmayan inorganik bileşiklere dönüştürülür (Verma ve ark. 2015). Suda bulunan herhangi bir boyar madde bileşiğinin fotokatalitik bozulmasında katalizör malzemenin bant enerji boşluğu önemli bir rol oynar. İşlemin etkili olabilmesi için foton enerjisinin katalizörün bant enerji boşluğu seviyesinden büyük ya da eşit olması gerekir. Bu gerçekleşen aktivite molekülün uyarılmasıyla sona ermektedir. Uyarılmış olan yarıiletkende elektron ve elektron boşluğu çiftleri oluşur. Bu işlem tersine çevrilirse ve elektron, ortaya çıkan elektron boşluğu geri birleştirilirse arıtımın verimliliği düşmektedir. Sonokatalitik sistem, ultrases kaynağı ve katalizörden oluşur (Weng ve ark. 2013). Boyar madde giderimi için diğer ideal metotlardan biridir. Sonokatalitik işlemde yarı iletken katalizörlerin uygulanması, ultrasonik maddenin kirletici maddelerin bozulmasındaki performansını artırmak için umut verici yaklaşımlardan biridir. Katalizörlerin uygulanması boşluk mikro-kabarcıklarının geliştirilmesi için ek çekirdeklenme yerleri sağlayarak sonokimyasal bozunma işleminin performansını arttırır ve ardından pirolitik bozunmayı ve reaktif radikal oluşumunu arttırır. Sonuç olarak, sonokatalitik bozunma, yüksek verimli proses olarak, tekstil boyama atık suyunun renklerinin giderilmesinde kullanım potansiyeline sahiptir.

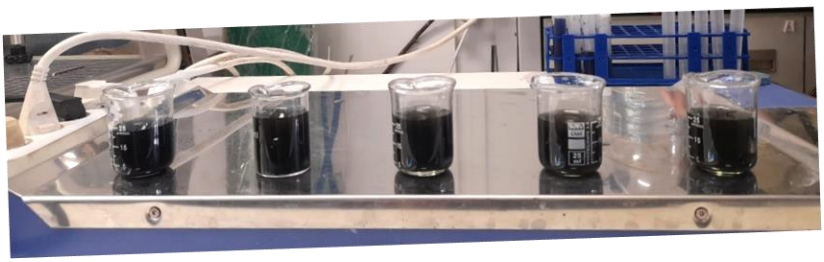
MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada dünyada yaygın olarak kullanılan Reactive Black 5 (RB5, $C_{26}H_{21}N_5Na_4O_{19}S_6$ >50 w/w, Sigma Aldrich) boyar maddesi kullanılmıştır. Fotokatalitik, sonokatalitik ve sonofotokatalitik yöntemlerle tekstil atıksuyundaki boyar maddenin renk giderimi üzerine çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Çalışmada aynı zamanda hidrojen peroksit (H_2O_2, %35 w/w, Merck) ve ZnO-NP'lerin renk değişimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Reactive Black 5 boyar maddesinin kimyasal yapısı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Reactive Black 5 kimyasal yapısı

RB 5 ağır metal yapısına sahip olmayan dioazo boyarmaddedir. Molekül ağırlığı 991,816 g/mol olan 10 g/L de 4,5 pH değerine sahip bir moleküldür. 2 vinilsülfon grubunu içermektedir. Rengi koyu mavidir. Deneyde homojen katalizör olarak Hidrojen Peroksit seçilmiştir ve etkisi incelenmiştir. Heterojen katalizör olarak ise yeşil çay özütlerinden yeşil sentez ile üretilmiş çinko oksit nanopartilüller seçilmiştir. Kullanılacak model atıksu 40 mg/L derişimde RB5 olacak şekilde 1000 mg/L'lik stok çözelti hazırlanmıştır. 10 mg/l, 20 mg/l, 30mg/l, 40 mg/l ve 50 mg/l olacak şekilde bir seri kalibrasyon çözeltisi hazırlanarak absorban okumaları gerçekleştirilmiştir. Reactive Black 5 boyar maddesine ait dalga boyu 638 nm olarak belirlenmiştir. Yeşil yöntemle sentezlenmiş çinko oksitle sonoliz ve fotoliz yöntemleriyle birlikte kullanılarak arıtılmıştır. 0.1, 0.2, 0.3,0.4 ve 0.5 gr ZnO-YNP 40 mg/L'lik RB5 boyar maddesiyle tam karıştırmalı kesikli reaktörde (Şekil 2) temas ettirilmiş.



Şekil 2. ZnO-YNP adsorpsiyonu için kurulan deney düzeneği

Fotokatalitik yöntemle arıtımda 8 W güç ve 254 nm dalga boyuna sahip çift lambalı bir UV reaktör (Şekil 3) kullanılmış ve bu yöntemle homojen ve heterojen fotokataliz incelenmiştir.



Şekil 3. UV Reaktör

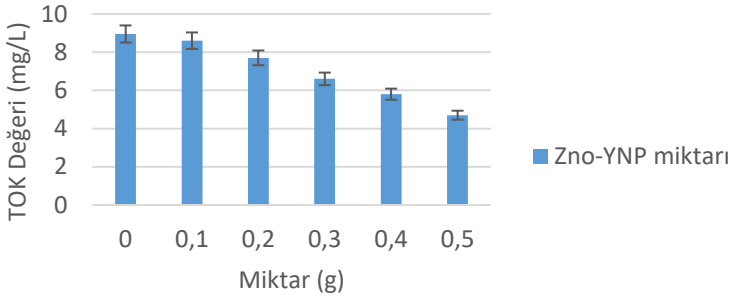
Homojen fotokatalizde hidrojen peroksit, heterojen fotokatalizde yeşil yöntemle sentezlenmiş edilmiş çinko oksit kullanılmıştır. Üçlü hibrit arıtım yöntemi olan sonofotokatalizde ise yapılan tüm bu çalışmalar ultrasonik reaktör ve UV reaktörle birlikte eşanlı gerçekleştirilmiştir. Kullanılan ultrasonik reaktörün (Şekil 4) frekansı 28 kHz'dir.



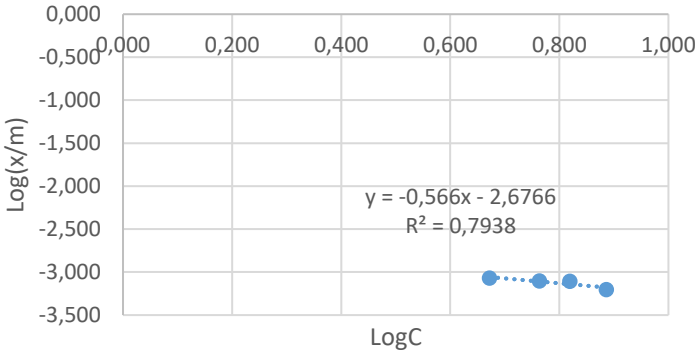
Şekil 4. Ultrasonik reaktör

BULGULAR ve TARTIŞMA

Öncelikli olarak yeşil sentezle sentezlenmiş nano-boyutlu çinko oksitin organik madde giderimi üzerindeki etkisi toplam organik karbon yöntemiyle belirlenmiştir. ZnO-YNP miktarının organik madde giderimine olan etkisi Şekil 5'te verilmiştir. Çinko oksit derişimi arttıkça TOK gideriminin arttığı gözlemlenmiştir. Organik madde giderimi incelenerek Langmuir ve Freundlich izotermlerine olan uygunlukları belirlenmiştir. ZnO-YNP ile organik madde gideriminin Frendluich İzotermi'ne olan uygunluğu Şekil 6'da gösterilmiştir.

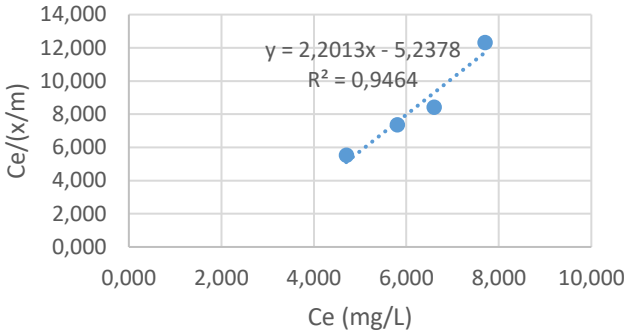


Şekil 5. ZnO-YNP miktarının organik madde giderimine olan etkisi



Şekil 6. Frendluich İzotermi

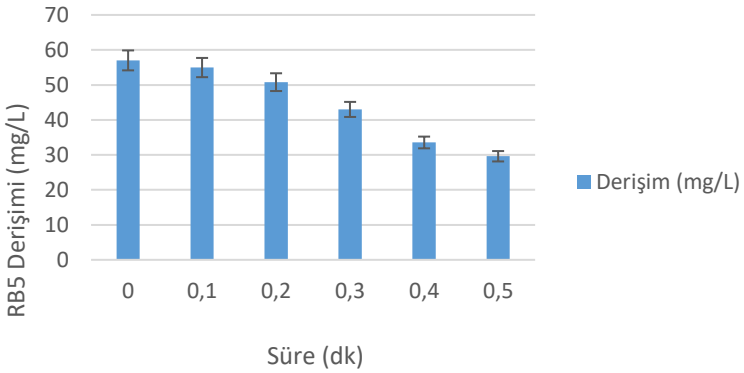
ZnO-YNP ile organik madde gideriminin Langmuir İzotermi'ne olan uygunluğu test edilmiştir. Langmuir İzotermi'ne olan uygunluğu Şekil 7'de gözterilmiştir.



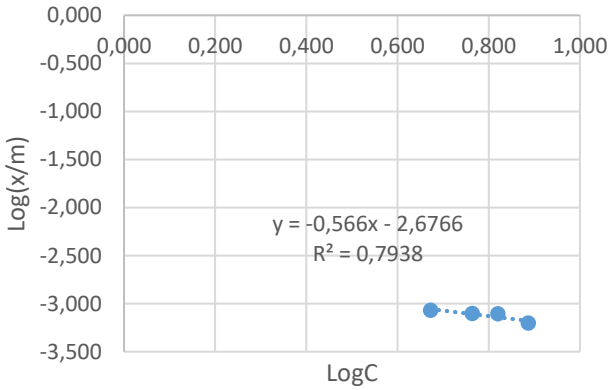
Şekil 7. Langmuir İzotermi

ZnO-YNP ile organik madde gideriminin Langmuir İzotermi'ne olan uygunluğu test edilmiştir. Çıkan sonuçlarda R^2 değeri 1 değerine oldukça yakın çıkmıştır. ZnO-YNP ile organik madde gideriminin Langmuir İzotermi'ne uygunluk gösteren süreçle giderildiği belirlenmiştir.

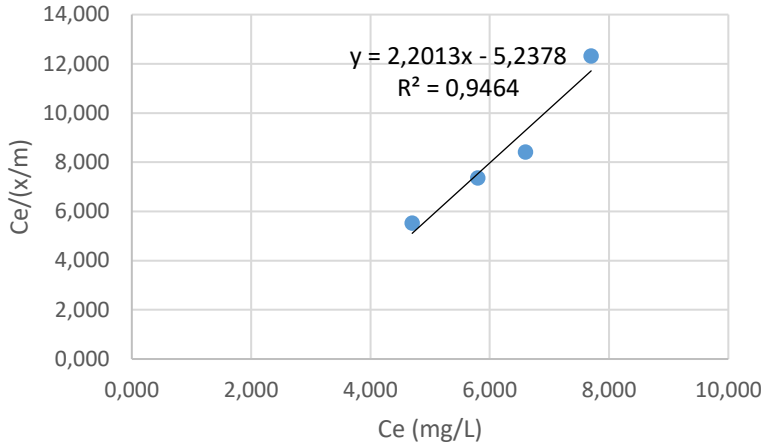
Organik madde giderimnde olduğu gibi renk giderimi (Şekil 8) üzerindeki etkinliği de incelenmiştir. Benzer şekilde çinko oksit derişiminin artmasıyla boyar madde gideriminin arttığı ve v Freundlich (Şekil 9) ve Langmuir (Şekil 10) izotermlerine göre adsorpsiyonu incelenmiştir.



Şekil 8. ZnO-YNP miktarının renk giderimine olan etkisi

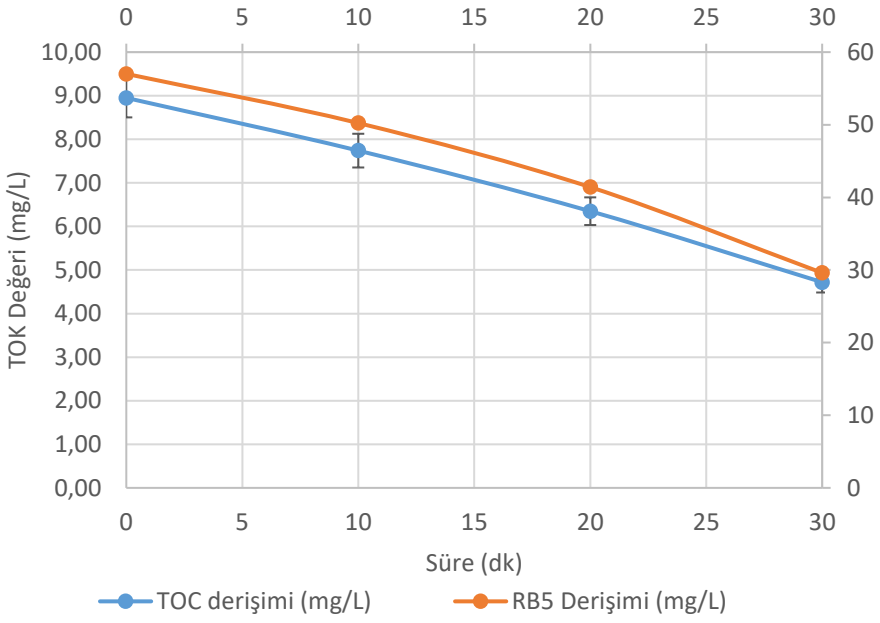


Şekil 9. Frendluich İzotermi



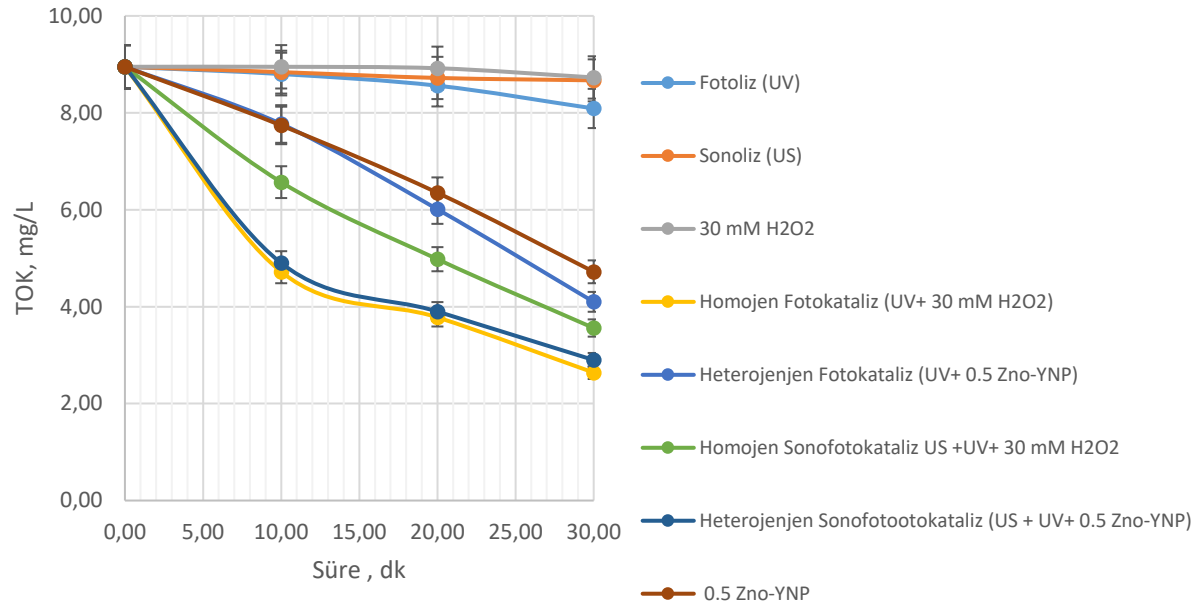
Şekil 10. Langmuir İzotermi

ZnO-YNP ile organik madde gideriminin Langmuir İzotermi 'ne olan uygunluğu test edilmiştir. Çıkan sonuçlarda R^2 değeri 1 değerine oldukça yakın çıkmıştır. Sonuçlar Langmuir İzotermi 'ne uygunluk sağlamıştır. ZnO-YNP'nin organik madde ve renk giderimi üzerine olan etkisin karşılaştırılması şekil 11'de verilmiştir.



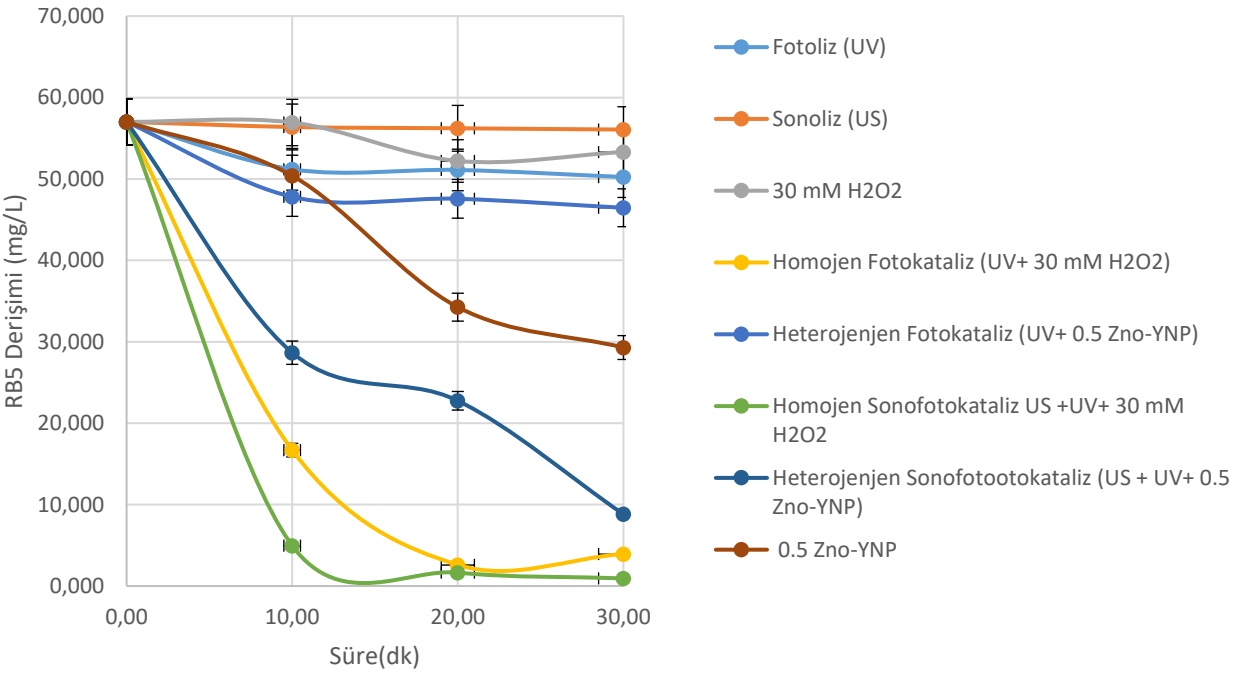
Şekil 11. ZnO-YNP'nin organik madde ve renk giderimi üzerine olan etkisin karşılaştırılması (0.5 gr ZnO-YNP ve 40 mg/L'lik RB5)

Çinko oksitin boyar madde ve renk giderimi üzerindeki etkinlikleri kıyaslandığında organik madde giderimi üzerinde daha etkili olduğu gözlemlenmiştir. Hibrit yöntemlerin organik madde miktarına olan etkisi Şekil 12'de ve renk giderimine olan etkisi Şekil 13'te verilmiştir.



Şekil 12. Hibrit yöntemlerin organik madde miktarına olan etkisi

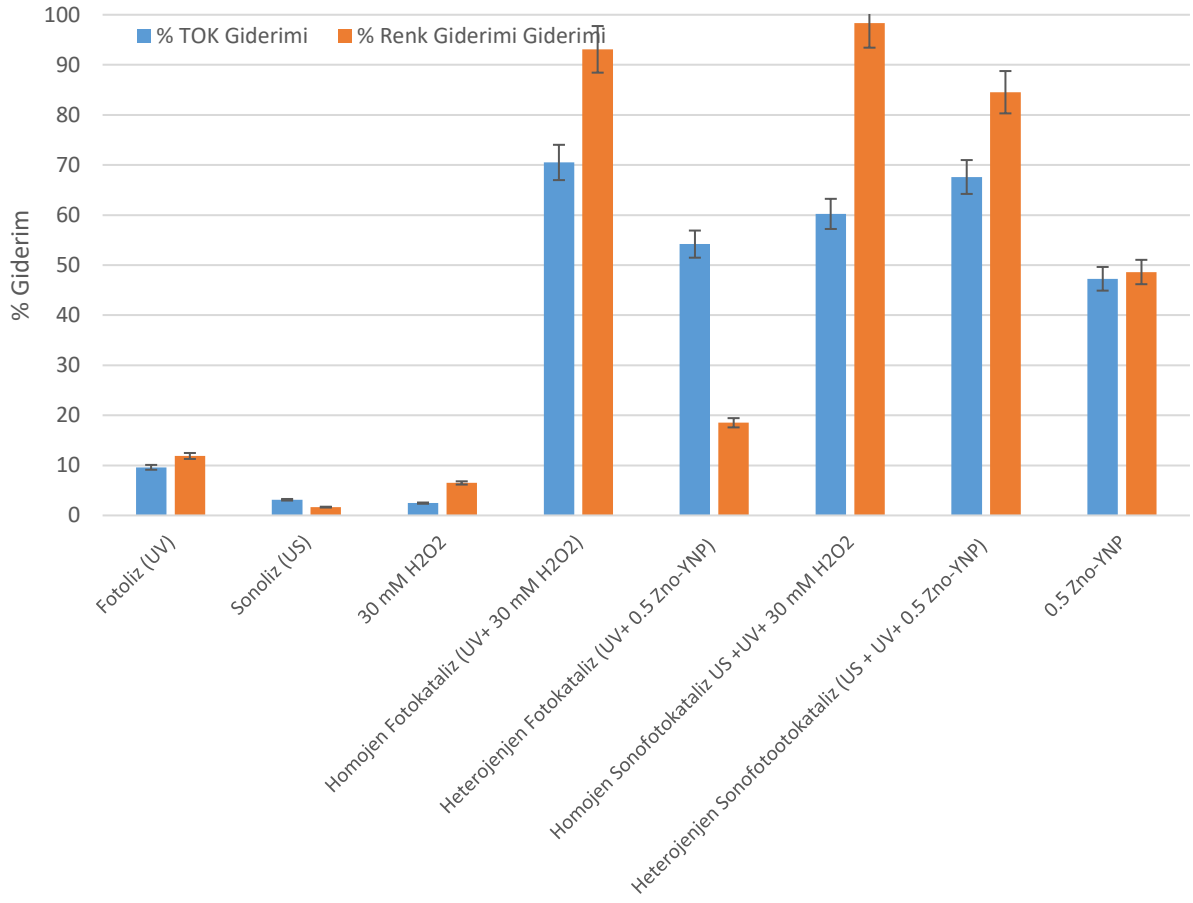
Üretilen çinko oksit sonofotokatalitik yöntemlerle kullanılmıştır ve renk giderimine olan etkisi incelenmiştir. Renk giderimindeki en etkili yöntemin ise homojen fotokataliz olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 13. Hibrit yöntemlerin renk giderimine olan etkisi

Üretilen çinko oksit sonofotokatalitik yöntemlerde kullanılmıştır. Bunun için fotoliz, sonoliz, hidrojen peroksit oksidasyonu, homojen fotokataliz, heterojen fotokataliz gibi yöntemler ile birlikte hibrit olarak kullanılmıştır. En iyi giderimin çinko oksitle birleştirilmiş heterojen fotokataliz yöntemlerinde gözlemlendiği görülmüştür. Fotoliz, sonoliz ve hidrojen peroksit oksidasyonunun kendi başına organik madde üzerindeki giderim veriminin düşük olduğu gözlemlenmiştir. Üretilen çinko oksit sonofotokatalitik yöntemlerle kullanılmıştır ve renk giderimine olan etkisi incelenmiştir. Renk giderimindeki en etkili yöntemin ise homojen fotokataliz

olduğu gözlemlenmiştir. Çıkan sonuçları yüzde giderim verimi olarak kıyaslandığı özet sonuçlar şekil 14'te verilmiştir.



Şekil 14. Organik madde ve renk giderim verimlerinin karşılaştırılması

Çıkan sonuçları yüzde giderim verimi olarak kıyasladığımızda organik madde giderimi üzerinde en etkili yöntemlerin homojen fotokataliz, homojen sonofotokataliz ve heterojen sonofotokataliz olduğu gözlemlenmiştir. Renk giderimi üzerindeki etkisine baktığımızda en etkin yöntemlerin homojen fotokataliz, homojen sonofotokataliz ve heterojen sonofotokataliz olduğu gözlemlenmiştir.

SONUÇLAR

Öncelikli olarak yeşil sentezle sentezlenmiş nanoboyutlu çinko oksitin organik madde giderimi üzerindeki etkisi toplam organik karbon yöntemiyle belirlenmiştir. Çinko oksit derişimi arttıkça TOK gideriminin arttığı gözlemlenmiştir. Organik madde giderimi incelenerek Langmuir ve Freundlich izotermlerine olan uygunlukları belirlenmiştir. Çinko oksitin organik madde gideriminin R^2'si daha büyük olan Langmuir izotermine uygunluk gösterdiği belirlenmiştir. Aynı şekilde renk giderimi üzerindeki etkinliği de incelenmiştir. Benzer şekilde çinko oksit derişiminin artmasıyla boyar madde gideriminin arttığı ve Langmuir izotermine uygunluk gösterdiği gözlemlenmiştir. Çinko oksitin boyar madde ve renk giderimi üzerindeki etkinlikleri kıyaslandığında organik madde giderimi üzerinde daha etkili olduğu gözlemlenmiştir. Üretilen çinko oksit sonofotokatalitik yöntemlerde kullanılmıştır. Bunun için fotoliz, sonoliz, hidrojen peroksit oksidasyonu, homojen fotokataliz, heterojen fotokataliz gibi yöntemler ile birlikte hibrit olarak kullanılmıştır. En iyi giderimin çinko oksitle birleştirilmiş heterojen fotokataliz yöntemlerinde gözlemlendiği görülmüştür. Fotoliz, sonoliz ve hidrojen peroksit oksidasyonunun kendi başına organik madde üzerindeki giderim veriminin düşük olduğu gözlemlenmiştir. Üretilen çinko oksit sonofotokatalitik yöntemlerle kullanılmıştır ve renk giderimine olan etkisi incelenmiştir. Renk giderimindeki en etkili yöntemin ise homojen fotokataliz olduğu gözlemlenmiştir. Bunları yüzde giderim verimi olarak kıyasladığımızda organik madde giderimi üzerinde en etkili yöntemlerin homojen fotokataliz, homojen sonofotokataliz ve heterojen sonofotokataliz olduğu

gözlemlenmiştir. Renk giderimi üzerindeki etkisine baktığımızda en etkin yöntemlerin homojen fotokataliz, homojen sonofotokataliz ve heterojen sonofotokataliz olduğu gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

Barışık, Ş.(2009). Bazı Endüstrilerden Çıkan Atık Çamurların Boyar Madde Gideriminde Adsorban Olarak Kullanımının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Liu, X., Qiu, M. ve Huang, C.(2011). Degradation of The Reactive Black 5 by Fenton and Fenton Like System. Procedia Engineering.15, 4835 – 4840.

Malik, P.K. ve Saha, S.K. (2004). Oxidation Of Direct Dyes With Hydrogen Peroxide Using Ferrous Ion As Catalyst. Separation and Purification Technology, 31,241-250.

Purkait, M., S. DasGupta, and S. De, Adsorption of eosin dye on activated carbon and its surfactant based desorption. Journal of Environmental Management, 2005. 76(2): 135-142.

Saharan, V.K., Pinjari, D.V., Gogate, P.R., Pandit, A.B. (2014). Advanced Oxidation Technologies For Wastewater Treatment: An Overview. V.V. Ranade ve V.M. Bhandarı(Ed.), Industrial Wastewater Treatment, Recycling, And Reuse içinde(s.141-191). İngiltere: Elsevier Ltd.

Saravanan, S. ve Sivasankar, T.(2015). Ultrasound-assisted Fenton's Treatment of Reactive Black 5 Dye: Effect of System Parameters, Kinetics and Mechanism. Desalination and Water Treatment.56,492-501.

Tantak, N.P. ve Chaudhari, S. (2006). Degradation of azo dyes by sequential Fenton's oxidation and aerobic biological treatment. Journal of Hazardous Materials, B136, 698–705.

Vajnhandl, S. ve Marechal, A. M.(2004). Ultrasound in textile dyeing and the decolouration/mineralization of textile dyes. Dyes and Pigments. 65,89-101.

Verma, A., Hura, A.K. ve Dixit, D. (2015). Sequential photo-Fenton and sono-photo-Fenton degradation studies of Reactive Black 5 (RB5). Desalination and Water Treatment, 56, 677-683.

Weng, C, Lin, Y. ve Yuan, H.(2013). Rapid Decoloration Of Reactive Black 5 By An Advanced Fenton Process İn Conjunction With Ultrasound. Separation And Purification Technology, 117, 75–82.

ORAL PRESENTATION

Bifenthrin insektisitinin model atıksudan elektrokoagülasyon yöntemiyle giderimi

Tuğçe Demirel[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7565-3899*), Yusuf Yavuz [1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8785-0862*)

[*1]Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: tdemirel@eskisehir.edu.tr

Özet

Pestisit içerikli atıksuların çevreye verdiği zararlar etkin pestisit giderim yöntemlerini ön plana çıkarmaktadır. Bu çalışma kapsamında elektrokoagülasyon yöntemiyle Bifenthrin insektisitinin model atıksudan giderimi araştırılmıştır. Akım yoğunluğu, destek elektrolit konsantrasyonu ve pH parametrelerinin Bifenthrin giderim verimine etkisi incelenmiştir. 15 mA/cm^2 akım yoğunluğunda, 3 mM Na_2SO_4 destek elektrolit ilavesinde ve doğal pH' da gerçekleştirilen çalışmalarda KOİ giderimi %98 ve enerji tüketimi 14,66 kWh/m^3 olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda Bifenthrin insektisitinin model atıksudan demir elektrokoagülasyonu ile etkin bir şekilde giderilebildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Pestisit, insektisit, Bifenthrin, elektrokoagülasyon, demir elektrot.

Removal of Bifenthrin insecticide from model wastewater by electrocoagulation method

Abstract

Environmental damages caused by pesticide-containing wastewater reveals effective pesticide removal methods. In this study, the removal of Bifenthrin insecticide from model wastewater by electrocoagulation method was investigated. The effects of current density, support electrolyte concentration and pH parameters on Bifenthrin removal efficiency were investigated. In the studies carried out at 15 mA/cm^2 current density, 3 mM Na_2SO_4 supporting electrolyte addition and natural pH, the COD removal was 98% and the energy consumption was 14.66 kWh/m^3. According to the results obtained, it was observed that Bifenthrin insecticide could be effectively removed from the model wastewater by electrocoagulation of iron.

Keywords: Pesticide, insecticide, Bifenthrin, electrocoagulation, iron electrode.

GİRİŞ

Pestisitler Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından gıdaların, tarımsal ürünlerin, ahşap ürünlerinin veya hayvan yemlerinin üretiminden tüketimine kadar tüm aşamalarda ürünleri olumsuz etkileyen zararlıları kontrol altına almayı sağlayan, hayvanlar üzerinde veya vücutlarında bulunabilecek zararlıları kontrol altına alan maddeler olarak tanımlamıştır. Etki ettikleri zararlı gruplarına göre pestisitler; insektisit, herbisit, fungisit, bakterisit, rodentisit, akarisit vb. olarak sınıflandırılmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Pestisitlerin etki ettikleri zararlılara göre sınıflandırılması Tablo.1'de gösterilmiştir (Akashe, ve ark., 2017).

Tablo 1. Etki ettikleri zararlı grubuna göre pestisitler

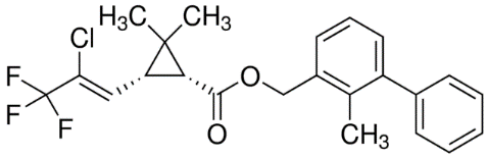
Pestisit türü	Hedef zararlılar	Örnekler
İnsektisit	Böcekler	DDT, chlorpyrifos, malathion
Herbisit	Yabani otlar	Alachlor, 2,4-D
Fungisit	Mantarlar	Cymoxanil, thiabendazole
Akarisit	Akarlar	Dicofol, permethrin
Rodentisit	Kemirgenler	Strychnine, warfarin, zinc phosphide
Nematisit	Nematisitler	Carbofuron, methyl bromide
Molluskisit	Yumuşakçalar	Metaldehyde, thiadicarb
Bakterisit	Bakteriler	Streptomycin, tetracycline
Virüsit	Virüsler	Ribavirin

Pestisit içerikli sulardan pestisit gideriminde fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtım yöntemleri kullanılmaktadır. Fiziksel ve kimyasal giderim tekniklerinin tek başlarına pestisit gideriminde etkin olmadığı görülmüş ve bu yöntemlerin bir kombinasyonunun gerekliliği gündeme gelmiştir (Solmaz ve ark., 2010). Elektrokimyasal yöntemler pestisit içeren su ve atıksuların arıtımında yüksek giderim verimleri, düşük numune hacimleri, düşük ekipman maliyetleri ve kısa analiz süreleri nedeniyle tercih edilmektedir. Elektrokoagülasyon, kullanılan anot malzemesinin elektrokimyasal çözünmesiyle koagülantların yerinde üretilmesi prensibine dayanmaktadır. Anodun çözünmesi ile metal iyonları açığa çıkmakta ve bu metal iyonlarının oluşturduğu metal hidroksit floklarının koagülasyon, adsorpsiyon ve çöktürme proseslerini gerçekleştirmesiyle kirletici giderimi sağlanmaktadır. Demir ve alüminyum temini kolay ve ucuz olması nedeniyle en çok tercih edilen elektrot malzemeleridir. (Vepsäläinen ve Sillanpää, 2020). Bu çalışmada Bifenthrin insektisitinin model atıksudan gideriminde avantajları nedeniyle elektrokoagülasyon yöntemi tercih edilmiştir.

MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada Bifenthrin insektisitinin model atıksudan elektrokoagülasyon yöntemi ile giderilebilirliği araştırılmıştır. Elektrokoagülasyon ile Bifenthrin giderim verimine etki eden parametreler incelenmiştir. Elektrokoagülasyon çalışmaları 400 ml numune hacminde, 200 rpm karıştırma hızında, demir elektrotlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bifenthrin insektisitinin özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Bifenthrin özellikleri

Kimyasal yapı	
Formül	$C_{23}H_{22}ClF_3O_2$
Molekül ağırlığı	422,87
CAS No	82657-04-3

Demir elektrot demeti 1 anot 1 katot dizilimi olacak şekilde monopolar bağlanmıştır. Elektrot demeti 3 mm kalınlığında 4x6 cm boyutlandırılmış 6 adet paralel plakadan oluşmaktadır. Elektrot aralığı 3 mm olacak şekilde oluşturulan elektrot demet atıksu içinde 100 cm^2 aktif anot yüzey alanı olacak şekilde yerleştirilmiştir. Elektrokoagülasyon çalışmaları basit kesikli reaktörde gerçekleştirilmiştir. Çalışma düzeneği güç kaynağı (Statron, Type 3262), multimetre (Fluke, 26-III), pH metre (Thermo Scientific, Orion STAR A215) ve manyetik karıştırıcıdan (Heidolph, MR3001) oluşmaktadır. Çalışma başlangıcında ve çalışmalar süresince belirli aralıklarla reaktörden numuneler alınmıştır. Bu numunelerde toplam kirlilik yükü hakkında bilgi veren KOİ analizleri TS 2789 Su kalitesi–Kimyasal Oksijen İhtiyacı Tayini kodlu Türk Standardına göre gerçekleştirilmiştir. % KOİ gideriminin hesaplanması için Eşitlik 1'de verilen bağıntı kullanılmıştır. Burada;

$$\text{KOİ giderimi (\%)} = \frac{(KOİ_0 - KOİ_t)}{KOİ_0} \times 100 \quad (1)$$

$KOİ_0$: Model atıksuyun başlangıç KOİ derişimi (mg/L)
$KOİ_t$: t anındaki KOİ derişimi (mg/L).

Sistemin enerji tüketimi Eşitlik 2'de verilen bağıntı ile hesaplanmıştır.

$$\text{Enerji tüketimi } \text{kWh/m}^3 = \frac{V \times I \times t}{v} \quad (2)$$

Burada;

I: Akım (amper),

V: gerilim (volt),

v : model atıksu hacmi (m^3),

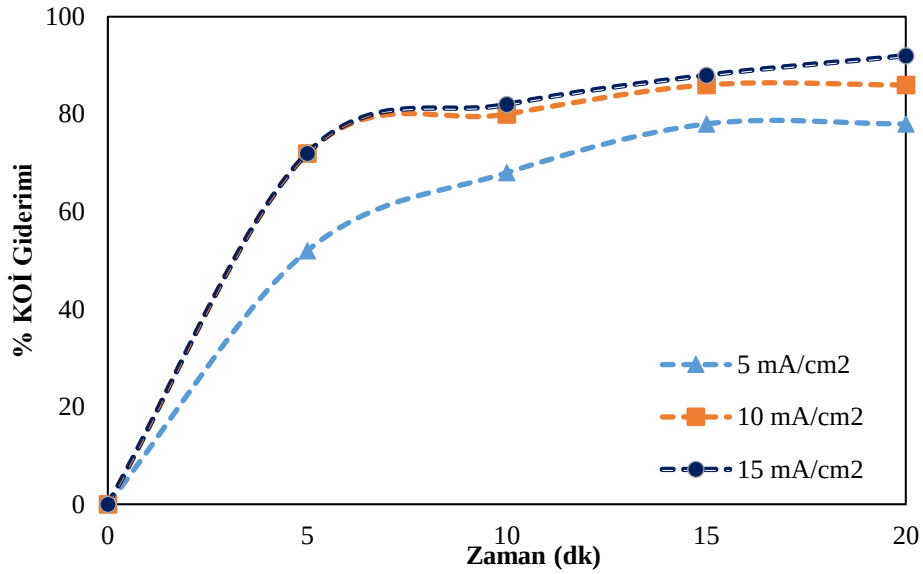
t: elektrokoagülasyon süresi (saat) (Demirel, 2021).

BULGULAR ve TARTIŞMA

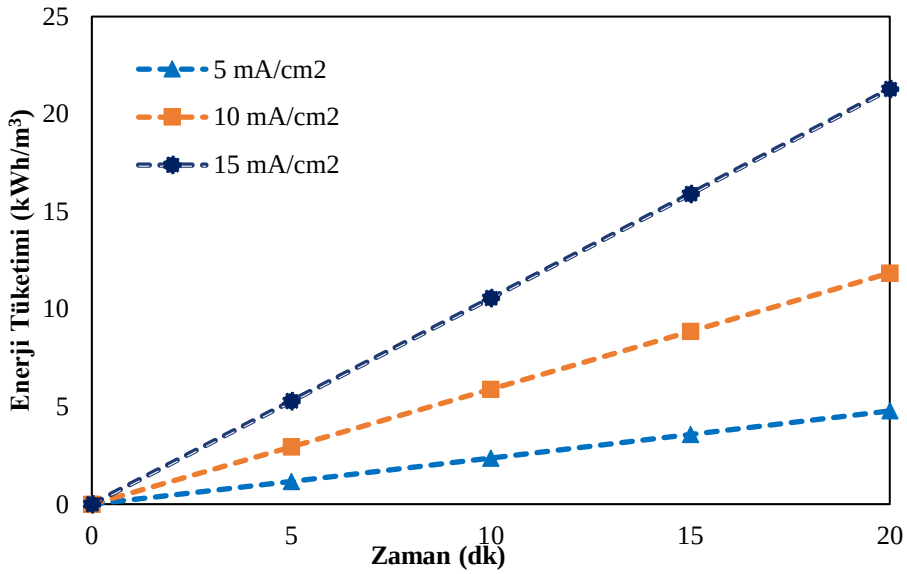
Elektrokoagülasyon çalışmalarında akım yoğunluğunun etkisi (5, 10 ve 15 mA/cm^2), destek elektrolit miktarının etkisi (1, 2 ve 3 mM Na_2SO_4) ve başlangıç pH'ının (3, doğal pH (6±%5) ve pH 9) sistem verimine etkisi incelenmiştir.

Akım Yoğunluğunun Sistem Verimine Etkisi

Demir elektrotlarla gerçekleştirilen elektrokoagülasyon çalışmalarında akım yoğunluğunun etkisi, 1 mM Na_2SO_4 destek elektrolit ilavesi ile 5, 10 ve 15 mA/cm^2 akım yoğunluğunda incelenmiştir.
Akım yoğunluğunun sistem verimine etkisinin incelenmesine ait % KOİ giderim ve enerji tüketim grafikleri Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Akım yoğunluğunun %KOİ giderimine etkisi (C_0=50 mg/L Bifenthrin, 1 mM Na_2SO_4, doğal pH)

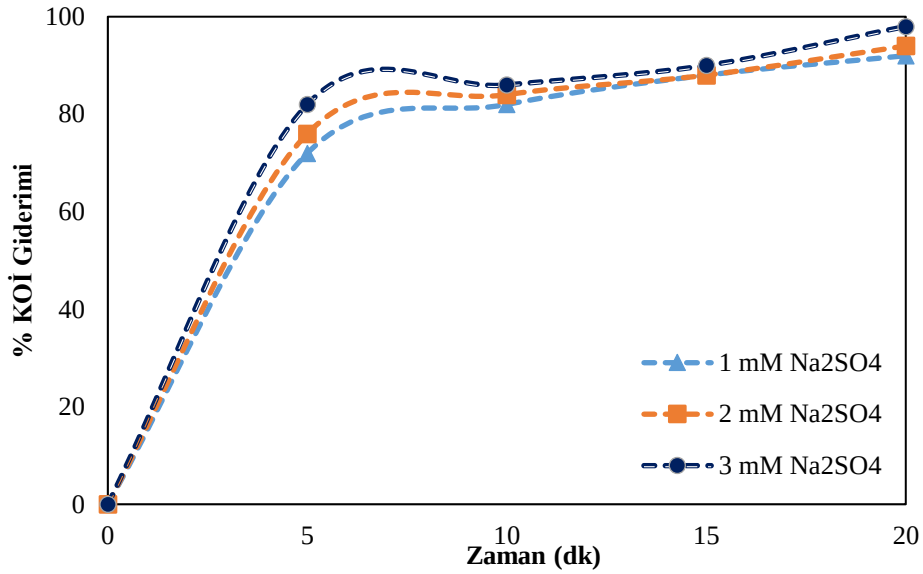


Şekil 2. Akım yoğunluğunun enerji tüketimine etkisi (C_0=50 mg/L Bifenthrin, 1 mM Na_2SO_4, doğal pH)

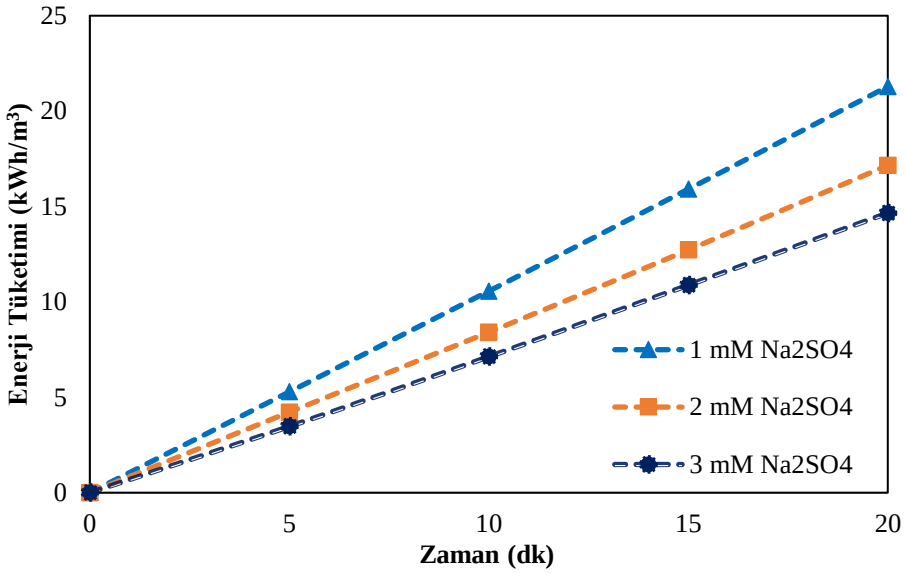
5, 10 ve 15 mA/cm^2 akım yoğunluğunda gerçekleştirilen çalışmalarda %KOİ giderimi sırasıyla %78, %86 ve %92 olarak ve enerji tüketimi sırasıyla 4,78, 11,85 ve 21,28 kWh/m^3 olarak bulunmuştur.

