Publication Date
March 23, 2022

insac

ICNES'22

www.insackongre.com

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences

Proceedings Book

Konya, Turkey

March 18-20, 2022

ISBN: 978-625-8378-00-9

Editörün Notu/ Editor's Note

18-20 Mart 2022 tarihlerinde düzenlenen VIII. INSAC Uluslararası Doğa ve Mühendislik Bilimleri Kongresi (ICNES-2022) Kongremiz yoğun bir katılım ile gerçekleştirilmiştir.

Kongremizde bilim dünyasının önemli isimleri akademik çalışmalarını sunmuş ve tartışma ortamı bulmuşlardır. Kongremize bizzat katılarak bizleri onurlandıran yabancı davetli konuşmacılarımıza özellikle teşekkür ederim.

Kongerimize katılan ve ilgi gösteren tüm akademisyenlerimize teşekkür eder, gelecek kongrelerimize de katılımlarından onur duyarız.

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022) held on March 18-20, 2022 with a great participation.

Important names of the scientific world presented their academic studies and found a discussion ambience. Especially, I would like to thank foreign invited speakers who joined us in insac congress.

We would like to thank all of academics who have participated in insac congress.

Doç. Dr. Mehmet Dalkılıç

Organizing Committee and Secretary / Düzenleme Kurulu

Assoc. Prof. Dr. Mehmet Dalkılıç
Prof. Dr. Adnan Çelik
Prof. Dr Abdullah Karaman
Prof. Dr. Vüsale Musali
Prof. Dr. Serpil Ağcakaya
Prof. Dr. Ali Bilgili
Assoc. Prof. Dr. Alper Ateş
Assoc. Prof. Dr. Hüdaverdi Mamak
Assoc. Prof. Dr. Metin Açıkyıldız
Assoc. Prof. Dr. Oğuz Özçelik
Assoc. Prof. Dr. Yavuz Topkaya
Assoc. Prof. Dr. Etem Yeşilyurt
Assoc. Prof. Dr. Yakup Doğan
Assoc. Prof. Dr. Halil Uzun
Dr. Hale Köksoy
Dr. Seda Uğraş
Dr. Banu Keskinkaya
İsmail Kırmızı
Dr. Meliha Uzun

Davetli Konuşmacılar / Invited Speakers

Prof. Noureddine Djebli, Cezayir
Prof. Dr. Mohammadbagher Rezaee, İran
Laura Agolli, Arnavutluk
Prof. Dr. Filiz Meriçli, Türkiye
Dr. Akram Rashid, Pakistan
Assoc Prof. Dr. Kamala Ismayilova, Azerbaycan
Dr. İsam Albabyaty, Irak
Amina Mehri, Tunus
Assoc. Prof. Dr. Alsou Kamalieva, Rusya
Dr. Jamilu Ibrahim Mukhtar, Nijerya
Hersh Shkak, Irak
Dr. Sahman Bayramov, Azerbaycan
Prof. Dr. Zilola Khudaybergenova, Özbekistan

Bilim Kurulu /Science Committe

- Prof. Dr. Angelo Sifaleras, University of Macedonia
- Prof. Dr. Aynur Keskin Kaymakçı, Selçuk Üniversitesi
- Prof. Dr. Ali Bilgili, Ankara Üniversitesi
- Prof. Dr. Birol Üner, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
- Prof. Dr. Fevzi Kılıçel, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
- Prof. Dr. Gürol Yıldırım, Aksaray Üniversitesi
- Prof. Dr. Loanna Chinou, National and Kapodistrian University of Athens
- Prof. Dr. Nazım Şekeroğlu, Kilis 7 Aralık Üniversitesi
- Prof. Dr. Olcobay Karatayev, Manas Üniversitesi
- Prof. Dr. Rıfat Güneş, İnönü Üniversitesi
- Prof. Dr. Rufat Latif oğlu Huseynzade, Azerbaycan Öğretmenler Enstitüsü
- Prof. Dr. Saadettin Yıldırım, Adnan Menderes Üniversitesi
- Prof. Dr. Selim Yilmaz, Marmara Universitesi
- Prof.Dr. A. Ahmet Doğan, Kırıkkale Üniversitesi
- Prof. Dr. A. Azmi Yetim, Gazi Üniversitesi
- Prof. Dr. Ali Bilgili, Ankara Üniversitesi
- Prof. Dr. Arslan Kalkavan, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
- Prof. Dr. Atilla Pulur, Gazi Üniversitesi
- Prof. Dr. Bilge Donuk, İstanbul Üniversitesi
- Prof. Dr. Cengiz Arslan, Fırat Üniversitesi
- Prof. Dr. Faruk Yamaner, Hitit Üniversitesi
- Prof. Dr. Fehmi Tuncel, Ankara Üniversitesi
- Prof. Dr. Gülfem Ersöz, Ankara Üniversitesi
- Prof. Dr. Güner Ekenci, İstanbul Gelişim Üniversitesi
- Prof. Dr. Hayri Ertan, Anadolu Üniversitesi
- Prof. Dr. M. Yalçın Taşmektepligil. Ondokuz Mayıs Üniversitesi
- Prof. Dr. Mehmet Günay, Gazi Üniversitesi
- Prof. Dr. Metin Kaya, Gazi Üniversitesi
- Prof. Dr. Muhsin Hazar, Gazi Üniversitesi
- Prof. Dr. Mürsel Biçer, Gaziantep Üniversitesi
- Prof. Dr. Nevzat Mirzeoğlu, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
- Prof. Dr. Nurtekin Erkmen, Selçuk Üniversitesi
- Prof. Dr. Osman İmamoğlu, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
- Prof. Dr. S. Rana Varol, Ege Üniversitesi
- Prof. Dr. Selçuk Çalışır, Selçuk Üniversitesi
- Prof. Dr. Semiyha Tuncel, Ankara Üniversitesi
- Prof. Dr. Settar Koçak, Orta Doğu Teknik Üniversitesi
- Prof. Dr. Vedat Çınar, Fırat Üniversitesi
- Prof. Dr. Zbigniew Pater, Uniwersytet Zielonogórski
- Prof. Dr. Ziaaddin Zamanzadeh, Khazar University
- Prof. Dr. Arslan Kalkavan, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
- Prof. Dr. Asuman Seda Saracaloglu, Adnan Menderes Üniversitesi
- Prof. Dr. Atilla Pulur, Gazi Üniversitesi
- Prof. Dr. Bilal Uçar, Uluslararası Travnik Üniversitesi
- Prof. Dr. Eleni Sella, National and Kapodistrian University of Athens
- Prof. Dr. Adnan Çelik, Selçuk Üniversitesi
- Prof. Dr. Ercan Oktay, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
- Prof. Dr. H. Mustafa Paksoy, Gaziantep Üniversitesi
- Prof. Dr. Lynn Rose, American University of Iraq
- Prof. Dr. Orhan Çoban, Selçuk Üniversitesi
- Prof. Dr. Sadettin Paksoy, Kilis 7 Aralık Üniversitesi
- Prof. Dr. Serpil Ağcakaya, Süleyman Demirel Üniversitesi
- Prof. Dr. Suat Gezgin, İstanbul Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Hatira Yusifova, Khazar Üniversitesi