Destek Elektrolit Miktarının Sistem Verimine Etkisi

Destek elektrolit miktarının sistem verimine etkisi, 1 mM, 2 mM ve 3 Na_2SO_4 destek elektrolit ilavesi ile 15 mA/cm^2 akım yoğunluğunda incelenmiştir. Na_2SO_4 destek elektrolitinin sistem verimine etkisinin incelenmesine ait grafikler Şekil 3 ve Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 3. Na_2SO_4 destek elektrolitinin %KOİ giderimine etkisi (C_0=50 mg/L Bifenthrin, i=15 mA/cm^2, doğal pH)

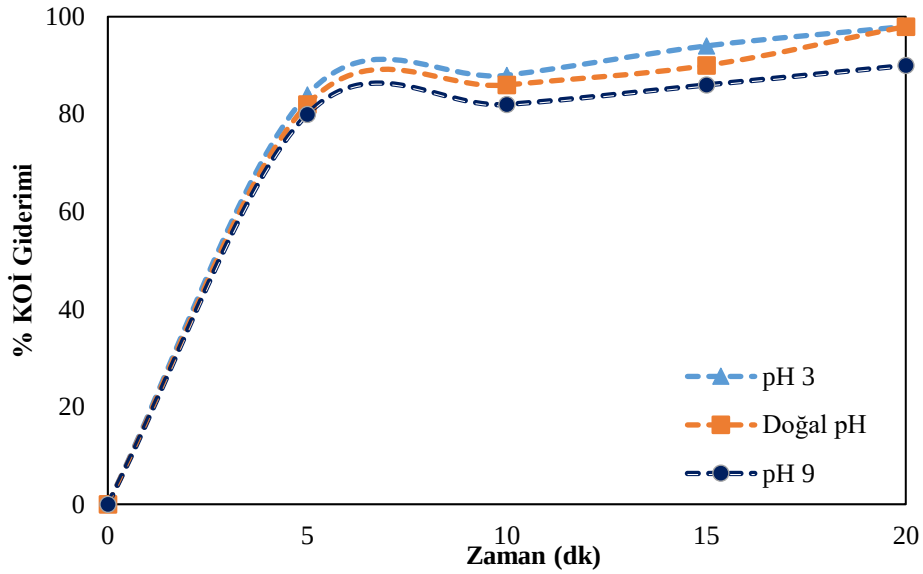


Şekil 4. Na_2SO_4 destek elektrolitinin enerji tüketimine etkisi (C_0=50 mg/L Bifenthrin, i=15 mA/cm^2, doğal pH)

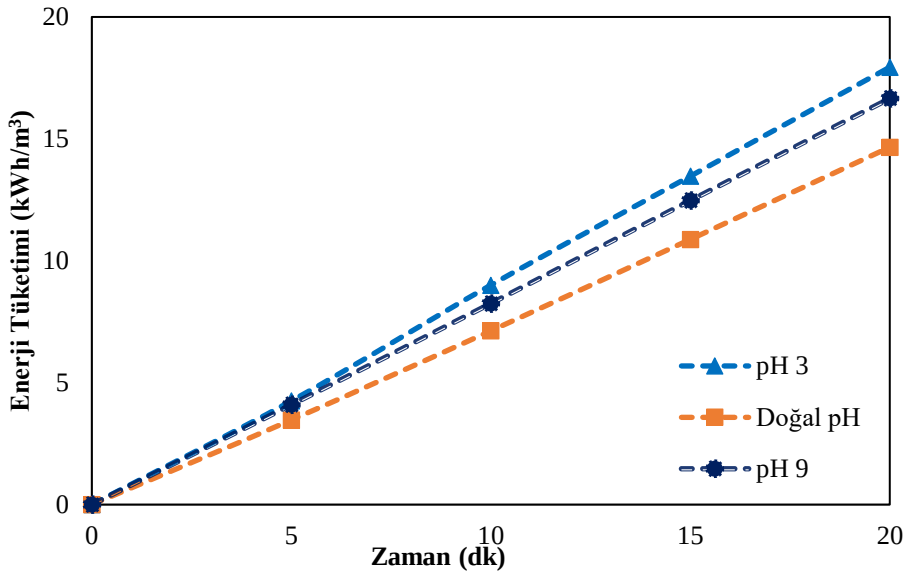
Destek elektrolit miktarının sistem verimine etkisi incelendiğinde 1 mM, 2 mM ve 3 mM Na_2SO_4 ile gerçekleştirilen çalışmalarda %KOİ giderimleri sırasıyla %92, %94 ve %98 olarak bulunmuştur. Bu çalışmalara ait enerji tüketimleri ise sırayla 21,28, 17,16 ve 14,66 kWh/m^3 olarak bulunmuştur.

Başlangıç pH'ının Sistem Verimine Etkisi

Başlangıç pH'ının sistem verimine etkisi, pH 3, doğal pH ve pH 9'da 3 mM Na_2SO_4 destek elektrolit ilavesi ile 15 mA/cm^2 akım yoğunluğunda incelenmiştir.
Başlangıç pH'ının sistem verimine etkisinin ile incelenmesine ait grafikler Şekil 5 ve Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 5. Başlangıç pH'ının sistem verimine etkisi (C_0=50 mg/L Bifenthrin, i=15 mA/cm^2, 3 Mm Na_2SO_4)



Şekil 6. Başlangıç pH'ının enerji tüketimine etkisi (C_0=50 mg/L Bifenthrin, i=15 mA/cm^2, 3 mM Na_2SO_4)

Başlangıç pH'ının sistem verimine etkisinin ile incelenmesinde % KOİ giderimleri sırasıyla %98, %98 ve %90 olarak ve enerji tüketimleri sırasıyla 17,94, 14,66 ve 16,66 kWh/m^3 olarak bulunmuştur.

SONUÇ

Demir elektrotlarla gerçekleştirilen elektrokoagülasyon çalışmalarında 5, 10 ve 15 mA/cm^2 akım yoğunluğunun sistem verimine etkisi incelenmiş ve en yüksek KOİ giderim verimi %92 olarak 15 mA/cm^2 akım yoğunluğunda elde edilmiştir. Akım yoğunluğunun artması hem KOİ giderim verimini hem de enerji tüketimini arttırmıştır. 15 mA/cm^2 akım yoğunluğunda enerji tüketimi 21,28 kWh/m^3 de olarak bulunmuştur.

Destek elektrolit miktarının artması KOİ giderim verimini %92 'den %98' e yükseltmiştir. Buna ek olarak sistemin enerji tüketimini de 14,66 kWh/m^3' e düşürmüştür. Destek elektrolit olarak Na_2SO_4 kullanımının hem KOİ giderimi hem de enerji tüketimi açısından olumlu etki sağladığı görülmüştür.

Başlangıç pH' ının sistem verimine etkisi incelendiğinde doğal pH ve pH 3 değerinde gerçekleştirilen çalışmalarda KOİ giderim verimlerinin aynı olduğu görülmüştür. Enerji tüketimi açısından incelendiğinde ise doğal pH değerinde enerji tüketiminin en düşük olduğu görülmüştür. Böylelikle sistem pH' ının ayarlanmasına gerek olmadığı sonucuna varılmıştır.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda Bifenthrin insektisitinin model atıksudan elektrokoagülasyon yöntemiyle etkin bir şekilde giderilebildiği görülmüştür.

KAYNAKLAR

Akashe MM, Pawade UV Nikam AV 2018. Classification of pesticides: a review. International journal of research in ayurveda and pharmacy, 9(4): 144-150.

Demirel T 2021. Tribenuron methyl ve 2,4-D Isooctyl ester herbisitlerinin elektrokimyasal yöntemlerle sudan giderilmesi. Doktora tezi, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye.

Güler Ç, Çobanoğlu Z 1997. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 52. Pestisitler. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı, Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü Yayını, 9-10.

Solmaz SKA, Azak H, Üstün GE, Morsünbül T 2010. Pestisit gideriminde fenton proseslerinin kullanımına yönelik bir envanter çalışması. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 15(1): 179-194.

Vepsäläinen M, Sillanpää M 2020. Electrocoagulation in the treatment of industrial waters and wastewaters. In advanced water treatment, 1-78.

ORAL PRESENTATION

Araç Yıkama Tesisleri Atık Sularından Elektrokimyasal Yöntemlerle Ağır Metal Giderimi

Keziban PEKEN[1], Fadime KARAER ÖZMEN[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4423-205X), Emine Esra GEREK[1], Ali Savaş KOPARAL[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6894-5604)

[1] Eskisehir Technical University, Engineering Faculty, Environmental Engineering Department, Eskisehir, Turkey.

[2]Anadolu University, Open Education Faculty, Health Programs Department, Eskisehir, Turkey.

*Sorumlu yazar e-posta: fadimek @eskisehir.edu.tr

Özet

Günümüzde artan araç sayısı sebebiyle, araç yıkama tesislerinin sayısı ve kullandıkları su miktarları hızlı bir şekilde artmaktadır. Temiz su tüketiminin fazlalığının yanı sıra içermiş olduğu ağır metaller, yağ-gres, askıda katı madde (AKM) ve diğer kirleticiler sebebiyle bu tesislerin atıksularının çevresel etkileri ayrıntılı bir şekilde araştırılmalıdır. Bu çalışmada, araç yıkama tesislerinden temin edilen atıksuların ağır metal içeriği ve derişimleri belirlenerek kimyasal çöktürme ve elektrokimyasal çöktürme yöntemleriyle arıtılabilirliği incelenmiştir. Elektrokimyasal çöktürme yönteminin ağır metal giderimi ve çamur üretimi üzerine etkileri incelenmiştir. Elektrokimyasal çöktürme işleminde akım yoğunluğu, giriş atıksu pH'ı ve atıksu hacmi başına gerekli maliyet izlenerek giderim verimi optimizasyonu yapılmıştır. Çalışma sonucunda araç yıkama tesislerinin ağır metal içeriği belirlenmiş olup, elektrokimyasal çöktürme yöntemi ile daha yüksek giderim performansı ve daha az çamur üretimi ile ağır metal gideriminin başarılı bir şekilde gerçekleştirilebileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Araç yıkama tesisleri, ağır metaller, , elektrokimyasal çöktürme

Heavy Metal Removal from Wastewater of the Car-wash Facilities with Electrochemical Methods

Abstract

Nowadays, due to the increasing number of vehicles, the number of car wash plants and the amount of water they use are rapidly increasing. In addition to the excess of clean water consumption, the environmental impacts of wastewaters of these plants must be investigated in detail due to heavy metals, oil-grease, suspended solids (SS) and other contaminants. In this study, heavy metals contents and concentrations of wastewater from car-wash plants were determined and chemical precipitation and electrochemical precipitation methods were investigated. The effects of electrochemical precipitation method on heavy metal removal and sludge production have been investigated. The removal performance of the system was evaluated by monitoring COD, SS, heavy metals and turbidity parameters. In the electrochemical precipitation process, the efficiency of remediation was optimized by monitoring the current density, inlet wastewater pH and the required cost per wastewater volume in the electrochemical precipitation process. As a result of the study, the pollution load of the car wash plants has been determined, and it has been determined that the heavy metal removal can be successfully carried out with higher removal performance and less sludge production by the electrochemical precipitation method.

Keywords: car-wash plants, heavy metals, electrochemical precipitation

GİRİŞ

Son yıllarda ulaşım sektörünün neden olduğu çevresel sorunların içerisinde dikkat çeken bir diğer önemli sorun ise araç yıkama hizmeti veren tesislerin oluşturduğu atıksulardır. Ülkemizde olduğu gibi tüm dünyada artan kara taşıtlarının sayısının armasına paralel olarak araç yıkama hizmeti veren tesislerin de sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Araç yıkama atıksularının arıtılmadan yüzeysel sulara deşarj edilmesi durumunda sahip olduğu yağ, gres, kimyasal ve solvent tabanlı çözeltiler, deterjanlar, ağır metaller, petrol ürünleri, organik bileşikler, asfalt, partikül, toz, tuz ve mikrobiyolojik kirleticiler nedeniyle hem çevre sağlığı hem de insan sağlığı açısından ciddi sorunlara sebep olmaktadır (Bhatti ve ark. 2011).

Araç yıkama tesisleri atıksuyunun sahip olduğu bu kompleks atıksu karakteristiği nedeniyle arıtılması oldukça güç olduğundan bu konuda yapılan çalışmalar su kaynaklarının korunması ve alıcı ortam su kalitesinin korunması için kullanılan suyun arıtılarak yeniden kullanılması ve yağmur suyu kullanımı üzerinde

yoğunlaşmaktadır(Dermentzis ve ark. 2011). Paniza ve Cerisola (2010), gerçekleştirdikleri çalışmada, elektrokoagülasyon ve elektrooksidasyon yöntemleriyle sahip oldukları zor ve kompleks atıksu bileşimi ile insan ve çevre sağlığı üzerinde yarattıkları olumsuz etkileri nedeniyle çoğu Avrupa ülkesinde atıksu tüketimi konusunda sınırlamalar getirilen araba yıkama tesisleri atıksularının arıtımında iki yöntemin etkinliği incelemişlerdir. Elektrokoagülasyon çalışmalarında demir elektrot, elektrooksidasyon çalışmalarında bor katkılı elmas elektrot kullanmışlardır. Elektrokoagülasyon çalışmalarında, 2 mA/cm^2 akım yoğunluğunda 6 dakika arıtım süresi sonunda 0.14 kW/m^3 enerji tüketimiyle % 75 KOİ giderimi elde etmişlerdir. Bhatti ve ark. (2011), gerçekleştirdikleri çalışmada içerdiği petrol, hidroflorikasit, amonyumbiflorit ürünleri, boya kalıntısı, fosfat, yağ-gres ve uçucu organik bileşikler nedeniyle önem arz eden araba yıkama sularının arıtımında hidrojen peroksit kullanımı ile kimyasal oksidasyon etkinliğini incelemişlerdir. Arıtım sonunda 80 mg/l alum 2.5 ml/L hidrojen peroksit kullanımı ile yağ içeriği %96, KOİ %93, Bulanıklı %94 ve TÇK %74 oranında giderilmiştir. 5 L hacimli laboratuvar ölçeğinde tasarladıkları arıtma düzeneğinin pilot ölçekte çalışmalar için kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Lau, Ismail ve Firdaus (2013) gerçekleştirdikleri çalışmada Malezya'da bulunan araba yıkama tesislerinden örnekledikleri atıksularda beş farklı ticari menbran ile ultrafiltrasyon ve nanofiltrasyon çalışmaları gerçekleştirmişlerdir. Her bir ticari membran için KOİ, bulanıklık ve TÇK giderimlerini incelemişlerdir. KOİ ve bulanıklık için %80-95 oranlarında giderim verimleri elde edilirken TÇK giderimini %30 civarlarında kaldığını belirlemişlerdir. Zanetti ve arkadaşları (2012) gerçekleştirdikleri çalışmalarında Brezilya'da bulunan taşıt yıkama tesislerinde kullanılan atıksu arıtım-yeniden kullanım tesislerinin daha çevreci bir yaklaşımla nasıl değerlendirile bilirliğini incelemişlerdir. Çalışmalarını kullanılan arıtım yönteminin halk sağlığı açısından önem arz eden toplam koliform parametresi üzerinden yürütmüşlerdir. Kullanılan yöntemleri, maliyet, fayda ve risk değerlendirmesi çerçevesinde değerlendirmişlerdir. Her bir bölge için ayrı su kullanım-arıtım yönteminin belirlenmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Bu atıksuların arıtımında koagülasyon flokülasyon, çöktürme ve iyon değişimi gibi arıtma yöntemlerinin kullanılmasının yanı sıra güncel çalışmaların ters ozmoz, membran filtrasyonu, nanofiltrasyon ve elektrokimyasal koagülasyon tekniklerinin kullanımı üzerine odaklandığı görülmektedir (Kumar ve Goel 2010). Özellikle elektrokoagülasyon tekniğinin ağır metallerin oluşturduğu çevresel problemlerin önlenmesi için iyi bir alternatif oluşturmaktadır (Adhoum ve ark. 2004). Elektrokoagülasyon kolloid, organik kirletici, ağır metal, yüzey aktif madde ve su-yağ emülsiyonu içeren pek çok atıksu türü için basit ve etkin bir giderim yöntemidir. Kimyasal koagülasyonla karşılaştırıldığında, kimyasal ilavesinin gerekmemesi, daha yüksek giderim verimine sahip olması, daha kontrol edilebilir arıtım olanağı, kısmen az işletme gideri ve özellikle daha az çamur üretimi nedeniyle tercih edilmektedir (Gomes ve srk. 2007). Bu nedenle elektrokoagülasyon yöntemi araç yıkama tesisleri için etkin bir arıtım alternatifi oluşturmaktadır. Literatürde araç yıkama tesisleri atıksularının ağır metal içeriğine dair herhangi bir veri bulunmamakla birlikte, bu tesislerin kanalizasyon şebekesine bağlanabilmesi için arsenik, siyanür, kurşun, kadmiyum, krom, cıva, bakır, çinko, nikel, kalay ve gümüş içeriğinin belirlenmesi ve belirtilen deşarj değerlerini sağlamaması durumunda uygun yöntemlerle giderilmesi gerekmektedir.

Çalışma kapsamında, Eskişehir ilinde faaliyet gösteren araç yıkama tesislerinden alınan atıksu numunelerinin ağır metal içeriği belirlenerek, bu atıksuların elektrokoagülasyon yöntemiyle arıtımı gerçekleştirilmiştir. Araç yıkama tesisleri atıksularının arıtımı için gerçekleştirilen bu çalışmada Elektrokimyasal çöktürme(elektrokoagülasyon) yöntemi kullanılmıştır.

MATERYAL VE METOD

Elektrokimyasal Çöktürme (Elektrokoagülasyon) ile Arıtım

Elektrokimyasal çöktürme(elektrokoagülasyon) işlemi paralel plaka demir elektrot kullanılmıştır. Elektrokimyasal çöktürme çalışmaları 6 bölmeden oluşan paralel plaka demir elektrot demeti yerleştirilmiş bir reaktörle gerçekleştirilmiştir. Bölmede birbirine paralel olarak yerleştirilmiş ve her bir elektrot 100 cm^2 toplam yüzey alanına sahip olan 6 adet demir elektrot bulanmaktadır. Elektrik bağlantıları bu elektrotların sırası ile 1 anot 1 katot şeklinde davranmalarını sağlayacak şekilde yapılmıştır. Bir bölmede 3 anot ve 3 katot yer almaktadır. Çalışmalarda kullanılan deney düzeneği Şekil 1'de gösterilmektedir. Çalışmada elektrokoagülasyon yönteminin giderimine etki eden akım yoğunluğu ve pH gibi sistem parametreleri optimize edilmiştir.



Şekil 1. Elektrokimyasal Çöktürme (Elektrokoagülasyon) Çalışmaları Deney Düzeneği

Ağır Metal Analizleri

Elektrokimyasal çöktürme ve kimyasal çöktürme işlemlerinden elde edilen numunelerin ağır metal içerikleri İndüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma-Kütle Spektrometresi (ICP-MS 7800, Agilent) enstrümantal analiz cihazının kullanımı ile gerçekleştirilmiştir. Sıvı örneklerdeki toplam çözünmüş katı madde miktarı (TDS) % 0,1 in, organik madde içeriğide %2' nin altında olan numuneler doğrudan analiz edilirken, bu sınır değerleri sağlamayan örnekler mikro dalga özütleme işlemine tabi tutulmuştur. Örnekler ayrıca askıda katı partiküllerden arındırılmak üzere 0.45 mikronluk filtreden geçirilmiştir.

Çamur Karakterizasyonu

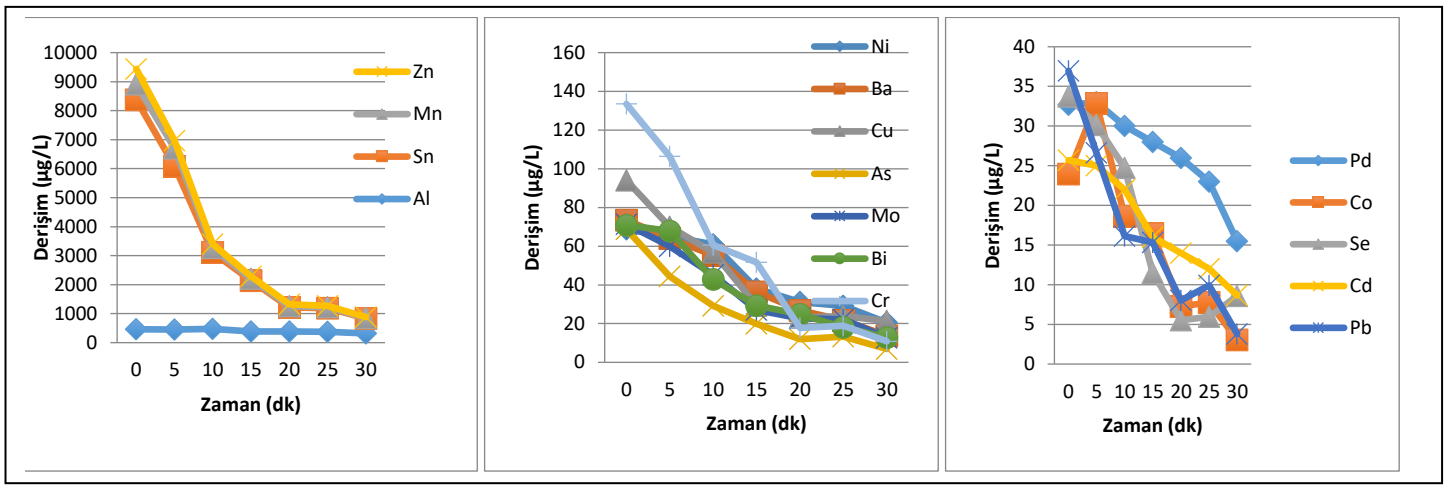
Elektrokimyasal çöktürme arıtımı sırasında oluşan çamur örnekleri 1 gün süreyle 60°C'de etüvde bekletilmiş ilmiştir. Etüvden çıkarılan katı numunelerin ağırlıkları ölçülmüş ve Fourier Transformed Infrared (FTIR, SHIMADZU IRTraces-100) Spektroskopisi cihazı ile 4 cm^{-1} çözünürlük ile 400 cm^{-1} ve 4000 cm^{-1} dalga boyu aralığında analiz gerçekleştirilerek çamur karakterizasyonu yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

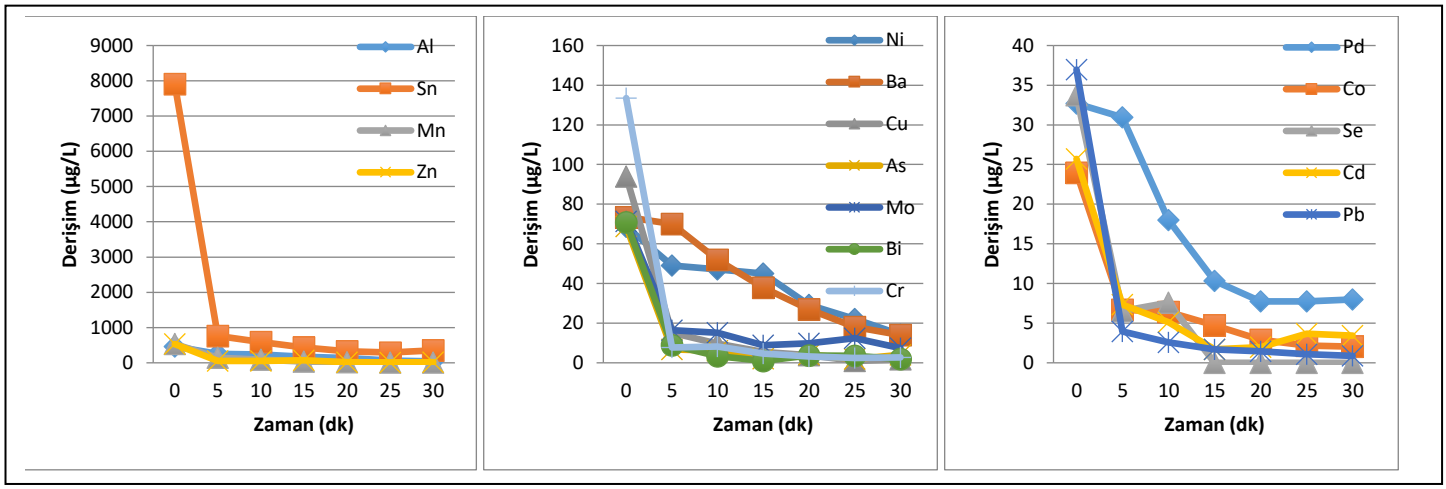
Elektrokimyasal çöktürme çalışmalarında kirleticilerin giderimi üzerinde etkili en önemli parametrenin akım yoğunluğu olduğu bilinmektedir. Çalışmada sırasıyla 5 mA/cm^2, 10 mA/cm^2 ve 15 mA/cm^2 akım yoğunluğu uygulanarak arıtım çalışmaları gerçekleştirilmiştir. 5 mA/cm^2, 10 mA/cm^2 ve 15 mA/cm^2 akım yoğunluklarında gerçekleştirilen arıtım çalışmalarında elde edilen ağır metal giderim grafikleri sırasıyla Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'te verilmiştir.

Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'te görüldüğü üzere, atıksu bünyesinde Zn, Mn, Sn ve Al elementlerinin mg/L mertebesinde bulunduğu görülmektedir. Bu elementleri Cr, Bi, Mo, As, Cu, Ba ve Ni izlemekte olup Pb, Co, Se,Cd ve Pb elementlerinin µg/L seviyesinde bulunduğu görülmektedir. Artan akım yoğunluğu ile hızlı bir şekilde artan giderim verimleri ile atıksudan giderildiği görülmektedir.

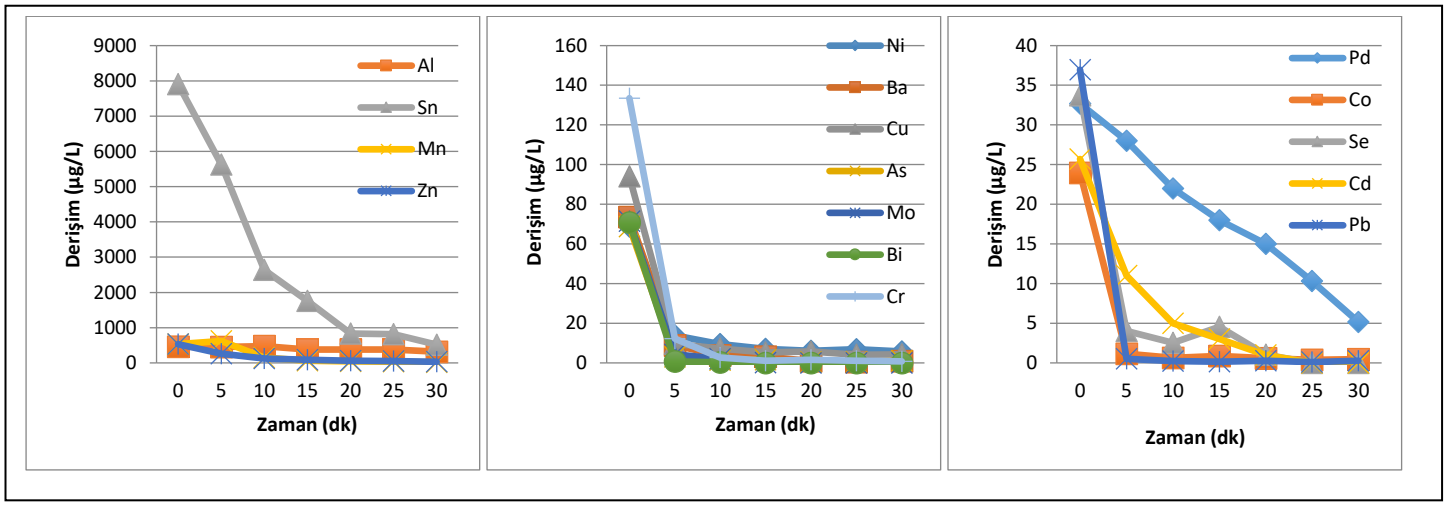
Elektrokimyasal çöktürme çalışmalarında özellikle ağır metallerin giderimi üzerinde etkili olan bir diğer parametre ise atıksuyun giriş pH değeridir. Şekil 5'te giriş atıksu pH değerinin atıksuyun içerinde bulunduğu belirlenen Zn, Mn, Sn, Al,Cr, Bi, Mo, As, Cu, Ba, Ni Pb, Co, Se,Cd ve Pb elementlerinin giderimi üzerindeki etkisi gösterilmiştir.



Şekil 2. 5 mA/cm^2 Akım Yoğunluğunda Gerçekleştirilen Arıtım Çalışması Sonuçları



Şekil 3. 10 mA/cm^2 5 mA/cm^2 Akım Yoğunluğunda Gerçekleştirilen Arıtım Çalışması Sonuçları



Şekil 4. 15 mA/cm^2 5 mA/cm^2 Akım Yoğunluğunda Gerçekleştirilen Arıtım Çalışması Sonuçları



Şekil 5. 10 mA/cm^2 Akım Yoğunluğunda Giriş Atıksu pH'nın Ağır Metal Giderimi Üzerindeki Etkisi

Şekil 5'te asidik atıksu pH değerlerinde Ni, Ba ve Pb elementlerinin giderim verimlerin bir miktar azaldığı görülmektedir. Fe hücrede gerçekleşen arıtım çalışmalarına aşağıda verilen mekanizma ile ağır metallerin çökelmesini sağlayan $Fe(OH)_2$ and $Fe(OH)_3$ oluşmaktadır.

1.Mekanizma:

Anot $4Fe_{(s)} \rightarrow 4Fe^{+2} + 8e^{-}$ (1)

$4Fe^{+2} \rightarrow 10H_2O + O_{2(g)} \rightarrow 4Fe(OH)_3 + 8H^{+}$ (2)

Katot $8H^{+} + 8e^{-} \rightarrow 4H$ (3)

Net reaksiyon $4Fe_{(s)} + 10H_2O + O_2 \rightarrow 4Fe(OH)_3 + 4H_{2(g)}$ (4)

2. Mekanizma:

Anot $4Fe_{(s)} \rightarrow 4Fe^{+2} + 8e^{-}$ (5)

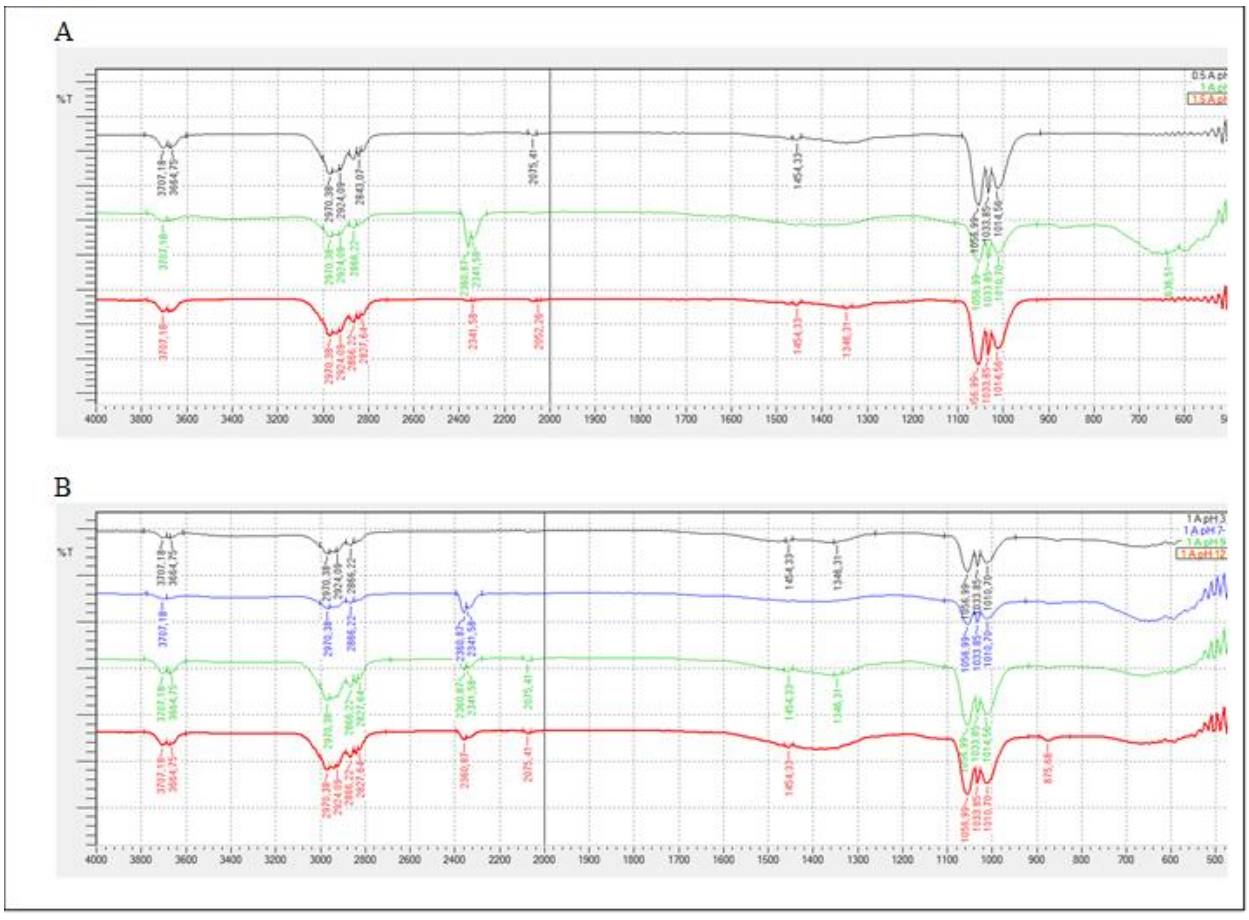
$Fe^{+2} + 2OH^{-} \rightarrow Fe(OH)_2$ (6)

Katot $2H_2O + 2e^{-} \rightarrow H_{2(g)} + 2OH$ (7)

Net reaksiyon $Fe_{(s)} + 2H_2O \rightarrow Fe(OH)_2 + H_{2(g)}$ (8)

Her iki mekanizmada oluşan OH^{-} iyonları arıtımn başından atıksuyun sahip olduğu giriş pH değerini bazik seviyeye çektiğinden bazik pH değerlerinde giderim bu $Fe(OH)_2$ and $Fe(OH)_3$ oluşumu arttığından giderim veriminin de arttığı görülmektedir.

Elektrokimyasal çöktürme sonucu oluşan çamurun akım yoğunluğu ve atıksuyun giriş pH değişime bağlı olarak gözlemlenen FTIR Spektrumları Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Elektrokimyasal Çöktürme Sonucu Oluşan Çamurun A: Akım yoğunluğu ve B: pH değişime bağlı olarak gözlemlenen FTIR Spektrumları

Şekil 6'da görüldüğü üzere 1010cm-1 ve 1056 cm-1 bant aralığında gözlemlenen Fe-O vibrasyonundan kaynaklanan piklerin yoğunluğunun artan akım yoğunluğu ve artan giriş atıksu pH değerine bağlı olarak arttığı gözlemlenmiştir.

SONUÇLAR

Bu çalışmada araç yıkama tesislerinin atıksularındaki ağır metal kirliliğinin elektrokoagülasyon ile giderilmesi ve arıtım sonucu elde edilen çamur numunesinin karakterizasyonu yapılmıştır. Literatürde bu konuya dair çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Bu tesislerin oluşturduğu atıksuların ağır metal içeriklerini ortaya koyan literatürdeki ilk çalışmalardandır. Çalışma sonucunda ağır metallerin kısa sürede ve çok yüksek verimde atıksudan uzaklaştırıldığı gözlemlenmiştir. Elektrokoagülasyonla kullanılan enerji tüketiminin azaltılması için destek elektrolitler ve polielektrolitler ile ilave çalışmaların yapılması çalışmanın bir sonraki süreçte yapılması planlanan çalışmaları arasındadır.

KAYNAKLAR

Adhoum, N., Monser, L., Bellakhal, N., Belgaied, J.E., *Treatment of electroplating wastewater containing Cu 2+, Zn 2+ and Cr (VI) by electrocoagulation.* Journal of hazardous materials, 2004. **112**(3): p. 207-213.

Bhatti, Z.A.M., Q., Raja, I.A., Malik, A.H., Khan, M.S., Wu, D. , *Chemical oxidation of carwash industry wastewater as an effort to decrease water pollution.* Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 2011. **36**(9): p. 465-469.

Dermentzis K., C.A., Valsamidou E., Lazaridou A., Kokkinos N.,, *Removal of hexavalent chromium from electroplating wastewater by electrocoagulation with iron electrodes.* Global Nest J, 2011. **13**(4): p. 412-418.

Gomes J.A.G, D., P., Kesmez, M., Weir, M., Moreno W., Parga J.R., Irwin G., McWhinney H., Grady T., Peterson, E.,, *Arsenic removal by electrocoagulation using combined Al–Fe electrode system and characterization of products.* Journal of hazardous materials, 2007. **139**(2): p. 220-231.

Kumar, N.S., Goel, S., *Factors influencing arsenic and nitrate removal from drinking water in a continuous flow electrocoagulation (EC) process.* Journal of hazardous materials, 2010. **173**(1): p. 528-533.

Lau, W.J., Ismail, A.F., Firdaus, S., *Car wash industry in Malaysia: Treatment of car wash effluent using ultrafiltration and nanofiltration membranes.* Separation and Purification Technology, 2013. **104**: p. 26-3

Panizza, M., Cerisola, G., *Applicability of electrochemical methods to carwash wastewaters for reuse. Part 2: Electrocoagulation and anodic oxidation integrated process.* Journal of Electroanalytical Chemistry, 2010. **638**(2): p. 236-240.

Zaneti, R., Etchepare, R., Rubio, J., *More environmentally friendly vehicle washes: water reclamation.* Journal of Cleaner Production, 2012. **37**: p. 115-124.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Farklı geometrik yüzeyli İznik Çini karolarına üstün fiziksel özelliklerin kazandırılması için yüksek hassasiyetli kurutma sistemi tasarımı

Seren Tangil[*1] *(ORCID: 0000-0001-5638-7492)*, Zafer Kahraman[1] *(ORCID: 0000-0002-2008-0533)*

[*1]İznik Çini ve Seramikleri San.ve Tic. Ltd. Şti., Tasarım Merkezi, Bursa, Türkiye.

*Sorumlu yazar e-mail: serentangil@hotmail.com

Özet

Yüzyıllar sonra kültür mirasımız İznik Çiniciliğinin gelişmesine bağlı olarak dünyada İznik Çini ürünlerinin kullanım alanları genişlemektedir. Bu nedenle özgün İznik Çini ürünlerinin yenilikçi teknoloji ile elde edilme ihtiyacı artmaktadır. İznik Çini karolarının özellikle doğal ortamda uzun süre kurutma nedeniyle verimlilik azalması ile üretim maliyetleri artmakta ve istenilen kalite elde edilmesinde sıkıntılar yaşanmaktadır. Mevcut düz yüzeyli İznik Çini ürünlerinin aksine İznik Çini karolarının farklı geometrik yüzeyli (girintili ve çıkıntı) olması durumunda dayanım değerlerinin (su emme, eğilme dayanımı, kırılma dayanımı vs.) düşmesi nedeniyle bu tip İznik Çini karolarının üretilmeleri açısından önemli bir engel teşkil etmektedir. Benzer farklı geometrik yüzeyli seramik ürünlerinin üretim süreçleri zor olmamaktadır. Fakat İznik Çini ürünleri içerisindeki yüksek kuvars içeriği ile üretim süreci farklılık gösterilmesiyle problemler artmaktadır. Ar-Ge sistematiği ile ilk kez farklı geometrik yüzeyli İznik Çini karoları yüksek hassasiyetli kurutma sistemi tasarım faaliyetleri ile pişirme fırınlarında kullanılan sıcak havadan belirli özelliklerde yararlanılarak çok önemli yenilikçi ürün ve süreç gelişimi sağlanması ile dünyada rekabetçi koşullarda İznik Çini karoları benzer ürünlerle kıyaslama yapıldığında üstünlük elde edilmiştir. Firmamız yenilikçi ürünü, özgün tasarımlı yüksek hassasiyetli kurutma sistemi ile elde edilmesinde çevreye duyarlı süreç yeniliği kazanmıştır.

Anahtar Kelimeler: İznik Çinisi ürünleri, kurutma sistemi tasarımı, kurutma sistemi analizleri.

High precision drying system design to provide superior physical properties to İznik Çini tiles with different geometric surfaces.

Abstract

Centuries later, the usage areas of İznik Çini products are expanding in the world, depending on the development of our cultural heritage, İznik Çini. For this reason, the need to obtain original İznik Çini products with innovative technology is increasing. Due to the decrease in productivity due to long-term drying of İznik Çini tiles, especially in the natural environment, production costs increase and there are difficulties in obtaining the desired quality. Contrary to the existing flat surface İznik Çini products, if the İznik Çini tiles have different geometric surfaces (recessed and protruding), the strength values (water absorption, bending strength, breaking strength, etc.) decrease, which constitutes an important obstacle for the production of this type of İznik Çini tiles. The production processes of ceramic products with similar different geometric surfaces are not difficult. However, the problems increase with the high quartz content in İznik Çini products and the production process differs. With the R&D systematic, for the first time, İznik Çini tiles with different geometric surfaces, high-precision drying system design activities, and very important innovative product and process development by making use of the hot air used in baking ovens with certain features, İznik Çini tiles have gained superiority when compared with similar products in competitive conditions in the world. . Our company has gained an environmentally friendly process innovation in obtaining the innovative product with a uniquely designed high-precision drying system.

Keywords: İznik Çini products, drying system design, drying system analysis.

GİRİŞ

İznik Çini ürünleri (karo, tabak, vazo vb.) imalatında özellikle doğal ortamda kurutma hızının düşük olması ve kurutma prosesi kaynaklı yüksek fire oranları üretim maliyetlerini artırmakta ve dolayısıyla üretim verimini olumsuz yönde etkilemektedir. Bunun için yüksek hassasiyetli kurutma fırını tasarımı ve imalatı Ar-Ge projesi faaliyetleri ile gerçekleştirilmiştir. Öncelikle İznik Çini ürünleri özelliklerine uygun olarak kurutma fırının tasarlanması için mevcut pişirme fırını ve doğal kurutma süreci değerlendirilmiştir.

Endüstride enerjinin yoğun olarak harcandığı kurutma süreci, kâğıttan tekstile, seramikten gıdaya kadar çok geniş uygulama alanına sahiptir (Alit ve ark., 2021), (Chen ve ark., 2020), (Chen ve ark., 2019), (Li ve ark., 2021), (Luz ve ark., 2021), (Perez ve ark., 2020). Son yıllarda endüstriyel alanda gelişmiş ülkelerde kurutma süreci için tüketilen enerjinin azaltılması yönünde çalışmalar artmaktadır.

Kurutma sürecine etki eden birçok karmaşık parametre olması nedeni birçok bilim insanın ilgisini çekmektedir ve uzun yıllardır üzerinde çalışılmaktadır. Kurutma işleminde uzun yıllardan beri süregelen temel araştırma alanı; kurutma havası koşulları, kurutucu tipleri, enerji maliyeti ve ürünün kalitesini etkileyen parametrelerin belirlenmesi olmuştur.

Literatür incelemelerinde İznik Çinisi ürünlerine yönelik kurutma süreci ile ilişkili atık ısıdan yararlanılarak oluşturulan herhangi bir yayına ulaşılamamıştır. Bu nedenle bu çalışmada elde edilen veriler özgün olmaktadır.

MATERYAL VE METOD

İznik Çini karo üretimde altyapıyı oluşturan çamurun mevcut durumda doğal ortamda kurutulması gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla gündüz-gece ve mevsimsel sıcaklık farklılıkları üretim süreci üzerinde belirsizlikler oluşturmaktadır. Şekil 1'de İznik Çini karo altyapısını oluşturan çamurun doğal ortamda (çadırda) kurutulması gösterilmiştir.



Şekil 1. İznik Çini karo altyapısını oluşturan çamurun doğal ortamda (çadırda) kurutulması.

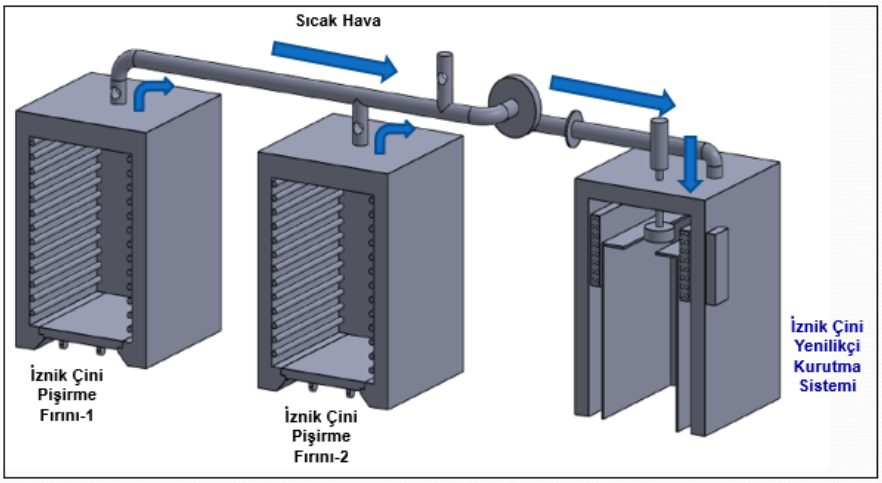
Özgün tasarım faaliyetleri ile birlikte prototip imalatı yapılmadan önce kurutma sistemi içerisindeki ısı ve kütle transferi analizleri yapılmıştır. Yenilikçi kurutma sistemi geometrisi göz önüne alındığında her bir raftaki akış karakteristiklerinin benzer olması ve periyodik benzerlik göstermesinden dolayı sayısal model aradaki bir rafa göre oluşturulmuştur.

Yenilikçi kurutma sisteminin çözüm bölgesindeki ürün ve hava sıcaklıklarının zamana bağlı değişimleri elde edilmiştir. Ayrıca hava tarafı için ısı ve kütle taşınım katsayıları zamanla değişen sıcaklığa bağlı olarak belirlenmiştir.

Tasarım ve modelleme faaliyetleri yapılan çalışmalar aşağıda verilmiştir;

- Yüksek hassasiyetli kurutma sistemini oluşturan parçaların ana gövde tasarımı,
- Yenilikçi kurutma sisteminin ana hatları ile ortaya çıkartılması,
- Ana konstrüksiyonun tasarımı,

Yüksek hassasiyetli kurutma sisteminin özgün tasarımı Şekil 1'de verilmiştir. Mevcut İznik Çini karo pişirme fırınlarındaki atık ısıdan yararlanılarak yenilikçi kurutma sistemine aktarılan sıcak hava ile beraber İznik Çini altyapısının (çamur) doğal kurutmaya kıyasla daha verimli kurutma süreci elde edilmiştir.



Şekil 2. Yüksek hassasiyetli kurutma sistemi tasarımı.

Homojen kurutmayı sağlamak amacıyla, kurutma havasının kurutucuya farklı şartlarda girmesi sağlanarak ürün etrafındaki hız ve sıcaklık alanlarının belirlenmesi gerekmektedir. Hız ve sıcaklık dağılımlarına yönelik analizler yapılmıştır.

Çalışmada, ürün ve havanın termofiziksel özelliklerine yönelik aşağıdaki değerler alınmıştır.

m_{hava}= 0,055kg/s

$m_{katı}$ = 1,16kg/s

ρ_{hava} = 1,16g/m3,

cp_{su} = 1000 J/kgK,

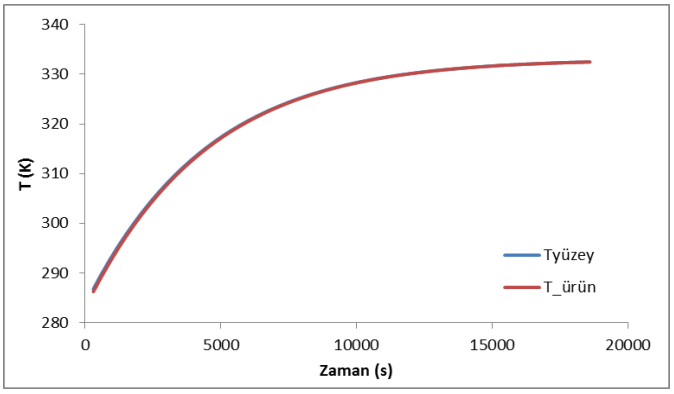
$cp_{ürün}$ = 795 J/kgK

R = 461 J/kgK

$T_{yüzey}$= 283 K,

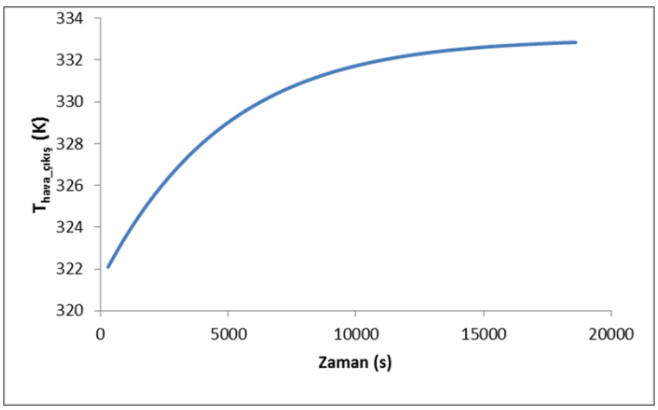
T_{hava}= 333 K

Yapılan sayısal çalışmada ürün kanalda 4 m uzunluğunda, 75 cm genişliğinde olacak şekilde akışa paralel şekilde yerleştirildi. Ürün kalınlığı 1 cm olup havanın geçtiği kesit 9*75 cm dir. Sayısal çalışmanın sonucunda Şekil 3'de görüldüğü gibi ürün yüzey sıcaklığı ile ürün sıcaklığı birbiri ile zamana göre benzer değişim göstermektedir. Ayrıca ürün yüzey sıcaklığı ile ürün sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkı yok denecek kadar az olduğundan dolayı ürünün sıcaklığının kurutma sistemi boyunca değişiminin incelenmesi uygundur. Dolayısıyla çözümde ürün boyunca sıcaklık değişimi analizleri yığık sistem kabulü ile yapılmıştır.



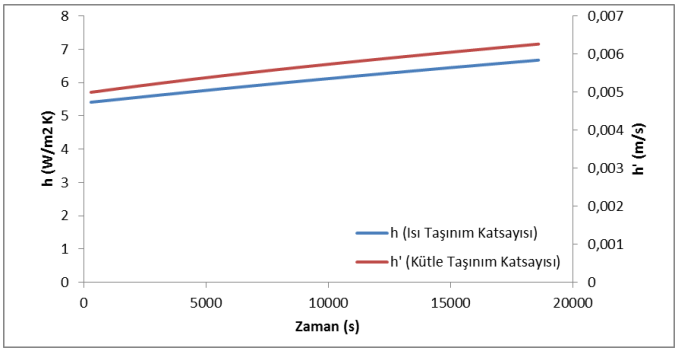
Şekil 3. Ürün sıcaklığı ile yüzey sıcaklığının zamana göre değişimi.

Havanın kurutma sisteminden çıkış sıcaklığının zamana göre değişimi Şekil 4'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere zamanla ürün sıcaklığı da artacağından dolayı havanın çıkış sıcaklığı da yükselmektedir.



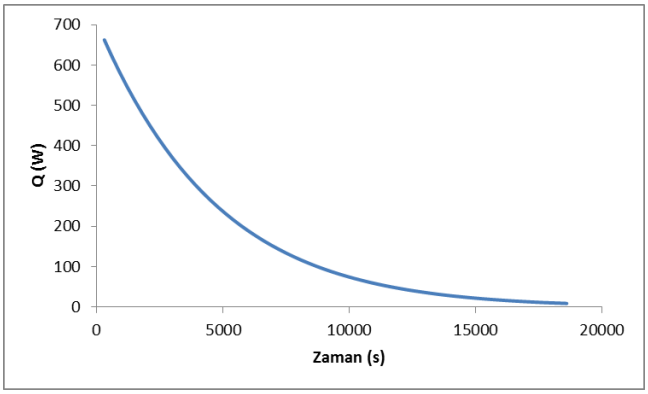
Şekil 4. Havanın kurutma sisteminden çıkış sıcaklığının zamana göre değişimi.

Termal ve konsantrasyon sınır tabakaları benzeşiminden faydalanarak, dikdörtgen şekilli ürünün yüzeyi boyunca değişen ortalama ısı ve kütle taşınım katsayıları tespit edilmiştir. Şekil 5'de kurutma sistemi içerisindeki ısı taşınım ve kütle taşınım katsayılarının zamana göre değişimleri görülmektedir. Her iki parametrenin de zamanla değişiminin doğrusal olduğu belirlenmiştir. Buna bağlı olarak hesaplamalarda ortalama ısı taşınım ve kütle taşınım katsayıları kullanılmıştır.



Şekil 5. Isı ve kütle taşınım katsayısının zamana göre değişimi.

Şekil 6'da ise kurutma sisteminde havadan taşınım ile ürüne olan ısı transferinin zamanla değişimi görülmektedir. Ürün sıcaklığı zamanla arttığı için havadan ürüne olan ısı transferi de zamanla azalmaktadır. Kurutmanın başlangıcından yaklaşık 5.5 saat sonra ürün ve kurutma havası sıcaklıkları eşitlendiğinden sistem ısıl dengeye gelmektedir. Sonrasında verilen enerji sadece üründen suyun uzaklaştırılması (buharlaşma) için kullanılacaktır.



Şekil 6. Isı ve kütle taşınım katsayısının zamana göre değişimi.

Yüksek hassasiyetli kurutma sisteminde mevcut ortam sıcaklığından (24ºC) başlanarak İznik Çini ürünlerinin doğal kurutmaya (ortam kurutması) kıyasla farklı sıcaklık uygulamalarında özgün tasarımlı yenilikçi sistemin farklı çalışma süre ve kurutma rejimlerinde test ve değerlendirmeler yapılmıştır.

Ar-Ge sistematiği ile yapılan özgün proje çalışmaları ile yüksek hassasiyetli kurutma sistemi içerisinde artan sıcaklıkla beraber İznik Çini ürünlerinin kurutulması süresinin azaldığı tespit edilmiştir. Yenilikçi sistemde belirlenen sıcaklıklara ulaşma ve bekleme süreleri İznik Çini ürünlerinin kurutma performansı üzerinde etkin olduğu tespit edilmiştir.

Test ve değerlendirme aşamasında yüksek hassasiyetli kurutma sistemi farklı sıcaklık uygulamaları ve farklı çalışma sürelerine göre değerlendirmeler yapılarak etkin koşullar Ar-Ge sistematiği ile belirlenmiştir. Şekil 7'de yüksek hassasiyetli kurutma sisteminde İznik Çini altyapısı (çamur) kurutma işlemi fotoğrafları gösterilmiştir.



Şekil 7. Yüksek hassasiyetli kurutma sisteminde İznik Çini altyapısı (çamur) kurutma işlemi.

Yüksek hassasiyetli kurutma sisteminde sıcaklık ölçümünde tespit edilen 40ºC Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 8. Yüksek hassasiyetli kurutma sisteminde sıcaklık ölçümü.

SONUÇ

Ar-Ge faaliyetleri doğrultusunda özgün tasarımlarla elde edilen yüksek hassasiyetli kurutma sistemi ile İznik Çini ürünlerinin imalat sürecindeki kazanımlar aşağıda verilmiştir;

Yenilikçi kurutma süreci ile doğal kurutmaya kıyasla İznik Çini karo ürünleri ve imalat maliyetlerinde azaltılma sağlanmıştır.

İznik Çini ürünlerinin pişirme sürecinde kullanılan pişirme fırınlarındaki atık ısıdan yararlanılması sağlanmıştır.

Yüksek hassasiyetli kurutma sisteminde taşıyıcı araba içerine yerleştirilen farklı geometrik yüzeyli İznik Çini karoları kalınlığının 15 mm'nin altında olması kurutma performansını olumlu etkilediği belirlenmiştir.

Yüksek hassasiyetli kurutma sistemi ile mevcut imalat sürecinin 18 günden 6 güne indirilmesi ile %300 daha verimli imalat süreci başarılmıştır.

Yüksek hassasiyetli kurutma sistemine mevcut pişirme fırınlarındaki atık enerjisinin aktarımı ile doğal kurutmaya göre daha verimli kurutma sistemi Ar-Ge faaliyetleri ile kazandırılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK-TEYDEB 1507 kodlu KOBİ Ar-Ge Başlangıç Destek Programı kapsamında "Farklı Geometrik Yüzeyli İznik Çini Karolarına Üstün Fiziksel Özelliklerin Kazandırılması İçin Yüksek Hassasiyetli Kurutma Sistemi Tasarımı ve Prototip İmalatı" başlıklı ve 7120090 numaralı proje çalışmasından hazırlanmıştır. TÜBİTAK-TEYDEB'e proje çalışmalarına katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Alit, I.B., Susana, G.B., Mara, M., 2021. Thermal characteristics of the dryer with rice husk double furnace - heat exchanger for smallholder scale drying. Case Studies in Thermal Engineering, 28, 101565.

Chen, J., Zhang, M., Xu, B., Sun, J., Mujumdar, A.S., 2020. Artificial intelligence assisted technologies for controlling the drying of fruits and vegetables using physical fields: A review. Trends in Food Science & Technology, 105, 251-260.

Chen, X., Man, Y., Zheng, Q., Hu, Y., Li, J., Hong, M., 2019. Industrial verification of energy saving for the single-tier cylinder based paper drying process. Energy, 170, 261-272.

Li, M., Zheng, F., Xiao, Y., Guan, Y., Wang, J., Zhen, Q., Yu, Y., 2021. Utilization of residual heat to prepare high performance foamed glass- ceramic from blast furnace slag and its reinforce mechanism. Process Safety and Environmental Protection, 156, 391-404.

Luz, A.P., Moreira, M.H., Braulio, M.A.L., Parr, C., Pandolfelli, V.C., 2021. Drying behavior of dense refractory ceramic castables. Part 1 – General aspects and experimental techniques used to assess water removal. Ceramics International, 47, 22246–22268.

Perez, R., Querejeta, A., Corres, M.A., Munoz, J., Grande, H.J., Honnerova, P., 2020. Thermal behaviour of vitreous ceramic coatings obtained by electrophoretic deposition for furnace components. Ceramics International, 46, 20695–20706.

➢ *ORAL PRESENTATION*

The anti-neurodegenerative phytochemicals: A review

Derya Altintas[1*] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5374-0123),*
Yesim Yesiloglu[2*] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1733-4790)*

[*1]Trakya University, Arda Vocational College, Department of Pharmacy Services, Edirne, Turkey.
[*2]TrakyaUniversity, Faculty of Pharmacy, Department of Biochemistry, Edirne, Turkey.

*Corresponding author e-mail: yesimyesiloglu@trakya.edu.tr

Abstract

Oxidative stress lead to several neurodegenerative diseases such as Parkinson disease, Multiple sclerosis, Alzheimer disease, Amyotrophic lateral sclerosis and Huntington disease (Rodriguez-Arce & Saldias, 2021). This stress arises from over production of reactive oxygen species and free radicals. Oxygen producing radicals compose reactive oxygen species (ROS) such as hydroxyl radical, superoxide anion radical and non-free radical species such as hydrogen peroxide and singlet oxygen. Free radicals have one uncoupled electron in their outer most orbital of molecular orbitals (Neha, Haider, Pathak, & Yar, 2019). In order to protect human body against the harmful effects of ROS and free radicals, enzymatic or nonenzymatic antioxidants can be used. Because antioxidants are significant substances which possess the activity to protect the body from neurodegenerative diseases caused by oxidative stress. Vitamin C, α-tocopherol, carotenoids, phenols and flavonoids are nonenzymatic antioxidants. Enzymes such as superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase are enzymatic antioxidants. Both enzymatic and nonenzymatic antioxidants prevent cell membranes from damage of ROS (Abdul-Latif, Stupans, Allahham, Adhikari, & Thrimawithana, 2021). Recent studies in human body reported that intake of antioxidants is associated with a lower risk of neurodegenerative disease. Thus, especially natural antioxidants can be recommended to neurodegenerative disorder with patients (Scassellati, Galoforo, Bonvicini, & Esposito, 2020). The aim of this review to summarizes the effects of antioxidants on oxidative stress in neurodegenerative diseases.

Keywords: Antioxidant, disease, oxidative stress, Alzheimer, Parkinson.

INTRODUCTION

Oxygen is an important element for human life but at a higher concentration of this element is toxic to the organism. Oxidation is a biological process and at the end of this process reactive oxygen species can occur (Kılıc, Yesiloglu, Bayrak, Gülen, & Bakkal, 2013). Oxidative stress arises from over production of reactive oxygen species. Reactive oxygen species are reactive chemical species of oxygen which produce *in vivo*, result in biomolecules damage including nucleic acid, protein, lipid and carbohydrate. Also reactive oxygen species contain free radical and non-free radical. These radicals lead to several neurodegenerative disease such as Alzheimer's disease, Amyotrophic lateral sclerosis, Huntington's disease, Multiple sclerosis and Parkinson's disease (Silva, Pinto, Fernandes, Benfeito, & Borges, 2021). Antioxidants can eliminate reactive oxygen species thus beneficial in the fight these disease. Therefore antioxidants are necessary in the organism.

Vitamin C, α-tocopherol, carotenoids, phenols, vitamin A, flavonoids, bilirubin, ubiquinone, glutathione, lipoic and uric acid are nonenzymatic antioxidants. Enzymes such as superoxide dismutase, catalase and glutathione peroxidase are enzymatic antioxidants. Both enzymatic and nonenzymatic antioxidant prevent cell membranes from damage of reactive oxygen species (Fleming & Luo, 2021). Fruits, vegetables, cereals, spices, teas, herbs and plants are a potential source of antioxidants which may provide protection against neurodegenerative disease (Yesiloglu & Sit, 2012).

NEURODEGENERATIVE DISEASE and ANTIOXIDANTS

As can be seen from Figure 1, oxidative stress is one of the most important contributors for many disease such as cardiovascular disease, cancer, diabetes, allergies, aging, inflammatory disease and neurodegenerative diseases and takes part in their pathogenesis. Human body has an adequate oxidant-antioxidant balance. However, this stress is a result of imbalance between antioxidant defence system and reactive oxygen species. Antioxidants are helpful in reducing oxidative process that protect the human body from reactive oxygen species (Fleming & Luo, 2021).

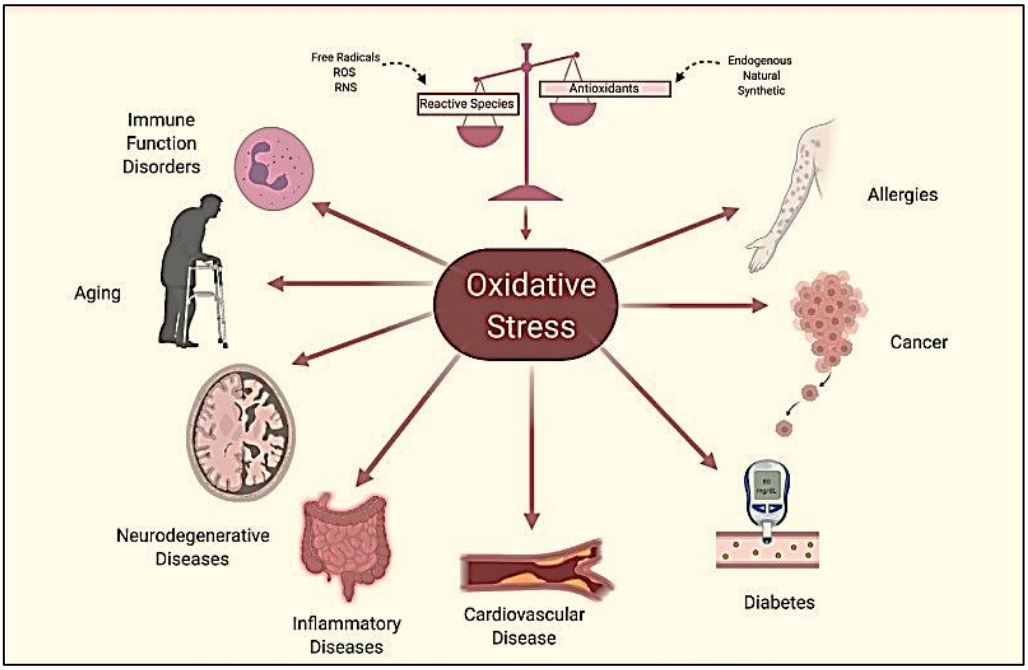


Figure 1. Oxidative stress and several diseases (Fleming & Luo, 2021).

Neurodegenerative diseases are characterized by slowly progressive loss of neurons and damage in neuronal cells which leads to impairment of memory and cognitive function (Neal & Richardson, 2018). Common neurodegenerative diseases include Huntington's disease, Multiple sclerosis, Parkinson's disease, Amyotrophic lateral sclerosis and Parkinson's disease (Giordano, Darley-Usmar, & Zhang, 2014). These diseases were identified by the World Health Organization as one of the significant health problems worldwide of the 21st century (Silva, Pinto, Fernandes, Benfeito, & Borges, 2021). Oxidative stress could be a key factor contributing to the progression of neurodegenerative diseases because brain has a high sensitivity to this stress.

Among the various neurodegenerative diseases, Alzheimer's disease is the most common disease in elderly people. Numerous research studies have confirmed relationship between high levels of oxidative stress and the progression of Alzheimer's disease (Khokar, et al., 2021). Antioxidants such as vitamin A, C and E are neuroprotective effect for the treatment of this disease. Also, low levels these vitamins have been observed in Alzheimer's disease patients. Therefore, a high intake of vitamins directly from fruits or vegetables which plays a vital role in patients with this disease (Chang, Cheng, Chiang, & Chen, 2018).

Parkinson's disease is the second most common neurodegenerative disease after Alzheimer's disease characterized by the loss of neurons in a brain region known as the substantia nigra (Abdul-Latif, Stupans, Allahham, Adhikari, & Thrimawithana, 2021). Studies showed that reactive oxygen species could be a critical factor which leads to the development this disease. Coenzyme Q10, glutathione and quercetin supplements were associated with the reduced progression of Parkinson's disease. Furthermore, a lower serum concentration of coenzyme Q10 was associated with an increased risk of this disease. For this reason, coenzyme Q10 is an important antioxidant compound. (Takahashi, et al., 2021).

Huntington's disease is a fatal and autosomal dominant neurodegenerative disease. It is characterized by behavioural difficulties and cognitive decline. Some researchers have been reported that increased oxidative stress is an early event in the pathogenesis of Huntington's disease. In addition to, this stress is caused by deterioration in the Huntington gene. Phenolics are capable of scavenging reactive oxygen species. Phenolic acids such as p-coumaric, caffeic and ferulic acids are widely known for antioxidant activities which can

significantly reduce the risk of this disease. Also, these acids are sources of natural antioxidants (E. de Vries, et al., 2008).

Amyotrophic lateral sclerosis (ALS) afflicts motor neurons in the spinal cord and brain. Also, oxidative stress which occurs because of the production and accumulation of reactive oxygen species may play a central role in the brain of patients with ALS disorder. Searching for new therapeutic strategy in this disorder, the inclusion of antioxidant agents such as resveratrol, ascorbic acid, α-tocopherol and minerals like selenium, zinc have shown hopeful results. These agents are used to neutralize free radical and protection against oxidative stress. (Reyes-Fermín, et al., 2020).

Multiple sclerosis (MS) is a neurodegenerative disease in the central nervous system which affects quality of human life and physical function. Also, this disease is an autoimmune disease. Several studies in human body have focused on the oxidative stress in neurodegeneration in Multiple sclerosis pathogenesis. Furthermore, low concentrations of antioxidants have been observed in blood-brain barrier of MS patient. Curcumin is known for its neuroprotective activity. Therefore, it's used in MS patient treatments (Silva, Pinto, Fernandes, Benfeito, & Borges, 2021).

CONCLUSION

To conclude, reactive oxygen species have a critical role in various neurodegenerative disease including Parkinson disease, Multiple sclerosis, Alzheimer disease, Amyotrophic lateral sclerosis and Huntington disease because neuronal system is vulnerable to these species. Antioxidants have defence systems against the accumulation of reactive oxygen species that prevent neurodegenerative disease progression. Enzymatic or nonenzymatic antioxidants such as ascorbic acid, α-tocopherol, carotenoids, phenols, vitamin A, flavonoids, bilirubin, ubiquinone, glutathione, lipoic and uric acid, superoxide dismutase, catalase and glutathione peroxidase have been described neuroprotective effect. Therefore, antioxidants play a vital role in protection of neurodegenerative disorder which are effective at optimum concentration. This review indicates that antioxidants as a potential strategy to prevent or treat neurodegenerative diseases.

References

Abdul-Latif R, Stupans L, Allahham A, Adhikari B, Thrimawithana T 2021. Natural antioxidants in the management of Parkinson's disease: Review of evidence from cell line and animal models. Journal of Integrative Medicine, 19:300-310.

Chang KH, Cheng ML, Chiang MC, Chen, CM 2018. Lipophilic antioxidants in neurodegenerative diseases. Clinica Chimica Acta, 485:79-87.

E. de Vries H, Witte M, Hondius D, Rozemuller A, Drukarch B, Hoozemans J, van Horssen J 2008. Nrf2-induced antioxidant protection:A promising target to counteract ROS-mediated damage in neurodegenerative disease. Free Radical Biology & Medicine, 45:1375-1383.

Fleming E, Luo Y 2021. Co-delivery of synergistic antioxidants from food sources the prevention of oxidative stress. Journal of Agriculture and Food Research 3:100107.

Giordano S, Darley-Usmar V, Zhang J 2014. Autophagy as an essential cellular antioxidant pathway. Redox Biology, 2:82-90.

Khokar R, Hachani K, Hasan M, Othmani F, Essam M, Al Mamari A, Khan S 2021. Anti-Alzheimer potential of a waste by-product (peel) of Omani pomegranate fruits: Quantificaiton of phenolic compounds, in vitro antioxidant, anti-cholinesterase and in-silico studies. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology.

Kılıc I, Yesiloglu Y, Bayrak Y, Gülen S, Bakkal T 2013. Antioxidant Activity of Rumex conglomeratus P. Collected from Turkey. Asian Journal of Chemistry, 25:9683-9687.

Neal M, Richardson J 2018. Time to get personal: A framework for personalized targeting of oxidative stress in neurotoxicity and neurodegenerative disease. Current Opinion in Toxicology, 7:127-132.

Neha K, Haider R, Pathak A, Yar S 2019. Medicinal prospects of antioxidants: A review. European Journal of Medicinal Chemistry, 178:687-704.

Reyes-Fermín L, Aparicio-Trejo O, Avila-Rojas S, Gómez-Sierra T, Martínez-Klimova E, Pedraza-Chaverri J 2020. Natural antioxidants effects on endoplasmic reticulum stress-related diseases. Food and Chemical Toxicology, 138:111229.

Rodriguez-Arce E, Saldias M 2021. Antioxidant properties of flavonoid metal complexes and their potential inclusion in the development of novel strategies for the treatment against neurodegenerative diseases. Biomedicine & Pharmacotherapy, 143:112236.

Scassellati C, Galoforo AC, Bonvicini C, Esposito C 2020. Ozone: a natural bioactive molecule with antioxidant property as potential new strategy in aging and in neurodegenerative disorders. Ageing Research Reviews, 63:101138.

Silva C, Pinto M, Fernandes C, Benfeito S, Borges F 2021. Antioxidant Therapy and Neurodegenerative Disorders:Lesson From Clinical Trials. Systems Medicine:Integrative, Qualitative and Computational Approaches, 2:97-110.

Takahashi K, Iwaoka K, Takahashi K, Suzuki Y, Taguchi K, Yamahara K, Maeda T 2021. Cerebrospinal fluid levels of oxidative stress measured using diacron-reactive oxygen metabolites and biological antioxidant potential in patients with Parkinson's disease and progressive supranuclear palsy. Neuroscience Letters, 757:135975.

Yesiloglu Y, Sit L 2012. Antioxidants properties of various solvent extracts from purple basil. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 95:100-106.

➢ *ORAL PRESENTATION*

CdTe/CdS ve Sb_2Se_3/CdS ince film güneş pillerinin farklı sıcaklıklardaki akım-gerilim karakteristiği

Halil İbrahim Variyenli[1] *(https://orcid.org/0000-0001-6313-1786),*
Kerim Kubilay Dönmez[1*] *(https://orcid.org/0000-0002-2575-6096)*

[1]Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, TÜRKİYE
*kerimkubilay.donmez@gazi.edu.tr

Özet
İnce film güneş pilleri minimum malzeme kullanımının verdiği avantaj ile daha düşük üretim maliyetine sahip olması ve günümüzde artan verimlilikleri sayesinde bu fotovoltaik cihazlara olan ilgi artmıştır. Son yıllarda kadmiyum tellür (CdTe) ince yarı iletkeni üzerine yapılan yoğun çalışmalar ile bu ince film güneş pillerinin verimliliği ve kararlılığı geliştirilmektedir. Ancak, kadmiyum toksik bir materyal olarak kabul edilmektedir ve Avrupa'da bu materyalin kullanımı kısıtlanmaktadır. Bundan dolayı CdTe tabanlı ince film güneş panellerine olan talep azalmaktadır. Diğer yandan Sb_2Se_3 yarı iletkenin çevreye zararının olmaması ve uygun opto-elektronik özelliklere sahip olmasının avantajı ile ince film güneş pilleri arasında bu malzeme yeni bir alternatif emici tabaka olarak önem kazanmaktadır. Fakat bu ince film güneş pilinin verimliliği nispeten düşük olduğu için üzerinde daha fazla geliştirme çalışmaları yapılmalıdır. Çalışmamızda CdTe/CdS ve Sb_2Se_3 test pilleri ilk analizlerin yapıldığı fotovoltaik ve katı hal fiziği laboratuvarında üretilmiştir. Daha sonra, fotovoltaik laboratuvarında bu test pillerinin her adımda 10°C artırarak 25-105°C arasındaki sıcaklıklarda akım-gerilim ölçümleri yapılmıştır. Burada karanlık ve aydınlık ortamda akım-gerilim karakteristiği (Light IV; Dark IV) analizi yapılmıştır. Deneysel analiz sonucu sıcaklık arttığında her iki pilde de gerilim önemli ölçüde düşmektedir. Artan sıcaklıklara sahip pillerin verimlilikleri CdTe hücresi için 25°C'de yaklaşık %12,6 ve 105°C'de yaklaşık %11,8'dir. Ayrıca bu pilin 25-105°C arasında verimliliği dalgalanmaktadır. Bununla birlikte, Sb_2Se_3 pili için verimlilik kademeli olarak ani düşüş göstermektedir ve 25°C'de yaklaşık %3,6'dan 105°C'de %1,25'e düşmektedir. CdTe pilleri son yıllarda verimliliği ve kararlılığı önemli ölçüde geliştirilmiştir ancak Sb_2Se_3 yeni bir teknolojidir. Daha kesin sonuçlar ve doğru bir karşılaştırma yapmak için Sb_2Se_3 ince film güneş pilinin üretim yöntemlerinin geliştirilmesi aynı zamanda verimlilik ve kararlık testlerinin yapılması gerekmektedir.
Anahtar Kelimeler: CdTe, Sb_2Se_3, İnce Film Güneş Pili, Akım-Gerilim Karakteristiği

Current-voltage characteristic of CdTe/CdS and Sb_2Se_3/CdS thin film solar cells at different temperatures

Abstract
Thin film solar cells have a lower production cost with the advantage of minimum material use and today, thanks to their increased efficiency, interest in these photovoltaic devices has increased. In recent years, the efficiency and stability of CdTe thin-film solar cells have been improved by intensive studies on cadmium telluride (CdTe) semiconductor. However, cadmium is considered as a toxic material and the use of this material is restricted in Europe. Because of this, the demand for CdTe based thin film solar cells is decreasing. On the other hand, Sb_2Se_3 material gains importance as a new alternative absorber layer among thin-film solar cells, with the advantage of not being harmful to the environment and having suitable opto-electronic properties. However, since the efficiency of this thin-film solar cell is relatively low, further development works should be done on these cells. In our study, CdTe/CdS and Sb_2Se_3/CdS sample cells were produced in the photovoltaic and solid-state physics laboratory where the first analyzes were made. Then, in the photovoltaic laboratory, current-voltage measurements were made at temperatures between 25-100°C by increasing 10°C at each step. Here, current-voltage characteristic which is Light I-V, Dark I-V analysis was performed. As a result of the experimental analysis, when the temperatures increase, the voltage drop seen significantly in both cells. The efficiencies of cells with increasing temperatures are about 12,6% at 25°C and about 11,8% at 105°C for CdTe cell. In addition, the efficiency of this cell fluctuates between 25-105°C. However, the efficiency for the Sb_2Se_3 cell is gradually in sudden decline, from about 3,6% at 25°C to 1,25% at 105°C. CdTe cells have improved significantly in efficiency and stability in recent years, but Sb_2Se_3 is a new technology. In order to make more precise results and an accurate comparison, it is necessary to develop the production methods of Sb_2Se_3 thin film solar cell, as well as to perform efficiency and stability tests.
Keywords: CdTe, Sb_2Se_3, Thin Film Solar Cell, Current-Voltage Characteristic

GİRİŞ

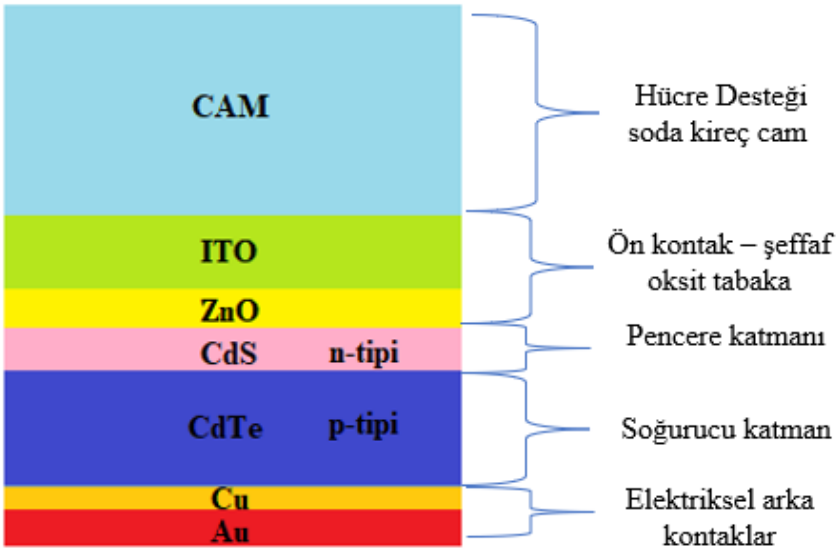
Günümüzde endüstriyel gelişme ve büyüme nedeniyle enerjiye olan talep artarak devam etmektedir. Fosil yakıtlar gibi sınırlı kaynakların kullanımının artması ise karbon salınımı nedeniyle çevreye zararlı etkisi bulunmaktadır. Fosil yakıtların uzun süreli kullanımı iklim değişikliklerine ve ekosistemin bozulmasının nedenlerinden biri olarak gösterilmektedir. Enerjiye olan talebin artmasıyla birlikte sınırlı miktarda olan fosil yakıtların sonunda tükeneceği ve bu ihtiyacımızı karşılayamayacağı öngörülmektedir (Daniel J. ve ark., 2020). Daha güvenilir, çevreye zararın en az olduğu ve uygun enerji maliyeti için rüzgar enerjisi, jeotermal enerji, biokütle enerjisi, hidroelektrik ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına yönelik çalışmalar gün geçtikçe artarak devam etmektedir. Yenilenebilir enerjiye olan ilginin artmasıyla birlikte güneş pilleri konusunda kapsamlı araştırmalar yapılmaktadır. Güneş pili (hücre) ışık enerjisini (foton) fotovoltaik etki ile elektriğe dönüştüren cihazdır (Luque ve Hegedus, 2003). Şu anda piyasada en yaygın olarak silikon tabanlı güneş pilleri kullanılmaktadır (D. Lee ve ark., 2017). Bunun yanında silikon tabanlı pillerin yüksek üretim maliyetinden dolayı uygun maliyetli güneş pilleri üzerine çalışmalar yapılmaktadır. İnce film güneş pilleri mikron düzeyindeki kalınlıklarda üretilebilir. Malzeme sarfiyatının az olması sayesinde bu pillerin üretim maliyeti büyük ölçüde azaltılabilir (Zakutayev, 2017). Minimum malzeme kullanımı ve artan verimlilikleri ile ince film güneş pillerine olan ilgi artarak devam etmektedir.

CdTe/CdS ince film güneş pilleri son yıllarda yapılan çalışmalar ile kararlığı ve verimi artmıştır. Ancak CdTe yarı iletkenin bileşiğindeki kadmiyum toksik bir ağır metal elementtir (Wen-YuQi ve ark., 2021). CdTe tabanlı ince film güneş pilleri bileşiğindeki kadmiyumun toksik olması sebebi ile bu malzemenin kullanımı kısıtlanmaktadır. Bundan dolayı CdTe tabanlı ince film güneş pillerine olan talep azalmaktadır. CdTe yarı iletken malzemesi yerine çevreye zararın az olduğu yeni malzemeler üzerine çalışılmaktadır. Sb_2Se_3 kimyasal bileşiği, uygun bant aralığı, yüksek absorpsiyon katsayısı, düşük toksisite, düşük maliyeti ve doğada bol bulunan bileşenleri nedeniyle ince film güneş pillerinde iyi bir soğurucu malzeme olarak düşünülmektedir. (Ju ve ark., 2020).

Bu çalışmada katı hal fiziği laboratuvarında üretilen CdTe/CdS ve Sb_2Se_3/CdS ince film güneş test pillerinin farklı sıcaklıklarda akım-gerilim karakteristiği incelenmiştir.

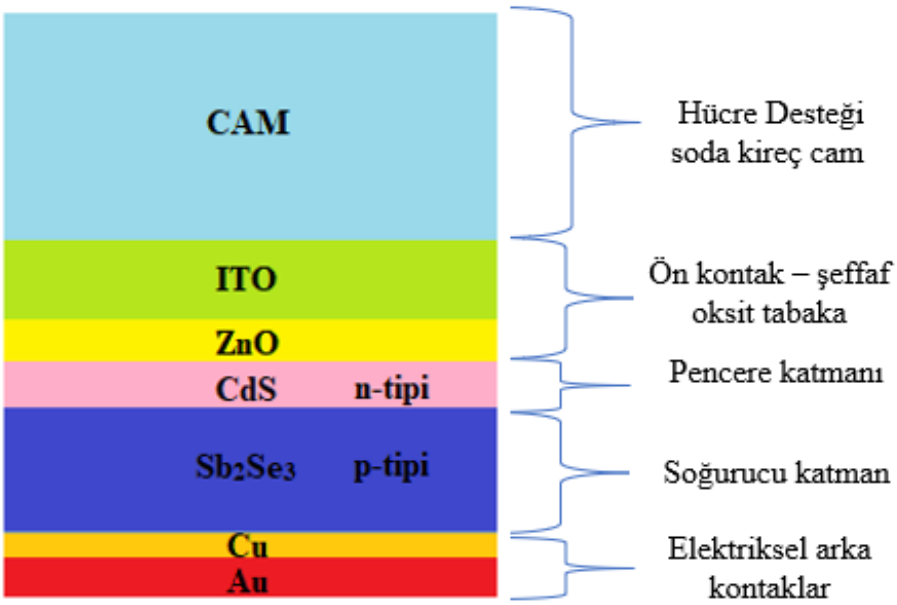
MATERYAL ve METOD

Karakterize etmek için kullanılan CdTe / CdS ince film hücre, cam / ITO / ZnO / CdS / CdTe / Cu / Au katmanlardan oluşan hücre mimarisine sahiptir. Bu pil superstrate (üst tabaka) konfigürasyonunda üretilmiştir (Ka-Hyun ve ark., 2013).



Şekil 1. CdTe/CdS hetero-eklemli ince film pil şematik diyagramı

Sb_2Se_3/CdS ince film pil ise, cam / ITO / ZnO / CdS / Sb_2Se_3 / Cu / Au katmanlardan oluşan superstrate hücre mimarisine sahiptir.



Şekil 2. Sb_2Se_3/CdS hetero-eklemli ince film pil şematik diyagramı

Tablo 1. Katı hal laboratuvarında üretilen numune piller

	Cam (mm)	Ön Kontaklar	Soğurucu Katman	CdS (nm)	Cu (nm)	Au (nm)
Pil - 1	3	ITO/ZnO	CdTe - 6 µm	300	2	50
Pil - 2	3	ITO/ZnO	Sb_2Se_3 - 700 nm	150	0.3	30

CdTe/CdS pili için 31 hücresi, Sb_2Se_3 için ise 11 hücresinin farklı sıcaklıklardaki I-V (akım – gerilim) karakteristiği analiz edildi. Piller, her adımda sıcaklığı 10°C arttırarak 25°C'den 105°C'ye kadar fırında tutulmuştur. Bu aşamaların her birinde fırının içinde homojen bir sıcaklık oluşması beklendi ve hücre 10 dakika süre boyunca fırında tutuldu. Her aşama sonunda aydınlık ve karanlık ortamda akım-gerilim ölçümü yapılmıştır.

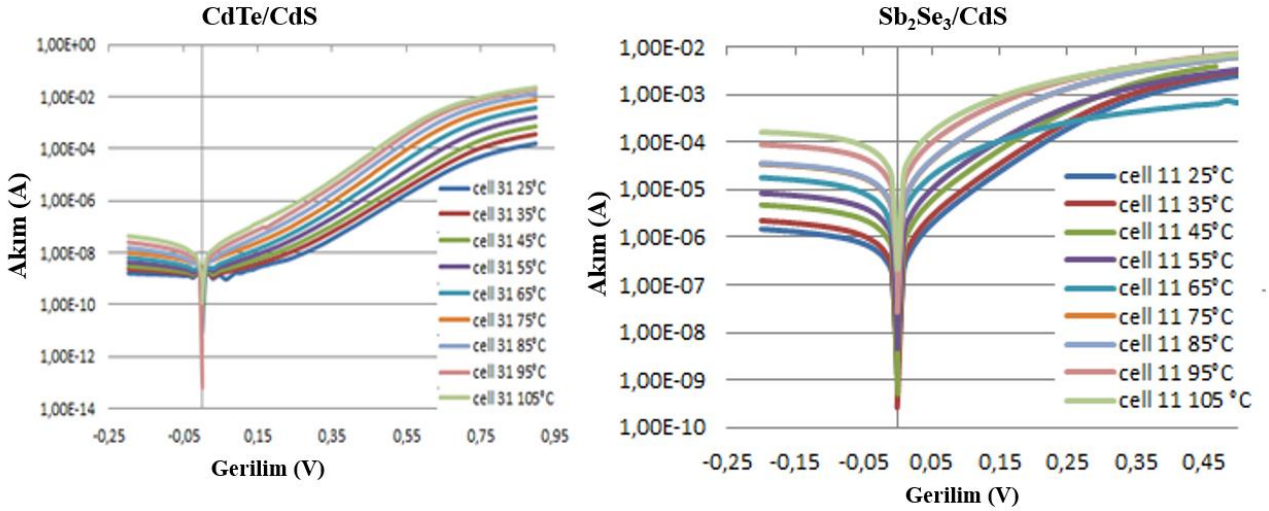
Tablo 2. Pillerin fırında tutulduğu sıcaklık ve zaman

Aşama	**Süre (Dakika)**	**Temperature (°C)**
1	10	25 °C
2	10	35 °C
3	10	45 °C
4	10	55 °C
5	10	65 °C
6	10	75 °C
7	10	85 °C
8	10	95 °C
9	10	105 °C

Güneş pilinin aydınlık ortamda akım-gerilim karakteristiği keithley-2651a cihazı ile voltaj uygulanarak solar simülatör yardımıyla 1,5 AM ve ışık şiddeti 100W/m^2 olacak şekilde I-V (akım – gerilim) karakteristiği elde edildi.
Karanlıkta akım-gerilim ölçümü, keithley-2651a cihazı ile voltaj uygulanarak pil karanlık durumda karakterize edildi.
Keithley cihazını yönetmemizi sağlayan labview program arayüzü ile karanlık ve aydınlık I-V karakteristiğinden elde edilen veriler işlendi.