- Assoc. Prof. Dr. Başak Hanedan, Atatürk Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Nurcan Kılıç Baygutalp, Atatürk Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Mehmet Mustafa Yorulmazlar, Marmara Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Buket Kunduhoğlu, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Mehmet Ulukan, Adnan Menderes Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Fatih Yıldırım, Atatürk Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Mübariz Ağalarlı, Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Namiq Musalı, Khazar Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Reza Sirjani, Eastern Mediterranean University
- Assoc. Prof. Dr. Selahattin Avşaroğlu, N. Erbakan Üniv.Kırgızistan-Türkiye Manas Üniv.
- Assoc. Prof. Dr. Yagut Aliyeva, Bakü Devlet Universitesi
- Assoc. Prof. Dr. Yaprak I. Özdemir, Karadeniz Teknik Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Yener Özen, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Zivar Huseynli, Khazar University
- Assoc. Prof. Dr. Tayfun Dede, Karadeniz Teknik Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Alexander Chefranov, Eastern Mediterranean University
- Assoc. Prof. Dr. Dündar Yener, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Edin Jahic, International University of Sarajevo
- Assoc. Prof. Dr. Faiq Elekber, Azerbaycan Milli Elmlar Akademiyası
- Assoc. Prof. Dr. Halim Avcı, Kilis 7 Aralık Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Hatira Yusifova, Khazar Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Kemal Delihacıoğlu, Kilis 7 Aralık Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Mehmet Mustafa Yorulmazlar. Marmara Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Mehmet Ulukan, Adnan Menderes Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Metin Açıkyıldız, Kilis 7 Aralık Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Mustafa Dede, Kilis 7 Aralık Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Mübariz Ağalarlı, Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Namiq Musalı, Khazar Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Mehmet Özkan Timurkan, Atatürk Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Reza Sirjani, Eastern Mediterranean University
- Assoc. Prof. Dr. Selahattin Avşaroğlu, N. Erbakan Üniv.Kırgızistan-Türkiye Manas Üniv.
- Assoc. Prof. Dr. Tevfik Agaçayak, Konya Teknik Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Yagut Aliyeva, Bakü Devlet Universitesi
- Assoc. Prof. Dr. Yaprak I. Özdemir, Karadeniz Teknik Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Yener Özen, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Zivar Huseynli, Khazar University
- Assoc. Prof. Dr. Cantürk Çapık, Atatürk Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Pınar Gül, Atatürk Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Fikret Alıncak, Gaziantep Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Fikret Ramazanoğlu, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Fikret Soyer, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Hakan Sunay, Ankara Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Hasan Şahan, Akdeniz Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Hatira Yusifova, Khazar Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Hayri Aydoğan, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Hüdaverdi Mamak, Ömer Halis Demir Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. M. Çağrı Çetin, Mersin Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Mehmet Mustafa Yorulmazlar. Marmara Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Mehmet Ulukan, Adnan Menderes Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Mübariz Ağalarlı, Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Namiq Musalı, Khazar Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Hülya Balkaya, Atatürk Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Oğuz Özçelik, Fırat Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Reza Sirjani, Eastern Mediterranean University
- Assoc. Prof. Dr. Sebahattin Devecioğlu, Fırat Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Selahattin Avşaroğlu, N. Erbakan Üniv.Kırgızistan-Türkiye Manas Üniv.

- Assoc. Prof. Dr. Uğur Abakay, Gaziantep Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Yagut Aliyeva, Bakü Devlet Universitesi
- Assoc. Prof. Dr. Yaprak I. Özdemir, Karadeniz Teknik Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Yener Özen, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Veysel Temel, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Zafer Çimen, Gazi Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Zivar Huseynli, Khazar University
- Dr. Ahmet Öztürk, Rosen College of Hospitality Management
- Dr. Ağayeva Aysel, Sumgayıt Devlet Üniversitesi
- Dr. Zülfiyyə Hacıyeva, Sumgayıt Devlet Üniversitesi
- Dr. Ali Öz, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
- Dr. Ömer Barış İnce, Pamukkale Üniversitesi
- Dr. Atheer Matroud, The American University of Iraq in Sulaimani
- Dr. Badiossadat Hassanpour, Eastern Mediterranean University
- Dr. Bahanur Özkan Bahar, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
- Dr. Erkan Akgöz, Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi/Selçuk Üniversitesi
- Dr. Guita Farivarsadri, Eastern Mediterranean University
- Dr. Günel Orucova, Azerbaycan Milli Bilimler Akademisi
- Dr. Hülya Dede, Kilis 7 Aralık Üniversitesi
- Dr. Mehdi Bashiri, Khazar University
- Dr. Mohamad Alhijazi, Eastern Mediterranean University
- Dr. Mohammed Bsher A. Asmael, Eastern Mediterranean University
- Dr. Sahl Derchawi, Suriye
- Dr. Sevgi Gezici, Kilis 7 Aralık Üniversitesi
- Dr. Ahmet Öztürk, Rosen College of Hospitality Management
- Dr. Atheer Matroud, The American University of Iraq in Sulaimani
- Dr. Badiossadat Hassanpour, Eastern Mediterranean University
- Dr. Erkan Akgöz, Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi/Selçuk Üniversitesi
- Dr. Guita Farivarsadri, Eastern Mediterranean University
- Dr. Günel Orucova, Azerbaycan Milli Bilimler Akademisi
- Dr. Mehdi Bashiri, Khazar University
- Dr. Mohamad Alhijazi, Eastern Mediterranean University
- Dr. Mohammed Bsher A. Asmael, Eastern Mediterranean University
- Dr. Sahl Derchawi, Suriye
- Dr. Alper Ateş, Selçuk Üniversitesi
- Dr. Sevgi Dursun Ateş, Selçuk Üniversitesi
- Dr. Tuncer Çakmak, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
- Dr. Ahmet Öztürk, Rosen College of Hospitality Management
- Dr. Ahmet Şahin, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
- Dr. Atheer Matroud, The American University of Iraq in Sulaimani
- Dr. Aysel Kalaycı Yiğin, İstanbul Üniversitesi
- Dr. Badiossadat Hassanpour, Eastern Mediterranean University
- Dr. Barbaros Serdar, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
- Dr. Bereket Köse, Şırnak Üniversitesi
- Dr. Dede Baştürk, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
- Dr. Erhan Devrilmez, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
- Dr. Erkan Akgöz, Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi/Selçuk Üniversitesi
- Dr. Guita Farivarsadri, Eastern Mediterranean University
- Dr. Günel Orucova, Azerbaycan Milli Bilimler Akademisi
- Dr. Harun Genç, Bingöl Üniversitesi
- Dr. Hale Köksoy, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
- Dr. Kazım Kaya, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
- Dr. Kazım Nas, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
- Dr. Mehdi Bashiri, Khazar University
- Dr. Mehmet Çebi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi
- Dr. Meliha Uzun, Şırnak Üniversitesi