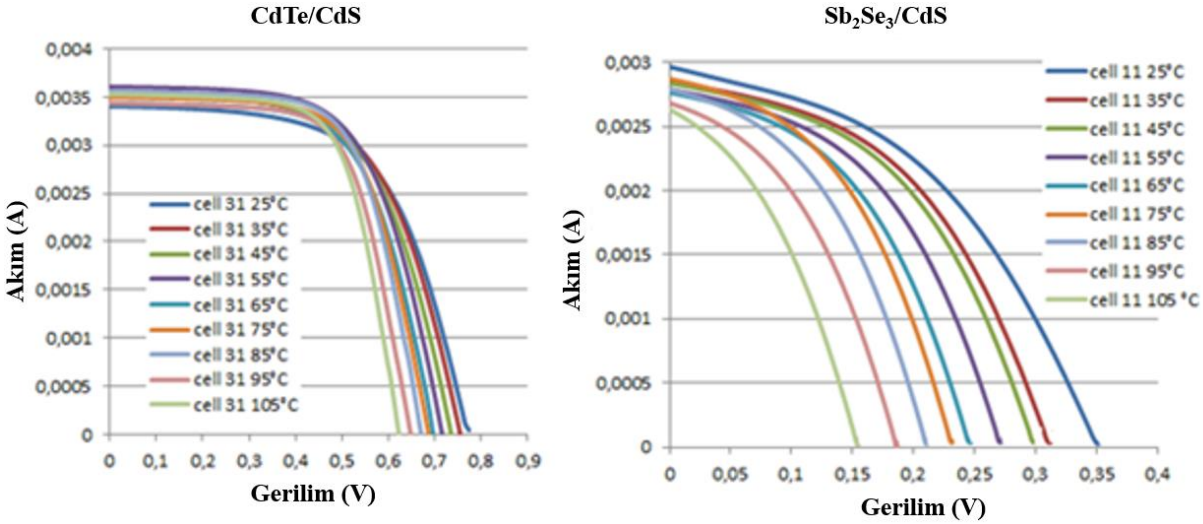
BULGULAR ve TARTIŞMA

Bir fotovoltaik güneş pilinin I-V eğrisi, akım-gerilim karakteristiğini gösterir ve güneş enerjisi dönüşüm yeteneği hakkında ayrıntılı bilgi verir. Kısa devre akımı (I_{SC}), açık devre gerilimi (V_{OC}), verimlilik (η) ve dolum faktörü (FF) gibi parametreler akım-devre karakteristiği ile belirlenir (Honsberg ve Bowden, 2019).



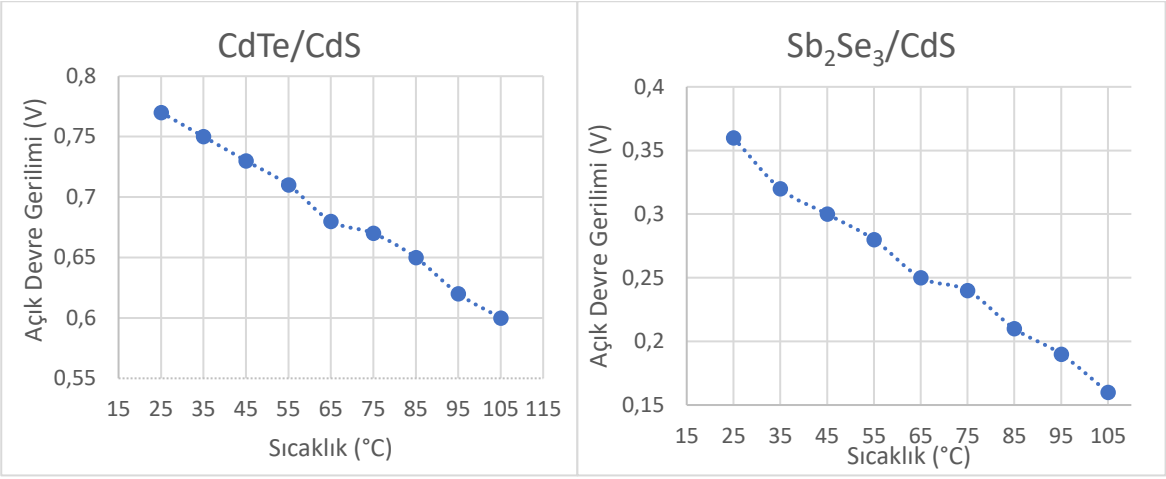
Şekil 3. Farklı sıcaklıklarda CdTe/CdS ve Sb_2Se_3/CdS karanlık ortamda akım-gerilim grafiği

Karanlık ortamda akım-gerilim karakteristiği çift diyot modelinin elektriksel karakterizasyonunu temsil eder. Grafikler, çift diyot modelinin farklı bileşenlerine ilişkin eğrinin varyasyonlarını açıkça görmek için logaritmik ölçekte yapılmıştır. Şekil 3'te görüldüğü gibi sıcaklık arttığında, koyu doygunluk akımının arttığı görülmektedir. Bununla birlikte, her iki grafikte de her eğri benzer davranış göstermektedir ve seri ve paralel direnç etkisi gözlemlenmemiştir, ancak CdTe/CdS hücresi daha kararlı davranış göstermiştir, çünkü artan sıcaklık ile eğriler dalgalanma olmadan tutarlı olarak değişmiştir.



Şekil 4. Farklı sıcaklıklarda CdTe/CdS ve Sb_2Se_3/CdS aydınlık ortamda akım-gerilim grafiği

Şekil 4'te görüldüğü gibi sıcaklık arttığında her iki hücrede de voltaj önemli ölçüde azalmaktadır. Bunlar, artan sıcaklığın, voltaj düşmesi sonucu hücre verimini azalttığını göstermektedir, bu nedenle artan sıcaklığın hücre üzerinde olumsuz bir etkisi olduğunu söyleyebiliriz. Fotovoltaik güneş pilleri sıcaklığa duyarlıdır çünkü sıcaklık artışı güneş pili yarı-iletkeninin bant aralığının azalmasına neden olur (Honsberg ve Bowden, 2019).

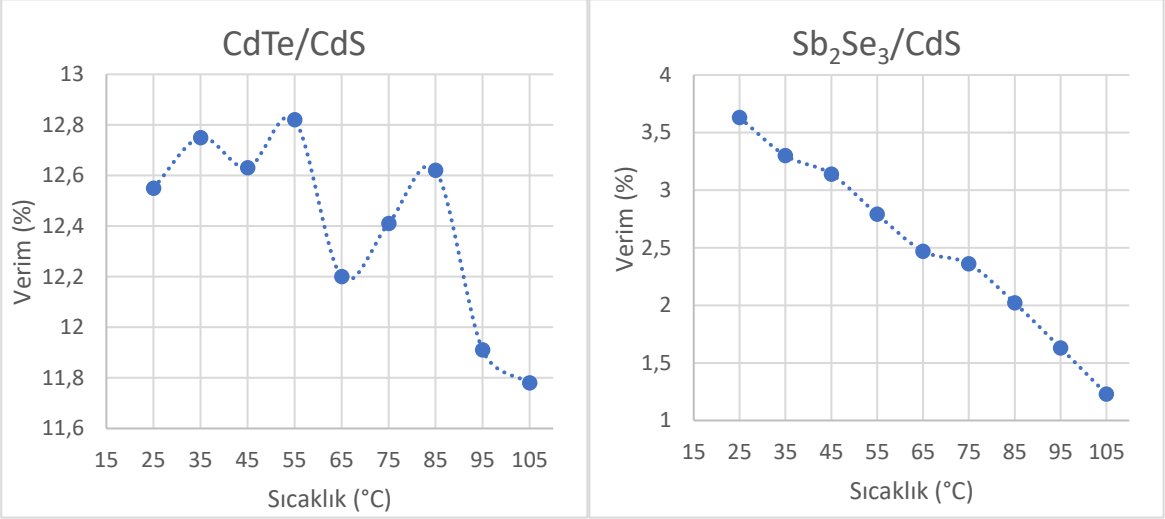


Şekil 5. Farklı sıcaklıklarda pillerin V_{OC}'i değeri

Sıcaklık arttıkça, açık devre gerilimi her iki pilde kademeli olarak azalmaktadır.

$$\frac{dV_{OC}}{dT} = \frac{V_{OC}-V_{G0}}{T} - \gamma\frac{k}{q} \qquad (1)$$

Yukarıdaki denklem, bir güneş pilinin sıcaklık hassasiyetinin pilin V_{OC} değerine bağlı olduğunu göstermektedir (Honsberg ve Bowden, 2019).



Şekil 6. Farklı sıcaklıkta pillerin verimi

CdTe pili için verim grafikte görüldüğü gibi belli sıcaklıklarda ufak iyileşmelerle beraber dalgalı düşüş göstermektedir. Artan sıcaklık ile verimdeki ufak iyileşmelerin sebebi kısa süreli sıcaklık artışının hücrenin iç kristal yapısı ve elektriksel özelliklerini olumlu etkilemiş olabileceğidir. Sb_2Se_3 için verimlilik kademeli olarak önemli bir düşüş göstermektedir.

SONUÇ

CdTe/CdS ve Sb_2Se_3 ince film test pillerinin farklı sıcaklıklarda akım-gerilimi karakteristiği analiz edilmiştir. Artan sıcaklıklarda CdTe pilinin verimliliği 25ºC'de yaklaşık %12,6 ve 105ºC'de yaklaşık %11,8'dir. Ayrıca bu pilin 25-105ºC arasında verimliliği dalgalanmaktadır. Sb_2Se_3 pili için verimlilik kademeli olarak önemli düşüş göstermektedir ve 25ºC'de yaklaşık %3,6'dan 105ºC'de %1,25'e düşmektedir. Elde edilen verilerde göstermektedir ki son yıllarda CdTe ince film güneş pilleri üzerine yapılan çalışmalar ile verimlilik ve kararlılığı artırılmıştır. Fakat kadmiyumun toksik malzeme olmasından dolayı CdTe yarı-iletken malzemesinin kullanımı kısıtlanmaktadır. Sb_2Se_3 teorik açıdan iyi bir alternatiftir ancak Sb_2Se_3 yeni bir teknolojidir ve geliştirilme aşamasındadır. Daha kesin sonuçlar ve doğru bir karşılaştırma yapmak için bu ince film güneş

pilinin üretim yöntemlerinin geliştirilmesi aynı zamanda yapılan geliştirme ile verimlilik ve kararlığının test edilmesi gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışmada Assoc. Proffessor Matteo Meneghini ve Matteo Bertoncello'ya şükranlarımı sunarım. Tavsiye ve yardımlarının yanı sıra Padova Üniversitesi Fotovoltaik Laboratuvarı'nda harika bir araştırma ortamı sağladılar ve bana keşfetme özgürlüğü verdiler.

KAYNAKLAR

Andriy Zakutayev (2017). Brief review of emerging photovoltaic absorbers, Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry, Volume 4, April 2017, Pages 8-15.

Antonie Luque, Steven Hegedus (2003). Handbook of Photovoltaic Science and Engineering.

B. E. McCandless and J. R. Sites (2003). Handbook of Photovoltaic Science and Engineering. John Wiley & Sons, 2003.

C.b Honsberg and S.G Bowden, ''Photovoltaics Education Website,'' https://www.pveducation.org/pvcdrom/solar-cell-operation/iv-curve, 2019.

C.b Honsberg and S.G Bowden, ''Photovoltaics Education Website,'', https://www.pveducation.org/pvcdrom/solar-cell-operation/effect-of-temperature, 2019.

Daniel J. Soeder M.S, Scyller J. Borglum Ph.D (2020). Part II The future of fossil fuels, The Fossil Fuel Revolution: Shale Gas and Tight Oil, 2020, Pages 173-174.

John E. Mahan, Thomas W. Ekstedt, Robert I. Frank and Roy Kaplow (1979). Measurement of Minority Carrier Lifetime in Solar Cells from photo-induced Open-Circuit Voltage Decay, IEEE Transactions on electron devices, Vol. Ed-26, No. 5, May 1979.

JieyiChen, HonglieShen, ZihaoZhai, YufangLi, ShubingLi (2020). Cd-free Cu(InGa)Se_2 solar cells with eco-friendly a-Si buffer layers, Applied Surface Science. Volume 512, 15 May 2020, 145729

Ka-Hyun, Samir Kasouit, Erik V. Jonhnson, Pere Roca i Cabarrocas (2013). Substrate versus superstrate configuration for stable thin film silicon solar cells, Solar Energy Materials and Solar Cells, Volume 119, December 2013, Pages 124-128.

Taifeng Ju, Bonkee Koo, Jea Woong Jo, Min Jae Ko (2020). Enhanced photovoltaic performance of solution-processed Sb_2Se_3 thin film solar cells by optimizing device structure, Current Applied Physics 20 (2020) 282-287.

Taesoo D. Lee, Abasifreke U. Ebong (2017). A review of thin film solar cell Technologies and challenges, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 70, April 2017, Pages 1286-1297.

Wen-YuQi, QiangLi HuiChen, JunLiu SufangXing, MengXu, ZhenYan, ChaoSong, ShuGuanWang (2021). Selenium nanoparticles ameliorate *Brassica napus* L. cadmium toxicity by inhibiting the respiratory burst and scavenging reactive oxygen species, Journal of Hazardous Materials Volume 417, 5 September 2021, 125900.

2. POSTER PRESENTATIONS
2.1. ABSTRACTS

➢ *POSTER PRESENTATION*

Characterization of the soils of the Edough massif (North East Algeria)

Somia Lakehal ayat[1*] , Ibtissem Samai[2] , Mohamed Benslama[3]

[* 1,2,3] Laboratory for soil research and sustainable development-Badji Mokhtar University, 12- BP 23000, Annaba, Algeria,

*Soumia_la@outlook.fr

Abstract

The aim of this work relates to the physicochemical diversity and the characterization of the different types of soils of the edough massif (North East of Algeria), and to the evaluation and characterization of the existing organic matter as well as to the evolution. and the dynamics of the latter, also on its influence on changes in the physical properties of soils.

In order to know the soil properties of seraidi forest, we established a stratified sampling plan.

The results obtained show that we are in the presence of a great diversity of soils such as neutral to alkaline, whose adsorbent complex is sufficiently saturated. Also the presence of limestone offers the soil a fairly significant buffering capacity. In our study region, the texture of the soils is varied between clayey and silty where it offers medium porosity, there is a strong accumulation of organic matter, therefore soils rich in organic matter.

The fractionation of the organic matter of the soils allowed to obtain a very high rate of humification.

The soil characteristics of the edough massif (North East of Algeria) are controlled by the contribution of organic matter which presents a dynamic and an important evolution and which varies with the climatic conditions and the nature and the type of plant formation, and these the latter have a capital and important role in the rate of mineralization of organic matter.

Keywords: Edough, soil, organic matter, plant formation, humification.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Seraidi Forest: Biodiversity and Characterization of Plant Diversity

Somia Lakehal ayat[1*] , Ibtissem Samai[2]

[* 1,2,]Laboratory for soil research and sustainable development-Badji Mokhtar University, 12- BP 23000, Annaba, Algeria.

*Soumia_la@outlook.fr

Abstract

The séraidi forest is located in the North East of Algeria, our study region belongs to the Mediterranean climate. It is known for its great geological and geomorphological diversity, it is in this area that we can describe one of the most beautiful humid forests in northern Algeria, thanks to its geographical position and its both biotic and abiotic diversity.
Almost the entire mountainous area is covered with Mediterranean forest where cork oak (Quercus suber), Zean oak (Quercus canariensis), arbutus (Arbutus unedo), tree heather (Erica arborea) coexist.
In this region, the plant formations of three studied sectors (Seraidi, Bouzizi, Edough) were the subject of a floristic analysis using stratified sampling.
The inventory and the morpho-analytical study of the soils bring out in a fundamental way the existence of a very great morphological diversity linked particularly to the ecological conditions of the study region such as: the bedrock, the topography, the plant cover… etc.
This study shows the existence of plant groups, each group corresponds to a type of plant community which is particularized by its physiognomic structure, its floristic composition and its ecology.
The main component analysis of the vegetation led us to define 6 plant groups (group of cork, Oleo-lentisque group, lawn group, shade group, group of forest ravines, group of rocks in a forest environment).

Keywords: Forest, plant formations, organic matter, floristic composition, soil.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Review Of Geopolymer Cement Uses In Soil Stabilisation

ALLALI Khadhra*[1], BELLA Nabil [2]

[1, 2,] Civil Engineering , University of Tahri Mohammed, FIMAS Laboratory, Bechar B.P 417, Bechar, Algeria.

*Corresponding author E-mail: allali.khadra@univ-bechar.dz

Abstract

One of the main building materials is Ordinary Portland Cement (OPC), which has been used in different forms in civil engineering projects. However, despite the benefits of OPC and its numerous applications, as a result of overdependence, a number of environmental concerns arose. The production of one tonne of OPC emits approximately 900 kg of carbon dioxide (CO_2) into the air [1] . Knowledge of the danger of CO_2 emissions has evolved by concentrating on technologies which could ensure sustainable development [2]. In order to minimize CO_2 emissions and to benefit a variety of by-products and natural materials to produce low CO_2 emission alternative cement . Geopolymer Cement (GPC) has provided enormous potential as a construction material in recent decades due to its low CO_2 emssion and excellent durability. The traditional two-part GPC is formed by a reaction between a concentrated aqueous solution of alkali hydroxide, silicate, carbonate, or sulfate, and solid aluminosilicate precursor, that is, two parts in addition to water [3]. One-part GPC includes a dry mix that consists of a solid aluminosilicate precursor, a solid alkali source, and possible admixtures to which water is added, with or without a calcination step ,similar to the preparation of OPC [4]. The difference between one-part GPC and two-part GPC is that the aluminosilicate materials in one-part GPC is activated by some solid activators. Before preparing the GPC paste, the aluminosilicate materials and the solid activators were mixed consonantly to form the one-part geopolymer binders. When the GPC paste is needed to prepare, the one-part geopolymer binders could be mixed just with water. This makes the GPC easyier and safer to use, which can significantly promote the commercial application of GPC [5]. This paper, presents the advantages properties of GPC compared to OPC, which has gained considerable attention as an alternative to OPC for soil stabilization, paving, bridges and other transport structures.

Key words: geopolymer cement, one-part geopolymer cement , ordinary portland cement, soil stabilization

Literature:

[1] Z. Abdollahnejad, F. Pacheco-Torgal, et J. B. de Aguiar, « ECO-CONCRETE: ONE-P ART GEOPOL YMER MIXES », p. 8, 2013.
[2] D. Basu, A. Misra, et A. J. Puppala, « Sustainability and geotechnical engineering: perspectives and review », *Can. Geotech. J.*, vol. 52, nº 1, p. 96-113, janv. 2015, doi: 10.1139/cgj-2013-0120.
[3] Y.-S. Wang, Y. Alrefaei, et J.-G. Dai, « Silico-Aluminophosphate and Alkali-Aluminosilicate Geopolymers: A Comparative Review », *Front. Mater.*, vol. 6, p. 106, mai 2019, doi: 10.3389/fmats.2019.00106.
[4] T. Luukkonen, Z. Abdollahnejad, J. Yliniemi, P. Kinnunen, et M. Illikainen, « One-part alkali-activated materials: A review », *Cement and Concrete Research*, vol. 103, p. 21-34, janv. 2018, doi: 10.1016/j.cemconres.2017.10.001.
[5] S. Guo, C. Ma, G. Long, et Y. Xie, « Cleaner one-part geopolymer prepared by introducing fly ash sinking spherical beads: Properties and geopolymerization mechanism », *Journal of Cleaner Production*, vol. 219, p. 686-697, mai 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.02.116.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Fourier Transform Infrared (FTIR) Metakaolin Analysis thermal treated At Different Cycles Destined To Geopolymer synthesization

ALLALI Khadhra*[1], BELLA Nabil [2]

[1, 2,] Civil Engineering , University of Tahri Mohammed, FIMAS Laboratory, Bechar B.P 417, Bechar, Algeria.

*Corresponding author E-mail: allali.khadra@univ-bechar.dz

Abstract

Infrared (IR) or Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy has a large application range, from the analysis of small molecules or molecular complexes to the analysis of cells or tissues [1]. Geopolymers are inorganic polymeric materials obtained by mixing of a dry solid (aluminosilicate) with an alkaline solution and other constituents, if necessary. The major constituent is the source material, this one must be rich in silicone (Si) and aluminium (Al), they could be natural minerals such as clays, kaolinite, red mud, etc, or industrial by-products such as: fly ashes, slags, etc. The liquid is usually based on sodium (hydroxide or silicate) or potassium (hydroxide or silicate) with Soluble silicate acts as a catalyst for the geopolymerisation reaction [2]. FTIR is highly used to track the nanostructural behaviour of materials, researchers used this method to track the nanostructural evolution in geopolymer gels and precursors of gel in one-part and traditional geopolymers [3]. FTIR outcomes showed creation of a new band at 950 cm-1 relating to the formation of new Si-O-T gel representing the aluminosilicate phase in geopolymers (T could be Si or Al) [4]. In this study, FTIR spectroscopy is used as complementary technique to investigate structural order and phase transformation associated with thermal decomposition of kaolin from Tablbala (400 km from Bechar ALGERIA) [5]. The metakaolin was obtained by termal treatment of kaolin using muffle furnace at defferents tempetratures (550°C , 600°C , 650°C ; 700°C), different time treatment at max temperature and rate of heating rise . The results show that, cooking at 650 °C destroyed the crystalline structure of kaolin, absorbed water and chemically bound water has disappeared, and the bond between Si and the Al in the structure of the octahedral formation also disappeared ,which gave an amorphous material which is metakaolin.

Key words: Fourier transform infrared (FTIR), geopolymer , kaolin, metakaolin

Literature:

[1] C. Berthomieu et R. Hienerwadel, « Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy », Photosynth. Res., vol. 101, nº 2-3, p. 157-170, sept. 2009, doi: 10.1007/s11120-009-9439-x.

[2] Assistant Professor (Selection Grade), Department of Civil Engineering, Sri Ramakrishna Institute of Technology, Coimbatore, India., M. I. A. Aleem, P. D. Arumairaj, et Associate Professor in Civil Engineering, Govt. College of Technology, Coimbatore, India, « GEOPOLYMER CONCRETE- A REVIEW », *IJESET*, vol. 1, nº 2, p. 118-122, févr. 2012, doi: 10.7323/ijeset/v1_i2_14.

[3] A. Hajimohammadi, T. Ngo, P. Mendis, T. Nguyen, A. Kashani, et J. S. J. van Deventer, « Pore characteristics in one-part mix geopolymers foamed by H 2 O 2 : The impact of mix design », Mater. Des., vol. 130, p. 381-391, sept. 2017, doi: 10.1016/j.matdes.2017.05.084.

[4] A. Bagheri et al., « Microstructural study of environmentally friendly boroaluminosilicate geopolymers », J. Clean. Prod., vol. 189, p. 805-812, juill. 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.04.034.

[5] N. Bella, M. Boukar, K. Allali, F. Lemsadfa, et T. B. Moussa, « Eco-Cement based on Metakaolin Geopolymer, Used In Road Base Layer », p. 6.

➢ *POSTER PRESENTATION*

A study on uniaxial and biaxial nematic phase properties of a lyotropic mixture of SDS/Na_2SO_4/DeOH/water by laser conoscopy and polarizing optical microscopy

Nazli UYGUR*, Erol AKPINAR

Bolu Abant Izzet Baysal University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry, 14030, Bolu, TURKEY

e-mail: nazliygr@gmail.com

Abstract

Since the first lyotropic mixture presenting the biaxial nematic phase (N_B) was discovered in 1980 [1], various models were suggested to explain the formation mechanisms of both biaxial and uniaxial nematic phases. In early studies, the formation of the N_B phase appears from the co-existence of the uniaxial N_D and N_C phases. Subsequent theoretical and experimental studies showed that the N_B phase could not arise from the mixture of these two uniaxial phases. Conversely, the N_B phase is a distinct and thermodynamically stable phase similar to the uniaxial nematic ones. One of the most reliable models to explain the formation of all three nematic phases is the Intrinsically Biaxial Micelles, IBM, model proposed by Neto [2] and Galerne [3]. The IBM model states that the micelles have orthorhombic symmetry in all three different nematic phases. Furthermore, the driving force for the formation of these phases is orientational fluctuations around different symmetry axes.
The N_B phases have two optical axes, and they exhibit the advantage in terms of optics comparing with two uniaxial phases. Therefore, examining the properties of novel lyotropic mixtures, which exhibit stable N_B phase, and obtaining larger biaxial phase domain in the phase diagrams, are crucial points for science and their technological/biotechnological applications.
In this study, we investigated lyotropic uniaxial and biaxial nematic phase properties of sodium dodecylsulfate (SDS)/sodium sulfate (Na_2SO_4)/decanol (DeOH)/water mixture. The textures of the nematic phases were investigated in the polarizing optical microscope (POM). The birefringences of the nematic phases were performed as a function of temperature by laser conoscopy (LC) technique to determine the second-order uniaxial-to-biaxial nematic phase transitions [4]. By combining the results of POM and LC, the partial phase diagram was constructed for SDS/Na_2SO_4/DeOH/water as a function of the concentration of the surfactant, SDS, in the mixture. The result showed that as the concentration of the surfactant increases, the uniaxial-to-biaxial phase transition temperatures shift to higher temperatures, and the biaxial phase domain enlarges.

Keywords: Nematic lyotropic mixture

The study subjected to this presentation was financially supported by TUBITAK (grant no: 120Z209) and under preparation for publishing in a SCI/SCI-Exp journal (in 2022).

References

[1] L. J. Yu and A. Saupe, *Phys. Rev. Lett.* 45, 1000-1003, 1980.
[2] A. M. Figueiredo Neto, Y. Galerne, A. M. Levelut and L. Liebert, *J. Phys. (Paris) Lett*., 46, L-409-506, 1985.
[3] Y. Galerne, A. M. Figueiredo Neto and L. Liebert, *J. Chem. Phys.*, 87, 1851-1856, 1987.
[4] Y. Galerne and J. P. Marcerou, *J. Physique* ,46, 589-594, 1985

➢ *POSTER PRESENTATION*

Birefringences measurements of lyotropic mixture DTMABr/NaSCN/DDeOH/water as a function of surfactant concentration: A laser conoscopy study

Nazli UYGUR*, Erol AKPINAR

Bolu Abant Izzet Baysal University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry, 14030, Bolu, TURKEY

e-mail: nazliygr@gmail.com

Abstract

Lyotropic liquid crystal (LLC) materials are, in general, related to biological systems [1]. Some biotechnological applications of LLC were reported in the literature [2-4]. Among the lyotropic structures, the nematic phases have been widely investigating in the literature. Depending on their micellar shape anisotropies and alignment of their phase director with respect to the applied external magnetic field, nematic phases are classified as uniaxial discotic (N_D), uniaxial calamitic (N_C), and biaxial (N_B) nematic phases. It was experimentally proved that the N_B phase is an intermediate phase between N_D and N_C phases in the phase diagrams [5] and the phase transitions from uniaxial-to-biaxial phases are of the second order as predicted by mean-field theory [6].

The existence of a second optical axis in the N_B phases provides an advantage to them for optical applications. Therefore, the preparation of novel lyotropic mixtures presenting stable and large biaxial phase domain in their phase diagrams is important for their biotechnological applications. From this respect, the investigation of the properties of novel lyotropic mixtures presenting the biaxial nematic phase will make contributions to the application fields of those materials.

In this presentation, we studied the properties of dodecyltrimethylammonium bromide (DTMABr)/sodium thiocyanate (NaSCN)/dodecanol (DDeOH)/water lyotropic mixture. Depending on the surfactant (DTMABr) concentration in the mixture, we performed birefringences measurements of the nematic phase via laser conoscopy. This technique is very useful to determine uniaxial-to-biaxial nematic phase transitions. It was observed that the higher (lower) the surfactant concentration gives rise to the formation of N_C (N_D), passing through the N_B phase.

Keywords: Nematic lyotropic mixture

This study was financially supported by TUBITAK (grant no: 120Z209).

References

[5] A. M. Figueiredo Neto, S. R. A. Salinas, The Physics of Lyotropic Liquid Crystals, Oxford University Press, New York, USA, 1st Edition, **2005**.
[6] J. B. Bogardus, *J. Pharma. Sci*., **71**, 105-109, **1982**.
[7] S. Engstrom, T. Peterson-Nord, H. Nyguist, *Eur J Pharm Sci*., **11**, 243-254, **1999**.
[8] J. S. G. Cox, G. D. Woodard, W. C. McCrone, *J. Pharma. Sci*., **60**, 1453-65, **1971**.
[9] L. J. Yu and A. Saupe, *Phys. Rev. Lett.* **45**, 1000-1003, **1980**.
[10] Y. Galerne and J. P. Marcerou, *J. Physique* ,**46**, 589-594, **1985**

➢ *POSTER PRESENTATION*

The theoretical investigation of an expired drug (lapatinib) as corrosion inhibitor

Özlem Gümrah[1] (*ORCID:https://orcid.org/https://orcid.org/0000-0002-6327-7758*),
Nurettin Mete Kaleli[2] (*ORCID:https://orcid.org/0000-0002-7392-420X*),
Pınar Acar Bozkurt[2]* (*ORCID:https://orcid.org/0000-0001-8743-9734*),
Gizem Kaleli Can[3] (*ORCID:https://orcid.org/0000-0002-4411-622X*),
Mesutcan Şahin[2] (*ORCID:https://orcid.org/0000-0003-2523-6100),*
Meral Yaşar[2] (*ORCID:https://orcid.org/0000-0003-2930-4270),*
Kaan Cebesoy Emregül[2] (*ORCID:https://orcid.org/0000-0002-2991-9702*)

[1]Hacettepe University, Science Faculty, Department of Chemistry, Ankara, Turkey.
[2]Ankara University, Science Faculty, Department of Chemistry, Ankara, Turkey.
[3]İzmir Democracy University, Engineering Faculty, Biomedical Engineering Department, İzmir, Turkey.

*Corresponding author e-mail: p3acar@hotmail.com

Abstract

Corrosion is the process of deterioration of metals by chemical reactions. To overcome this problem, it would be more practical to adopt the prevention method rather than aiming to eliminate it completely. Among the various methods, the most important is the use of corrosion inhibitors. Many types of effective organic inhibitors are used to prevent the corrosion. Due to the high cost and the toxicity of widely used corrosion inhibitors and the increasing environmental regulations surrounding their use and disposal, there is great interest in replacing harmful inhibitors with effective non-hazardous alternatives. The use of drugs as corrosion inhibitors is found to be non-toxic, inexpensive, and have a negligible negative impact on the environment. Even though many researches have been conducted to show the usability of drugs as corrosion inhibitors, the usage of the expired drugs as corrosion inhibitors is limited. Expired drugs result in negative impact on human health and environment; thereby the use of expired drugs as corrosion inhibitors leads to the effective waste management and reduces the economic losses. The objective of this work is to show the corrosion prevention ability of expired drug by the help of theoretical analysis. Lapatinib, an FDA-approved for solid tumors such as breast and lung cancer was chosen as a model expired drug.
In this study DFT (density functional theory) Becke's three parameter functional with the Lee, Yang, and Parr correlation functional (B3LYP) basis set have been applied with Orca 4.2.1 and Avogadro 1.2.0n software for the theoretical analysis of lapatinib molecule as corrosion inhibitors. Theoretical calculations showed that the lapatinib molecule play a major role for metal protection from corrosion.

Keywords: Theoretical calculation, Corrosion inhibitor, Expired Drugs, DFT method

➢ *POSTER PRESENTATION*

Floroalkil ve Foroaçil-dihidrofuranların Sentezi ve Proteaz Aktivitelerinin İncelenmesi

Özge Yılmaz* (https://orcid.org/0000-0003-3586-3378), Mehmet Yılmaz (https://orcid.org/0000-0001-7179-4045), Selahaddin Güner (https://orcid.org/0000-0002-9119-4116)

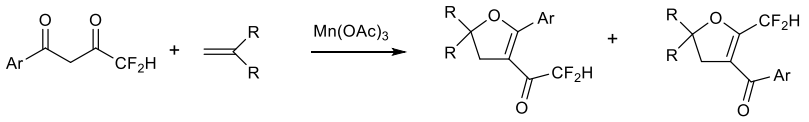
Kocaeli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü
Kocaeli, Türkiye

*ozge.turkyilmaz992@gmail.com

Özet

Bu çalışmada, çeşitli konjuge alkenlerin Mangan(III) asetat ($(Mn(Ac)_3$) aracılığıyla flor içeren 1,3-dikarbonil bileşikleriyle radikalk katılma-halkalaşma reaksiyonları sonucunda 3-floroalkil-dihidrofuranların ve 2-floroasetil-dihidrofuranların sentezi gerçekleştirildi. Bu amaç için aromatik gruba konjuge 1,1-(di-4-florfenil)etilen, 2-(1-fenilvinil)tiofen, 2-(1-(p-tolil)vinil)tiofen, 2-(1-(4-florofenil)vinil)tiofen gibi alkenler doymamış substrat olarak kullanıldı. Flor içeren 1,3-dikarbonil bileşikler olarak; 1,1-diflor-4-fenil-2,4-butandion, 1,1,1-triflor-4-(2-tiyenil)-2,4-butandion, 1,1-diflor-4-(2-furil)-2,4-butandion kullanıldı. Elde edilen ürünler preparatif ince tabaka kromatografisi (PTLC) ve/veya kolon kromatografisi yöntemleri kullanılarak saflaştırıldı ve yapıları; IR, ^{1}H-NMR ve ^{13}C-NMR yöntemleri kullanılarak aydınlatıldı. Daha sonra bu bileşiklerin proteaz aktiviteleri Pierce Protease Assay kit kullanılarak araştırıldı.

Anahtar Kelimeler: Radikal halkalaşma, proteaz aktivite, diflorasetil-dihidrofuran



➢ *POSTER PRESENTATION*

Optimization of homogenizar assisted extraction of pyhtochemicals from *Prunus Persica L.* peels

Ebru Kurtulbaş[1*] (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-2241-2562*), Selin Şahin[1] (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-9989-9823*)

[*1]Istanbul University-Cerrahpasa, Engineering Faculty, Chemical Engineering Department, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: ebru.kurtulbas@istanbul.edu.tr

Abstract

Peach (*Prunus persica L.)* is among the fruits with high economic and nutritional value. Carbohydrates, organic acids, minerals and fibers, which are the main components of the peach fruit, contribute to the nutritional quality of both fresh fruits and juices. The main phenolic acids found in peaches and nectarines are derivatives of hydroxycinnamic acid: chlorogenic acid and its isomer, neochlorogenic acid. Therefore, it is very important to evaluate these high added value materials.

In this study, phenolic and anthocyanin-rich extract from peach peels by homogenizer assisted extraction method was designed with response surface design. The amount of solids (0.1-0.5 g), stirring speed (6000-10000 rpm), time (60-90 s) and ethanol concentration (20-80%, v/v) were determined as independent variables. It is seen that the total amount of phenolic substances varies between 4.41 and 23.40 mg-GAE per gram of fresh material when the contents of the peach peels extracted with homogenizer assisted extraction under various conditions are examined. It was observed that the total anthocyanin content took values between 0.05 and 1.72 mg-cyn-3-glu/g-FM. Optimum process conditions for the highest yield were obtained with a 20% ethanol solvent system for 80 s at 6000 rpm, using 0.1 g peel. The most important parameter affecting the system in terms of total phenolic yield was the amount of peach peel, followed by the ethanol concentration ($p<0.0001$). Diğer taraftan, toplam antosiyanin verimi açısından tüm proses değişkenleri sistemi önemli derecede etkilemiş ve bunlar içerisinde en etkili olan etanol konsantrasyonu olmuştur ($p<0,0001$).

Keywords: Homogenizer assited extraction, optimization, anthocyanins, Prunus persica.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Purification of thioredoxin reductase from commercial *Spirulina platensis* tablets

Eda Dagsuyu[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0395-1058*), Refiye Yanardag[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4185-4363*)
[*1]Istanbul University- Cerrahpasa, Faculty of Engineering, Department of Chemistry, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: eda.dagsuyu@iuc.edu.tr

Abstract

Thioredoxin reductase (TrxR, E.C 1.6.4.5) is a widely distributed flavoenzyme that catalyzes the nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (NADPH)-dependent reduction of thioredoxin (Trx) and many other physiologically important substrates. Spirulina has been used as food since ancient times. *Spirulina platensis* is a blue-green algae belonging to the Cyanobacteria class and rich in protein, lipid, polysaccharide, pigment, carotenoid, enzyme, vitamins and many more chemicals. The TrxR enzyme was purified from *Spirulina platensis* tablets. Purification processes were performed in two steps: preparation of the homogenate and 2',5'-ADP Sepharose 4B affinity chromatography. 5,5'-Dithiobis-(2-nitrobenzoic acid) (DTNB) method was used for determination of TrxR activity. The in vitro inhibitory activities of Al^{3+}, Cu^{2+}, Ag^{+} and Se^{4+} ions on the purified TrxR was also investigated. The enzyme was purified approximately 415.04 fold over the crude extract and a 19 % yield was obtained. The specific activity of the purified enzyme was 0.7640 U/mg protein. The purified enzyme had an optimum pH of 7.0 in phosphate buffer and showed optimal activity at 60°C. Optimum ionic strength was determined as pH 7.0 in 750 mM phosphate buffer. In addition, the Km (Michaelis constant) for NADPH substrate is 13 µM and the Vmax (maximum velocity of enzyme) value is 0.00874 U/ml. More so, the Km constant for the DTNB substrate was 6.4 mM and the Vmax value was 0.0199 U/ml. Storage stability of the purified enzyme was determined at -80°C, -20°C, +4°C and room temperature. The tested metal ions showed inhibition effect, except Se^{+4} ion which increased the enzyme activity. Al^{3+} was determined as uncompetitive inhibitor, while Cu^{2+} and Ag^{+} were competitive inhibitors. The inhibitory effects of Cu^{2+} and Ag^{+} on TrxR were found to be reversible and might be used as potential drugs for clinical use.

Keywords: Thioredoxin reductase, *Spirulina platensis*, enzyme purification, affinity chromatography, kinetic properties.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Moringa Oleifera Prevents Valproic Acid-Induced Oxidative Damage in Tongue Tissues of Rats

Onur Ertik[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9686-8634*), Umar Faruk Magaji[1,2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4009-481X*), Ozlem Sacan[1](*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6503-4613*), Refiye Yanardag[1](*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4185-4363*)

[*1]Istanbul University-Cerrahpasa, Faculty of Engineering, Department of Chemistry, Istanbul, Turkey.
[2] Federal University Birnin Kebbi, Department of Biochemistry and Molecular Biology, Birnin Kebbi - Kebbi State, Nigeria.

*Corresponding author e-mail: onur.ertik@iuc.edu.tr

Abstract

Valproic acid (VPA) is a drug that is frequently used worldwide in the treatment of epilepsy. Depending on long-term use, VPA causes various complications such as coagulopathies, VPA-induced hepatotoxicity and encephalopathy. Moringa oleifera Lam. (Family: Moringaceae) has been showed that it has antitumor, anti-inflammatory, antiulcer, antispasmodic, diuretic, antihypertensive, antidiabetic and hepatoprotective activities. The current study was designed to investigate the effects of Moringa leaves extract (70% ethanol) on antioxidant system against VPA-induced oxidative damage in tongue tissues of rats. In the study, female Sprague Dawley rats were randomly divided into four groups. Group I: control group (n=8); Group II: animals given only 70% ethanol extract of moringa leaves for 15 days (0.3 g/kg b.w. /day) (n=8); Group III: animals that received only sodium valproate for 15 days (0.5 g/kg b.w. /day) (n=15); Group IV: animals administered with similar dose of sodium valproate + moringa extract for 15 days (n=12). Moringa extract and sodium valproate were administered orally. Group I were orally given a similar dose of physiologic saline. At the end of the experiment, tongues tissues were taken. Total antioxidant (TAS), total oxidant (TOS), reactive oxygen (ROS), oxidative stress index (OSI), glutathione (GSH), lipid peroxidation (LPO) levels, superoxide dismutase (SOD) and glutathione peroxidase (GPx) activities were determined in tongues tissues. In VPA groups, TOS, ROS, OSI, LPO levels were found to increase while TAS and GSH levels and SOD and GPx activities decreased. Administration of Moringa oleifera extract reversed these changes. These results indicated that Moringa oleifera leaf extract had a protective effect on tongue tissues damage of VPA.

Keywords: Moringa oleifera extract, valproic acid, tongue tissue, oxidative stress.

➢ *POSTER PRESENTATION*

The Effects of Some Metal Ions and Vitamins on the Activity of the Purified Glutamate Dehydrogenase

Onur Ertik[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9686-8634*),
Refiye Yanardag[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4185-4363*)

[*1]Istanbul University-Cerrahpasa, Faculty of Engineering, Department of Chemistry, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: onur.ertik@iuc.edu.tr

Abstract

Glutamate dehydrogenase (GDH) enzyme is a very important and functional metabolic enzyme because it participates in the energy metabolism of proteins and the synthesis of metabolites important for the organism. The bidirectional nature of the reaction catalyzed by the GDH enzyme can be customized according to the needs and function of the tissue in which the enzyme is located. GDH enzyme was purified from the liver of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by 2',5'-ADP Sepharose 4B affinity chromatography in one step. As a result of this purification process, GDH enzyme was purified 171-fold with 5.38 U/mg protein specific activity. The effects of some metal ions and vitamins on the activity of the purified GDH enzyme were investigated. As a result of these experiments, it was found that metal ions Ag^{+}, Cu^{2+}, Zn^{2+}, Ni^{2+}, Fe^{2+}, Mn^{2+}, Co^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{3+}, Cr^{3+} ions had inhibitory effect and Ca^{2+} and V^{4+} ions had an activator effect on the GDH enzyme. It has been determined that Na^{+} and Li^{+} metal ions have no effect on the activity of the purified GDH enzyme. Likewise, the effects of some vitamins on the activity of the purified GDH enzyme were examined, and as a result of the experiments, it was determined that B_1, B_6, and U vitamins had an inhibitory effect and vitamin B_2 had an activator effect. B_3 and C vitamins were found to have no effect on GDH activity. IC_{50} values of metals and vitamins showing inhibition effect were determined, Lineweaver-Burk plots were drawn by calculating the inhibition type and K_i values.