- Dr. Mohamad Alhijazi, Eastern Mediterranean University
- Dr. Mohammed Bsher A. Asmael, Eastern Mediterranean University
- Dr. Murat Atasoy, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
- Dr. Ömer Özer, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
- Dr. Özgür Önal, Süleyman Demirel Üniversitesi
- Dr. Recep Soslu, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
- Dr. Sahl Derchawi, Suriye
- Dr. Seda Uğraş, Bozok Üniversitesi
- Dr. Tolga Esen, Akdeniz Üniversitesi
- Dr. Tuba Melekoğlu, Akdeniz Üniversitesi
- Dr. Türker Bıyıklı, Nişantaşı Üniversitesi
- Dr. Fikriye Ataman, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
- Dr. Volkan Taşdemir, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Oral Presentations/Sözlü Sunumlar

İçindekiler

Editörün Notu/ Editor's Note 2

Organizing Committee and Secretary / Düzenleme Kurulu 3

Bilim Kurulu /Science Committe..... 5

Oral Presentations/Sözlü Sunumlar 9

Yenilebilir Film ve Kaplamaların Et Endüstrisinde Kullanılmaları 12

(Abdülkadir Dilber) 12

Acetylcholinesterase (Ache) Inhibition Properties of *Plantago Major*, and *Plantago Lanceolate* Plant Extracts 29

(Mehmet Nuri Atalar, Abdülmelik Aras)..... 29

Investigation of the Behavior of Stone Mastic Asphalt Coatings in Different Thicknesses by the Finite Element Method 31

(Ahmet Sertac Karakas) 31

Synthesis of Phthalimido Functionalized Imidazolium Salts 41

(Ali Arinç, Murat Yiğit, Beyhan Yiğit) 41

Synthesis of Quinoxaline-linked Bis(imidazolium) Salts 43

(Ali Arınç, Murat Yiğit) 43

Effect of Pre-Aging Heat Treatment on Natural and Artificial Aging of Extruded AA6063 Aluminium Alloy 45

(Köksal Kurt, Barış Kara, Asım Zeybek) 45

Gıda ile Temas Eden Madde ve Malzemelerde Kasıtlı Olarak Eklenmemiş Maddelerin (NIAS) Belirlenmesi ve Risklerinin Araştırılması 47

(İsra Toptancı)..... 47

Bilgi Rezervuarlarının Açık Kuantum Sistem Dinamiğine Etkisi 49

(Ufuk Korkmaz, Deniz Türkpençe) 49

Taguchi Metodu Kullanılarak Kaynak Proses Parametrelerinin Optimizasyonu: Somun Kaynak Operasyonu İçin Bir Uygulama 51

(Aslan Deniz Karaoğlan, Ecem Kapçak)..... 51

Effects on Seed Germination of Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) of Different Melatonin Doses 61

(Esra Nurten Yer Çelik) 61

Synthesis of N-Heterocyclic Carben-Palladium-Pyridine (PEPPSI) Complexes 63

(Hasan Akdan, Beyhan Yiğit) 63

Synthesis of N-Heterocyclic Carben-Ruthenium-*p*-Cymene Complexes 65

(Hasan Akdan, Beyhan Yiğit, Murat Yiğit)..... 65

Comparison of Long-Short Term Memory and Gated Recurrent Unit Based Deep-Learning Models in Prediction of Stream-Flow Using Machine Learning For Water and Energy Approach 67

(Huseyin Cagan Kilinc) 67

Bir Üniversite Kampüsünde Alınan Hava Örneklerinde Fitalat Değerlerinin Tespiti 69

(Işıl Çelik Sağlam, Merve Saral, Mihriban Civan, Banu Çetin)..... 69

Farklı Oranlarda Soğuk Çekilmiş Elektrolitik Bakır Telin Yeniden Kristallenme Kinetiğinin Termal Analizle İncelenmesi 71

(Jaber Raougui, Kenan Yıldız) 71

CAD/PDM ve ERP Entegrasyonunu için Bir Model Önerisi: Vaka Çalışması 78

(Lütfi Apilioğulları) 78

Comparative Study of Edge Energetics of Transiton Metal Diselenides 89

(Nadire Nayir) 89

Redesign of Second Quality Denim Garments For Sustainable Production..... 90

(Selin Hanife Eryürük, Pelin Altay, Gülay Özcan, Belgin Görgün, Beyhan Parmak, Cansel Birol)..... 90

Soğuk Deformasyon Oranının SAE1008 Çeliğin Mekanik Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi 105

(Pelin Kalınlı, Kenan Yıldız)..... 105

Naftalin-2-Sülfonik Asit'in Poli(anilin-ko-tiyofen) Kopolimeri ile Adsorpsiyonu 111

(Sabri Can Karadeniz, Volkan Uğraşkan, Birol Işık, Fatih Çakar)..... 111

Yerel Yönetimlerde Akıllı Şehir Uygulamaları ve Süreç Yönetimi..... 114

(Fatih Öztürk, Savaş Muharrem Gülmez) 114

Recent Advances in Nitrogen Removal from Wastewater Using Bioelectrochemical Systems..... 134

(Seçil Tutar Öksüz) 134

Recent Advances in Nitrogen Removal from Wastewater Using Bioelectrochemical Systems..... 143

(Seçil Tutar Öksüz) 143

RY145 Boyar Maddesinin Elektrokimyasal Oksidasyon Yöntemi İle Gideriminin Yanıt Yüzey Yöntemiyle (YYY) Optimizasyonu 145

(Seda Balcı, Taner Yonar)..... 145

Central Over-Current Coordination Relay on MV Distribution Networks..... 147

(Serdar Tezgel, Fatih Mehmet Nuroğlu)..... 147

Pirinç Kepeği Yağı ve Biyoaktif Bileşenleri 149

(Sezer Kıralan)..... 149

Zeytin Endüstrisi Atıksuyunun İleri Oksidasyon Prosesleriyle Arıtılması..... 151

(Sinan Ateş, A. Elif Ateş, Senem Yazıcı Güvenç, Emine Can Güven, Serdar Aydın, Gamze Varank) 151

Evaluation of Sound Insulation in Composite Wall Systems 158

(Tarık Serhat Bozkurt)..... 158

Akyaka' dan (Muğla-Türkiye) Yakalana Çipura (*Sparus aurata*) tüketimine bağlı Metal Kaynaklı Sağlık Risk Değerlendirmesi 169

(Tuncer Okan Genç) 169

Ses Kontrollü Robot El 171

(Türkay Özkan, Hakan Işık) 171

Metal-Catalyzed Synthesis of Pyrrole Derivatives From α-Propargyl Acetophenone Derivatives 184

(Volkan Taşdemir) 184

Weight Reduction in Automotive Plastic Underbody Parts by Using Plume Technology (Chemical Foaming Agent and Core-back Technology) 186

(Yasemin Gültekin) 186

Improving Sound Absorption Performance by a Helmholtz Resonator in Wheel Arch Liner 188

(Yasemin Gültekin, Thomas Jean) 188

Isıl İşlem Uygulamalarının Biyoaktif Anne Sütü Proteinlerine Etkisi 190

(Ferhan Yapar) 190

Logic-Based Classification Approach for Binary Classification Datasets 201

(Mohammed H. Ibrahim) 201

Konular 204

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Yenilebilir Film ve Kaplamaların Et Endüstrisinde Kullanılmaları

(Abdülkadir Dilber)

Yenilebilir Film ve Kaplamaların Et Endüstrisinde Kullanılmaları

Abdülkadir Dilber
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi
E-mail: akdilber@kmu.edu.tr

Özet: *Gıda maddeleri üretimden tüketime kadar farklı şekillerde kayba uğramaktadır. Gıda maddeleri üretim, depolama ve nakliye sırasında çeşitli etkenlerle bozulmaktadır. Bu gıda maddelerinin içerisinde en önemli grubu ise et ve et ürünleri oluşturmaktadır. Et ve et ürünleri insan beslenmesinde önemli olan gıda gruplarının başında gelmektedir. Et ve ürünleri, içerdiği biyolojik değeri yüksek protein kaynağının yanı sıra, vitaminleri, mineral maddeleri, esansiyel amino asitleri ve yağ asitlerini yeterli miktarda yapısında bulundurması nedeniyle insan beslenmesinde, yerini bitkisel kökenli gıdaların ikame edemeyeceği önemli bir gıda maddesidir. İnsan beslenmesi açısından bu kadar önemli olan et ve et ürünleri, işlenmesi ve depolanması sırasında mikrobiyal ve biyokimyasal değişimlere uğrayarak çabuk bozulmakta ve raf ömrü kısa gıdalar içinde yer almaktadır. Bu değişimlerden özellikle yağların ve proteinlerin oksidasyonu, et ve et ürünlerinin raf ömürlerini sınırlandırmaktadır. Lipit oksidasyonu vitaminlerin ve esansiyel aminoasitlerin kaybına neden olmakta, bununla birlikte renk, flavor, koku ve tekstürde istenmeyen değişikliklerin oluşmasına neden olmaktadır. Protein oksidasyonu sonucu proteinlerin fonksiyonel özelliklerinde, ürün rengi ve tekstüründe değişimler oluşmaktadır. Bu değişimler proteinlerin biyolojik değerini ve sindirilebilirliğini azaltmakta ve besleyici değerinde kayıplara neden olmaktadır. Bu da kalitede düşmeye, et ve et ürünlerinin bozulmasına ve ekonomik kayıplara yol açmaktadır.*

Günümüzde gıdaların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmalarını engelleyerek, beslenme değerlerini ve raf ömürlerini uzatmak, ambalajlama yöntemleriyle mümkün hale gelmiştir. Bu nedenle biyolojik olarak bozunabilen yenilebilir film ve kaplamalar gıda ambalajlama uygulamaları için güvenli görünmektedir.

Yenilebilir film ve kaplamalar, et ve et ürünlerinin yapısal bütünlüğünü mekanik darbelere karşı koruyarak, oksijen, karbondioksit gibi gazların transferlerini yavaşlatmaktadır. Ayrıca içerisine lezzet, renk, tat maddeleri eklenerek, et ve ürünlerinin organoleptik özelliklerinin iyileştirilmesi, antimikrobiyal ve antioksidan maddeler için ise taşıyıcı yüzey olarak kullanılabilir olmasıdır

1.Giriş

Gıdaların üretiminden, tüketiciye ulaşana kadar geçen süre zarfında tazeliğini, kalitesini ve bütünlüğünü koruyan muhafaza işlemine ambalajlama denir. Ürünün özelliklerine uygun ambalaj materyalinin seçilmesi ile gıdayı dışardan gelebilecek fiziksel hasarlardan, istenmeyen oksidasyon reaksiyonlarından, biyolojik bozunmadan ve nem kaybından korumaktadır (Temiz ve Yeşilsu, 2006; Şahin ve Akpınar, 2008).