Keywords: Glutamate dehydrogenase, rainbow trout, liver, inhibition.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Synthesis of environmentally friendly and potentially bioactive Schiff bases containing boron

Deniz AKIN ANAKÖK[1]* (https://orcid.org/0000-0002-0811-5799),
Servet ÇETE[1] (https://orcid.org/0000-0002-9316-2812),
Ümmühan ÖZDEMİR ÖZMEN[1] (https://orcid.org/0000-0001-9161-9367)

[1]Gazi University, Faculty of Science, Department of Chemistry, Ankara, Turkey

*Corresponding author e-mail: denizakin@gazi.edu.tr

Abstract

In the last century, scientists have tried to work in accordance with the principles of green chemistry. Environmentally friendly and cost-effective reactions using less chemicals are gaining more and more importance nowadays. Boron containing compounds (BCC) shows a huge benefit for human, animals or plants due to excellent properties as antioxidant, antiseptics, anticancer activities. For almost a century, the medicinal use of boron was limited to antiseptics, but in the last few decades, the use of BCCs has broadened to antibiotics and anticancer drugs. Various organic and inorganic compounds containing boron are frequently preferred in many different fields such as medicinal chemistry, pharmaceutical studies, textile, agriculture, and industry in recent years. This makes Boron a unique element in the current century. For all these reasons, the design and synthesis of new boron compounds and their use in different fields have become popular, especially in years. Boronic acid is a mild Lewis acid that is easy to use as well as non-toxic. Thanks to these properties, Boronic acid and its esters have significant advantages for synthetic intermediates. Boronic acid can be considered green because it is an environmentally friendly acid. It was chosen as one of the starting materials for our study because it complies with the principles of green chemistry. Boron-containing Schiff base studies are long-standing studies that have contributed to the literature in many different areas. When imine compounds with known antibacterial, antioxidant, and anticancer effects are enriched with boron, the results are substantial. In this work; various different Schiff bases were obtained using phenyl boronic acid derivatives and alkyl sulfonyl hydrazide. Boron-containing compounds were synthesized in a short time using fewer chemicals and their chemical structures were characterized after being purified by various different techniques. Then synthesied compounds were characterized by elemental analysis, FT-IR, ^{1}H NMR spectroscopy. With the results obtained, the potentials of the use of these compounds in different areas were investigated.

Keywords: Schiff bases, Boron compounds, Green chemistry, Bioactive compounds

➢ *POSTER PRESENTATION*

Havacılık endüstrisinde kullanılmak üzere alüminyum malzemelerin korozyon direncinin arttırılması amacıyla yüzey kaplaması geliştirilmesi

Burhan Güven (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0459-0426*)

Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği, Ankara, Türkiye

e-mail: burhan.guven@yahoo.com

Özet

Yüksek mukavemetli alüminyum alaşımları, alaşım ilavesinden (örneğin, Cu, Fe vb.) kaynaklanan arzu edilen mukavemet / ağırlık oranları nedeniyle havacılık ve havacılık endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, bu alaşım ilavesi,intermetalik içekrikleri çevreleyen alüminyumun oyuk korozyonuna neden olur. Korozyonu önlemenin etkili bir yolu, üst kaplama, astar ve dönüştürme kaplamasını içeren koruyucu kaplama sistemidir. Dönüşüm kaplaması, alaşım yüzeyiyle doğrudan temas halindedir ve hem korozyona karşı iyi bir koruma hem de yapışma yüzeyi sağlaması beklenir. Kromat dönüşüm kaplaması (CCC), havacılık endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır ve mükemmel aktif korozyon koruması ve alüminyum alaşımlarına yapışma sağlar. Ne yazık ki, Cr (VI) toksiktir ve kromat bir kanserojendir. Bu nedenle, CCC'nin yerine üç değerlikli krom proses kaplaması(TCP) ve krom içermeyen kaplamalar geliştirilmektedir. Bu tez, üç yüksek mukavemetli alüminyum alaşımında (AA2024-T3, AA6061-T6 ve AA7075-T6) TCP ve krom içermeyen kaplamanın korozyona karşı direncinin, kaplama kalınlığının, elektrik iletkenliğine karşı direncinin ve boya yapışma performansının incelenmesine odaklanmıştır. Bu performans parametreleri MIL-DTL-5541/81706 standardında belirtilen metodlar ile gerçekleştirilerek karşılaştırma yapılmıştır. Yapılan testles sonucunda TCP kaplama (Cr (III) / Zr bazlı), CCC'nin diğer Cr olmayan alternatifleri, örneğin Ti / Zr- ve Zn / Zr bazlı dönüşüm kaplamalarıyla karşılaştırıldığında daha iyi korozyon koruması sağlar. TCP kaplamasının korozyon performansı krom içermeyen kaplamalar ile kıyaslandığında üç alüminyum alaşımınada da iyi bir korozyon koruması sağlar.

Anahtar Kelimeler: Kimyasal Dönüşüm Kaplaması, Korozyon, Trivalent Cromium Proses, Kromsuz Kaplama

➢ *POSTER PRESENTATION*

SiO_2 – TiO_2 Nanokompozitlerin Hidrotermal Yöntem ile Sentezi ve Fotokatalitik Özelliklerinin İncelenmesi

Mustafa Borucu[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7413-6136.*), Oğuzhan Avcıata[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6423-6114*), Semih Gördük[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7956-8368)*

[*1]Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, İstanbul, Türkiye
[*2]Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, İstanbul, Türkiye
[*3]Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: mustafaborucu1903@gmail.com

Özet

Son yıllarda nanokompozitlerin hidrotermal yöntem ile sentezi; elektronik, optik, manyetik ve kimyasal özellikleri ve teknoloji geliştirme uygulamaları alanında yapılan ilgili çalışmalar nedeniyle büyük ilgi görmeye başlamıştır. Ayrıca katı atık çevre düzenlemeleri ile birlikte, kirleticileri azaltmak ve kimyasal bileşikleri belirli bir uygunlukta sentezlemek bu sürecin gelişimine önemli bir katkı sağlamıştır. Fotokataliz sistemi toksik organik bileşiklerin parçalanması ve daha zararsız ürünlere dönüştürülmesi konusunda etkili bir metot olmuştur. Bu bağlamda, nano TiO_2, farklı katalizörler arasında en yaygın kullanılan yarı iletken fotokatalizörlerden biridir ve etkinliği çeşitli çalışmalar ile kanıtlanmıştır. Bu katalizörün düşük çalışma sıcaklığı, düşük maliyet, kimyasal ve foto-korozyona karşı güçlü direnç göstermesi gibi avantajları ile fotokatalitik indirgemelerde kullanılmıştır. Önemli avantajlarının yanında TiO_2'in band boşluğunun (3.2 eV) geniş olması nedeniyle sadece UV bölgede fotokatalitik etki göstermekte, görünür ışık altında fotokatalitik etki göstermemektedir. TiO_2'in katalitik etkisini görünür bölgeye çekmek için çeşitli katkılama işlemleri yapılarak ikili nanokompozitler oluşturulmakta ve böylece katalitik etkinin görünür bölgede sergilenmesi sağlanmaktadır. Farklı metal oksitler kullanılarak TiO_2 ile ikili nanokompozitlerin oluşturulması tercih edilen bir yöntemdir ve literatürde sıklıkla çalışılmaktadır. Bu çalışmada, nano SiO_2 katkılı nano TiO_2 nanokompoziti hidrotermal yöntem ile ve farklı reaksiyon koşulları altında hazırlanmıştır. Nano SiO_2 ile katkılandırma yapılmasının sebebi ise, nano TiO_2'nin yalnızca UV ışık altında fotokatalitik özellik göstermesi yerine görünür bölgede de fotokatalitik aktiflik kazanmasını sağlamaktır. Elde edilen nanokompozitin yapısı XRD, SEM-EDS, FT-IR ve UV-DRS teknikleri ile aydınlatıldı. Nanokompozitin görünür ışık altında organik boyar maddelerin parçalanması üzerine yapılan çalışmalar gösterdi ki, elde edilen nanokompozit görünür ışık altında fotokatalitik aktivite göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Hidrotermal, Fotokataliz, Nanokompozit, TiO_2.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Büyük ölçekli biyogaz tesisindeki biyolojik metan üretim potansiyelinin incelenmesi

Burcu Sekmen[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5067-2911*), Anıl Tevfik Koçer[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1519-1711*), Didem Özçimen[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2483-7617)*

[*1]Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:burcusekmen6@gmail.com

Özet

Günümüzde, birincil enerji kaynakları olan fosil yakıtlar gerek ülke ekonomilerini canlandırma ve istihdam yaratma gibi siyasi politikalar, gerekse de küresel ısınma gibi çevresel sebeplerden dolayı önemini kaybetmektedir. Bu nedenle Türkiye'de ve dünyada fosil yakıtlara alternatif olabilecek yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimi konusundaki araştırmalar hız kazanmıştır. Özellikle ülkemizdeki doğalgaz arzının, talebi karşılayamaması ve dışa bağımlılık yaratması biyogaz çalışmalarının önemini artırmıştır. Biyogaz üretiminin ekonomik oluşu, üretim prosesinin kolay olması, doğalgaz yakan sistemlere kolaylıkla entegre olabilmesi ve en önemlisi yerel kaynaklar kullanıldığı için ülkemizin biyoekonomi stratejisine uygun olması biyogazı oldukça değerli bir seçenek yapmaktadır. Biyogaz, organik içerikli atık maddelerin anaerobik ortamda çeşitli mikroorganizmalar tarafından bozunması sonucunda elde edilen bir biyoyakıttır ve organik içeriği yüksek olan her türlü madde hammadde kaynağı olarak kullanabilir. Bu çalışmanın amacı Ankara'da bulunan büyük ölçekli biyogaz üretim tesisinde farklı biyokütle atıkları kullanılarak üretilen biyogazın incelenmesidir. Bu kapsamda farklı oranlarda büyükbaş hayvan dışkısı ve tavuk dışkısı karıştırılarak biyogaz üretimi amacıyla kullanılmış ve üretilen biyogazın CH_4, CO_2 ve O_2 içerikleri belirlenmiştir. Ayrıca anaerobik çürütücü içerisindeki hammaddelerin biyogaz üretim sürecindeki pH, iletkenlik ve organik katı madde yüzdesi değişimleri de ölçülmüştür. Bir aylık üretim sonucunda elde edilen biyogazın %62.14 ile % 64.25 arasında CH_4, %36.67 ile %38.29 arasında CO_2, %0.61 ile %1.05 arasında O_2 ve eser miktarda da H_2S içerdiği görülmüştür. Ayrıca üretim esnasında pH'ın 7.9 ile 8.22 arasında, iletkenliğin 25 ile 28.20 arasında ve organik katı madde yüzdesinin %59.2 ile %71.50 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, metan içeriğinin yüksek olması nedeniyle biyogazın oldukça iyi kalitede olduğu ve yakma sistemlerinde kolaylıkla değerlendirilebileceği anlaşılmıştır. Ayrıca atıkları karıştırarak kullanmanın biyogaz verimini arttırdığı da söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Biyogaz, Anaerobik bozunma, Atık biyokütle, Biyometan, Biyoekonomi

➢ *POSTER PRESENTATION*

Effect of Additives on Protease Enzyme that Used in Detergent Formulations

Tuğçe Korkmaz* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1452-3219*), Elif Nur Avcı* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7400-0618)*, Orkun Pinar* *(ORCID: https:// orcid.org/0000-0001-9133-3502)*, Dilek Kazan* *(ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0764-8876).*

Marmara University, Institute of Pure and Applied Sciences, Department of Bioengineering, Goztepe Campus,

34722, Kadikoy, Istanbul, Turkey

*Corresponding author e-mail: korkmazztugce@hotmail.com

Abstract

Enzymes are macromolecular biological biocatalysts that could accelerate chemical reactions. Since microbial enzymes are active and stable, they are widely preferred in several applications in various fields including detergent, food, textile, medicine, paper, and many other industries.
Particularly, enzymes have been used in the detergent industry to improve the cleaning efficiency of detergents for over 35 years and are now recognized as components in powder and liquid detergents, stain removers / laundry windshields, automatic dishwashing detergents, and industrial / institutional cleaning products. The detergent industry is one of the most important area where enzymes are used the most, and proteases, amylases, lipases, and cellulases are commonly used enzymes in this field. However, the loss of enzyme activity due to stability problems is a major concern for enzyme manufacturers and companies that use proteases. Besides the problems encountered during factory storage, shipments, and storage, the loss of enzyme activity is highly dependent on temperature, pH, and detergent ingredients/additives such as surfactants, chelators, whitening agents, brighteners, foam control agents, builders, and bleaches together with other ingredients.
Considering these explanations, in the present work, the effect of different additives on protease enzyme produced was investigated to develop detergent formulations. Additionally, the effect of additives used during the lyophilization of protease was also evaluated. The lyophilized enzyme was added to commercial detergent formulations and the effectiveness of the enzyme was tested and compared with the commercial protease enzyme.

Keywords: protease, additives, detergent industry, stability

"This study was supported TUBITAK 2210/D -Graduate Scholarship Program for Domestic Industry."

➢ *POSTER PRESENTATION*

Production of Lipase from Coffee Waste by Cryptococcus diffluens D44

Elif Nur Avcı* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7400-0618)*, Tuğçe Korkmaz* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1452-3219*), Orkun Pinar* *(ORCID: https:// orcid.org/0000-0001-9133-3502)*, Dilek Kazan* *(ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0764-8876).*

Marmara University, Institute of Pure and Applied Sciences, Department of Bioengineering, Goztepe Campus,

34722, Kadikoy, Istanbul, Turkey

*Corresponding author e-mail: elifnuravci@hotmail.com

Abstract

Industrial enzymes are widely used in the textile, detergent, food, and pharmaceutical industries because of their substrate specificity, excellent stability against extreme temperatures, pH, and organic solvents. Lipolytic enzymes, lipases, are one of the most important enzymes that catalyze many reactions in both aqueous and organic solvents. They are frequently used in the detergent industry as a surfactant, in the textile industry for fabric finishing and fabric bleaching, and in the food industry as an emulsifier. Additionally, paclitaxel used in cancer treatment, ketoprofen used as anti-inflammatory, are produced as a result of the hydrolysis reactions catalyzed by lipases. For enzyme production, the most important problem encountered is the production cost. The major cost of bioprocesses is the carbon sources used. The development of sustainable and economical processes depends on reducing operational costs. Therefore, the effort to quest new potential raw materials has been increasing day-to-day. As coffee production creates over 23 million tons of global waste annually, coffee waste, which contains several key nutrients as raw material, is a good candidate for the production of value-added products. Along with cost-effective raw materials, bioprocesses in which bioengineering principles and green production technologies are used together have also gained great importance. In the light of these explanations, the present work aims to develop bioprocesses in which high potential organic wastes such as coffee waste are used as raw materials for lipase production. The sole coffee waste, carbohydrate, and oil extracted from coffee waste were used to produce lipase. Effect of temperature and amount of coffee waste were evaluated to increase lipase activity. The lipase activity was determined in the presence and absence of coffee waste. One unit of lipase activity (U) was defined as the amount of enzyme that liberates 1 µmol p-nitrophenyl for 1 minute under the assay conditions.

Keywords: enzyme, lipase, organic waste, biorafinery.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Preparation of graphene oxide/reduced graphene oxide-alginate-polyethylene glycol hydrogels as candidate for tissue scaffold

Irem AKTULAN[1] (ORCID:https://orcid.org/0000-0001-6143-3342), Beril CENGIZ[1] (ORCID:https://orcid.org/0000-0001-8523-4559), Selin Nur TASAR[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1736-1553), Guldem UTKAN[1*] (ORCID:https://orcid.org/0000-0002-5522-9940)

[1]Marmara Univeristy, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: guldem.utkan@marmara.edu.tr

Abstract

Hydrogels are flexible polymeric materials that can mimic extracellular tissue scaffold structure and can be used in tissue engineering applications. Search on hydrophilic scaffolds with high biocompatibility and mechanical strength still continues. The aim of this study was creation of new hydrogel structure with high mechanical strength and biocompatibility, that doesn't form toxic subsances, and to be used for tissue engineering applications. Gel consistency of produced hydrogels was provided by using alginate. Alginate hydrogels have advantages such as being able to be produced as 3D network structures similar to skeletal structure in tissue engineering, however, it has the disadvantage of having poor mechanical properties. In order to increase the strength of this weak structure, graphene oxide (GO)/reduced graphene oxide(RGO) were added to alginate. GO used was prepared by modified Hummer's method and RGO was obtained from this GO by microbial reduction method which is one of the green synthesis methods. *L. plantarum* was employed for reduction process. Green synthesis of RGO used in this study contributed to obtain efficient, inexpensive and environmentally friendly tissue material. Polyethylene glycol (PEG) completed the hydrogel structure with its low toxicity and biocompatibility. In here, synthesis of GO/RGO, preparation of GO/RGO-alginate-PEG triple hydrogels, characterization of hydrogel structure (XRD, FTIR, SEM) were realized and behavior of the cells in presence of hydrogels were investigated *in vitro*. Swelling ability of hydrogels were investigated by swelling tests and pore structures were determined by SEM analysis. It has been observed that swelling behavior and pore structures of hydrogels were different depending on the amounts of GO/RGO, alginate and PEG. *In vitro* cell culture studies were conducted to determine cytotoxicity of hydrogels. As a result of the experiments; when suitable conditions are provided, it has been observed that cells proliferate on hydrogels and don't have a toxic effect.

Keywords: tissue engineering, scaffold, graphene oxide (GO)/reduced graphene oxide (RGO), alginate, polyethylene glycol (PEG), hydrogels.

➢ *POSTER PRESENTATION*

In vitro histone deacetylase, carbonic anhydrase and xanthine oxidase inhibitory activities of some sulfur compounds

Eda Dagsuyu[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0395-1058*), Refiye Yanardag[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4185-4363*)
[*1]Istanbul University- Cerrahpasa, Faculty of Engineering, Department of Chemistry, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: eda.dagsuyu@iuc.edu.tr

Abstract

Organosulfurs in bioactive compounds have antidiabetic, antimicrobial, anticancer, anticonvulsant, anti-inflammatory and antioxidant activity especially found in garlic and other genus *Allium* plants. It had been reported that treatment with an organosulfur compound derived from garlic or other *Allium* plants significantly restored liver functions and hepatocellular integrity, improved parameters of energy metabolism and prohibited free-radical generation. The aim of this study was to investigate the effect of some sulfur compounds on histone deacetylase, carbonic anhydrase and xanthine oxidase inhibitory activities *in vitro*. Anti-histone deacetylase, anti-carbonic anhydrase and anti-xanthine oxidase activities of these compounds were determined using fluorometric and spectrophotometric methods. L-cysteine hydrochloride had the lowest IC_{50} value for histone deacetylase inhibitor activity among the sulfur compounds in this study. D,L-methionine and N-acetyl-L-cysteine showed good inhibitions against histone deacetylase enzyme activity in comparison with the tested compounds. In respectively, N-acetyl-L-cysteine, L-cysteine hydrochloride, S-allyl-L-cysteine, S-phenyl-L-cysteine and S-benzyl-L-cysteine had the lowest IC_{50} values amongst the tested compounds, thus exhibited the highest carbonic anhydrase inhibitory activities. The best xanthine oxidase inhibition activity was found for L-alliin and it has better xanthine oxidase inhibition activity than allopurinol as a positive control. Histone deacetylase, carbonic anhydrase and xanthine oxidase inhibitory activities of the sulfur compounds investigated suggest that they can have anticancer properties.

Keywords: Enzyme inhibition, sulfur compounds, histone deacetylase, carbonic anhydrase, xanthine oxidase.

.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Genetic Diversity of Mung Bean (*Vigna radiata* L.) Ecotypes

Meral Demral (https://orcid.org/0000-0003-1893-0348), Derya İşler Ceyhan(https://orcid.org/0000-0002-7871-3647), Olcay Dedecan(https://orcid.org/0000-0001-5804-4696), Selçuk Başbuğa(https://orcid.org/0000-0002-9558-8307),Talap Talapov(https://orcid.org/0000-0002-0211-8139), Canan Can(https://orcid.org/0000-0002-0473-1914)

Gaziantep University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, 27310 Şehitkamil, Gaziantep

Corresponding author e- mail: meraldemral@icloud.com

Abstract

Studies on mung bean (*Vigna radiata* L.) generally focus on agronomic characters, which severely limits the accurate evaluation of genetic resources. In the study, it was aimed to determine the genetic diversity of ecotypes collected from 4 provinces, namely Gaziantep, Adıyaman, Malatya and Ankara, by using RAPD and ISSR markers.

The seeds obtained from 4 provinces, namely Gaziantep, Adıyaman, Malatya and Ankara, were planted in 8x4 viols containing a mixture of sterile peat and perlite sand (2:1:1). The sown mung bean seeds were grown in the air-conditioning room at 28±2°C, under conditions of 80-90% humidity and 12 hours of light and 12 hours of darkness. The leaves of mung bean plants, whose development was completed for 14 days, were taken with a sterile bust and kept in liquid nitrogen. DNA isolation was performed by modifying the CTAB (Doyle-Doyle ,1998) method. RAPD and ISSR markers were tested with a total of 26 primers by PCR technique.

Mung beans VR-9, VR-10, VR-14, VR-21, VR-22 were tested using 15 primers for RAPD. As a result, primers UBC 717, UBC 751, UBC 771, UBC 790 formed a band profile. Mung beans encoded with the same name were tested with 11 primers for ISSR, and primers UBC 817, UBC 826, UBC 840 produced a scoreable band profile.

In the amplifications made with the RAPD and ISSR primer used in the study, predominantly monomorphic band profile was obtained, and it was concluded that the RAPD and ISSR markers used in the study were limited in providing genetic discrimination.

Key words: *Vigna radiata*, RAPD, ISSR, genetic diversity

➢ ***POSTER PRESENTATION***

The investigation of nuclear factor erythroid 2-related factor 2 levels in the sera of childhood chronic kidney patients

Zaid Rakan MOHAMMED[1] *(ORCID: 0000-0003-3133-0179)*, Seyithan TAYSI[2] *(ORCID:* 0000-0003-1251-3148*)*, Ali MURATOĞLU[3] *(ORCID:* 0000-0002-7493-7184*)*, Hafize Gökçe GÖKDENIZ[2] *(ORCID:* 0000-0003-0681-3267*)*, Beltinge DEMIRCIOĞLU KILIÇ[3] *(ORCID:* 000-0001-9408-2139*)*, Omeed Akbar Ali ALI[2] *(ORCID:* 0000-0003-0183-2936*)*

[1] University of Gaziantep, Faculty of Sciences, Department of Biochemistry Science and Technology, Gaziantep, Turkey.
[2] University of Gaziantep, Faculty of Medicine, Department of Medical Biochemistry, Gaziantep, Turkey.
[3] University of Gaziantep, Faculty of Medicine, Department of Pediatrics Nephrology, Gaziantep, Turkey.

*Corresponding author e-mail: zaid.altayar@gmail.com

Abstract

Free radicals and oxidants are involved in physiological signaling pathways, but an imbalance between pro-oxidant and antioxidant systems leads to oxidative stress and is responsible for the development of many diseases such as Diabetes mellitus, cancer, rheumatoid arthritis, infectious diseases, chronic kidney disease (CKD) and atherosclerosis. CKD and end-stage renal disease (ESRD) are among the important causes of mortality and morbidity in childhood. Early diagnosis and treatment of the disease may prevent most CKD patients from progressing to ESRD. In this study, Nuclear factor erythroid 2 associated factor 2 (Nrf2), Kelch-like ECH-related protein 1- (Keap1-), glycogen synthase kinase 3 beta (GSK-3ß), Peroxynitrite (ONOO-) and Malondialdehyde (MDA) levels were measured in the sera of patients and control groups. For this purpose, 63 patients were included in the study. Of the patients, 26 had peritoneal dialysis (PD), 12 in hemodialysis (HD), and 25 in compensated chronic kidney disease (CKD). Twenty healthy individuals were included in the study as the control group. Among the measured parameters, Nrf2, ONOO-, MDA levels were found to be statistically significantly higher when compared to the control group, but no difference was found in Keap1 and GSK-3ß levels. The results obtained in this study show that the oxidant status is increased in the patient groups and it would be beneficial to add antioxidant substances in addition to the applied treatment.

Keywords: Chronic Kidney Disease, Oxidative Stress, Nrf2, MDA, GSK-3ß, Peroxynitrite

➢ ***POSTER PRESENTATION***

Karakavak ve Çukurhüseyin (Balıkesir) Köyleri Civarındaki Volkanik Kayaçların Petrografisi ve Jeokimyası

Onuralp Karaman[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3595-6315*), Zafer Aslan[1*] (*ORCID: https:/ orcid.org/0000-0002-3418-4368*)

[1]Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 10145 Altıeylül/Balıkesir, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: zaslan@balikesir.edu.tr

Özet

İzmir-Ankara-Erzincan Sütür Zonu'nun kuzeyinde bulunan Biga Yarımadası'nda (KB Anadolu) çok geniş yayılımlı Paleojen-Neojen magmatizması mevcuttur. Bu çalışmada, Balıkesir ili güneyindeki Karakavak-Çukurhüseyin Mahalleleri ve çevresinde bulunan, Oligosen-Miyosen yaşlı Hallaçlar Volkaniti'ne ait kayaçların petrografisi, jeokimyası ve petrolojisi incelenmiştir.

Çalışma alanında Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Hallaçlar Volkaniti, Alt Miyosen yaşlı Soma Formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyonel çökeller bulunmaktadır. Hallaçlar Volkanitleri andezitik lav ve piroklastlarından oluşmaktadır. Mikrolitik, mikrolitik porfirik ve yer yer de akma dokusu gösteren volkanik kayaçlarda plajiyoklaz, amfibol ve biyotit ana mineraller, apatit tali mineral, serisit, kil, klorit ve kalsit ise ayrışma mineralleri olarak bulunmaktadır.

Jeokimyasal olarak Hallaçlar Volkaniti, orta-yüksek K'lu olup kalk-alkalen özelliğindedir. Volkanik kayaçlar amfibol ve plajiyoklaz mineral ayrımlaşmasının egemen olduğu fraksiyonel kristalleşme ile oluşmuştur. N-MORB'a göre normalize edilen iz element diyagramında, büyük iyon yarıçaplı litofil elementlerce (Rb, Ba, K ve Th) zenginleşme, yüksek çekim alanlı elementlerce (Zr, Sm ve Y) fakirleşme görülmektedir. Nadir toprak element diyagramında, hafif nadir toprak elementlerce zenginleşme, ağır nadir toprak elementlerce de daha az zenginleşme görülmektedir. Örneklerde $(La/Lu)_N$ 4,69-10,13, $(La/Sm)_N$ 2,39-7,17 ve $(Gd/Lu)_N$ 1,18-1,64 değerleri arasındadır. Hallaçlar Volkanitleri'nde $(La/Lu)_N$=4,69-10,13 değerleri arasında olup orta düzeyde zenginleşmiştir ve konkav şeklinde dağılım sunmakta olup kalk-alkalen volkanizmayı göstermektedir. Tektonik olarak, volkanik yay kayaçlarının özelliklerini göstermektedir.

Neo-Tetis Okyanus kabuğunun Sakarya Kıtası'nın altına yitimi ile Sakarya ve Torid-Anatolid kıtalarının çarpışması sonucu oluşan Hallaçlar Volkaniti, zenginleşmiş litosferik manto kökenli olup yitim ile ilişkili çarpışma ürünleri yansıtmaktadır.

Bu çalışma Balıkesir Üniversitesi Proje Araştırmaları Birimi tarafından 2019/014 nolu proje ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hallaçlar Volkaniti, fraksiyonel kristalleşme, jeokimya, Biga Yarımadası.

.

➢ *POSTER PRESENTATION*

The antiradical and total antioxidant activity of wild mushroom *Marasmius oreades*

Tetiana KRUPODOROVA[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4665-9893*), Celal BAL[2*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6856-3254*), Mustafa Sevindik[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7223-2220*)

[*1] Institute of Food Biotechnology and Genomics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[2] Oguzeli Vocational School, Gaziantep University, Gaziantep, Turkey
[3] Osmaniye Korkut Ata University, Bahçe Vocational School, Department of Food Processing, Bahçe-Osmaniye, Turkey

*Corresponding author e-mail: bal@gantep.edu.tr

Abstract

Mushrooms are an indispensable element of ecosystems. Many studies have shown that mushrooms serve different purposes in the historical process. They have been used in religious rituals in addition to their nutritional and medicinal properties in different communities. In recent years, the use of mushrooms in complementary medicine has been emphasized by researchers in different studies. In this study, antiradical activity, total antioxidant (TAS) and total oxidant status (TOS) and oxidative stress index (OSI) of *Marasmius oreades* (Bolton) Fr. mushroom were determined. Ethanol extracts of the mushroom sample were extracted in the Soxhlet apparatus. Its antiradical activity was determined by the DPPH method. TAS, TOS and OSI values were determined using Rel Assay kits. As a result of the studies, the antiradical activity of the mushroom samples was determined as 72.58±1.26 at 2 mg/ml concentration. TAS value was 4.713±0.272 mmol/L, TOS value was 10.817±0.305 μmol/L, and OSI value was 0.232±0.018. As a result, it was determined that *M. oreades* has antioxidant potential. In this context, it is thought that mushroom can be used as a natural antioxidant agent in pharmacological designs.

Keywords: Antioxidant, Antiradical, DPPH, Medicinal mushroom

➢ *POSTER PRESENTATION*

The antioxidant, antimicrobial, antiproliferative activity of *Viola odorata*

Muhittin Doğan[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4665-9893*), Falah Saleh Mohammed[2*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6856-3254*), Imran Uysal[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7223-2220*), Kamil Mencik[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7223-2220*), Mustafa Pehlivan[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7223-2220*), Mustafa Sevindik[4] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7223-2220*)

[1] Gaziantep University, Faculty of Science and Literature, Department of Biology, Gaziantep, Turkey
[*2] Zakho University, Faculty of Science, Biology Department, Duhok, Iraq
[3] Gaziantep University, Nurdağı Vocational School, Gaziantep, Turkey
[4] Osmaniye Korkut Ata University, Bahçe Vocational School, Department of Food Processing, Bahçe-Osmaniye, Turkey

*Corresponding author e-mail: bal@gantep.edu.tr

Abstract

Bitkiler bu organizmalar arasında kütlesel olarak en fazla organizmayı barındıran canlı gruplarıdır. Bitkiler insanlar için besin, barınak, ilaç gibi temel ihtiyaçları karşılamak amacıyla kullanılmıştır. Önemli besinsel özellikleri bulunan bitkilerin birçok araştırmacı tarafından tıbbi özellikleri vurgulanmıştır. Bu çalışmamızda Viola odorata L. materyal olarak kullanılmıştır. V. odorata, Violaceae familyası içerisinde yer alan Avrupa ve Asya kökenli olup bodur, otsu ve çok yıllık çiçekli bir bitkidir. Bitkinin çiçeklerinin tatlı kokusu nedeniyle parfüm ve kozmetik ürünlerinde yaygın olarak kullanılmıştır. Çalışmamızda bitkinin total antioksidan ve oksidan potansiyeli, antimikrobiyal aktivitesi ve antiproliferative aktivitesi belirlenmiştir. Bitki örneğinin toprak üstü kısımlarının etanol ile özütleme işlemi yapılmıştır. TAS ve TOS değerleri Rel Assay kitleri kullanılarak ölçülmüştür. Antimikrobiyal aktiviteleri standart bakteri ve fungus suşlarına karşı agar dilüsyon metodu ile tespit edilmiştir. Antiproliferative aktivitesi A549 cell line'a karşı test edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda bitki özütünün TAS değeri 6.752±0.139, TOS değeri 7.886±0.224 ve OSI değeri 0.117±0.001 olarak belirlenmiştir. Bitki özütleri standart bakterilere karşı 25-100 µg/mL, funguslara karşı 100-200 µg/mL konsantrasyonlarda etkili olduğu görülmüştür. Bitki özütünün antiproliferative aktivitesi özüt konsantrasyonuna bağlı olarak arttığı ve güçlü etkiler gösterdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak V. odorata'nın önemli biyolojik aktivitelere sahip olduğu bu kapsamda farmakolojik ilaç dizaynlarında doğal kaynak olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.

Keywords: Antimicrobial, Antioxidant, Antiproliferative, Medicinal plants

➢ *POSTER PRESENTATION*

Biomimetic functionalisation of photocurable polycaprolactone tetramethacrylate-based polymerised high internal phase emulsions (PolyHIPEs) and evaluation of its potential as a bone graft substitute

Doğa Kul [1] (*https://orcid.org/0000-0002-8888-7624*), Funda Tıhmınlıoğlu [2] (*https://orcid.org/0000-0002-3715-8253*), Betül Aldemir Dikici [1*] (*https://orcid.org/0000-0002-5516-469X*)

[1] Izmir Institute of Technology, Faculty of Engineering, Department of Bioengineering, Izmir, Turkey

[2] Izmir Institute of Technology, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Izmir, Turkey

*Corresponding author e-mail: betulaldemir@iyte.edu.tr

Abstract

Scaffold-based tissue engineering (TE) aims to regenerate damaged tissues using porous matrices. Recently, emulsion templating gained particular attention as a scaffold fabrication technique due to its ability to provide tunable porosity with high interconnectivity. However, polymerised high internal phase emulsions (PolyHIPEs) are commonly created using synthetic polymers which have limited material-cell interactions. Recently, we reported the fabrication route of photocurable polycaprolactone tetramethacrylate (4PCLMA) PolyHIPEs. Although the material is biocompatible, biodegradable, cell attachment was found limited due to the high hydrophobicity unless the surface is treated with air-plasma. Accordingly, here, we aimed to develop 4PCLMA PolyHIPEs coated with a biomimetic ceramic layer. We hypothesised that this coating can (i) increase the hydrophilicity of the substrate, (ii) improve the bioactivity of the scaffold without altering the overall morphology. 4PCLMA was synthesised in two steps: ring-opening polymerization and methacrylate-functionalization. Then, PolyHIPEs were created using emulsion templating. PolyHIPEs were incubated in three different concentrations of sodium hydroxide (NaOH) at three-time points for surface etching and ease of calcium phosphate (CaP) nucleation afterward. These samples were incubated in 5xSBF for biomimetic ceramic coating. Ceramic-coated 4PCLMA PolyHIPEs were successfully created. Samples treated in different concentrations of NaOH for different durations were shown to have different characteristics in terms of the density and homogeneity of the coating (SEM). The elemental composition of the coating will be further investigated using EDX. Plain, NaOH treated and ceramic coated samples will be characterised in terms of their porosity, hydrophilicity, and degradation behaviour. Lastly, they will be cultured with Saos-2 for 4-weeks and their cell attachment, viability, infiltration, and collagen&mineral deposition will be investigated. The biomimetic ceramic coating procedure suggested in this study is likely to be a promising approach for enhancing the bioactivity of the synthetic PolyHIPEs without altering the overall morphology, especially for use in bone TE applications.

Keywords: tissue engineering, scaffold, PolyHIPE, emulsion templating, polymer, high interconnectivity

➢ *POSTER PRESENTATION*

Taurine Amminoacid in the Aquatic Animals

Semra KÜÇÜK (0000-0002-9299-5986)

Adnan Menderes University Agriculture Faculty Department of Aquacultural Engineering, 09100 Aydın/Turkey

skucuk@adu.edu.tr

Abstract

Taurine (2-aminoethanesulfonic acid) is an organic compound and essential part of bile. It is an important amino acid derivative for all living organisms. They need to take by foods or other ways. Marine fish can not synthesize enough taurine. Deficiency of taurine may cause some diseases like anemia or less growth. Most marine fish have more taurine in body than freshwater fish to provide optimal level to growth. Some studied on yellow tail (Seriola quinqueradiata), Japanese flounder (Paralichthys olivaceus), turbot (Psetta maxima), red sea bream (*Pagrus* major) showed that marine fish diet with supplementation of taurine is not enough to grow fish. Because species, size, diet, and environmental conditions can change the taurine amount in fish. Human also needs to intake foods with taurine. Some deficiency could occur some adverse effects in fat digestion, antioxidative defense, bile acid conjugation, calcium homeostasis, osmoregulation, visual, neural and muscular development, central nervous system. In fish, taurine is sythesized by transforming two kind of amino acids like methionine and cysteine in through some metabolic pathways to hypotaurine (oxidized taurine). Some limiting factors (enzymes) are used to this metabolic activity. This information is not well-knowing yet. Aquatic animals are curcial provider for this need for humanity. In this study, it is mention that the definition and characterization of taurine and indicated some studies conducted on taurine.

Key Words: Taurine, Aquatic animals, Metabolism, Physiology

➢ *POSTER PRESENTATION*

Thermal oxidative behaviors of polyacrylonitrile copolymers

Elif Keskin* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2453-976X*), Hatice Demirci (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1040-9881*), Nesrin Köken (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8531-1577*)

*[1]Istanbul Technical University, Faculty of Science, Department of Chemistry, 34469 Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: aksite@itu.edu.tr

Abstract

Thermal oxidative behaviors of polyacrylonitrile (PAN) (co)polymers with different comonomers, such as methyl acrylate and (MA), vinyl acetate (VA) and vinylphosphonic acid (VPA), and VA/ VPA mixture, were investigated through Fourier transform infrared spectroscopy analysis to quantitatively determine the role of the comonomers. Poly(acrylonitrile-co-VA) exhibited slow progress of thermal oxidative behaviors, indicating general radical mediated thermal oxidative behaviors processes. Facilitated stabilization behaviors of poly(acrylonitrile-co-VA) (PVPA) and poly(acrylonitrile-co-MA) (PVPA) were observed, indicating additional ionic initiating activity of the comonomer carboxylic units. Poly(acrylonitrile-co-VA) exhibited a certain induction period, followed by an accelerated thermal oxidative behaviors in the later stage, indicating effective in situ generation of acetic acid through the degradation of vinyl acetate units during the thermal oxidative behaviors. Interestingly, the PAN-based terpolymer containing both VA and VPA exhibited not only the most efficient but also the fastest progress of cyclization among the (co)polymers. The results demonstrated a synergistic combination of VA and VPA in terms of thermal oxidative behaviors characteristics, likely stemming from the cascade initiation activity of the carboxylic acid groups from VPA and VA. The results suggested the importance of the type and combination of comonomers as a crucial factor to control the thermal oxidative behaviors processes, providing technical information to design an optimum precursor for better carbon materials.

Keywords: Polyacrylonitrile (PAN), methyl acrylate (MA), vinyl acetate (VA), vinylphosphonic acid (VPA)

Acknowledgments

This work was financially supported by Istanbul Technical University Research Foundation (İTÜ-BAP Project ID: 42921). The authors would like to thank the Scientific and Technical Research Council of Turkey (TUBITAK) 2244 Industrial PhD Program-Istanbul Technical University-ARÇELİK. A.Ş., with Project No: 118C104.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Weight and Past Process Reduction with Advanced Mold Technology and Overmolding Process

İrem Topal[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3858-5118)*
Ezginaz Karamahmutoğlu[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4406-4247*)

[1*]Karel Kalıp San. A.Ş., İstanbul, Türkiye

*Corresponding author e-mail: irem.topal@karelkalip.com.tr

Abstract

New regulations to reduce CO2 emissions have gained importance in recent years. As a result of this, the need to develop new technologies for use in the automotive industry was raised. In line with this need, it was aimed to achieve basic advantages such as reducing the total weight and production process steps in vehicles by starting work for lighter parts production.
In this study, product design optimization and advanced molding technologies were studied by applying glass fiber reinforced polymer injection process (overmolding) on prepreg (pre-resin impregnated polymer plate) instead of metal parts and sheet parts used in truck seat/backrest structure. CAD/CAE analyses mold and part test-based comparisons were also carried out during the project. As a result of the work, 25-40% weight reduction was achieved with the semi-structural composite hybrid structure developed and regulated instead of the metal backrest part. For the hybrid structure produced, the compliance of the seat belt ports with regulatory testing (ECE R14) norms has been approved and it has been seen that the expected strength values are met.

Keywords: prepreg, overmolding process, hybrid composite, advanced mold technology

➢ *POSTER PRESENTATION*

Tekstil boyarmaddesi remazol kırmızısının sulu çözeltiden uzaklaştırılmasında polimerik adsorban kullanımı ve adsorpsiyon parametrelerinin incelenmesi

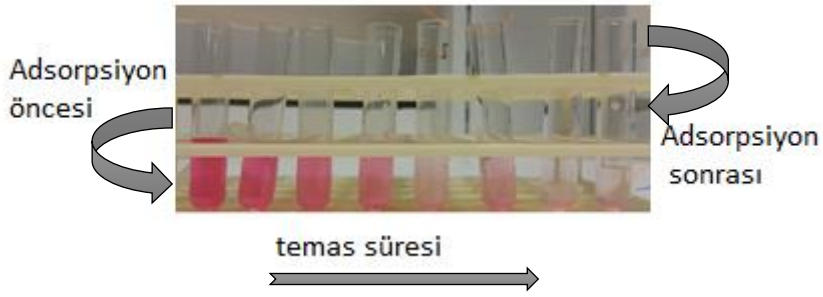
Nesibe YILDIRIM[1] (ORCİD: http://orcid.org/0000-0003-0978-1061)
Nevim SAN[1] (ORCİD: http://orcid.org/0000-0003-0585-9802)
E.Hilal MERT[2] (ORCİD: http://orcid.org/0000-0003-4267-7469)

[1]Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, İstanbul-Türkiye
[2] Yalova Üniversitesi,Mühendislik Fakültesi, Polimer Mühendisliği Bölümü, Yalova-Türkiye

nesibeyildirim@outlook.com

Özet

Çevre kirliliğindeki artış ile birlikte, canlılar için temiz suya olan ihtiyaç dünyamızı ilgilendiren en önemli konulardan biri haline gelmiştir. Suların kirlenmesine neden olan pek çok kaynak olmasına rağmen, endüstriyel işlemler sonucu atıkların su ortamına verilmesi kirliliğin ana nedenlerinden biridir. Atık suların çevreye verilmeden önce, kirliğin uzaklaştırılması için çeşitli fiziksel ve kimyasal işlemler olmasına rağmen ekonomik ve kullanım kolaylığı bakımından adsorpsiyon tercih edilen işlemlerin başında gelmektedir. Adsorpsiyon uygulamalarında, adsorban seçimi ve adsorban-adsorbat ilişkisi yöntemin başarısını belirler. Bu çalışmada, adsorpsiyon işlemlerinde kullanılmak üzere bir polimerik kompozit malzeme (PHP-EDA) sentezlenmiştir. Kompozit malzemenin içeriği amin fonksiyonel gruplu yüksek iç faz emülsiyonlu ve pullulan katkılıdır. Yüksek gözenek yapısı ile kompozit malzemenin iyi bir adsorban olması hedeflemiştir. Remazol Kırmızısı (RR) tekstil sanayinde kullanılan ticari bir boyarmaddedir. Su ortamında bulunması çevre açısından istenmeyen bir durum olduğundan, tekstil sularının deşarj edilmesinden önce ortamdan uzaklaştırılması gereklidir. Çalışmamızda, PHP-EDA adsorbanı ile RR boyarmaddesinin adsorpsiyonuna etki eden parametreler- adsorban miktarı, adsorbat miktarı, adsorbat'ın başlangıç konsantrasyonu, temas süresi sıcaklık etkisi, pH etkisi incelenmiştir. Elde edilen deneysel çalışma sonuçlarına göre adsorpsiyon mekanizmasını belirlemek için üç farklı adsorpsiyon izoterm modeli kullanılmıştır. Ayrıca adorpsiyon işleminin kinetiği incelenerek hız sabitleri bulunmuş ve termodinamik parametreler olan ΔG, ΔH, ΔS değerleri hesaplanmıştır. RR boyarmaddesinin PHP-EDA polimerik kompozit adsorbanı üzerindeki adsorpsiyonunun Langmuir izotermi ile uyumlu olduğu ve yalancı ikinci mertebe kinetik modeli uyduğu bulunmuştur.



Anahtar kelimeler: Adsorpsiyon, Remazol kırmızısı, PHP-EDA

➢ *POSTER PRESENTATION*

Development Of Ozone Effecting System Without Using Harmful Chemicals

İrem PALABIYIK[1*] (*https://orcid.org/0000-0003-4707-2362)*, Gökben *ERYILMAZ*[2*] *(https://orcid.org/0000-0003-0231-4081)*

*[1,2] FG Tekstil Konfeksiyon San. Tic. A.Ş. / R&D Center, İzmir, Turkey.

*irem.palabiyik@wiserwash.com.tr

Abstract

Recently, new bleaching methods are developed and presented as an eco-friendly alternative for the traditional bleaching processes. Traditional bleaching chemicals such as sodium hypochlorite, potassium persulfate, potassium permanganate, hydrogen peroxide, sodium perborate, sodium percarbonate, and benzoyl peroxide is harmful to human health and the environment. In this study, new eco-friendly and sustainable denim bleaching processes are developed. Textile washing and giving effect process is provided by using only ozone with different techniques without using any harmful chemicals. In terms of both technical and visual aspects, successful results have been obtained in comparison with the traditional method in ozone technology. This new method process time, and water consumption has been approximately reduced in 53% ratio. Denim fabric is a kind of woven fabric, which is mainly made of cotton fiber, and it is also produced from fibers such as polyester, elastane, linen, viscose. Denim, which has a wide variety of patterns that can be woven with various construction in recent years, is a type of fabric whose warp is usually dyed indigo dyestuff. Ozone as for that, is a compound consisting of three oxygen atoms and has a higher energy than atmospheric oxygen. Ozone is an oxidative substance and its redox potential is higher than that of hydrogen peroxide. Thanks to this oxidation property of ozone gas indigo molecules of denim fabric are degraded quickly. Given effects in traditional denim bleaching can be given with ozone gas and without any harmful chemicals. While there is excess water consumption for traditional denim washing, ozone bleaching system needs far fewer water and reuse of ozone bleaching wastewater is possible.

Keywords: denim bleaching, ozone, giving effect

➢ *POSTER PRESENTATION*

2,4-trimetil-1,2-dihidrokinolin‘in (TMQ) farklı pişirme sistemleri ilehazırlanan EPDM kauçuğun kullanım ömrüne etkisi

Şehriban Öncel[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8945-3054*), Gürcan Gül[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2738-1272*), Bağdagül Karaağaç[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8747-8004)*

[*1] Kocaeli Üniversitesi, Ford Otosan İhsaniye Otomotiv MYO, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, Kocaeli, Türkiye
[2]Üntel Kablo, Kocaeli, Türkiye
[3]Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: sehriban.oncel@kocaeli.edu.tr

Özet

EPDM (Etilen-propilen-dien monomeri kauçuğu), doymuş ana zincir yapısı sayesinde ısı, oksijen, ozon gibi dış etkenlere karşı göreceli dayanıklı bir kauçuk türüdür. Bu sebeple, hava yolu araçları, otomotiv ve kablo yalıtımı dahil birçok uygulamada kullanılmaktadır. Bununla birlikte, yüksek sıcaklık dayanımı ya da uzun ömür beklenen uygulamalarda koruyucu katkılarla desteklenmesi gerekir. Bu amaçla kullanılan en yaygın katkı maddesi TMQ’dur (2,4-trimetil-1,2-dihidrokinolin). EPDM kauçuk için seçilen pişirme (vulkanizasyon, çapraz bağlama) sistemi de kullanım ömrü üzerinde etkilidir. Bu çalışmada, farklı pişirme sistemleri ile hazırlanan EPDM kauçuk hamurlarının TMQ varlığında ısıl yaşlanma davranışı incelenmiş, ISO 11346 standardı temel alınarak Arrhenius yaklaşımına göre kullanım ömürleri karşılaştırılmıştır. Değerlendirme, hamurların reolojik ve mekanik özellikleri esas alınarak yapılmıştır. EPDM kauçuk hamurları, laboratuvar mikseri (Banbury) ve açık mil kullanılarak hazırlanmıştır.175°C’de optimum pişme süreleri, reometre eğrilerinden belirlenmiştir. Hamurlar, aynı sıcaklıkta ve optimum pişme süreleri boyunca sıcak preste kalıplanarak pişirilmiştir. Pişirilen plakalardan kesilen standart test örneklerine mekanik test uygulanmıştır. Örnekler 70°C, 100°C,135°C, 150°C sıcaklıklarda, hava sirkülasyonlu etüv içerisinde, seçilen mekanik özellikler belirli eşik değerlere ulaşıncaya kadar yaşlandırılmıştır. Hazırlanan 6 farklı numuneye belirtilen testler uygulandığında; TMQ' nun koruyucu etkisinin artan yaşlanma sıcaklıklarında daha belirgin olduğu, TMQ varlığında tüm pişirme sistemlerinde kullanım ömrü artarken en büyük artışın peroksitle vulkanizasyon sistemi için elde edildiği sonuçları elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: EPDM Kauçuk, Termal Yaşlanma, Pişirme Sistemi

➢ *POSTER PRESENTATION*

In-silico evaluation of anticancer activity of novel Arylidene Barbiturate derivatives molecules

Betül Yasin[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6172-4542)*, Zuhal Gercek[2] (*ORCID:https://orcid.org/0000-0002-5335-4078)*, Ahmet Mesut Sentürk[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6818-6161)*, Mustafa Guzel[1,4](*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1423-0435)*

[*1]Istanbul Medipol University, Research Institute for Health Sciences and Technologies (SABITA), Center of Drug Discovery and Development, Istanbul, Turkey.
[2]Zonguldak Bulent Ecevit University, Faculty of Science and Letters, Biochemistry Department, Zonguldak, Turkey.
[3]Istanbul Biruni University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Chemistry, Istanbul, Turkey.
[4]Istanbul Medipol University, International School of Medicine, Department of Medical Pharmacology, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: betul.yasin@std.medipol.edu.tr

Abstract

In this study, a series of novel Arylidene Barbiturate derivatives were designed, and investigated with molecular docking studies for their anticancer effects against breast cancer and prostate cancer. Docking studies were performed by using of Autodock 4.2.6. Antiproliferative effects of these novel compounds have been investigated with molecular docking studies and the best docked poses of the molecules have been throughly evaluated. Based on the previous research of similar structures possessing Arylidene Barbiturate derivatives we have decided to look for possible binding motifs for Tyrosine Kinase in order to investigate their anticancer activity for breast cancer and prostate cancer. We compared our results with often used anticancer medicines Docataxel and Cisplatin.The conformation with the reasonably low docking energy scores are chosen after the docking interactions because lowest negative binding energy values indicate the most powerful binding capability of the ligand withinside the target. Nearly all the compounds confirmed appropriate binding free energies towards Tyrosine Kinase. Our compounds bonded to the active site and overlapped with reference compounds. Our preliminary results showed that these compounds demonstrate reasonably good ligand-receptor binding interactions. To better understand structure-activity relationships of compounds, drug-likeness rankings have been calculated through the usage of Swiss ADME Calculation program. The molecular weight, log P, TPSA, crossing the BBB, GI absorption properties and sort of CYPP450 inhibition type of compounds have been provided. None of the compounds have been shown to cross the blood brain barrier and most of the compounds have been shown to comply with Lipinski's Rule of five.

Keywords: Arylidene barbiturate, tyrosine kinase inhibitory, anticancer activity, docking, molecular modelling studies.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Fonksiyonel gıdalar olarak fermente süt ve süt ürünleri

Melih Güzel (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0001-5374-8838*)

Gümüşhane University, Department Hotel, Restaurant and Catering Services, Gümüşhane, Turkey.

Corresponding author e-mail: melihguzel010@hotmail.com

Özet

Fonksiyonel gıdalar, besin değerlerinin ötesine geçen sağlık yararları sunan bileşenler olup, bu gıdalar sağlığı iyileştirmek için takviyeler veya diğer ek bileşenler içermektedir. Vitaminler, mineraller, probiyotikler veya lif ile güçlendirilmiş yiyecekleri örnek olarak verilebilir. Meyveler, sebzeler, kabuklu yemişler, tohumlar ve tahıllar gibi besin açısından zengin içerikler de genellikle fonksiyonel gıdalar olarak kabul edilmektedir. Fermente gıdaların büyük bir alt grubu, genellikle sağlıkla ilişkili mikrobiyal metabolitler gibi genel diyete gıda kalitesine katkıda bulunan mikroorganizmaların taşıyıcıları olarak hareket etmektedir. Gıda kaynaklı mikroorganizmalar ayrıca gıda zinciri yoluyla insan bağırsağı mikrobiyomu ile etkileşim potansiyeli taşımaktadır. Fermente gıdalar ve içecekler çeşitli besleyici ve tedavi edici özelliklere sahip olup, laktik asit bakterileri, fermente süt ve ürünlerin sağlığa olumlu etkilerinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Sütün, çeşitli starter kültürler kullanılarak fermente edilmesi sonucu oluşan, farklı aroma ve kıvama sahip süt ürünlerine fermente süt ürünleri adı verilmekte olup bunlara yoğurt, ayran, kefir, kımız, quark ve asidofiluslu süt örnek olarak verilebilir. Fermente süt ve süt ürünlerinin sağlık yararları arasında gastrointestinal enfeksiyonların önlenmesi, serum kolesterol seviyelerinin düşürülmesi ve antimutajenik aktivite yer almaktadır. Fermente ürünler, laktoz intoleransı olan kişiler ve aterosklerozdan muzdarip hastalar tarafından tüketilmesi tavsiye edilmektedir. Bu derleme fonksiyonel fermente süt ve süt ürünleri ve kolonik mikrobiyal metabolitleri kapsamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fermente gıda, fonksiyonel gıda, kolonik metabolit, süt ürünleri

2.2. FULL-TEXT PAPER

➢ *POSTER PRESENTATION*

Talaşlı imalat işlemlerinde tırlama tespiti için sinyal analiz tekniklerinin incelenmesi

Ebubekir Buğra Özarslan[1*] (ORCID ID: 0000-0003-0619-1189)

[*1]Akım Metal, AR-GE Merkezi, İstanbul, Türkiye
*Sorumlu yazar e-mail: ebozarslan@akimmetal.com.tr

Özet
Tırlama tipi titreşimler, geçmişten günümüze işleme prosesinde önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tip titreşimler, parçada yüzey kalitesini etkilemekte, parçada bozukluğa yol açmasının yanı sıra işleyen takımın ucunu köreltmekte ve işleme prosesindeki verimliliği düşürmektedir. Bu sebeplerden dolayı, tırlama durumu uzun yıllardır talaşlı imalat sektöründe endüstriyel ve akademik olarak ilgi görmektedir. Metal yüzeylerden talaş kaldırma yöntemiyle üretim gerçekleştiren hemen hemen bütün işleme proseslerinde bu sorunla karşılaşılmaktadır. Bu yayında, titreşim analizi yöntemlerinin araştırılması ve tırlama tipi titreşimlerin, titreşim analizi yöntemleriyle tespiti üzerine yayın taramaları gerçekleştirilmiştir. Titreşim analizi yöntemlerinden tırlama tespiti için en yaygın kullanılanlar, işleme proseslerine göre belirlenmiştir.
Anahtar Kelimeler: Tırlama, Sinyal Analizi, Dalgacık Dönüşümü, Fourier.

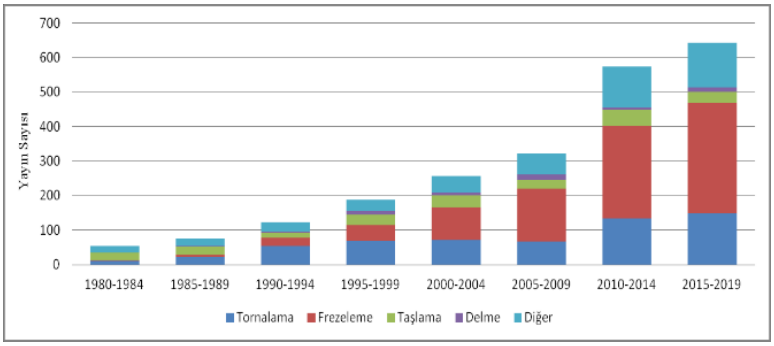
A review of signal analysis techniques for chatter detection in machining processes

Abstract
Chatter type vibrations are an important problem in the machining process from past to present. Such vibrations affect the surface quality of the part, cause defects in the part, as well as wear the tip of the working tool and reduce the productivity in the machining process. For these reasons, chatter has been attracting industrial and academic attention in the machining industry for many years. This problem is encountered in almost all machining processes that produce by the method of chip removal from metal surfaces. In this publication, publication scans were carried out to investigate vibration analysis methods and to detect chatter type vibrations by vibration analysis methods. The most commonly used vibration analysis methods for chatter detection were determined according to processing processes.
Keywords: Chatter, Signal Analysis, Wavelet Transform, Fourier.

1. GİRİŞ

Talaşlı imalat sektörü, teknolojinin gelişmesi ile her yıl giderek önemi artan üretim metotlarından biridir. Metal sektörü artan talebe karşılık verimli, üretken, esnek üretimlerini hızla artırma çabası içerisinde bulunmaktadır. Bu verimliliği artırmak için talaşlı imalatta karşılaşılan sorunlar üzerine akademik ve sanayide birçok çalışma yapılmıştır. Talaşlı imalatta üretimi etkileyen sorunlar üretim kaynaklı ve dış etkenler olarak ikiye ayrılabilmektedir. Üretim kaynaklı problemlerin başında istenilen yüzey kalitesinde parça üretilememesi, hurda parça sayısının artması, tezgah çalışmasını etkileyen unsurlar başta gelmektedir. İş parçası durumu (yüzey pürüzlülüğü, bütünlük ve boyutsal doğruluk), takım aşınma ve kırılmasının tespiti, tırlamanın belirlenmesi, analizi gibi yönlerin doğrudan veya dolaylı teşhisi için çeşitli sensör ve sinyal işleme teknikleri geliştirilmiştir. Bilim, teknoloji ve tekniğin geliştirilmesi ve rekabetçi pazarların baskısı, imalat sınırlarının genişlemesini teşvik etmiştir. Bununla birlikte, tüm bu ilerlemelere rağmen, tırlama titreşimi, son altmış yıldır, talaş kaldırma işlemlerinde verimliliği ve parça kalitesini artırmak için bir sınırlama olmuştur. Bu nedenle tırlama konusu akademik ve endüstriyel araştırmalar için popüler bir konudur. [1]
Metal kesme işlemlerinde, takım tezgahı, takım tutucu, kesici takım ve iş parçası malzemesinden oluşan sistemin bir veya birkaç elemanının dinamik sertliğinin olmaması nedeniyle ortaya çıkan üç farklı tipte mekanik titreşim bulunmaktadır. Bu üç titreşim türü serbest titreşimler, zorlanmış titreşimler ve kendinden uyarılan titreşimler olarak bilinir.[2] Serbest titreşimler, mekanik sistem dengesinden çıkarıldığında ve serbestçe titreşmesine izin verildiğinde meydana gelir. Bir talaş kaldırma işleminde, örneğin, kesici takım ile iş parçası arasında bir çarpışmaya yol açan yanlış takım yolunun bir sonucu olarak serbest titreşimler ortaya çıkar. Zorlanmış titreşimler ise harici harmonik uyarılar nedeniyle ortaya çıkar.
Frezeleme işlemlerindeki zorlanmış titreşimlerin temel kaynağı, kesici takımın iş parçasına girip çıktığı zamandır. Bununla birlikte, zorlanmış titreşimler dengesiz rulmanlar veya diğer tezgahlar tarafından atölye

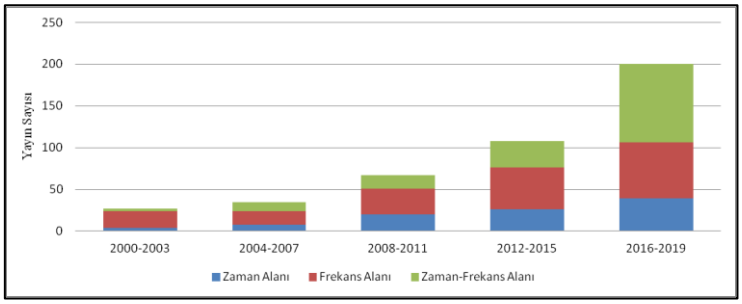
zemininden iletilme yoluyla da kaynaklanabilir. Serbest ve zorlanmış titreşimler, titreşimin nedeni tespit edildiğinde önlenebilir, azaltılabilir veya ortadan kaldırılabilir. Kendini uyaran titreşimler genellikle birincil tırlama ve ikincil tırlama olarak sınıflandırılır. [3] Birincil tırlama, takım-iş parçası arasındaki sürtünme, termo-mekanik etkiler veya mod kuplajı ile oluşmaktadır. İkincil tırlamaya ise, iş parçası üzerinde dalgalı yüzeyin rejenerasyonu neden olur. Rejeneratif titreşim, diğer tüm titreşimler arasında en fazla olumsuz etkiye sahip titreşimdir. Araştırmaların çoğu, bu rejeneratif tırlama titreşimini önlemek için gerçekleştiği anı tespit ederek gerçekleştirilmiştir.
1980 ile 2019 yılları arasında işleme operasyonlarına göre tırlamaya dair akademik yayın sayıları Şekil 1.'de gösterilmektedir. Bu grafik "Google Akademik" verileri kullanılarak elde edilmiştir. Şekil 1.'den görüleceği üzere tırlama üzerine ilgi her geçen yıl artmaktadır. Artan ilgi ile tırlamanın tespiti üzerine çalışmalar farklı yönlerde gelişmektedir. Bu yazıda titreşim analiz yöntemlerinden bazılarının işleme proseslerinde oluşan tırlamanın tespitinde uygulanması gözden geçirilmiştir.



Şekil 1. 1980-2019 yılları arasında işleme çeşidine göre tırlama üzerine yayınlanan akademik yayın sayıları

2. TIRLAMA TESPİTİNDE SİNYAL ANALİZ TEKNİKLERİ

Tırlama tipi titreşimlerin analiz edilmesinde zaman alanı, frekans alanı ve zaman-frekans alanı analiz yöntemleri başlıca gelmektedir. 2000-2019 yılları arasında tırlamanın tespitine yönelik yayınlanan akademik yayınların sinyal analiz yöntemleri, yayın sayısı ve yıllara göre dağılımı Şekil 2.'de gösterilmiştir. Tablodan görüleceği üzere son yıllara doğru zaman-frekans alanı analiz yöntemlerinde akademik çalışmalar artmaktadır. Bunun sebebi tırlama tipi durağan olmayan titreşimlerin zaman veya frekanstan bağımsız tam doğrulukla tespitinin zor olmasıdır.



Şekil 2. Yıllara göre tırlama tespitinde sinyal analizi yöntemlerine göre yayın sayısı

2.1. Tırlama Tespitinde Zaman Alanında Sinyal Analizi

Zaman alanı analizi, titreşim sinyallerinin zamana gore dalga formuyla ilişkilidir. Klasik zaman alanı analizi, dalga formu sinyallerinden ortalama, tepe, tepe-tepe aralığı, standart sapma, kret faktörü ve yüksek dereceli istatistikler (karekök ortalaması, çarpıklık, basıklık) gibi tanımlayıcı istatistikleri içerir. Bu özellikler zaman alanı özellikleri olarak adlandırılmaktadır. Zaman alanındaki daha ileri yaklaşımlar, dalga formu verileri için zaman serisi modelleri uygular. Zaman serisi modellemesinin ana fikri, dalga formu verilerini parametrik bir zaman modeline uyarlamak ve bu parametrik modele dayalı özellikleri ayrıştırmaktır. Bu teknikler, Tablo 1'de gösterildiği gibi sınıflandırılabilmektedir. [4]

Tablo 1. Zaman Alanı Sinyal Analiz Teknikleri

Ham Sinyal		**Filtre Tabanlı Metotlar**	**Stokastik ve İleri Metotlar**
İstatistiksel Parametreler	**TSA Tabanlı Metotlar**		
RMS	TSA Sinyali	Demodülasyon	Kaos
Ortalama	Artık Sinyal	Prony Model	Tresholding
Varyans	Fark Sinyali	Adaptif Gürültü Önleme	Otoregresif Model
Çarpıklık			
Kurtosis			
Tepe Faktörü			
Şekil Faktörü			

Tırlama titreşimlerinin tespitinde zaman alan analizi yöntemleri eski yayınlarda daha çok görülmesine karşılık teknolojinin ve sinyal işleme proseslerinin ilerlemesinden dolayı son yıllara doğru azalma eğilimi göstermektedir.

Lin ve Hu, tornalama işlemlerinde titreşim sensörlerinden alınan sinyaller ve hız ile ilerleme bilgisnin standart sapmasıyla bağlantılı tırlama tespit etmeye çalışmışlardır. Ayrıca hız ve ilerlemede değişiklikler yaparak titreşimleri azaltmaya yönelik algoritma geliştirmişlerdir. Dinamometreden alınan sinyallerin takım aşınması gibi durumlardan etkilenmesinden dolayı ivmeölçerden alınan sinyaller üzerinden deneysel sonuçlar elde edilmiştir. [5]

Chiou ve diğerleri, tornalama işlemlerinde uç aşınmasının tırlama kararlılığına etkisi incelemiştir. Tırlama kararlılığını belirlemek için uç aşınmasının dahil edildiği analitik model geliştirilmiş ve deneylerle modelin geçerliliği gözlemlenmiştir. Takım aşınmasının düz etkisi ile iş parçasının eğrilmesiyle ilişkili Coriolis kuvvetinin etkisinin, özellikle yüksek kesme hızlarında, sistem sönümlemesi üzerindeki etkileri nedeniyle ters olduğu gösterilmiştir. [6]

Perez ve diğerleri, tornalama işleminde işleme durumundaki tırlama durumunun tespiti için yaklaşık entropi yöntemi geliştirmiştir. İşleme esnasında ivmeölçerlerden alınan sinyalin tırlama durumuna göre periyodik ve rastgele dinamikler barındırdığı gözlemlenmiştir. Bu dinamiklerden yola çıkılarak oluşturulan yöntem deneysel sonuçlarla teyit edilmiştir. [7]

Grabec ve diğerleri, tornalama işlemlerinde tırlama başlangıcının tespiti için süreç dinamiğindeki değişikliklerin karakterizasyonunu baz alınarak yeni bir yöntem geliştirmiştir. Deneylerde ivmeölçer sensörleri kullanılmıştır. Sensörlerden alınan sinyalin karakteristiğinde bulunan kaba-iri taneli entropi oranlarının tırlama başlangıcında düştüğü gözlemlenmiştir. Kesme koşullarından fazla etkilenmeyen bu parametrenin belirli değerleri için on-line tırlama tespitinde kullanılabilirliği gözlemlenmiştir. [8]

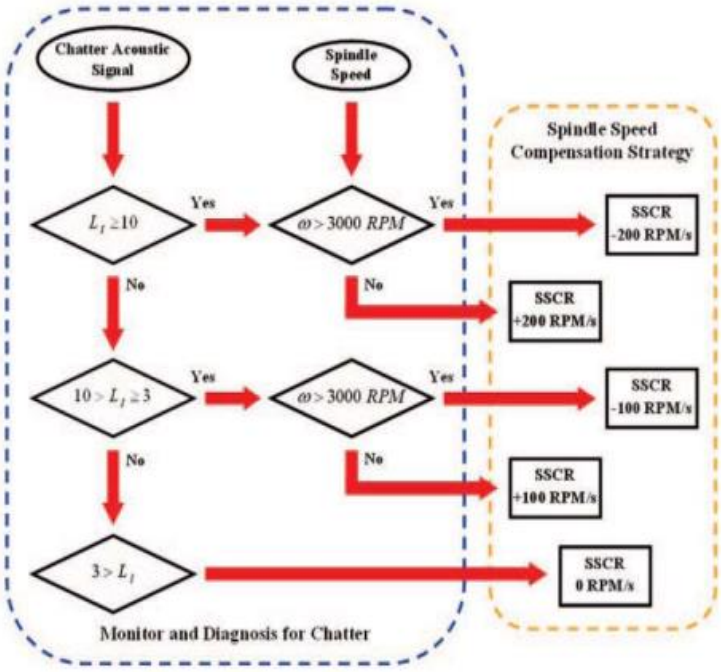
Friedrich ve diğerleri, frezeleme işlemlerinde çok boyutlu kararlılık diyagramını iki yeni öğrenme algoritması kullanılarak oluşturmuştur. İlk yaklaşımda destek vektör makinesi sınıflandırmasıyla (SVC) öğrenme algoritması kullanılırken, ikinci yaklaşımda çoklu girişli Kalman Filtresi öğrenme algoritması kullanılmıştır. Öğrenme için yapılan deneylerde ivmeölçer sensörleri kullanılmıştır. Kullanılan sensörlerden alınan sinyaller gürültüden ikinci yaklaşımda Kalman filtresi yardımıyla arındırılmıştır. Yapılan deneylerin sonuçlarına göre ikinci yaklaşımın daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. [9]

Yeh ve Lai, tornalama prosesinde, silindiriğin uzunluk ve çap oranını bağımsız bir değişken olarak kabul ederek kesme kararlılığını belirlemek için deneysel çalışmalar yapmıştır. Burada kuvvet ölçümü yapılarak sinyalin standart sapmasının tırlama sırasında belirgin değişiklik yaptığı gözlemlenmiştir. [10]

Tsai ve diğerleri, akustik bir kesme sinyalinin geri bildirimi ile gerçek zamanlı tırlama önlenmesinin nasıl gerçekleştirilebileceği anlatmaktadır. Geri besleme akustik sinyalini ölçmek amacıyla, mikrofonların geri besleme sinyalleri, Denklem 1'deki gibi tanımlanan akustik tırlama sesi sinyal endeksine (ACSI) dönüştürülür:

$$L_1 = \exp\left(0.5|\vartheta|\right) \tag{1}$$

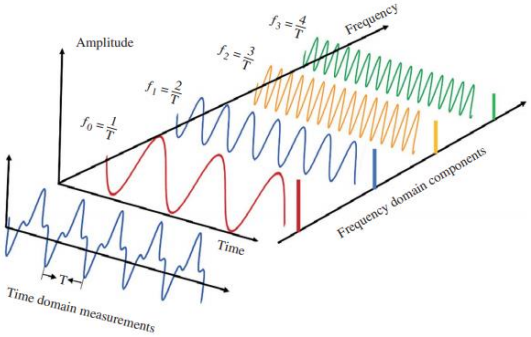
Buradaki L_1 boyutsuz ve ϑ mini mikrofondan elde edilen mili volt mertebelerindeki ortalama gerilim çıkışını göstermektedir. Elde edilen L_1 değerine bağlı olarak iş mili hızının ayarlanabilir olmasını gösteren algoritma Şekil. 3'te gösterilmiştir. Önerilen uyarlanabilir iş mili hız ayarlama algoritmasının etkinliği, deneysel simülasyonlarla doğrulanmıştır. Deneysel çalışmalarda sinyal elde etmek için mikrofon kullanılmıştır. [11]



Şekil 3. İş mili hızı ayarlama algoritması [11]

2.2. Tırlama Tespitinde Frekans Alanında Sinyal Analizi

Frekans alanında, zaman alanında elde edilen sinyalin, sinüs dalgalarına ayrılarak her bir sinus dalgasının spectral bir bileşen olarak sunulmaktadır. (Şekil 4) Spektral analiz olarak da adlandırılan frekans analizi, tırlama durumunun tespiti için en yaygın kullanılan titreşim analiz tekniklerinden biridir. Aslında, frekans bölgesi analiz teknikleri, zaman alanında kolayca gözlenmeyen frekans özelliklerine dayanarak bilgiyi bölme yeteneğine sahiptir. Ölçülen zaman alanı titreşim sinyalleri genellikle işleme prosesi esnasında parça, takım, takım tutucu gibi çeşitli bileşenler tarafından üretilir. Frekans alanında kullanılan başlıca sinyal işleme yöntemleri: Ayrık Fourier Dönüşümü (DFT), Hızlı Fourier Dönüşümü (FFT), Zarf Analizi (EA). [12]

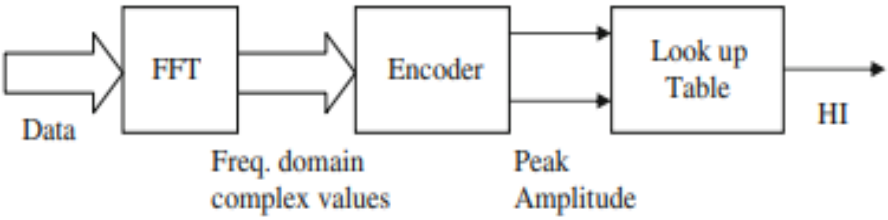


Şekil 3. Zaman alanı ölçümleri ile frekans alanı ölçümlerinin karşılaştırılması [13]

Tırlama titreşimlerinin tespitinde en çok kullanılan sinyal analiz yöntemi frekans alanı analiz yöntemleridir. Sun ve Xiong [14], Alammari [15], Ding ve diğerleri [16], Bak ve Son [17], Ratava ve diğerleri [18], Dong ve diğerleri [19], tornalama operasyonlarında oluşan tırlamalaarı tespit etmek için frekans alanı analiz yöntemlerini kullanmışlardır. Chang ve diğerleri [20], Eynian [21], Cao ve diğerleri [22], Çalışkan ve diğerleri [23], Li ve diğerleri [24], Jafarzadeh ve diğerleri [25], Li ve diğerleri [26], Jeong ve diğerleri [27], frezeleme operasyonlarında oluşan tırlamaları tespit etmek için frekans alanı analiz yöntemlerini kullanmışlardır.

Tansel ve diğerleri, frezeleme işlemlerinde döner dinamometre sinyallerinden alınan verilerin IBR kullanılarak tırlamanın ve takım aşınmasının tespiti araştırmıştır. Burada IBR alınan sinyalleri arama tablosu yardımıyla sınıflandıran basit bir akıl yürütücü yöntemiyle çalışmaktadır. Deneysel çalışmalarda döner dinamometre sensörleri kullanılmıştır. Tırlama tespiti için sensörlerden alınan sinyaller FFT ile frekans alanına dönüştürülür, ardından baskın titreşimin genliği ve frekansı enkoder aracılığıyla bulunur ve arama tablosundan karşılık gelen

HI bulunarak sınıflandırılır ve böylece tırlama durumunun tespiti yapılır. Şekil 4'de geliştirilen algoritmanın şematik gösterimi bulunmaktadır. [28]



Şekil 4. IBR kullanımı ile tırlama tespitinin şematik gösterimi [28]

Liao ve Young, iş mili hızı değiştirerek tırlamayı bastırıcı yeni bir yöntem geliştirmiştir. Tırlamanın tespiti için yapılan deneysel çalışmalarda dinamometre sensörü kullanılmıştır. Sensörlerden alınan sinyaller alçak geçiren filtre ile filtrelenmiş ve filtrelenen sinyaller hızlı fourier dönüşümü ile frekans alanına dönüştürülmüştür. Deneysel çalışmalar ön görülen sistemin başarılı bir şekilde gerçekleştirildiğini göstermektedir. [29]
Rahman ve Ito, tornalama işleminde iş parçasını sıkan aynanın çenelerinin kesme kuvvetine göre karşılık gelen konumunun işleme kararlılığına etkisini analitik ve deneysel olarak incelemiştir. Deneysel incelemelerde dinamometre kullanılarak kuvvet ölçümü yapılmıştır. Ölçümde elde edilen sinyaller frekans alanında incelenmiştir. [30] Bir başka yayınlarında, tırlama başlangıcında, tornalama işleminde iş parçasının yataydaki sapmasının ölçümü ile tırlama tespit edilebileceği üzerine çalışmalar yapmıştır. Deneysel çalışmalarda kuvvet sensörü kullanılmıştır. Sensörlerden alınan sinyaller frekans alanında analiz edilmiştir. [31]
Bao ve diğerleri, kuvvet ölçümünde alınan sinyallerin tırlamadan önce ve sonrasındaki olasılık dağılım grafiklerindeki farktan yola çıkılarak tırlama tespiti yapmaya çalışılmıştır. Burada kuvvet sensöründen alınan dinamik sinyalin frekans alanında bir genlik ifadesi olarak tırlama tespiti için H parametresi belirlenmiştir. Analitik ve deneysel çalışmalarla yöntemin doğruluğu gözlemlenmiştir. [32]
Jo ve diğerleri, hot-strip frezeleme işlemlerinde (HSMP) tırlama tespiti için modifiye bağımsız bileşen analizine (MICA) dayalı bir protokol önermiştir. İlk olarak, tırlama derecesini sayısal olarak temsil eden tırlama indeksi (CI) geliştirilir. Tırlama tespiti için istatistiksel izleme modeli, CI tarafından sınıflandırılan kararlı (tırlamasız) veriler kullanılarak oluşturulur. Deneysel çalışmalarda elde edilen gerilme sinyalleri hızlı fourier dönüşümü ile frekans alanına dönüştürülmüştür ve önerilen yöntemin uygulanması sağlanmıştır. Deney sonuçlarına göre önerilen yöntem %86,7 oranında tırlamayı tespit etmektedir. [33]
Ko ve Shaw, pocket frezeleme prosesinde kararlılık diyagramının frekans alanındaki çözümünün NC parça işleme koduna uyarlanması ve deneysel olarak karşılaştırması üzerine çalışmıştır. Kuvvet sensörlerinden alınan sinyaller hızlı fourier dönüşümü ile frekans alanına dönüştürülmüş ve tırlama tespiti yapılmıştır. Deney sonuçları ile öngörülen kararlılık diyagramının tutarlılığı gözlemlenmiştir. [34]
Sun ve diğerleri, dominant tırlama frekansını tespit etmek için Enterpole Ayrık Fourier Dönüşümü (IpDFT) algoritmasını kullanmıştır. Nümerik kontrol sistemine sahip torna tezgahında gerçekleştirilen deneysel çalışmalarda, örnekleme frekansı 100 kHz olan dinamometre sensörü kullanılmıştır. IpDFT algoritmasının optimizasyon tabanlı diğer algoritmalardan daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Tırlama baskılayıcı sistemlerden olan değişken iş mili hızı yöntemine girdi oluşturacak tırlama frekansı tespiti bu yöntemle elde edilebileceği gösterilmiştir. [35]
Kebdani ve diğerleri, sert tornalamada tırlama sınırlarını belirlemek için tırlama modeli geliştirmiştir. İş parçasına çekiç testi uygulanarak ivmeölçer yardımıyla parçaya ait modal parametreler belirlenmiştir. İşleme prosesinde yapısal ve kesme direngenliklerinin bulunması için dinamometre kullanılmıştır. Bulunan karakteristik parametrelerle işleme prosesinin kararlılık sınırları tahmin edilmiştir. Deneysel sonuçlarla takım ucu aşınmasının, kararlılığa etkisi gözlemlenmiştir. [36]
Chiou ve Liang, ince uç ile tornalama esnasında oluşan uç aşınmasının kararlılık limitlerine etkisini incelemiştir. Aşınmış uç ve aşınmamış uç ile çeşitli koşullarda işleme deneyleri yapılmıştır. Analitik olarak geliştirilen aşınmış ucun dikkate alındığı kararlılık modeli ile deneyler sonucunda elde edilen modellerin uyuştuğu gözlemlenmiştir. Deneylerde öncelikle çekiç testi uygulanarak sistemin modal parametreleri belirlenmiştir. İşleme prosesi içinde ise ivmeölçer kullanılarak, elde edilen sinyal frekans alanında incelenerek tırlama frekansı tespit edilmiştir. [37]

Rao ve Shin, eğik tornalama prosesi için finiş işlemlerinde ortaya çıkan tırlama durumunu tahmin etme üzere dinamik kesme kuvveti modeli analitik olarak oluşturulmuştur. Oluşturulan model deneysel çalışmalarla irdelenmiştir. Deneysel çalışmalarda dinamometre ve ivmeölçer sensörleri kullanılmıştır. Sensörlerden alınan sinyallerin, frekans alanında frekans tepki fonksiyonlarından elde edilen genlikleri incelenmiştir. Yapılan deneyler sonucunda, modelin bazı kaba işlemelerde ortaya çıkan tırlamaların tahminlerini de doğrulamıştır. [38]

Ozlu ve Budak, tornalama prosesi için 1 boyutlu ve çok boyutlu analitik modeller oluşturmuş, bu modelleri deneysel sonuçlar ile karşılaştırmıştır. Çok boyutlu modelde kesici uç yarıçapı, eğim ve yan kenar kesme açıları ve bunların mutlak kesme derinliğine etkilerini içermektedir. Yapılan deneysel çalışmalarda ivmeölçer ve mikrofon kullanılmıştır ve sensörlerden alınan sinyallerin hızlı fourier dönüşümü ile frekans alanda analizi yapılarak işleme prosesindeki çoklu değişkenlerin tırlama noktasındaki etkisi gözlemlenmiştir. [39]

Altıntaş ve Eynian, tornalama işlemlerinde rejeneratif talaş kalınlığı, hız ve ivme ile ilgili dinamik kesme kuvveti katsayısına sahip dinamik kesme kuvveti modeli sunmaktadır. Analitik olarak Nyquist yasası baz alınarak geliştirilen model deneysel olarak gözlemlenmiştir. Deneyde lazer deplasman sensörleri ve "load cell" kullanılarak düşük kesme hızlarında kesme kuvvetleri belirlenmiştir. Sensörlerden alınan sinyaller frekans alanında en küçük kareler yöntemi ile analiz edilerek dinamik kesme kuvveti katsayıları belirlenmiştir. [40]

Sekar ve diğerleri, punta destekli iş parçasının tornalama esnasında kararlılık durumunu gösteren analitik model geliştirmiştir. Oluşturulan analitik model deneysel çalışmalar ile teyit edilmiştir. Deneysel çalışmalarda modal parametrelerin tespiti için dinamometre sensörü, titreşim analizlerinde kullanılmak üzere de 2 adet ivmeölçer sensör kullanılmıştır. Sensörden alınan sinyaller hızlı fourier dönüşümü ile frekans alanda analiz edilmiştir. [41]

Kayhan ve Budak, tırlamalı ve tırlamasız durumlarda takım aşınmasının durumunu tayin etmek amacıyla deneysel çalışmalar yapmıştır. Buna bağlı olarak tırlama durumunun takım ömrü üzerindeki etkisi de incelenmektedir. Deneyler tornalama ve frezeleme olarak ayrı ayrı yapılmıştır. Gerçekleştirilen deneylerde lazer deplasman ve dinamometre sensörleri kullanılmıştır. Sensörlerden alınan sinyaller frekans alanında genlikleri kullanılarak sonuçlar analiz edilmiştir. Ayrıca deneylerden önce çekiç test uygulanarak sistemlerin modal parametreleri belirlenmiştir. [42]

Lamraoui ve diğerleri, frezeleme işlemlerinde tırlama tespiti için özelliklerin çıkartılması ve yapay sinir ağları kullanılarak öğrenme gerçekleştirilmesi üzerine çalışmıştır. Deneysel çalışmada 3 adet ivmeölçer sensör kullanılmıştır. Sensörlerden alınan sinyaller, çok bantlı rezonans filtreleme metoduyla frekans alanında filtrelenmiştir. Filtrelemeden sonra toplanan örneklerin zarfları(envelope) hesaplanmıştır. Burada gerçekleştirilen zarf analizleri sinyal/gürültü oranını arttıracağı için gerekli görülmüştür. Üçüncü adım olarak, zarf sinyallerinden varyans, çarpıklık, kurtosis, tepe değer, karekök ortalama (RMS), açıklık faktörü, kret faktörü, şekil faktörü ve etki faktörü gibi istatistiksel özellikler çıkartılmıştır. Elde edilen özellikler çok katmanlı sinir ağlarında öğrenme bilgileri olarak kullanılarak kararlı ve kararsız durumlar için öğrenme yöntemi gerçekleştirilmiştir. [43]

Lamraoui ve diğerleri, yüksek hızlı frezeleme işleminde meydana gelen tırlama ve takım aşınması durumlarını siklostasyon yöntemini (cyclostationarity process) kullanarak gözlemleme üzerine çalışmıştır. Deneysel çalışmalarda ivmeölçer sensörleri kullanılarak titreşim sinyalleri elde edilmişitir. Elde edilen sinyallerin ortalama özelliklerinde birinci mertebeden, enerji özelliklerinde ikinci mertebeden cyclostationarity gözükmektedir. Gerçekleştirilen deneylerin sonuçlarına göre, kararlı durumlarda ikinci mertebe siklostasyon bileşenlerinin az olduğu gözükürken, tırlama durumlarında fazla olduğu gözükmektedir. [44]

Delio ve diğerleri, frezeleme prosesinde dinamometre, deplasman probları, mikrofon ve ivmeölçer sensörleri kullanarak tırlama tespitinde en iyi sonuç veren sensörü belirlemiştir. Deneysel çalışmalarda sensörlerden alınan sinyaller hızlı fourier dönüşümü ile frekans alanına dönüştürülmüştür. Deneysel çalışmalarda en iyi sonuç veren sensörün mikrofon olduğu gözlemlenmiştir. [45]

Schmitz ve Medicus, frezeleme prosesinde mikrofon kullanılarak elde edilen ses sinyallerinin istatistiksel varyansnıı tırlama tespiti için kullanılmıştır. Deneysel çalışmalarda sensörlerden alınan sinyaller hızlı fourier dönüşümü ile frekans alanına dönüştürülmüştür. [46]

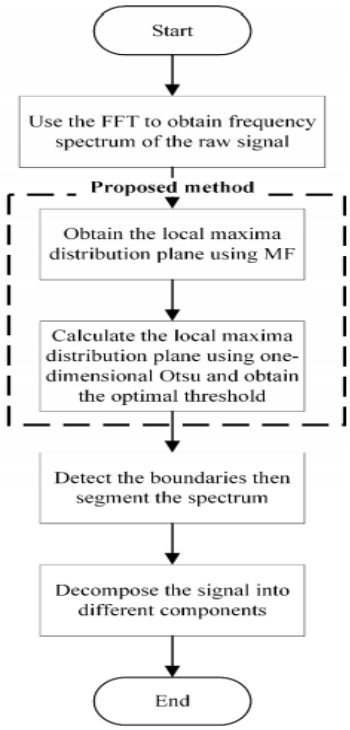
Schmitz, devir başına ses sinyalindeki istatistiksel varyansa dayalı olarak, frezaleme işlemi kararlılığının koşul tabanlı izlenmesi için bir titreşim tespit tekniği açıklamıştır. Bu yöntemde, rejeneratif tırlamayı tanımlamak için sırasıyla kararlı ve kararsız kesimlerin senkron ve asenkron doğası kullanılmaktadır. Deneysel çalışmalarda sensörden alınan sinyaller hızlı fourier dönüşümü ile frekans alanında analiz edilmiştir. [47]

Weingaertner ve diğerleri, işleme parametrelerinin yüksek hızlı parmak frezelemenin kararlılığı üzerindeki etkisini simülasyonlar ve deneylerle araştırmıştır. Deneysel çalışmalarda sinyal elde etmek için mikrofon kullanılmıştır. Sensörden alınan sinyaller hızlı fourier dönüşümü ile frekans alanına dönüştürülmüştür. Deneylerin sonuçlarına göre simülasyon çalışmalarının tutarlı olduğu gözlemlenmiştir. [48]
Tsai ve diğerleri, akustik kesme sinyalinin geri bildirimi ile gerçek zamanlı tırlamanın önlenmesinin nasıl gerçekleştirilebileceğini ve önerilen uyarlanabilir iş mili hız ayarlama algoritmasının etkinliğinin de doğrulandığını göstermiştir. Deneysel çalışmalarda sinyal elde etmek için mikrofon kullanılmıştır. Sensörden alınan sinyaller hızlı fourier dönüşümü ile frekans alanına dönüştürülmüştür. Ayrıca zaman alanında belirlenen eşik değeri ile tırlamanın tespiti yapılmıştır. [49]
Faassen ve diğerleri, frezeleme işlemlerinde tırlama tamamen gelişmeden önce çevrimiçi olarak tespit etmek için bir yöntem sunmaktadır. Deneysel çalışmalarda önerilen yöntemin doğruluğu ivmeölçer sensörden alınan sinyaller ile sağlanmıştır. Sensörden alınan sinyaller aynı anda en az dört demodülasyon frekansıyla filtrelenmiştir. [50]
Doppenberg ve diğerleri, işleme sürecini kararlı bir çalışma bölgesinde sağlayacak şekilde tırlamanın başlangıcını tespit ederek ve iş mili hızını ayarlayarak işleme verimliliğini ve yüzey kalitesi kalitesini artırmak için yüksek hızlı frezelemede bir kontrol metodu geliştirmiştir. Simülasyon modelinde tırlamayı önceden tespit etmede eDDy current sensor kullanılmıştır. [51]
Mei ve diğerleri, frezeleme işleminde tekil spektrum analizine (SSA) dayalı yeni bir tırlama tespit yaklaşımı geliştirmiştir. Tekil spektrum analizi kuvvet sinyalinin temel modlarının enerji dağılımını tanımlamak ve karakteristik özellikleri çıkarmak için uygulanır. Frekans alanında, sinyal enerjisindeki dağılımın değişimini değerlendirmek için tekil değer entropisi (SVA) adapte edilir ve buna göre tırlama tespit edilir. SSA'da tırlama tespiti için kullanılan pencerenin uzunluğu iş milinin periyoduna göre belirlenir. [52]
Shaharun ve Yusoff, titreşim sinyallerini FFT ile frekans alanına dönüştürüp burada süreç sönümleme analizi yaparken [53]; Dong ve diğerleri, titreşim sinyallerini FFT ile frekans alanına dönüştürüp burada koherans analizi yapmıştır. [54] Clancy ve Shin ise alın tornalama operasyonlarında oluşturulan kararlılık diyagramını, deneysel çalışmalarında FFT kullanarak frekans alanında incelemiştir.[55] Fillippov ve diğerleri de titreşim sensörleri kullanarak elde ettiği sinyalleri alçak-geçiren filtreden geçirdikten sonra FFT ile frekans alanına dönüştürüp burada analizi gerçeklştirmiştir. [56]
Lu ve diğerleri, tornalama işlemlerinde on-line tırlamayı tespit etmek ve operatöre bilgi vermek için kararlılık diyagramını içeren ara yüz geliştirmiştir. Veri eldesi için teğet ve ilerleme yönlerine 2 adet ivmeölçer sensör entegre edilmiştir. Sensörlerden alınan sinyaller, arayüzde zaman ve frekans alanında ayrı ayrı gösterilmiştir. Tırlama durumunda sinyallerin zaman alanındaki varyansı ile frekans alanındaki varyansı karşılaştırılmıştır. [57]