Gıdaların depolanması ve taşınması sırasında maruz kaldıkları çeşitli olumsuz etkileri engellemek veya azaltmak ve uzun raf ömrü sağlamak için çeşitli ambalaj materyalleri kullanılmaktadır. Ambalajlar, gıda ürünlerini belirli bir süre fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik etkilerden korumaktadır (Yousuf ve ark., 2017; Topuz ve Boran, 2018).

Gıdaların en az kalite kaybıyla ve güvenli bir şekilde tüketiciye ulaştırılması gıda işleme endüstrisinin en önemli amaçlarından biridir. Gıdalar üretim, depolama ve nakliye sırasında çeşitli etkenler nedeniyle bozulmaktadır. Kalite kayıplarının önlenmesi, gıda bütünlüğünün sağlanması, tüketicinin bilgilendirilmesi gibi amaçlarla çeşitli ambalajlar kullanılmaktadır (Topuz ve Boran., 2018).

Gıda yüzeyine ince bir katman halinde uygulanan ve gıda ile birlikte tüketilebilen malzemeler yenilebilir film ve kaplama olarak adlandırılmakta, kokusuz, tatsız ve şeffaf olma gibi duyusal özellikleri bünyesinde barındırmaktadır. Ayrıca bu tip kaplamalar su buharı ve çözünen madde geçirgenliğine uyumluluk, uçucu bileşenlere ve gazlara karşı seçici geçirgenlik göstermektedir (Suput ve ark., 2015; Hassan ve ark., 2018).

Yenilebilir film ve kaplamalar, kaplanacağı gıda maddesinden ayrı olarak üretilir ve gıda maddesinin yüzeyinde oluşturulan ince film ve tabaka oluşturarak şekilde uygulanmaktadır (Robertson, 2013).

Son zamanlarda tüketicilerin et ürünlerine yönelik olarak taleplerinde meydana gelen değişimler ambalajlama teknolojilerinin de değişmesine neden olmuş, gıda kalitesi ve güvenliği açısından antimikrobiyal ve antioksidant ambalajlama gibi yeni gıda ambalajlama teknolojilerini ortaya çıkarmıştır (Suppakul ve ark., 2003). Ayrıca, son yıllarda ambalajlama metotlarına yönelim raf ömrünü arttırma fonksiyonu üzerine olmuştur. Bu konudaki önemli gelişmelerden biri de yenilebilir film ve kaplamalardır (Aguirre-Joya, ve ark., 2018).

Et ve et ürünlerinde, antimikrobiyel yenilebilir biyopolimer film ve kaplamalar oldukça ilgi görmektedir. Bu ürünlerde, özellikle yüzeyde bozulma yapan mikroorganizmalar ile patojen mikroorganizma yükünü azaltması, aroma kaybını engellemesi ve istenmeyen koku kontaminasyonlarını sınırlandırması, antimikrobiyel yenilebilir film ve kaplamaların sağladığı faydalar arasındadır (Karagöz ve Candoğan, 2007).

2. Yenilebilir Film ve Kaplamaların Üretiminde Kullanılan Materyaller

Doğal yollardan elde edilen, gıdalarla birlikte tüketilebilen, gıdaları dış etkenlerden korumak için gıda yüzeylerine uygulandığında gaz, nem ve katı hareketliliğinin kontrolünü sağlayabilen ince ambalaj materyallerine yenilebilir film veya kaplama denir (Keleş, 2002).

Yenilebilir film ve kaplamalar, biyolojik kaynaklı polimer yapılarına göre polisakkarit, protein ve lipitler olarak 3 ana gruba ayrılır. Bunlar birçok bitkisel ve hayvansal kaynaklardan elde edilerek tek başlarına veya karışım halinde yenilebilir film ve kaplama materyali olarak kullanılmaktadır (Robertson, 2013).

2.1. Polisakkaritler

Polisakkaritler, monosakkaritlerin glikozidik bağlarla bağlanarak oluşturdukları kompleks karbonhidratlardır. Polisakkaritler ve türevleri maliyetlerinin düşük olması, elde edilmelerinin kolay olması ve film oluşturma özelliklerinin çok iyi olması sebebiyle günümüzde çok geniş bir alanda yenilebilir film ve kaplama materyali olarak kullanılmaktadırlar. Polisakkarit filmlerin en önemli özelliği oksijen geçişini düşürmesi ve yapısal olarak dayanıklı olmalarıdır (Robertson, 2013).

Polisakkarit esaslı kaplamaların büyük bir kısmını "nişasta (patates, mısır, buğday, pirinç ve diğer türevleri), selüloz (pamuk, odun ve diğer türevleri), gumlar (guar, keçiboynuzu, aljinatlar, karragenan, pektinler ve diğer türevleri), kitin/kitosan gibi polimerler" oluşmaktadır. Bunların gaz geçirgenlikleri düşüktür (Işık ve ark, 2013; Yüce, 2018).

2.2. Proteinler

Protein filmler, bitkisel kaynaklardan elde edilen (mısır zeini, buğday glüteni, soya proteini, vs.) ve hayvansal kaynaklardan elde edilen (keratin, kolajen, jelatin, kazein ve peynir altı suyu proteini) proteinler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Dursun ve Erkan, 2009; Robertson, 2013). Proteinlerin yıllardır ambalajlama malzemesi olarak kullanılmalarının sebebi kolayca film oluşturulmalarından kaynaklanmaktadır (Srinivasa ve Tharanathan, 2007). Protein kaynaklı yenilebilir film ve kaplamaların en önemli özelliği gıdalara mekanik dayanık kazandırıp, gaz ve lipit geçişine karşı iyi bir bariyer olmalarıdır. Ancak su buharı geçirgenlikleri yüksektir (Cutter, 2006; Robertseon, 2013). Protein filmlerin hidrofilik özellikleri sayesinde kaplandıkları gıdalara kuvvetli mekanik ve bariyer özellik kazandırmaktadır. (Pavlath ve Orts, 2009). Protein filmler ve kaplamalar kullanıldıkları gıdanın besin değerini arttırmaktadır. Proteinlerden elde edilen film ve kaplamaların özellikleri; proteinin kaynağına, protein çözeltisinin pH değerine, plastikleştirici madde kullanılıp kullanılmadığına, protein film ve kaplama kalınlığı, hazırlama yöntemlerine ve film çözeltisine katılan diğer yapılara göre değişmektedir (Dursun ve Erkan, 2009).