2.3. Tırlama Tespitinde Zaman-Frekans Alanında Sinyal Analizi

Fourier dönüşümü bir sinyalin zaman alanından frekans alanına dönüşümünü sağlamaktadır. Sinyalin spektral bileşenlerini temsil eden frekans alanı gösterimi, bu bileşenlerin zaman dağılımı bilgisini Fourier dönüşümünün faz karakteristiği bilgisi içerisinde taşımaktadır. Ancak, frekans alanındaki bu bilgileri kullanmak kolay değildir. Ayrıca bir sinyalin frekans alanına dönüşümündeki temel Kabul, sinyalin içerisindeki frekans bileşenlerinin zamanla değişmemesidir. Dolayısıyla, frekans alanındaki Fourier dönüşümü spektral bileşenlerin zaman dağılımı bilgilerini sağlayamamaktadır. [12]
Brandt'e gore, döner hareket içeren makinalarda titreşimin sabit kabul edilmesine rağmen, bu makinaların analizlerinin çoğunun, makinanın düşük devirde yüksek devire hızlandırıldığını veya yüksek devirden düşük devirlere yavaşlandırmaya dayalı titreşimleri inceleme üzerinedir. Bu zaman içerisinde frekans içeriği değişen durağan olmayan sinyallerle sonuçlanır. [13]
Zaman-frekans alanı, genellikle durağan olmayan dalga formlarına sahip sinyaller üzerinde kullanılmaktadır. [12] Zaman-frekans alanında kullanılan başlıca sinyal işleme yöntemleri: kısa-zaman Fourier dönüşümü (STFT), dalgacık dönüşümü (WT), Hilbert-Huang dönüşümü (HHT), ampirik mod ayrışımı (EMD).
Tırlama titreşimlerinin tespitinde son yıllarda kullanımı en çok artan sinyal analiz yöntemi zaman-frekans alanı analiz yöntemleridir. Shrivastava ve Singh [58], Yesilli ve diğerleri[59], Kumar ve Singh [60], Ding ve diğerleri [61], tornalama operasyonlarında oluşan tırlamaları tespit etmek için zaman-frekans alanı analiz yöntemlerini kullanmışlardır. Shtehin ve diğerleri [62], Cuka ve diğerleri[63], Liu ve diğerleri [64], Zhang ve diğerleri [65], Ji ve diğerleri [66], Wan ve diğerleri [67], frezeleme operasyonlarında oluşan tırlamaları tespit

etmek için zaman-frekans alanı analiz yöntemlerini kullanmışlardır. Chen ve diğerleri [68, 69], Liu ve diğerleri [70, 71], Li ve diğerleri [72], Shen ve diğerleri [73], taşlama operasyonlarında oluşan tırlamaları tespit etmek için zaman-frekans alanı analiz yöntemlerini kullanmışlardır. Tao ve diğerleri [74, 75, 76, 77], delme operasyonlarında oluşan tırlamaları tespit etmek için zaman-frekans alanı analiz yöntemlerini kullanmışlardır. Zhang ve diğerleri, frezeleme işlemlerinde morfolojik ampirik dalgacık dönüşümü (MEWT) yöntemini, EWT'nin sınır segmentasyonu dezavantajını azaltmak için morfolojik filtreler ve tek boyutlu Otsu yöntemine dayanarak önermektedir. Ayrıca optimum tırlama frekans bandını bulmadaki iyi performansı nedeniyle tırlama tespitinde uygulanabileceğini deneysel çalışmalarla göstermiştir. Deneysel çalışmalarda, dinamometre kullanılmıştır. Önerilen yöntem, Şekil. 5'de görüleceği üzere sensörden elde edilen sinyalin FFT ile frekans alanına dönüşümünden sonra MEWT'e göre analiz edilmesi ve sinyalin sınırlarının belirlenip ayrıştırılmasına dayanmaktadır. [78]



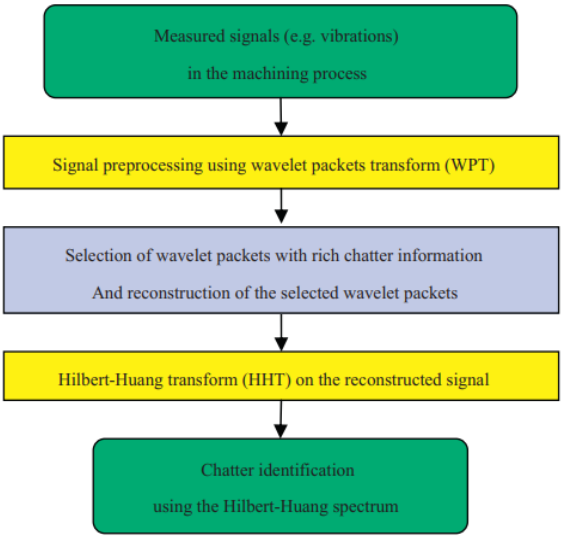
Şekil 5. MEWT Akış Şeması [78]

Fu ve diğerleri, frezeleme işlemlerinde çevrimiçi tırlama tespiti için enerji toplama karakterisiğine dayalı olan Hilbert-Huang Transformunu kullanmıştır. Deneysel çalışmalarda ivmeölçer sensörler kullanılmıştır. Sensörlerden elde edilen sinyaller ilk olarak EEMD kullanılarak Özgün Mod Fonksiyonlarına (IMF) ayrıştırılır. Ardından ayrıştırılan sinyallere Hilbert spektral analizi uygulanarak Hilbert spektrumları hesaplanır. Oluşturulan spektrumların karateristik özellikleri nicelendirilerek tırlama tespiti için bir Gauss hibrid modeli artık eşiği hesaplanmıştır. Yapılan deneysel çalışmalarla oluşturulan yöntemin doğruluğu gözlemlenmiştir. [79]

Ji ve diğerleri, frezeleme işlemlerinde çevrimiçi tırlama tespiti için fraktal boyut ve güç spektral entropisini kullanılarak EEMD tabanlı bir sinyal analiz yöntemi geliştirmiştir. Deneysel çalışmalarda ivmeölçer sensörü kullanılmıştır. Sensörlerden alınan sinyaller ilk olarak EEMD ile IMF'lerine ayrıştırılmış ve tırlama bilgileri taşıyan IMF'ler belirlenmiştir. Ardından fraktal boyut ve güç spektral entropisi kullanılırak sinyalin şekli ve frekansı belirlenir. Tırlama durumunun tespiti için sinyalin bu iki özelliği birleştirilerek kullanılır. Yapılan deneysel çalışmalarla yöntemin başarılı bir şekilde gerçekleşmiş olduğu gözlemlenmiştir. [80]

Cao ve diğerleri, parmak frezeleme işlemlerinde kullanılmak üzere gelişmiş titreşim analizi tekniklerinden olan dalgacık paketi dönüşümü (WPT) ve Hilbert-Huang dönüşümü (HHT) kullanılarak tırlamayı tespit etmeye çalışmıştır. Deneylerde ivmeölçer sensörler kullanılmıştır. Sensörlerden alınan sinyaller Şekil 6'daki adımlar takip edilerek analiz edilmiştir. Burada ilk olarak ölçülen sinyaller WPT tarafından ayrıştırılır, sonrasında ise tırlama durumundan zengin olan frekans bandı dalgacık paketleri seçilir ve yeni sinyali düzenlemek için kullanılır. Üçüncü aşamada ise düzenlenmiş sinyaller, HHT ile analiz edilir ve Hilbert-Huang spektrumu elde edilir. Son aşamada tırlamayı tespit etmek için elde edilen Hilbert-Huang spektrumlarının

ortalama değeri ve standart sapma değerleri kullanılır. Yöntem deneysel çalışmalarla teyit edilmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. [81]



Şekil 6. HHT ve WPT kullanılarak tırlama tespit aşamaları [81]

Zhou ve diğerleri, taşlama işleminde, servo motor akım sinyallerinden tırlama tahmini yapmaya çalışmıştır. Zaman-frekans alanında Dalgacık Bikoherans, dalgacık döüşümü uygulaması ve karşılaştırması yapılmıştır. Lineer gösterimlerde kullanılmak üzere sürekli dalgacık dönüşümüne alternatif olarak, tırlama gibi durumlar için NsWB(Non-Stationary Wavelet Bispectrum) önerilmiştir. [82]
Sirinivasan ve diğerleri, frezeleme işleminde takım durumunu izlemek için sisteme entegre edilmiş ivmeölçer ve akustik sensörleri kullanmıştır. Tırlama durumunu tespit etmek için sensörlerden alınan sinyaller kısa-zaman fourier dönüşümü ile zaman-frekans uzayına dönüştürülmüştür. Tırlama tespitinde ivmeölçer ile alınan verilerde %95,75, akustik sensörden alınan verilerde %98,46 doğruluk sağlanmıştır. [83]

3. SONUÇ

Bu yayında talaşlı imalatta meydana gelen tırlama tipi titreşimlerin tespiti üzerine yayın incelemeleri yapılmıştır. Sinyal analiz yöntemlerinin tırlama tespitinde kullanılabilirliği daha önce gerçekleştirilen yayınlar içerisinde tespit edilmiştir. Tırlama tipi titreşimlerin tespitinde kullanılan sinyal analiz yöntemlerinden zaman-frekans alanında analiz teknikleri son yıllar içerinde rağbet göremektedir. İncelenen yayınlarda görüleceği üzere tırlama titreşimleri gibi durağan olmayan sinyallerin analizinde frekans analizi yöntemleri (hızlı fourier, zarf analizi) yetersiz kalabilmektedir. Bunu sebebi ise bu sinyallerin frekans alan analizinde zaman değişken parametresinin analize dahil edilmemesidir.

4. TEŞEKKÜR

Bu araştırma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 3191230 numaralı proje ile desteklenmiştir.

5. KAYNAKLAR

[1] Quintana, G., & Ciurana, J. (2011). Chatter in machining processes: A review. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 51(5), 363-376.
[2] Tobias, S. A. (1961). Machine tool vibration research. International Journal of Machine Tool Design and Research, 1(1-2), 1-14.
[3] M. Wiercigroch, E. Budak, Sources of nonlinearities, chatter generation and suppression in metal cutting, philosophical transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences 359 (2001) 663–693.
[4] Singh, S., & Vishwakarma, D. M. (2015). A review of vibration analysis techniques for rotating machines. International Journal of Engineering Research & Technology, 4(03), 2278-0181.

[5] Lin, S. C., & Hu, M. R. (1992). Low vibration control system in turning. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 32(5), 629-640.
[6] Chiou, Y. S., Chung, E. S., & Liang, S. Y. (1995). Analysis of tool wear effect on chatter stability in turning. International Journal of Mechanical Sciences, 37(4), 391-404.
[7] Pérez-Canales, D., Vela-Martínez, L., Jáuregui-Correa, J. C., & Alvarez-Ramirez, J. (2012). Analysis of the entropy randomness index for machining chatter detection. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 62, 39-45.
[8] Grabec, I., Gradišek, J., & Govekar, E. (1999). A new method for chatter detection in turning. CIRP Annals, 48(1), 29-32.
[9] Friedrich, J., Hinze, C., Renner, A., Verl, A., & Lechler, A. (2017). Estimation of stability lobe diagrams in milling with continuous learning algorithms. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 43, 124-134.
[10] Yeh, L. J., & Lai, G. J. (1995). A study of the monitoring and suppression system for turning slender workpieces. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, 209(3), 227-236.
[11] Tsai, N. C., Chen, D. C., & Lee, R. M. (2010). Chatter prevention and improved finish of workpiece for a milling process. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, 224(4), 579-588.
[12] Nandi, A. K., & Ahmed, H. (2020). Condition Monitoring with Vibration Signals: Compressive Sampling and Learning Algorithms for Rotating Machines. John Wiley & Sons.
[13] Brandt, A. (2011). Noise and vibration analysis: signal analysis and experimental procedures. John Wiley & Sons.
[14] Sun, Y., & Xiong, Z. (2017). Modeling, analysis, and removal of chatter marks in flexible turning. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 93(9-12), 4187-4196.
[15] Alammari, Y. (2016). Chatter Suppression in Boring Operations through Altering Tool Dynamics (Master's thesis, Graduate Studies).
[16] Ding, L., Sun, Y., & Xiong, Z. (2018). Online chatter suppression in turning by adaptive amplitude modulation of spindle speed variation. Journal of Manufacturing Science and Engineering, 140(12).
[17] Bak, C., & Son, H. (2018, July). Magnetostrictive actuator for chatter vibration suppression of boring bar. In 2018 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM) (pp. 103-106). IEEE.
[18] Ratava, J., Ghalamchi, B., Mobaraki, M., Sopanen, J., & Varis, J. (2018). An empirical comparison of chatter classification methods in turning. Procedia CIRP, 77, 183-186.
[19] DONG, H. Y., WU, Y. B., GUO, Y. J., LI, S. B., & LUO, S. J. (2018). Chatter analysis and identification in robotic fine boring of aircraft intersection holes. Journal of ZheJiang University (Engineering Science), 52(8), 1517-1525.
[20] Chang, W. Y., Chen, C. C., & Wu, S. J. (2019). Chatter analysis and stability prediction of milling tool based on zero-order and envelope methods for real-time monitoring and compensation. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, 20(5), 693-700.
[21] Eynian, M. (2019). In-process identification of modal parameters using dimensionless relationships in milling chatter. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 143, 49-62.
[22] Li, D., Cao, H., Liu, J., Zhang, X., & Chen, X. (2019). Milling chatter control based on asymmetric stiffness. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 147, 103458.
[23] Caliskan, H., Kilic, Z. M., & Altintas, Y. (2018). On-line energy-based milling chatter detection. Journal of Manufacturing Science and Engineering, 140(11).
[24] Li, Z., Wang, Z., Shi, X., & Li, W. (2018). RCSA-based prediction of chatter stability for milling process with large axial depth of cut. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 96(1-4), 833-843.
[25] Jafarzadeh, E., Movahhedy, M. R., Khodaygan, S., & Ghorbani, M. (2018). Prediction of machining chatter in milling based on dynamic FEM simulations of chip formation. Advances in Manufacturing, 6(3), 334-344.
[26] Li, D., Cao, H., Shi, F., Zhang, X., & Chen, X. (2018). Model Predictive Control Based Chatter Suppression in Milling Process via Piezoelectric Stack Actuators. Procedia CIRP, 78, 31-36.
[27] Jeong, K. H., Seong, Y. U., Moon, S. J., & Park, J. H. (2018). Chatter detection in end milling machining using vibration signal processing and convolutional neural networks.

[28] Tansel, I. N., Li, M., Demetgul, M., Bickraj, K., Kaya, B., & Ozcelik, B. (2012). Detecting chatter and estimating wear from the torque of end milling signals by using Index Based Reasoner (IBR). The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 58(1-4), 109-118.
[29] Liao, Y. S., & Young, Y. C. (1996). A new on-line spindle speed regulation strategy for chatter control. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 36(5), 651-660.
[30] Rahman, M., & Ito, Y. (1985). Stability analysis of chatter vibration in turning processes. Journal of Sound and Vibration, 102(4), 515-525.
[31] Rahman, M., & Ito, Y. (1986). Detection of the onset of chatter vibration. Journal of sound and vibration, 109(2), 193-205.
[32] Bao, S. F., Zhang, W. G., Yu, J. Y., Qiao, S. M., & Yang, F. L. (1994). A new approach to the early prediction of turning chatter.
[33] Jo, H. N., Park, B. E., Ji, Y., Kim, D. K., Yang, J. E., Lee, I. B., & Hong, J. B. (2019, July). Chatter Detection in Hot Strip Mill Process based on Modified Independent Component Analysis. In 2019 IEEE 17th International Conference on Industrial Informatics (INDIN) (Vol. 1, pp. 455-458). IEEE.
[34] Ko, J. H., & Shaw, K. C. (2009). Chatter prediction based on frequency domain solution in CNC pocket milling. International journal of precision engineering and manufacturing, 10(4), 19-25.
[35] Sun, Y., Zhuang, C., & Xiong, Z. (2015). A scale factor-based interpolated DFT for chatter frequency estimation. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 64(10), 2666-2678.
[36] Kebdani, S., Sahli, A., Rahmani, O., Boutchicha, D., & Belarbi, A. (2008). Analysis of chatter stability in facing. Journal of Applied Sciences, 8(11), 2050-2058.
[37] Chiou, R. Y., & Liang, S. Y. (1998). Chatter stability of a slender cutting tool in turning with tool wear effect. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 38(4), 315-327.
[38] Rao, B. C., & Shin, Y. C. (1999). A comprehensive dynamic cutting force model for chatter prediction in turning. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 39(10), 1631-1654.
[39] Ozlu, E., & Budak, E. (2007). Comparison of one-dimensional and multi-dimensional models in stability analysis of turning operations. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 47(12-13), 1875-1883.
[40] Altintas, Y., Eynian, M., & Onozuka, H. (2008). Identification of dynamic cutting force coefficients and chatter stability with process damping. CIRP annals, 57(1), 371-374.
[41] Sekar, M., Srinivas, J., Kotaiah, K. R., & Yang, S. H. (2009). Stability analysis of turning process with tailstock-supported workpiece. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 43(9-10), 862-871.
[42] Kayhan, M., & Budak, E. (2009). An experimental investigation of chatter effects on tool life. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, 223(11), 1455-1463.
[43] Lamraoui, M., Barakat, M., Thomas, M., & Badaoui, M. E. (2015). Chatter detection in milling machines by neural network classification and feature selection. Journal of Vibration and Control, 21(7), 1251-1266.
[44] Lamraoui, M., Thomas, M., & El Badaoui, M. (2014). Cyclostationarity approach for monitoring chatter and tool wear in high speed milling. Mechanical Systems and Signal Processing, 44(1-2), 177-198.
[45] Delio, T., Tlusty, J., & Smith, S. (1992). Use of audio signals for chatter detection and control.
[46] Schmitz, T. L., Medicus, K., & Dutterer, B. (2002). Exploring once-per-revolution audio signal variance as a chatter indicator. Machining Science and Technology, 6(2), 215-233.
[47] Schmitz, T. L. (2003). Chatter recognition by a statistical evaluation of the synchronously sampled audio signal. Journal of Sound and Vibration, 262(3), 721-730.
[48] Weingaertner, W. L., Schroeter, R. B., Polli, M. L., & de Oliveira Gomes, J. (2006). Evaluation of high-speed end-milling dynamic stability through audio signal measurements. Journal of Materials Processing Technology, 179(1-3), 133-138.
[49] Tsai, N. C., Chen, D. C., & Lee, R. M. (2010). Chatter prevention for milling process by acoustic signal feedback. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 47(9-12), 1013-1021.
[50] Faassen, R. P. H., Doppenberg, E. J. J., van de Wouw, N., Oosterling, J. A. J., & Nijmeijer, H. (2006). Online detection of the onset and occurrence of machine tool chatter in the milling process. In CIRP 2nd International Conference on High Performance Cutting (pp. paper-no).
[51] Doppenberg, E. J. J., Faassen, R. P. H., van de Wouw, N., Oosterling, J. A. J., & Nijmeijer, H. (2006, June). Active in-process chatter control. In CIRP 2nd International Conference on High Performance Cutting, Vancouver, Canada, paper (No. 100).
[52] Mei, Y., Mo, R., Sun, H., & Bu, K. (2018). Chatter detection in milling based on singular spectrum analysis. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 95(9-12), 3475-3486.

[53] Shaharun, M. A., & Yusoff, A. R. (2016). Effects of irregular tool geometry and machining process parameters on the wavelength performance of process damping in machining titanium alloy at low cutting speed. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 85(5-8), 1019-1033.
[54] Dong, W., Joe Au, Y. H., & Mardapittas, A. (1992). Machine tool chatter monitoring by coherence analysis. The International Journal Of Production Research, 30(8), 1901-1924.
[55] Clancy, B. E., & Shin, Y. C. (2002). A comprehensive chatter prediction model for face turning operation including tool wear effect. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 42(9), 1035-1044.
[56] Filippov, A. V., Rubtsov, V. E., Tarasov, S. Y., Podgornykh, O. A., & Shamarin, N. N. (2018). Detecting transition to chatter mode in peakless tool turning by monitoring vibration and acoustic emission signals. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 95(1-4), 157-169.
[57] Lu, K., Jing, M., Zhang, Y., & Liu, H. (2011, August). Industrial applications of chatter stability prediction and monitoring system for turning processes. In 2011 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (pp. 1923-1927). IEEE.
[58] Shrivastava, Y., & Singh, B. (2019). A comparative study of EMD and EEMD approaches for identifying chatter frequency in CNC turning. European Journal of Mechanics-A/Solids, 73, 381-393.
[59] Yesilli, M. C., Khasawneh, F. A., & Otto, A. (2019). On transfer learning for chatter detection in turning using wavelet packet transform and empirical mode decomposition.
[60] Kumar, S., & Singh, B. (2018). Prediction of tool chatter in turning using RSM and ANN. Materials Today: Proceedings, 5(11), 23806-23815.
[61] Ding, L., Sun, Y., & Xiong, Z. (2019, July). Dual-mode type algorithm for chatter detection in turning considering beat vibration. In 2019 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM) (pp. 654-659). IEEE.
[62] Shtehin, O., Seguy, S., Wagner, V., Landon, Y., Dessein, G., & Mousseigne, M. (2018). Low-frequency chatter genesis during inclined surface copy-milling with ball-end mill: Experimental study. Machining Science and Technology, 22(4), 621-637.
[63] Cuka, B., Cho, M., & Kim, D. W. (2018). Timely and efficient chatter onset detection for end-milling. Procedia Manufacturing, 17, 142-149.
[64] Liu, M. K., Tran, Q. M., Qui, Y. W., & Chung, C. H. (2017, January). Chatter Detection in Milling Process Based on Time-Frequency Analysis. In ASME 2017 12th International Manufacturing Science and Engineering Conference collocated with the JSME/ASME 2017 6th International Conference on Materials and Processing. American Society of Mechanical Engineers Digital Collection.
[65] Zhang, Q., Tu, X., Li, F., & Hu, Y. (2019). An Effective Chatter Detection Method in Milling Process Using Morphological Empirical Wavelet Transform. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.
[66] Ji, Y., Wang, X., Liu, Z., Wang, H., Jiao, L., Wang, D., & Leng, S. (2018). Early milling chatter identification by improved empirical mode decomposition and multi-indicator synthetic evaluation. Journal of Sound and Vibration, 433, 138-159.
[67] Wan, S., Li, X., Chen, W., & Hong, J. (2018). Investigation on milling chatter identification at early stage with variance ratio and Hilbert–Huang transform. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 95(9-12), 3563-3573.
[68] Chen, X., & Griffin, J. (2009). Grinding burn and chatter classification using genetic programming. In Key Engineering Materials (Vol. 389, pp. 90-95). Trans Tech Publications Ltd.
[69] Chen, H. G., Shen, J. Y., Chen, W. H., Huang, C. S., Yi, Y. Y., & Qian, J. C. (2019). Grinding Chatter Detection and Identification Based on BEMD and LSSVM. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 32(1), 1.
[70] Liu, Y., Wang, X., Lin, J., & Zhao, W. (2017). Experimental investigation into the effect of chatter on surface micro-topography of gears in grinding. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, 231(2), 294-308.
[71] Liu, Y., Wang, X., Lin, J., & Zhao, W. (2016). Correlation analysis of motor current and chatter vibration in grinding using complex continuous wavelet coherence. Measurement Science and Technology, 27(11), 115106.
[72] Li, Y., Zhou, S., Lin, J., & Wang, X. (2017). Regenerative chatter identification in grinding using instantaneous nonlinearity indicator of servomotor current signal. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 89(1-4), 779-790.
[73] Shen, J., Chen, H., Yi, Y., Wu, J., Li, Y., & Huang, C. (2016, October). Bivariate empirical mode decomposition of grinding chatter signals. In 2016 11th International Conference on Reliability, Maintainability and Safety (ICRMS) (pp. 1-7). IEEE.

[74] Jianfeng, T. A. O., Chengjin, Q. I. N., Dengyu, X. I. A. O., Haotian, S. H. I., & Chengliang, L. I. U. (2019). A pre-generated matrix-based method for real-time robotic drilling chatter monitoring. Chinese Journal of Aeronautics, 32(12), 2755-2764.

[75] Tao, J., Qin, C., & Liu, C. (2019). A synchroextracting-based method for early chatter identification of robotic drilling process. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 100(1-4), 273-285.

[76] Tao, J., Zeng, H., Qin, C., & Liu, C. (2019). Chatter detection in robotic drilling operations combining multi-synchrosqueezing transform and energy entropy. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 105(7-8), 2879-2890.

[77] Tao, J., Qin, C., Xiao, D., Shi, H., Ling, X., Li, B., & Liu, C. (2019). Timely chatter identification for robotic drilling using a local maximum synchrosqueezing-based method. Journal of Intelligent Manufacturing, 1-13.

[78] Zhang, Q., Tu, X., Li, F., & Hu, Y. (2019). An Effective Chatter Detection Method in Milling Process Using Morphological Empirical Wavelet Transform. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.

[79] Fu, Y., Zhang, Y., Zhou, H., Li, D., Liu, H., Qiao, H., & Wang, X. (2016). Timely online chatter detection in end milling process. Mechanical Systems and Signal Processing, 75, 668-688.

[80] Ji, Y., Wang, X., Liu, Z., Yan, Z., Jiao, L., Wang, D., & Wang, J. (2017). EEMD-based online milling chatter detection by fractal dimension and power spectral entropy. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 92(1-4), 1185-1200.

[81] Cao, H., Lei, Y., & He, Z. (2013). Chatter identification in end milling process using wavelet packets and Hilbert–Huang transform. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 69, 11-19.

[82] Li, Y., Zhou, S., Lin, J., & Wang, X. (2017). Regenerative chatter identification in grinding using instantaneous nonlinearity indicator of servomotor current signal. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 89(1-4), 779-790.

[83] Srinivasan, A., Dornfeld, D., & Bhinge, R. (2016, August). Integrated vibration and acoustic data fusion for chatter and tool condition classification in milling. In 2016 International Symposium on Flexible Automation (ISFA) (pp. 263-266). IEEE

➢ *POSTER PRESENTATION*

Geç dönem Duchenne Müsküler Distrofi (DMD) hastalığında gen transferinin uzun vadede distrofin ekspresyonuna etkisinin test edilmesi

Selen Abanuz[1,2*] (*ORCID:* https://orcid.org/ 0000-0002-6136-5033)
, Raife Dilek Turan[2,4] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0001-5159-4775) , Cihan Taştan[2,3] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0002-4173-6634), Didem Çakırsoy[2] *ORCID:* https://orcid.org/0000-0002-1293-9520, Derya Dilek Kançağı[2](*ORCID:* https://orcid.org/0000-0003-4725-3200), Ahmet Tarık Baykal[1] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0002-8814-7351), Ercüment Ovalı[2] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0002-4782-5355)

[*1]Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi, Tıbbi Biyokimya Bölümü, İstanbul, Türkiye
[2]Acıbadem Labcell Hücresel Terapi Laboratuvarı , İstanbul, Türkiye
[3]Üsküdar Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, İstanbul, Türkiye
[4]Yeditepe Üniversitesi, Genetik ve Biyomühendislik Bölümü, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: selenabanuz@gmail.com

Özet

Duchenne Müsküler Distrofi (DMD) genetik bir hastalık olup X kromozomundaki Xp21 bölgesinde gerçekleşen mutasyonlar sonucunda oluşur. Distrofin geninde oluşan bu mutasyonlar ile distrofin proteini işlevini kaybederek kas fonksiyonlarının bozulmasına sebep olmaktadır. DMD kas bozulması kas büyümesini etkilediğinden, erken ölüm genellikle 30 yaşından önce olmaktadır. DMD tedavisinde gerçekleştirilen birçok terapötik müdahale ile hastalar iyileştirilmeye ve yaşam kaliteleri arttırılmaya çalışılmıştır. Ancak DMD hastalığının tedavisinde henüz tatmin edici standart bir protokol geliştirilememiştir. Bu sebeple, mutasyona sahip Distrofin geni tamirine alternatif olarak, doğal fenotip fonksiyonel Distrofin gen dizisinin kas hücrelerine transferi, tüm DMD'li hastaların tedavisini sağlayabilir. mikro-Distrofin kodlayan lentivirüs kullanılarak, viral transfer yoluyla, kas hücrelerinin genomuna işlevsel mikro-Distrofin gen dizilimi entegre edilip distrofik patolojnin azaltılması hedeflenmektedir. Projemizde, lentiviral-mikro-Distrofin gen terapi yönteminin histopatolojik ve fizyolojik-fonksiyonel rejenerasyon etkinliği, zamansal distrofin ekspresyonundaki değişim ve işlevsellikleri, toksisite ve immün tepkime düzeyleri karşılaştırılmıştır. İleri dönem olarak 18 aylık farelerde üç farklı enjeksiyon yoluyla transfer edilen lentiviral vektör ile farelerde distrofin ekspresyonu sağlanmış; tedavi uygulanmayan farelere kıyasla fonksiyonel ve fiziksel başarı elde edilmiştir. Motor fonksiyonları testleri ile tedavi öncesinde ve sonrasında değişim saptanmakla birlikte kas dejenerasyon belirteci olan kreatin kinaz ölçümünde tedavi uygulanan gruplarında iyileşme saptanmıştır. Bu gelişmeler ile işlevsel distrofin gen aktarım terapileri, klinik uygulama için en umut verici yaklaşımlar olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Duchenne Müsküler Distorfi, DMD, Gen Tedavisi, Distrofin

Testing the long-term effect of gene transfer on dystrophin expression in late-stage Duchenne Muscular Dystrophy (DMD) disease

Duchenne Muscular Dystrophy (DMD) is a genetic disease that occurs as a result of mutations in the Xp21 region of the X chromosome. With these mutations in the dystrophin gene, dystrophin protein loses its function and causes disruption of muscle functions. Because DMD muscle impairment affects muscle growth, early death is usually seen before the age of 30 years. With many therapeutic interventions in the treatment of DMD, patients have been tried to improve and increase their quality of life. However, a satisfactory standard protocol has not yet been developed in the treatment of DMD. Thus, as an alternative to repairing of mutated dystrophin gene, the transfer of wild-type functional dystrophin gene sequence to muscle cells can provide treatment for all DMD patients.We plan to integrate the micro-Dystrophin gene sequence into the genome of muscle cells by viral transfer, using micro-Dystrophin-encoding lentivirus in order to reduce the dystrophic pathology. In our project, the histopathological and physiological-functional regeneration activities of the lentiviral-micro-Dystrophin gene therapy methods, will be compared along with changes in temporal dystrophin expression and their functionality, toxicity and immune reaction levels. In late stage, dystrophin expression was achieved in mice with lentiviral vector transferred by three different injections in 18-month-old mice; functional and physical success was achieved compared to the untreated mouse. Although changes were detected before and

after the treatment with motor function tests, an improvement was found in the treatment groups in the measurement of creatine kinase, which is a muscle degeneration marker. With these developments, functional dystrophin gene transfer therapies are considered as the most promising approaches for clinical application.

Keywords : Duchenne Muscular Dystrophy, DMD, Gene Therapy, Dystrophin

GİRİŞ

Duchenne Müsküler Distrofisi (DMD), X bağımlı çekinik olarak kalıtıldığından dolayı sadece erkek çocuklarda görülen prevalansı yüksek nöromusküler bir hastalıktır. Etkilenen erkek çocuklar genellikle 3 ila 5 yaş arasında teşhis edilir (Emery ve Muntoni, 2003). 12 yaşına gelindiğinde, neredeyse tüm hastalar tekerlekli sandalye kullanmakta ve çoğunda şiddetli skolyoz gelişmektedir (Emery ve Muntoni, 2003). DMD hastalığında kas zarında bulunan distrofin proteininin eksikliği, iskelet kası, diyafram ve kalp de dâhil olmak üzere, kas dokusunun kademeli dejenerasyonuna yol açarak, sakatlık ve genellikle 30 yaşından önce erken ölüm ile sonuçlanır (Emery ve Muntoni, 2003; Toussaint ve ark., 2007). DMD hastalığına sebep olan Distrofin gen diziliminde görülen mutasyonların %65'i delesyonlardan, %6-10'u duplikasyonlardan ve %10'u diğer küçük mutasyonlardan oluşabilmektedir (Basumatary ve ark., 2013; Ferlini ve ark., 2013). Bunun yanı sıra, delesyonların genellikle 44 ila 55. exonlarda değişkenlik göstermesi DMD hastalığının karakteristik bir mutasyon özelliğine sahip olmadığını gösterir (Aartsma-Rus ve ark., 2016). Bu durum, geniş bir mutasyon profiline sahip DMD hastalığının standart tedavisi için bütün hastaları kapsayıcı genel bir gen terapisi yöntemine ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Ülkemizde tahmini 10.000 erkek çocuğun (görülme sıklığı, 3500 erkek çocukta 1) DMD hastalığına sahip olduğu düşünülmektedir.

İnsan immün yetmezlik virüsü-1 (HIV-1)'den türetilen lentiviral vektör ile iskelet kası dâhil olmak üzere birçok bölünen ve bölünmeyen hücrelerde uzun süreli mini/mikro distrofin ekspresyonunu sağlanabilmiştir (MacKenzie ve ark., 2005; Li ve ark., 2005; Kimura ve ark., 2010). Distrofin gen diziliminin son ekzonlarının çıkarılmasıyla oluşturulan mikro-Distrofin diziliminden üretilen proteininin, pre-klinik DMD hayvan modellerinde eksprese edildiğinde, distrofik fenotipi kurtarmakta yeterli olduğu gösterilmiştir (Kimura ve ark., 2010; Gregorevic vd., 2008). Neonatal Dmd-mdx-4Cv fare kaslarına lentiviral-mikro-Distrofin virüs enjeksiyonu ile en az iki yıl yaygın ve stabil distrofin ekspresyonunun sağlanabildiği rapor edilmiştir (Kimura ve ark., 2010).

DMD modeli fare fenotipi, insanlara göre daha hafif distrofik patoloji göstermektedir. Çünkü genç DMD farelerinde hastalığın şiddetini azaltan telafi edici mekanizmalar bulunmaktadır. Utrofin ve integrin ekspresyonu distrofin yokluğunda artarak regülasyon ve böylelikle kas rejenerasyonu yavaş da olsa devam etmektedir (Coulton ve ark., 1988). Bundan dolayı, genç DMD-mdx fareleri, DMD çocuklarının aksine, başarılı bir kas rejenerasyonu sergiler ve geniş bir fibroz fenotipi göstermez. DMD-mdx farelerde yapılacak fonksiyonel egzersiz testleri, bir tedavinin etkili olup olmadığını belirlemek için DMD-mdx-4Cv fare kaslarını zorlamak ve hastalığı şiddetlendirmek için kullanılmaktadır (Hodgetts ve ark., 2006). 18 aylık DMD-mdx farelerde, rejenerasyon kapasitesi giderek azalmakta ve hastalığın ciddiyetinde eşzamanlı bir artış meydana gelmektedir. Bu nedenle, 18. ayı takiben yaşlı DMD-mdx fareleri tarafından sergilenen musküler distrofi, insan DMD'nin miyopatisine daha çok benzemektedir (Lefaucheur ve ark., 1995). 18 aylık DMD-mdx farelerin klinik bulguları DMD hasta bulgularına benzemesi nedeniyle ön fizibilite çalışmalar kapsamında 18 aylık farelerde preklinik çalışmaları planlanmış, lentiviral Lv-HSA-µDys/eGFP enjeksiyon sonrası motor performansları ve immünohistokimyasal olarak distrofin ekspresyonu değerlendirilecektir.

Lentiviral, Lv-HSA-µDys/eGFP (lentiviral-mikro-Distrofin) vektöründe, mikro-Distrofin ekspresyonunu düzenleyen insan alpha-iskelet aktin geninden (HSA) türetilmiş güçlü, iskelet kaslarına özgü bir promotör/güçlendirici (enhancer) eleman kullanmıştır (Kimura ve ark., 2010). Lv-HSA-µDys/eGFP lentivirüsü ile transdükte olan kas dokusundaki miyofiblerin veya miyotüplerin takibi için ayrıca, markör gen olarak eGFP'yi (Green fluorescent protein) kodlayan dizi distrofin geni C- terminal ucuna eklenerek füzyon protein oluşturulmuştur. Böylelikle kas hücrelerinde mikro-Distrofin proteininin varlığı ve pozisyonu eGFP aracılığıyla belirlenebilecektir. Dmd-mdx-4Cv farelere 18 aylıkken 3 farklı enjeksiyon intraperiton/intramüsküler (IP/IM), sadece intramüsküler (IM) ve sadece intraperiton (IP) ile gen transferi 3 ay arayla 2 kez yapılmıştır ve aylar içerisindeki distrofin gen ekspresyonu değişimleri takip edilecektir.

MATERYAL VE METOD

1. Deney hayvanlarının temini ve bakımı

Araştırmada, 18 aylık C57Bl/6 ve Dmd-mdx-4Cv fare kullanılmıştır. 4 tane C57BI/6 fare ve 12 tane Dmd-mdx-4Cv fare Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi Kerem Aydınlar Kampüsü'nde faaliyetlerini sürdüren ACU-Deney Hayvanları Merkezi'nden (DEHAM) tedarik edilmiştir. Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'ndan (ACU-HADYEK) onay alınmıştır.

2. Lentiviral Vektör Yapımı (Lv-HSA-µDys/eGFP)

Projede kullanılacak plazmidler Addgene'den temin edilmiştir. (Lv-HSA-µDys/eGFP (Addgene #26810) , pCMV-VSV-G (Addgene #8454) , psPAX2 (Addgene #12260))

Plazmidlerin E. coli'ye transferi

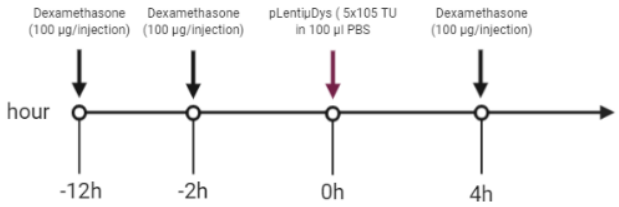
Gen terapi amacıyla kullanılacak olan plazmidlerin (Lv-HSA-µDys/eGFP; pCMV-VSV-G; psPAX2) çoğaltılması için CaCl2 metodu ile E. coli bakterisinin DH-5 alfa suşu DNA'yı alabilen ve transforme olabilen (competent cell) duruma getirilmiştir. Plazmid DNA Izolasyonu Invitrogen marka PureLink® HiPure Plasmid Filter DNA Purification Maxiprep (K2100-16/17) kiti ile plazmid izolasyonu yapılmıştır. Üretici firmanın kullanım talimatları kullanılarak izolasyon gerçekleştirilmiştir.

Lv-HSA-µDys/eGFP HEK293T Fugene transfeksiyonu ve lentivirüs üretimi

HEK 293T hücreleri %10 FBS ve %1 Penisilin-Streptomisin takviyesi ile hazırlanan DMEM high glucose (Gibco) besiyerinde üretilmiştir. Promega marka FuGENE® HD Transfection Reagent kullanılarak HEK 293T hücrelerinin transfeksiyonu üretici firmanın talimatlarına göre gerçekleştirilmiştir. Toplanan lentivirüs solüsyonu farklı viale alındıktan sonra -80°C'de saklanmaktadır. Lv-HSA-µDys/eGFP TU miktarı p24 ELISA (QuickTiter^{TM} Lentivirus Titer Kit) ile belirlemiştir.

3. Lv-HSA-µDys/eGFP enjeksiyon ve çalışma grupları

18 aylık erkek farelere Tablo 1.'de gösterildiği gibi gruplara ayrılmıştır ve Lv- HSA-µDys/eGFP 5x10^5 TU/200µl PBS enjeksiyonu yapılmıştır. Tedavi öncesi ve sonrasında Dexamethasone IP olarak doz gruplarına ve pozitif kontrol grubuna enjekte edilmiştir (Şekil 1.) (Agudo ve ark., 2012). Takip süresi 6 ay olarak belirlenmiştir. 3. ayın ve 6. ayın sonunda sakrifikasyon gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Tedavi grupları için enjeksiyon zamanları

Tablo 1. Tedavi ve kontrol grupları

GRUPLAR	UYGULAMALAR	N
IP/IM	* Dmd-mdx-4Cv farelerine, intraperitoneal ve intramüsküler yolla (IP/IM) $5x10^5$ TU Lv- HSA-µDys/eGFP enjeksiyon * Tedavi öncesi ve sonrası intraperitoneal (IP) yolla Dexamethasone	**4**
IM	* Dmd-mdx-4Cv farelerine, sadece intramüsküler yolla (IM) $5x10^5$ TU Lv- HSA-µDys/eGFP enjeksiyon * Tedavi öncesi ve sonrası intraperitoneal (IP) yolla Dexamethasone	**4**
IP	* Dmd-mdx-4Cv farelerine, sadece intraperitoneal yolla (IP) $5x10^5$ TU Lv- HSA-µDys/eGFP enjeksiyon * Tedavi öncesi ve sonrası intraperitoneal (IP) yolla Dexamethasone	**4**
Pozitif Kontrol	* C57BI/6 farelerine, intraperitoneal (IP) yolla Dexamethasone uygulanacaktır * Lv- HSA-µDys/eGFP uygulaması yapılmayacaktır	**4**
Negatif Kontrol	* Dmd-mdx-4Cv farelerine, hiç bir uygulama yapılmayacaktır	**4**

4. Motor performans analizi

Gen transferinin ardından, fonksiyonel kas gelişiminin incelenmesi için kavrama gücü testi, ayak izi analiziyle yürüyüş testi ve yürüme (tracking) testi gibi davranış deneylerinin uygulanması 3 haftada bir olacak şekilde planlanmaktadır.

4.1 Kavrama gücü testleri

Aparat kurulumu için 2 mm kalınlığındaki metal bir askı bir rafa sıkıca sabitlenerek yaklaşık 37 cm mesafe bırakılmıştır (Aartsma-Rus ve van Putten, 2014). Fare ızgaraya yerleştirilerek ve dört pençeleriyle kavraması sağlanmıştır ve zamanlayıcıyı başlatılacaktır. Eğer fare telden düşüyorsa zamanlayıcı durdurularak asılı kaldığı süre kaydedilmiştir.

4.2. Ayak izi analiziyle yürüyüş testi (Footprint)

47 cm lik yürüyüş mesafesi baz alınarak farelerin arka sol ve sağ ayakları farklı renklerde boyanıp (mor/yeşil), bir kağıt üstünde yürütülecektir. Cetvel ile iki adım arası mesafesi ölçülecek, sağ ve sol taraf olarak cm cinsinden kayıta geçilecektir (Kawano ve ark., 2008).

4.3. Tracking testi

Ethovision XT9 programı ile 6 dakika boyunca sessiz bir odada, açık alanda uzunluğu 80 cm x 80 cm ve 40 cm yüksekliği olan kutu içerisinde yukarıya monte edilen kamera ile kayıt edilmiştir (Gibbs ve ark., 2017).

5. Sonlandırma

5.1. Kan analizi

Kas hasarını değerlendirmek için, farelerden alınacak kandan 800xg 5 dakika santrifüj edilerek serum elde edildikten sonra kreatin kinaz ölçülmüştür (Zhang ve ark., 2010).

5.2. İmmunohistokimyasal analizler

Gen transferi yapılan uzuvlar (ekstremite proksimal ekstansör ve fleksör kas grupları) toplandıktan sonra, OCT'de dondurularak, kryoseksiyon yapılmıştır ve %0.5 paraformaldehid içinde fikselenmiştir (Zhao ve ark., 2014). Tavşan anti-distrofin ve anti-laminin antikorları kullanılarak immünohistokimyasal analiz gerçekleştirilmiştir. Standart bir hematoksilin ve eozin boyaması (H&E) ile ölçülmektedir [SOP#DMD_M1.2.007] (McGreevy ve ark., 2015).

5.3. Toksisite analizi

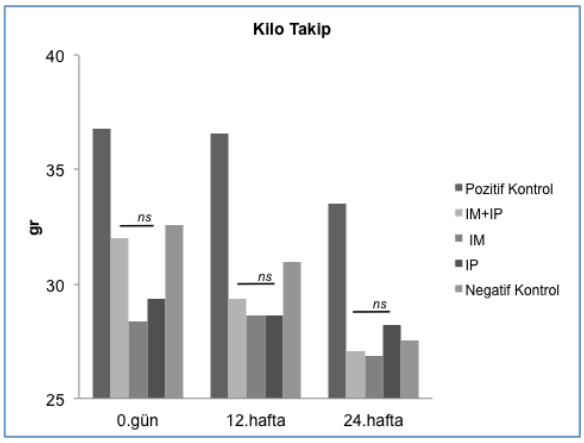
Distrofin gen terapi metodunun toksisite takibi açısından bütün farelerin davranış değişiklikleri, kilo değişimi, kalp, böbrek, karaciğer, akciğer, dalak, beyin ve bağırsak biyopsileri histolojik analizleri yapılmıştır.

6. İstatistiksel analizler

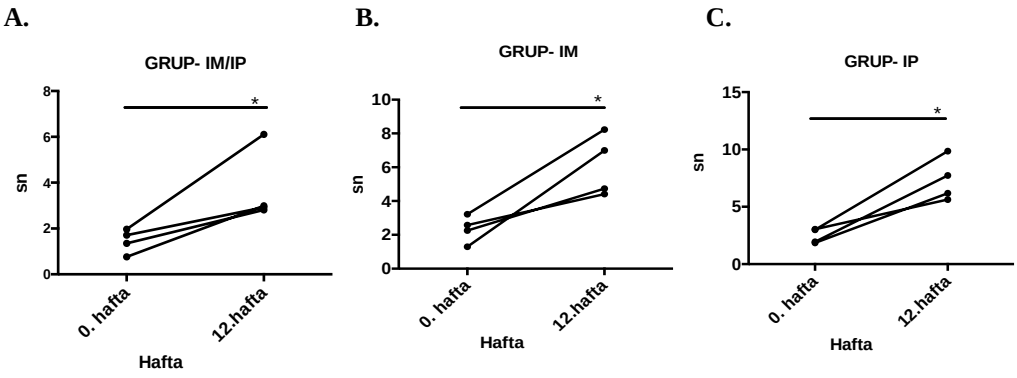
Farelerin keratin kinaz ölçümündeki her bir değer bağımsız örneklerin t-test'i ile kontroller arası incelenmiştir. İstatistiksel anlamlılık için $p<0.05$ değeri kabul edilecektir. Gruplar arasındaki istatiksel anlamlılığı; tedavi grupları ve kontrol grubuyla istatiksel olarak SPSS Statistics programıyla tek yönlü ANOVA testiyle (varyans analizi) karşılaştırılmıştır. Tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırma paired-t test ile SPSS Statistics programıyla yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

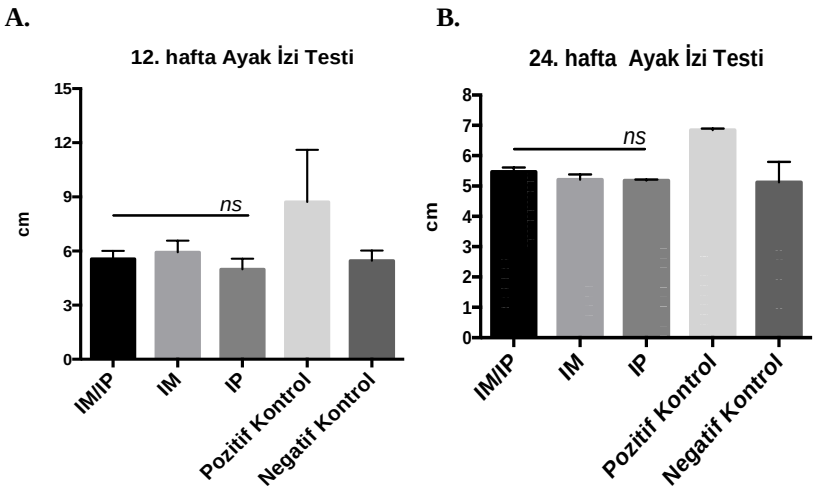
Bütün grupların kilo değişimi 3 hafta arayla 24 hafta boyunca takip edilmiştir. Şekil 2'de belirtildiği gibi kilo değişiminde anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Motor fonksiyonları değerlendirildiğinde tedavi öncesi ve sonrasında IP/IM, IM ve IP grubunda anlamlı değişim bulunmuştur (Şekil 3.). Tedavi sonrası fareler kavrama gücü deneyinde daha uzun tutunmaya başlamıştır. Ayak izi analizini ele alırsak 12. ve 24. Haftalarda tedavi uygulanan gruplar arasında bir farklılık saptanmamıştır. Ethovision XT9 programı ile elde ettiğimiz verilerde ise tedavi uygulanmayan gruba kıyasla belirgin bir farklılık bulunmamıştır (Şekil 4.). Kas yıkımının en önemli göstergesi olan kreatin kinaz ölçümünde ise tedavi uygulanmayan gruba karşın IM/IP ve IP gruplarında anlamlı bir fark ölçülmüştür. IM/IP ve IP yolla enjeksiyon sonrası kas rejenerasyonun başarılı bir şekilde iyileşme olduğunu belirtebiliriz. Zayıflamış, kasların rejenerasyonunun ve toksik olmadığının gösterilmesini hedeflediğimiz immünohistokimya ve toksikoliji sonuçları paylaşılmamıştır.



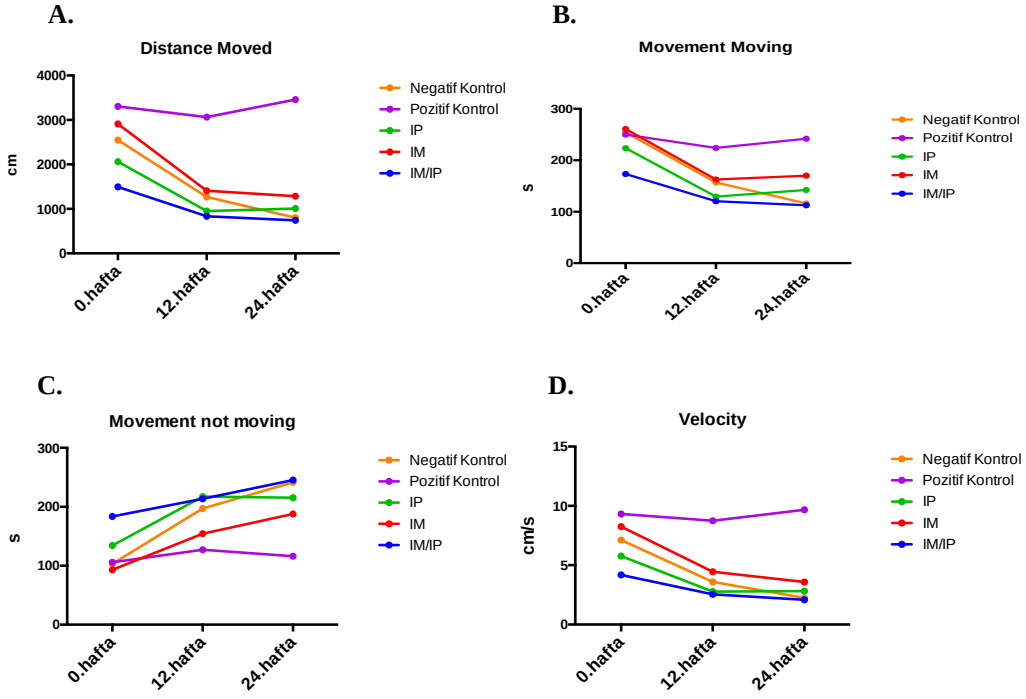
Şekil 2. 0.gün, 12. hafta ve 24. hafta fare gruplarının kilo takip grafiği. İstatiksel anlamlılık *$p<0.05$ olarak belirlendi. ns anlamlı değil.



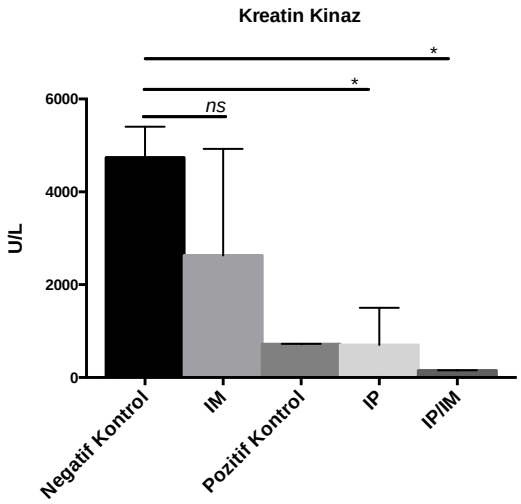
Şekil 3. Kavrama gücü testinde 0. ve 12. hafta arasında IM/IP (A.), IM (B.) ve IP (C.) gruplarının kendi arasındaki değişim grafiği. İstatiksel anlamlılık *$p<0.05$ olarak belirlendi. ns anlamlı değil.



Şekil 4. Ayak izi analiziyle yürüyüş testinde 12. Hafta (A.) ve 24. Haftalarda (B.) gruplarının birbiriyle kıyaslama grafiği. İstatiksel anlamlılık *p<0.05 olarak belirlendi. ns anlamlı değil.



Şekil 5. 0. hafta, 12. hafta ve 24. haftalarda elde edilen tracking testi sonucunda grupların kendi içinde hareket mesafesi (A.), hareket zamanı (B.), hareket etmeme zamanı (C.) ve hıza (D.)bağlı değişim grafiği.



Şekil 6. 3. Ayın sonunda elde edilen serumdan bakılan kreatin kinaz sonuçları. İstatiksel anlamlılık *p<0.05 olarak belirlendi. ns anlamlı değil.

Kasların fonksiyonel olarak iyileşmeler değerlendirilebilmemize rağmen fizyolojik olarak da bir iyileşmenin klinik insan çalışmasına geçmeden önce tespit etmeyi amaçlamaktayız. Yaptığımız bu çalışma ile Türkiye'deki ilk DMD gen tedavisi çalışması olmakla birlikte, 18 aylık farelerde Lv-HSA-µDys/eGFP enjeksiyon sonrası ulusal araştırmalar anlamında da ilk olma özelliği taşımaktadır. Geliştirilecek bu gen terapi modeli, hastaların iyileşme ve hastanede yatış sürelerinin kısalmasını da hedeflemektedir. Günümüzde kullanılmakta olan ilaç ve kök hücre gibi tedavi yöntemlerinde hali hazırda açıklanamamış tedavi sürecindeki belirsizliklere alternatif bir çözüm yolu sağlayacaktır. Bu sayede DMD tedavilerinde günlük ihtiyaçların giderilmesindeki zorlukların azaltılması, hayat kalitesinin arttırılması ve ailelerin önemli bir sorununa çözüm olması beklenmektedir.

SONUÇ

İleri dönem olarak 18 aylık farelerde üç farklı enjeksiyon yoluyla transfer edilen lentiviral vektör ile farelerde distrofin ekspresyonu sağlanmış; tedavi uygulanmayan fareye kıyasla fonksiyonel ve fiziksel başarı elde edilmiştir. Motor fonksiyonları testleri ile tedavi öncesinde ve sonrasında değişim saptanmakla birlikte kas dejenerasyon belirteci olan kreatin kinaz ölçümünde tedavi gruplarında istatiksel olarakta iyileşme saptanmıştır. Klinik olarak DMD hastaları 3 ve 4 yaşlarında teşhis edildiği ve 12 yaşında motor kaslarını kullanamadıkları göz önüne alınınca, erken dönem olan 4 haftalık DMD-mdx farelerde benzer deneyin IM/IP enjeksiyon olarak uygulanması planlanmıştır. Projede gerçekleştirilecek pre-klinik testler bu bilgiler ışığında planlanmaktadır. Kas hücrelerinin genomuna entegre olabilecek ve sadece kas hücrelerinde mikro-Distrofin ekspresyonu sağlayacak lentiviral-mikro-Distrofin enjeksiyonu ile distrofi patolojisindeki iyileştirme etkinlikleri, toksisite, immun tepkime düzeyleri, gen ekspresyonu ve peptid ifadesi karşılaştırılacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma projesi, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu 2244 Sanayi Doktora programı (TÜBİTAK-Grand# 118C082) ve Acıbadem Labcell tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Aartsma-Rus A, van Putten M 2014. Assessing Functional Performance in the Mdx Mouse Model. J. Vis. Exp., 85, e51303.

Aartsma-Rus A, Ginjaar, IB, Bushby K 2016. The importance of genetic diagnosis for Duchenne muscular dystrophy. Journal of Medical Genetics, 53(3), 145-151.

Agudo J, Ruzo A, Kipyegon K, Sachidanandam R, Blander JM, Brown BD 2012. A TLR and Non-TLR Mediated Innate Response to Lentiviruses Restricts Hepatocyte Entry and Can be ameliorated by Pharmacological Blockade. Molecular Therapy, 20(12), 2257-2267.

Basumatary LJ, Das M, Goswami M, Kayal AK 2013. Deletion pattern in the dystrophin gene in Duchenne muscular dystrophy patients in northeast India. Journal of Neurosciences in Rural Practice, 4(2), 227-229.

Coulton C, Dunkle RE, Chung-Chung JC, Haug M, Vielhaber DP 1988. Dimensions of Post-Hospital Care Decision-Making: A Factor Analytic Study. Gerontologist, 28, 218-223.

Emery AE, Muntoni F 2003. Duchenne Muscular Dystrophy (1. Basım). Oxford: Oxford University.

Ferlini A, Neri M, Gualandi F 2013. The medical genetics of dystrophinopathies: Molecular genetic diagnosis and its impact on clinical practice. Neuromuscul. Disord., 23, 4–14.

Gibbs EM, Crosbie-Watson RH 2017. A Simple and Low-cost Assay for Measuring Ambulation in Mouse Models of Muscular Dystrophy. *J. Vis. Exp.*, 130, e56772.

Gregorevic P, Blankinship MJ, Allen JM, Chamberlain JS 2008. Systemic microdystrophin gene delivery improves skeletal muscle structure and function in old dystrophic mdx mice. Mol. Ther., 16, 657–664.

Hodgetts S, Radley H, Davies M, Grounds MD 2006. Reduced necrosis of dystrophic muscle by depletion of host neutrophils, or blocking TNFalpha function with Etanercept in mdx mice. Neuromuscul. Disord., 16, 591–602.

Kawano R, Ishizaki M, Maeda Y, Uchida Y, Kimura E, Uchimo M 2008. Trandsduction of full-length dystrophin to multiple skeletal muscles improves motor performance and life span in utrophin/dystrophin double knockout mice. Molecular Therapy, 16(5), 824-831.

Kimura E, Li S, Gregorevic P, Fall BM, Chamberlain JS 2010. Dystrophin Delivery to Muscles of mdx Mice Using Lentiviral Vectors Leads to Myogenic Progenitor Targeting and Stable Gene Expression. Molecular Therapy, 18(1), 206-213.

Lefaucheur JP, Pastoret, C, Sebille A 1995. Phenotype of dystrophinopathy in old MDX mice. Anat. Rec., 242, 70-76.

Li S, Kimura E, Fall BM, Reyes, M, Angello JC, Welikson R 2005. Stable transduction of myogenic cells with lentiviral vectors expressing a minidystrophin. Gene Ther., 12, 1099–1108.

MacKenzie TC, Kobinger GP, Louboutin JP, Radu A, Javazon EH, Sena-Esteves M 2005. Transduction of satellite cells after prenatal intramuscular administration of lentiviral vectors. J. Gene Med., 7, 50–58.

McGreevy JW, Hakim CH, McIntosh MA, Duan D 2015. Animal models of Duchenne muscular dystrophy: from basic mechanisms to gene therapy. Disease Models & Mechanisms, 8(3), 195-213.

Toussaint M, Chatwin M, Soudon, P 2007. Mechanical ventilation in Duchenne patients with chronic respiratory insufficiency: clinical implications of 20 years published experience. Chron Respir Dis, 4, 167–177.

Zhang G, Wooddell CI, Hegge JO, Griffin JB, Huss T, Braun S, Wolff JA 2010. Functional efficacy of dystrophin expression from plasmids delivered to mdx mice by hydrodynamic limb vein injection. Human gene therapy, 21(2), 221-237.

Zhao C, Farruggio AP, Bjornson CRR, Chavez CL 2014. Recombinase-mediated reprogramming and dystrophin gene addition in mdx mouse induced pluripotent stem cells. PLoS One, 9, e96279.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Morphological Characterization of Some Indonesian Pepper Genotypes

Zulfa Az ZAHROH[1*] (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0001-8851-580)*, Ertan Sait KURTAR[2] *(ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-7203-7430)*

[*1]Selcuk University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Konya, Turkey.
[2]Selcuk University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Konya, Turkey.

*Corresponding author e-mail: 188241001019@lisansustu.selcuk.edu.tr

Abstract
Pepper (*Capsicum* sp.) is an important vegetable in the world. In this study, some Indonesian pepper genotypes which collected through exploration in some regions in Indonesia were used as genetic materials. The objective of this study was to determine the qualitative and quantitative morphological character of some Indonesian pepper genotypes. The study was conducted from April to September 2021 in the experimental greenhouse and Horticulture Laboratory, Selcuk University, Konya City, Turkey. The result of morphological characterization showed that the average plant height of Indonesian pepper genotypes was 26,93 cm. Based on visual observation, genotypes which had lanceolate leaf shape were genotype 2, 3, 5, 13, 14. The average time to flowering Indonesian pepper genotypes was 36 days after planting (DAP). The flower color of Genotype 6 was yellow flower without anthocyanin coloration on anther, while the other Indonesian genotypes has white flower and present anthocyanin coloration on anther. The tendency of fruit shape was illustrated by the ratio of the length and diameter of fruit. High ratio value represents the shape of fruit is tend to be long and low ratio value represents the shape of fruit is tend to be round. Indonesian pepper genotype has 87,2 DAP for the average time to harvest. Average dry substance for all Indonesian genotypes was 15,30%. A dendrogram developed based on the qualitative characters, divided the 15 Indonesian genotypes into 4 groups with the similarity value of 59,79%.
Keywords: Dendrogram, domestication, explorations, genetic diversity, phenotype, similarity

INTRODUCTION

Pepper (*Capsicum* sp.) is an important vegetable. Peppers consumed as source of vitamin C, protein, antioxidant and other nutrient content, utilized for curing biological ailments and improving human health (Zhang et al, 2019). Peppers are cultivated all over the world by household level, small farming, medium farming corporation and industrial farming sector. Based on FAO data in 2019, world pepper production reached 38 million tonnes with a harvested area of 2 million ha. In Turkey, consumption/production of pepper reaches 2,6 million tones (TUIK, 2020). In Turkey, peppers are consumed either fresh and processed to add delicacy and spicy taste.

Not only quantitatively, the demand for pepper in terms of quality has also increased. The physical quality of peppers will determine consumer decisions in choosing peppers. Farmers want plants that have high productivity, disease resistance, resistance to abiotic stress and of course in accordance with consumer preferences. Therefore, the availability of superior seeds must be sought. The assembly of superior varieties that can meet the preferences of farmers and consumers is carried out through a pepper plant breeding program.

The rapid development of pepper breeding project encourages increased genetic resource enrichment activities. Genetic diversity can be increased through exploration, mutation, hybridization and gene introduction. Characterization was carried out to collect information as an initial selection process in pepper breeding projects (Bozokalfa and Esiyok, 2011; Loredana et al., 2020; Kanal and Balkaya, 2021). The objective of this study was to determine morphologycal characters of explored introducted some Indonesian pepper as informations to increase pepper genetic diversity in Turkey.

MATERIALS AND METHODS

The study was conducted from April to September 2021 in the experimental greenhouse and Horticulture Laboratory, Selcuk University, Konya City, Turkey. In this study, 15 Indonesian pepper genotypes were used as genetic materials. After 2 weeks in the nursery, on May 21, 2021 the seedlings were transplanted into the greenhouse. Observations were recorded for quantitative and qualitative characters based on UPOV (2020). The quantitaive characters were plant height (cm), length and width of leaf (cm), time to flowering, time to

harvesting, fruit length (cm), fruit diameter (cm), fruit flesh thickness (mm), and dry substance (%). The qualitative characters were anthocyanin coloration of hypocotyl, anthocyanin coloration of nodes, hairness of nodes, leaf shape, penducle attitude, anthocyanin colorations, fruit attitude, fruit shape, fruit apex, sinuation of pericarp at basal part, texture of surface, number of locules, fruit color before maturity, intensity of color before maturity, fruit color at maturity, intensity of color at maturity, anthocyanin coloration of fruit, fruit glossiness. The dendrogram developed by qualitative characters using Minitab 16.

RESULTS AND DISCUSSION

Quantitative characters

Table 1 provide the average of quantitative characters. The average plant height of 15 Indonesian pepper genotypes was 26,93 cm. Plant height was observed from ground level until dichotomus. The average of leaf length and leaf width were 9,33 cm and 3,6 cm. The results of the research by Bozokalfa and Esiyok (2011) showed that some Turkish pepper accessions had stem lengths of 1,1-25,6 cm, average leaf length of 7,9 cm and average leaf width of 4 cm. The average of ratio leaf length/width of 15 Indonesian pepper genotypes were 2,72 while turkish peppers were around 1,98 (Bozokalfa and Esiyok (2011). Ratio of leaf length/width will represent the shape of leaf. A small ratio value will illustrate the leaf shape tends to be rounded, while a high ratio value will illustrate the leaf shape tends to be elongated.

Indonesian pepper genotypes start to flowering in 36 Days After Panting (DAP) and are harvested on the 87th day after planting. Turkish pepper started flowering on average on day 58 DAP and harvested on day 84,7 DAP (Bozokalfa and Esiyok, 2011). In addition to genetic factors, flowering time is influenced by environmental conditions (Saleh et al., 2016). In a sub-optimum environment, flowering time can change faster or longer. Under certain nutrient deficiency conditions, the flowering time can also change. The availability of macronutrients (N, P, K) and micronutrients affects the flowering phase and fruit formation (Medina-Lara et al., 2019). On saline soils plants are slower to start flowering, whereas in several studies on drought stress, chili plants flowered faster but experienced a decrease in fruit weight (Baath et al., 2017; Yang et al., 2018; Kpinkoun et al., 2019; Macias-Bobadilla et al., 2020; Mahmood et al., 2021). Farmers prefer short-lived plants because they produce faster.

Table 1. Average of plant height, leaf length, leaf width, ratio of leaf length/width, time to flowering, fruit filling period, time to harvesting and dry substance of 15 Indonesian Pepper Genotypes

Characters	Average	Value
Plant height	26,93	cm
Leaf length	9,33	cm
Leaf width	3,6	cm
Ratio of leaf length/width	2,72	
Time to flowering	36	Days after planting (DAP)
Fruit filling period	51,2	Days
Time to harvesting	87,2	Days after planting (DAP)
Dry substance	15,30	%

Ratio length/diameter of fruit illustrated the shape of fruit (Table 2). High ratio value represents the shape of fruit is tend to be long and low ratio value represents the shape of fruit is tend to be round. Genotipe 2, 3, 5, 7, 13, 14, 15, 19 and 24 has ratio value more than 10, while genoytpe 6, 8, 9, 12, 18 and 23 has ratio value less than10. Fruit flesh thickness of 15 Indonesian pepper genotypes was 0,67-1,53 mm while Turkish pepper 2,1 mm (Bozokalfa and Esiyok, 2011). Availability of water/irrigation is one of the factors that affect the value of fruit flesh thickness. Fruit flesh thickness on bell pepper which was treated with deficit irrigations had a smaller value than control (Karam et al., 2009). However, it is inversely proportional to dry substance characters. Karam et al. (2009) showed that bell pepper with deficit irrigations treatment has higher values of dry substance than control. Dry substance is important to be recorded to get the value of dry matter (dregs). In this case it is important because the use of chili is not only in fresh form, but also dried chili pepper and chili pepper powder (Loredana et al., 2020). In this study, the average of dry substance of 15 Indonesian pepper genotype was 15,30%. Loredana et al. (2020)'s research in Romania showed that the Roial variety has a dry matter percentage of 9.74% for unripe fruit and 13.6% for full ripen fruit.

Table 2. Fruit length, fruit diameter, ratio fruit length/diameter, Fruit flesh thickness and dry substance of 15 Indonesian pepper genotypes

Genotype	Fruit length (cm)	Fruit diameter (cm)	Ratio length/diameter	Fruit flesh thickness (mm)	Dry substance (%)
Genotype 2	9,00	0,45	20,20	0,67	15,11
Genotype 3	10,54	0,43	24,53	0,87	13,30
Genotype 5	11,84	0,64	18,45	0,67	13,59
Genotype 6	6,14	1,00	6,31	0,95	17,51
Genotype 7	12,77	0,55	23,05	0,86	14,61
Genotype 8	9,47	1,21	7,86	1,53	11,98
Genotype 9	8,19	1,26	6,54	1,38	11,68
Genotype 12	12,52	1,45	8,62	1,70	12,07
Genotype 13	14,55	2,61	5,57	0,94	16,36
Genotype 14	14,74	0,80	18,52	1,08	15,62
Genotype 15	16,24	0,61	26,62	0,98	34,19
Genotype 18	9,21	1,26	7,33	1,42	14,91
Genotype 19	20,17	0,57	35,45	0,75	16,13
Genotype 23	10,53	1,19	8,86	1,23	13,90
Genotype 24	8,19	0,48	17,00	0,85	13,72

Qualitatif Characters

Genotype 6 has erect penducle whitout anthocyanin coloration in anther, while another genotypes has semi drooping or drooping penducle with anthocyanin coloration in anther (Table 3). Base on visual observation, the shape of leaf Indonesian pepper genotype were lanceolate, ovate and broad elliptic.

Fruit quality is usually judged by the physical appearance of the fruit. Rathnayaka et al., (2021) said that many physiologycal factors affect the quality of the fruit such as size, shape, color. Fruit shape based on visual observation and in accordance with the table length/diameter ratio observations in UPOV (2020) (Figure 1). Except for genotype 6, all of them tend to be triangular with different length/diameter ratio levels. Genotypes 2,3,5,7,13, 14,15,19 and 24 are triangular level 9, genotype 8, 9, 12, 23 triangular level 7 and genotype 18 triangular level 6. Genotype 6 is trapezoidal level 7.

Almost all genotypes have predominantly two for number of locules characters, except for genotypes 9, 12 and 18 which have two and three locules equally. Genotipe 8, 9, 12 and 23 has smooth or very slightly wringkled for texture of surface character, while other genotypes has slightly and strongly wringkled. Only genotype 6 has rounded fruit apex while other genotypes has moderatly acute and very acute fruit apex.

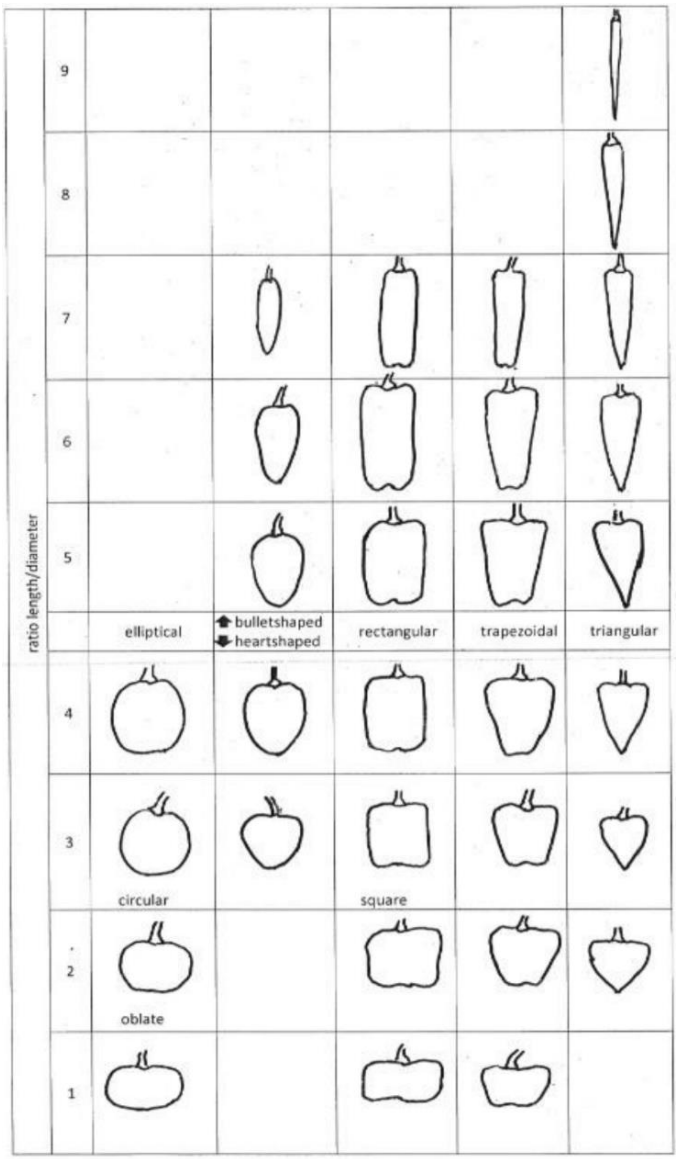


Figure 1. Table of fruit shape based on fruit lenght/diameter (UPOV, 2020)

All Indonesian pepper genotype has green fruit before maturity except genotype 6 which has whithish yellow fruit at before maturity stage. At maturity stage, the fruit of genotype 6 has yellow coloration, while genotype 2, 3, 5, 7, 13,14, 15, 19 and 24 changed to red coloration and genotype 8, 9, 12, 18, and 23 still in green coloration but more darker. Fruit color affects consumers in making decisions in choosing chili (Turhan and Kuscu, 2020; Rathnayaka et al., 2021). Fruit color is influenced by many factors, such as lycopene content, fruit position, adequacy of nutrients and nutrients or environmental stresses that occur (Turhan and Kuscu, 2020).

Table 3. Anthocyanin coloration of hypocotyl, anthocyanin coloration of nodes, hairness of nodes, leaf shape, penducle attitude and anthocyanin colorations in anther of 15 Indonesian Pepper Genotypes

Genotype	Anthocyanin coloration of hypocotyl	Anthocyanin coloration of nodes	Hairiness of nodes	Leaf shape	Penducle attitude	Anthocyanin coloration in anther	Fruit attitude	Fruit shape	Fruit apex	Sinuation of pericarp at basal part	Texture of surface	Number of locules
Genotype 2	Present 2)	Present (9)	Weak (3)	Lanceolate (1)	Semi drooping (2)	Present (9)	Drooping (3)	Triangular (9)	Very acute (1)	Weak (3)	Slightly wringkled (2)	Predominantly two (1)
Genotype 3	Present 2)	Present (9)	Absent or very weak (1)	Lanceolate (1)	semi drooping (2)	Present (9)	Drooping (3)	Triangular (9)	Very acute (1)	Weak (3)	Slightly wringkled (2)	Predominantly two (1)
Genotype 5	Present (2)	Present (9)	Weak (3)	Lanceolate (1)	semi drooping (2)	Present (9)	Drooping (3)	Triangular (9)	Very acute (1)	Medium (5)	Strongly wringkled (3)	Predominantly two (1)
Genotype 6	Absent (1)	Absent (1)	Absent or very weak (1)	Broad elliptic (3)	Erect (1)	Absent (1)	Erect (1)	Trapezoidal (7)	Rounded (3)	Strong (7)	Strongly wringkled (3)	Predominantly two (1)
Genotype 7	Present (2)	Present (9)	Weak (3)	Ovate (2)	semi drooping (2)	Present (9)	Drooping (3)	Triangular (9)	Very acute (1)	Weak (3)	Slightly wringkled (2)	Predominantly two (1)
Genotype 8	Present (2)	Present (9)	Medium (5)	Ovate (2)	semi drooping (2)	Present (9)	Drooping (3)	Triangular (7)	Very acute (1)	Absent (1)	Smooth or very Slightly wringkled (1)	Predominantly two (1)
Genotype 9	Present (2)	Present (9)	Weak (3)	Ovate (2)	semi drooping (2)	Present (9)	Drooping (3)	Triangular (7)	Moderately acute (2)	Absent (1)	Smooth or very Slightly wringkled (1)	Equally two and three (2)
Genotype 12	Present (2)	Present (9)	Medium (5)	Ovate (2)	semi drooping (2)	Present (9)	Drooping (3)	Triangular (7)	Moderately acute (2)	Absent (1)	Smooth or very Slightly wringkled (1)	Equally two and three (2)
Genotype 13	Present (2)	Present (9)	Medium (5)	Lanceolate (1)	semi drooping (2)	Present (9)	Drooping (3)	Triangular (9)	Moderately acute (2)	Weak (3)	Slightly wringkled (2)	Predominantly two (1)
Genotype 14	Present (2)	Present (9)	Weak (3)	Lanceolate (1)	Drooping (3)	Present (9)	Drooping (3)	Triangular (9)	Very acute (1)	Weak (3)	Slightly wringkled (2)	Predominantly two (1)
Genotype 15	Present (2)	Present (9)	Weak (3)	Ovate (2)	semi drooping (2)	Present (9)	Drooping (3)	Triangular (9)	Very acute (1)	Weak (3)	Slightly wringkled (2)	Predominantly two (1)
Genotype 18	Present (2)	Present (9)	Absent or very weak (1)	Ovate (2)	Drooping (3)	Present (9)	Drooping (3)	Triangular (6)	Very acute (1)	Weak (3)	Slightly wringkled (2)	Equally two and three (2)
Genotype 19	Present (2)	Present (9)	Strong (7)	Ovate (2)	Drooping (3)	Present (9)	Drooping (3)	Triangular (9)	Very acute (1)	Medium (5)	Strongly wringkled (3)	Predominantly two (1)
Genotype 23	Present (2)	Present (9)	Weak (3)	Ovate (2)	semi drooping (2)	Present (9)	Drooping (3)	Triangular (7)	Moderately acute (2)	Absent (1)	Smooth or very Slightly wringkled (1)	Predominantly two (1)
Genotype 24	Present (2)	Present (9)	Weak (3)	Ovate (2)	semi drooping (2)	Present (9)	Drooping (3)	Triangular (9)	Very acute (1)	Weak (3)	Slightly wringkled (2)	Predominantly two (1)

Table 5. Fruit color before maturity, intensity of color before maturity, fruit color at maturity, intensity of color at maturity, anthocyanin coloration of fruit, fruit glossiness of 15 Indonesian Pepper Genotypes

Genotype	Fruit color before maturity	Intensity of color before maturity	Fruit color at maturity	Intensity of color at maturity	Anthocyanin coloration of fruit	Fruit glossiness
Genotype 2	Green (3)	Medium (5)	Red (3)	Medium (5)	Absent (1)	Medium (5)
Genotype 3	Green (3)	Medium (5)	Red (3)	Medium (5)	Absent (1)	Weak (3)
Genotype 5	Green (3)	Dark (7)	Red (3)	Medium (5)	Absent (1)	Weak (3)
Genotype 6	Whitish Yellow (1)	Light (3)	Yellow (1)	Light (1)	Absent (1)	Weak (3)
Genotype 7	Green (3)	Dark (7)	Red (3)	Medium (5)	Absent (1)	Weak (3)
Genotype 8	Green (3)	Dark (7)	Green (5)	Dark (7)	Absent (1)	Very Strong (9)
Genotype 9	Green (3)	Dark (7)	Green (5)	Dark (7)	Absent (1)	Medium (5)
Genotype 12	Green (3)	Dark (7)	Green (5)	Dark (7)	Absent (1)	Very Strong (9)
Genotype 13	Green (3)	Dark (7)	Red (3)	Medium (5)	Absent (1)	Medium (5)
Genotype 14	Green (3)	Dark (7)	Red (3)	Medium (5)	Absent (1)	Medium (5)
Genotype 15	Green (3)	Dark (7)	Red (3)	Medium (5)	Absent (1)	Weak (3)
Genotype 18	Green (3)	Dark (7)	Green (5)	Medium (5)	Absent (1)	Medium (5)
Genotype 19	Green (3)	Dark (7)	Red (3)	Medium (5)	Absent (1)	Weak (3)
Genotype 23	Green (3)	Medium (5)	Green (5)	Dark (7)	Absent (1)	Very Strong (9)
Genotype 24	Green (3)	Dark (7)	Red (3)	Medium (5)	Absent (1)	Medium (5)

Figure 2 is a dendrogram showing the proximity of 15 genotypes of Indonesian chili. Dendrogram was developed by qualitative characters and devided 15 genotypes to 4 groups with 59,79% silimarity value. The dendrogram showed Genotype 6 is the most different genotype among other genotypes. Genotype 18 is most closely related to genotypes 8, 12, 23 and 9. Genotypes 2, 3, 5, 7, 13, 14, 15, 19 and 24 are grouped in the same group.

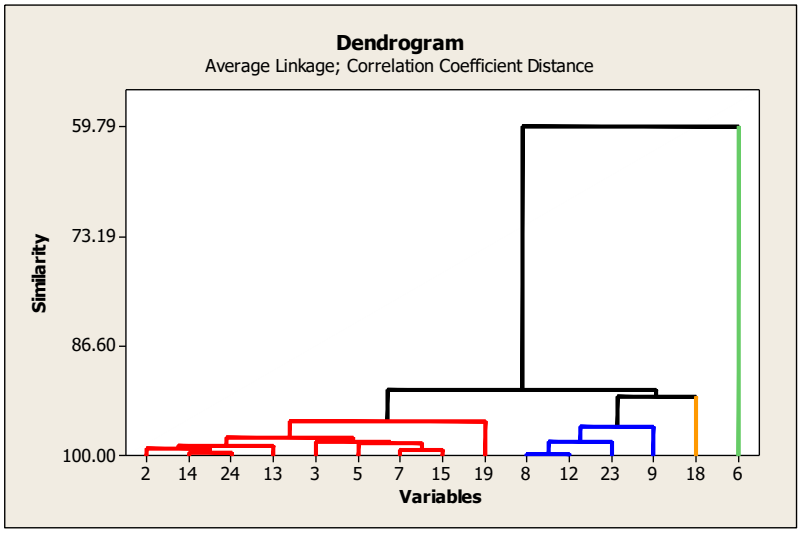


Figure 2. Dendrogram 15 Indonesian pepper genotypes based on qualitative characters

CONCLUSION

The study showed average plant height of 15 Indnonesian pepper genotype was 26,93 cm. Indonesian pepper start to flowering after 36 days and harvested in 87,2 days after planting. Dendrogram devided 15 genotypes into 4 groups with similarity value 59,79%. Although the results of this study may not be the best due to differences in climate and growing environment, the data obtained can still represent the characteristics of

Indonesian pepper in general. The characterization results are very useful for breeder as initial information for selection in plant breeding project.

REFERENCES

Baath G S, Shukla M K, Bosland P W, Steiner R L, Walker S J 2017. Irrigation water salinity influences at various growth stages of Capsicum annuum. Agricultural water management, 179: 246-253.

Bozokalfa MK, Eşiyok D 2011. Evaluation of morphological and agronomical characterization of Turkish pepper accessions. International journal of vegetable science, 17(2): 115-135.

FAO 2019. Crop and livestock product 2015-2019. Available at https://www.fao.org/faostat/en/#data/QC [03.12.21]

Kanal A, Balkaya A 2021. Capsicum baccatum türüne ait biber popülasyonunun karakterizasyonu ve morfolojik varyasyon düzeyinin belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 26(2): 278-291.

Karam F, Masaad R, Bachour R, Rhayem C, Rouphael Y 2009. Water and radiation use efficiencies in drip-irrigated pepper (Capsicum annuum L.): response to full and deficit irrigation regimes. European Journal of Horticultural Science, 74(2): 79.

Kpinkoun J K, Amoussa A M, Mensah A C E G, Komlan F A, Kinsou E, Lagnika L, Gandonou C B 2019. Effect of salt stress on flowering, fructification and fruit nutrients concentration in a local cultivar of chili pepper (Capsicum frutescens L.). International Journal of Plant Physiology and Biochemistry, 11(1): 1-7.

Loredana A O, Stănică F, Vînătoru C, Barcanu E, Tănase B 2020. Expressiveness of the main characters of Roial, a new hot pepper cultivar from Vegetable Research and Developmnet Station Buzau. Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology, 24(4): 22-26.

Macias-Bobadilla, I., Vargas-Hernandez, M., Guevara-Gonzalez, R. G., Rico-Garcia, E., Ocampo-Velazquez, R. V., & Torres-Pacheco, I. (2020). Differential Response to Water Deficit in Chili Pepper (Capsicum annuum L.) Growing in Two Types of Soil Under Different Irrigation Regimes. Agriculture, 10(9): 381.

Mahmood T, Rana R M, Ahmar S, Saeed S, Gulzar A, Khan M A, ...Du X 2021. Effect of Drought Stress on Capsaicin and Antioxidant Contents in Pepper Genotypes at Reproductive Stage. Plants, 10(7): 1286.

Medina-Lara F, Souza-Perera R, Martínez-Estévez M, Ramírez-Sucre M O, Rodríguez-Buenfil I M, Machado I E 2019. Red and brown soils increase the development and content of nutrients in habanero pepper subjected to irrigation water with high electrical conductivity. HortScience, 54(11): 2039-2049.

Rathnayaka R M S M B, Kobayashı M, Mınamı M, Nemoto K, Matsushıma K 2021. Relationship between the soluble solids metric Brix and other traits in Capsicum peppers. Bulletin Shinshu Univ, 19: 55-69.

Saleh B K, Kasili R W, Mamati E G, Araia W, Nyende A B 2016. Diversity of pepper (Capsicum spp.) genotypes from Eritrea assessed by morphological traits. Journal of Agricultural Science, 8(4):1 916-976.

TUIK 2020. Sebze urunleri uretim miktarlari. Available at https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-2.Tahmini-2021-37248 [21.12.21]

Turhan A, Kuşçu H 2020. Sulama Suyu Bor Kapsamları ile Kırmızı Biber Bitkisinin Verim ve Kalite Karakteristikleri Arasındaki İlişkiler. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(1), 201-212.

[UPOV] International Union for the Protection of New Varieties of Plants 2020. *Capsicum annuum* L. *Technical Working Party for Vegetables*; 2020 May 11-15; Brasilia, Brazil.

Yang H, Liu H, Zheng J, Huang Q 2018. Effects of regulated deficit irrigation on yield and water productivity of chili pepper (Capsicum annuum L.) in the arid environment of Northwest China. Irrigation science, 36(1): 61-74.

Zhang J, Lv, J., Dawuda, M. M., Xie, J., Yu, J., Li, J., ... & Gan, Y. (2019). Appropriate ammonium-nitrate ratio improves nutrient accumulation and fruit quality in pepper (Capsicum annuum L.). Agronomy, 9(11): 683.



EurasianSciEnTech 2021

www.eurasianscientech.org