2.3.Lipitler

Lipitler, hayvansal ve bitkisel organizmalar tarafından sentezlenen, suda çözünmeyen fakat etil eter, petrol eteri, kloroform, sıcak alkol, benzol, karbon tetraklorür, aseton vb. yağ çözücü organik maddelerde çözünen doğal organik maddelerdir. Yenilebilir film teknolojisinde kullanılan lipit kaynaklı materyaller ise asetillenmiş monogliseritler (gliserin, bir molekül yağ asidiyle birleşirse monogliserit oluşur), doğal mumlar ve çeşitli yağlı bileşikler, koruyucu kaplama yağlardır. Yenilebilir film teknolojisine lipit kökenli materyaller düşük polariteye sahip olmaları sebebiyle genellikle nem kaybını önlemek amacıyla kullanılırlar. Özellikle kırmızı ve beyaz etleri nem kaybına karşı korumak amacıyla kullanılırlar ve kaplandıkları ürünün solunumunu azaltarak, ömrünün uzamasını da sağlarlar. Meyve ve sebzelerde ise yüzey parlaklığını sağlamak ve meyvelerin küflenmesini önlemek için etkin bir koruyucu olarak kullanılırlar. Sıvı fazdaki lipitlerin, gaz ve buhar geçişlerine karşı dirençleri düşüktür. Lipit filmlerin en önemli dezavantajı ise zayıf mekanik özellik göstermeleridir (Dursun, Erkan, 2009).

2.4. Kompozitler

Kompozit; iki veya daha fazla farklı özellikteki maddenin en iyi özelliklerini bir araya toplamak ya da ortaya yeni bir özellik meydana getirmek amacıyla birleştirilmesi olarak tanımlanabilir. Yenilebilir film üretiminde ise protein ve polisakkarit, protein ve lipit, lipit ve polisakkarit kombinasyonları kullanılarak yenilebilir kompozit filmler üretilebilmektedir. Bu kombinasyonlar sayesinde bileşenlerin farklı özellikleri bir araya getirilebilmektedir ve zayıf yönleri güçlendirilebilmektedir (Bourtoom, 2008).

2.5. Çözücüler

Yenilebilir film ve kaplama üretiminde kullanılan yaygın çözücüler etanol ve sudur. Genellikle selüloz türevleri, gamlar, nişasta türevleri, pektin, aljinat, karragenan, yumurta ve balık proteinleri, süt proteinleri, pullulan ve jelatin bazlı film kaplamalar bu materyallerin uygun şartlarda suda çözdürülmesiyle hazırlanmaktadır. Suda çözünmeyen kitosan yalnızca asidik çözücülerde (<6.0 pH) çözünmektedir. Kitosanı çözündürmek için asetik, formik, laktik gibi organik asitler kullanılmaktadır (Yıldız ve Yangılar, 2014). Bununla birlikte eğer kaplama materyali gluten, mısır veya soya gibi zirai kaynaklı bir proteinden üretilecekse farklı organik çözücüler kullanılabilmektedir (Üstunol, 2009).

2.6. Plastikleştiriciler

Plastikleştiriciler, moleküller arası kuvvetlerden kaynaklanan kırılganlığı ortadan kaldırmak ve polimer yapısına esneklik kazandırmak amacıyla kullanılan düşük molekül ağırlıklı bileşiklerdir (Ayana, 2007). Bu amaçla, gliserin, etilen glikol, sorbitol, mannitol ve polietilen glikol gibi çeşitli maddelerden yararlanılmaktadır (Sarıkuş, 2006).

Plastikleştiri maddelerin film çözeltilerine ilave edilmesiyle filmlerin esnekliğinin artırılması, kırılganlığının azaltılması ve plastik malzemelere benzer bir yapı oluşturması sağlanmaktadır. Genellikle düşük molekül ağırlığına sahip olan plastikleştiriciler, polimer moleküleri arasına girerek, moleküller arası mesafeyi artırmakta ve moleküller arasındaki bağ kuvvetini azaltmaktadırlar. Bunun sonucunda da filmlerin gerilme mukavemeti ve camsı geçiş sıcaklığı düşerken, elastikiyetleri artmaktadır (Han ve Gennadios, 2005; Uslu, 2007).

Plastikleştirme etkinliği, plastikleştirici maddenin üç boyutlu polimer yapı (protein, nişasta gibi) içindeki konumlanma durumuna bağlıdır. Plastikleştiriciler moleküller arasına ne kadar çok girerlerse yapıyı o kadar genişleterek, serbest hacim artışına neden olurlar. Böylece polimer zincirlerinin hareket alanı ve kabiliyeti artmaktadır (Vieira ve ark., 2011).

Plastikleştirici seçiminde dikkat edilecek en önemli husus plastikleştiricilerin molekül ağırlıkları ve polariteleridir. Düşük molekül ağırlığına ve yüksek polariteye sahip olanlar tercih edilmektedir. Bu nedenle film üretiminde daha çok gliserol kullanılmaktadır (Wihodo ve Moraru, 2013).

2.7.Diğer Katkı Maddeleri

Katkı maddeleri, yenebilir film ve kaplamalara birçok yeni özellik kazandırmak ve uygulanacak gıdanın kalitesi ve güvenliğini artırmak amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca film ve kaplamalar çok çeşitli aktif maddelerin taşıyıcısı olarak da kullanılmaktadır. Yenebilir filim ve kaplamalara, emülsifiye ediciler, lezzet ve renk maddeleri, baharatlar, antimikrobiyaller, antioksidanlar, oleoresinler, probiyotik organizmalar, gibi maddeler eklenmektedir (Martin-Belloso ve ark., 2009).

Kullanım amaçlarına göre yenebilir film ve kaplamaları da; antioksidan yenebilir filmler, antimikrobiyal yenebilir filmler, lezzet enkapsüle edici yenebilir filmler, renk ve aroma verici yenebilir film ve kaplamalar, vb. şeklinde sınıflandırmak mümkündür (Embuscado ve Huber, 2009).

3. Yenilebilir Film ve Kaplamaların Gıdalara Uygulama Yöntemleri

Yenilebilir film ve kaplamalar gıdalara daldırma, püskürtme, boyama, dökme ve ekstrüzyon yöntemleri şeklinde uygulanmaktadır (Dhanapal ve ark., 2012).

Daldırma yönteminde; gıda maddesi doğrudan kaplama çözeltisine daldırılır ve fazla kaplama materyali gıda yüzeyinden uzaklaştırıldıktan sonra kurutumaya bırakılır ve istenen kalınlıkta film tabakası oluşturmaktadır (Üçüncü, 2000; Altan, 2003; Pavlath ve Orts, 2009). Bu yöntemin en önemli avantajı düzgün olmayan yüzeylerin homojen bir şekilde kaplanması sağlanır, fakat büyük hacimli gıdaların kaplanması için çok uygun değildir (Polat, 2007; Dursun- Oğur, 2012).

Püskürtme (spray) yöntemi, ürünlerin belli bir kısmını kaplamak, ürün yüzeyinde homojen ince bir tabaka elde etmek amacıyla gıdalara püskürtülerek uygulanmaktadır (Üstunol, 2009). Bu yöntem kaplama yapılmış ürün yüzeyinde ikinci bir kaplama oluşturmak için idealdir. Özellikle meyve ve sebzelerde yüksek basınçlı püskürtücüler ve hava üflemeli sistemler bu

yöntem için sıklıkla tercih edilmektedir. Püskürtme yönteminin dezavantajı ise bu işlem için çok miktarda kaplama materyalinin kullanılmasıdır (Polat, 2007; Çiltepe, 2013).

Boyama yöntemi, ürünün belli bir kısmı kaplanacaksa, ayrıca homojen ve ince bir tabaka elde etmede uygulanmalıdır. Bu metot da, akışkan olan kaplama solüsyonu fırça yardımıyla ürün yüzeyine sürülerek kaplama işlemi gerçekleştirilir (Polat, 2007).

Dökme yönteminde; kaplama çözeltisi ürün yüzeyine istenilen kalınlıkta dökülmekte, sonra ürün yüzeyine yayılıp ve kurutularak film oluşturmaktadır (Polat, 2007; Dursun-Oğur, 2012). Bu yöntem daha çok püskürtme ve daldırma yöntemlerine yardımcı olmak amacıyla kullanılmaktadır. Bu yöntem direkt uygulandığında eğer kaplama malzemesi fazla olursa ürünün gaz geçirgenliği çok az olur ve üründe bozulmalar olabilmektedir. Bu nedenle direkt uygulanışı film ve kaplama endüstrisinde görülmemektedir (Gökalp ve ark., 1995).

Ekstrüzyon yöntemi; nişasta bazlı yenilebilir film ve kaplamaların yapımında kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde, polimerlere plastikleştirici olarak, polietilen, glikol ve sorbitol eklenmektedir (Dhanapal ve ark.,2012).

4. Yenilebilir Film ve Kaplamaların Fonksiyonları

Yenilebilir kaplamalar, gıdaları koruyarak raf ömürlerini uzatmak amacıyla bir gıdanın yüzeyi üzerinde oluşturulmuş ince tabakalı, doğal kaynaklardan elde edilen, gıda yüzeylerine veya gıda katmanları arasına uygulandığında nem, gaz ve katı geçirgenliğinin kontrolünü sağlayabilen, gıdayla birlikte yenilebilen ambalaj materyalleridir (Işık ve ark., 2013).

Kızartılmış kaplamalı ürünlerin tüketimi dünya çapında oldukça yaygındır (Süfer ve diğ. 2013). Son yıllarda, gıdaları korumak için çeşitli baharatlar ve antimikrobiyal bileşikler eklenerek yeni yenilebilir film ve kaplamalar geliştirilmektedir (Raghav ve ark., 2016).

5. Yenilebilir Film ve Kaplamaların Et ve Su ürünlerinde Kullanımları

Yenilebilir film ve kaplamalar, gıdaların raf ömürlerini uzatarak, aynı zamanda kalite özelliklerini de iyileştirmektedirler. Et ve su ürünlerindeki fonksiyonları ise şu şekilde sıralanabilir (Gennadios, ve ark.,1997; Üstünol, 2009).

Taze ve/veya dondurulmuş etler, depolanmaları sırasında nem kaybetmelerine paralel olarak tekstür, aroma ve renklerinde değişiklikler meydana gelmektedir, bu sebeple ürünlerin satışlarında problemler çıkmaktadır. Bu nedenle yenilebilir film ve kaplamalar, nem bariyer özellikleri sayesinde, et ve su ürünlerinin depolanmaları süresince bu problemlerin önlenmesinde önemli etkiye sahiptirler.

Plastik tabaklarda satışa sunulan taze et veya kanatlı etlerinin bünyesindeki su, sızma ile tabak da toplanmakta ve tüketiciler açısından hoş olmayan bir görüntüye sebep olmaktadır. Yenilebilir film ve kaplamalar bu suyun sızmasını önleyerek, ürünün pazarlanma kabiliyetini arttırabilir.

Etlerde miyoglobin oksidasyonu sonucu oluşan kahverengileşme ve lipit oksidasyonu sonucu oluşan acılaşma, oksijen geçirgenliği düşük olan yenilebilir film ve kaplamalar kullanılarak önlenebilir.

Yenilebilir film ve kaplamalar sıcak solüsyon şeklinde et ve ürünlerine uygulandıklarında bozulmaya sebep olan proteolitik enzimleri inaktif hale getirir, aynı zamanda patojen mikroorganizma yükünü de azaltır.

Yenilebilir film ve kaplamalar et ve ürünlerinde aroma kaybını önleyerek, gıdalar arasında koku geçişini engellemektedir.

Yenilebilir film ve kaplamalar, antioksidan ve antimikrobiyal maddeler ile birlikte kullanılarak, et ve ürünlerinin oksidatif ve mikrobiyal açıdan bozulmalarını önleyebilirler.

Et ve ürünlerine kullanılan film ve kaplamalar, özellikle kızartma sırasında yağ emilimini azaltmaktadırlar.

5.1. Kırmızı Et ve Ürünleri

Yenilebilir film ve kaplamaların biyobozunurluk ve yenilebilirlik özelliklere sahip olmalarının yanında, oksidatif ve fiziksel strese karşı güçlü bariyer oluşturmaları nedeniyle et ve et ürünlerinde kullanılmaları son günlerde çok fazla artış göstermektedir. Yapılan araştırmalar yenilebilir film ve kaplamaların et ve ürünlerinin tazeliğini koruduğunu, işlem görmüş et ürünlerinde yağ oksidasyonunu azalttığını, bununla birlikte nem kaybını, kahverengi renk oluşumunu önlediği ve patojen mikroorganizmaları kontrol altına aldığı görülmüştür (Gennadios ve ark., 1997).

Ouattara ve ark.,(2000) işlenmiş et ürünlerinde kitosan bazlı film ve kaplamaları kullanmışlar, bu filmlerin laktik asit bakterilerinin gelişimini etkilemediğini, ancak Enterobacteriaceae üyelerinin gelişimini geciktirdiğini tespit etmişlerdir. Vargas ve ark., (2011) hamburger köftelerini kitosan filmle kaplamışlar ve depolama periyodu süresince mikroorganizma yükünde azalma belirlemişlerdir. Park ve ark., (2010) kitosanı düşük yoğunluklu polietilen filmlere ilave ederek taze etlerde L. monocytogenes, E. coli ve S. enteritidis gelişimini engellediğini ve etin kırmızı renginin koruduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca kitosan bazlı kaplamaların L. Monocytogenes gelişimini durduğunu tespit etmişler. Beverlya ve ark., (2008) asetik asit ve laktik asit içinde %0.5 ve 1.0 (a/h) oranında düşük (470 kDa) ve yüksek molekül ağırlıklı (1106 kDa) kitosan içeren kaplama çözeltileri ile tüketime hazır biftekleri kaplamışlar depolamanın 14. gününde, kitosan ile kaplanmış tüm örneklerde L. Monocytogenes sayısında azalma görülmüştür. Buna karşılık, Mu ve ark., (2008) kitosan bazlı filmleri bifteklerde kullanmışlar, bu filmlerin L. monocytogenes gelişimini tek başına önlemede yeterli olmadığını görmüşlerdir. Baranenko ve ark., (2013) ise kitosan bazlı film ve kaplamaların, et ve ürünlerinin raf ömrünü artırmak ve mikrobiyal olarak daha güvenli hale getirmek amacıyla kullanıldığını bildirmişlerdir. Gökmen ve Gürbüz, (2011) tarafından yürütülen bir çalışmada, Geleneksel Türk sucuğu üretiminde %0.05, %0.1 ve %0.5 kitosan ilavesinin mikrobiyolojik ve duyusal kaliteyi olumlu yönde etkilediğni, ancak %1 kitosan ilavesinin duyusal kaliteyi olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir.

Kahverengi deniz yosunlarının alkali ile reaksiyona girmesiyle elde edilen aljinatlar (Küçük ve ark., 2017), et ve su ürünlerinde yaygın şekilde kullanılan yenilebilir film ve kaplamalardır (Erickson ve Hung 2012; Küçük ve ark., 2017). Siragusa ve Dickson (1992) organik asit ilave edilmiş aljiinat ile kaplanan sığır eti karkaslarında Listeria monocytogenes, Salmonella typhimurium, Escherichia coli O157:H7 gelişiminde azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Chidanandaiah ve ark.,(2009) köftelere uygulanan aljinat kaplamaların mikroorganizma gelişimini durdurduğunu ve lipit oksidasyonunu geciktirdiğini tespit etmişlerdir. Wu ve ark., (2001) sığır eti köftelerinde, nişasta-alginat-stearik asit bazlı yenilebilir filmleri kullanmışlar, bu filmlerin, nem kaybını önlediğini, ancak lipit oksidasyonunu kontrol edemediğini bildirmişlerdir.

Lim ve ark., (2010) pektin bazlı filmleri sosis üretiminde kullanmışlar bu filmlerin özellikle jelatin/sodyum aljinat karma filmlerine göre daha uygun olduğunu belirlemişler. Serum proteinlerinden elde edilen polilisin içeren yenilebilir filmler, taze etlerdeki toplam bakteri sayını azaltmış ve laktik asit bakteri gelişimlerini de durdurmuştur (Zinoviadou, ve ark., 2010).

Buzdolabında depolanan sosislerde, Kateşinlerle zenginleştirilmiş deniz yosunu (Gelidium corneum) yenilebilir filmleri kullanmışlar, bu filmlerin ürünlerde gerilme kuvveti ve su buharı geçirgenliğini geliştirdiğini belirlemişler, bu etkiyi kateşin ilavesine bağlamışlardır. E. coli O157:H7 ve L. monocytogenes türleri ile aşılanan sosisler sonra yenilebilir filmlerle kaplanarak buzdolabında depolanmış, sonuçta bu filmle kaplanan sosislerde E. coli O157:H7 ve L. monocytogenes türler açısından kontrol gruplarına göre önemli bir azalma tespit etmişlerdir. Ayrıca, kateşinle zenginleştirilmiş film ve kaplamaların kullanıldığı sosislerin daha geç oksidasyona uğradığını belirlemişlerdir (Ku ve ark.,2008). Herring ve ark.,(2010) jelatin bazlı filmler ile kaplanan soğuk depolanmış etlerin TBA sayısını, hem demir, metmiyoglobin ve renk değişikliği gibi kalite kriterlerinin koruduğunu tespit etmişlerdir.

Modi ve ark. (2009), düşük yağlı ve yüksek lifli bir et ürünü geliştirmek amacıyla %8 yulaf unu ile %0.5, 1.0 ve 1.5 oranında karragenan ilave ederek, ürettikleri köftede, yulaf unu ve karragenan ilavesinin yüksek nem tutması, pişirme ve kızartma verimi bakımından önemli bulunmuştur.

Zivanovic ve ark., (2005) kekik uçucu yağı (%1 ve %2 oranlarında) yükleyerek elde ettikleri kitosan filmleri ile salam örneklerini kaplayarak, filmin Escherichia coli O157:H7 üzerindeki mikrobiyolojik etkisini araştırmışlar ve 5 ºC' de 10 günlük muhafaza sonucunda, Escherichia coli O157:H7 sayısının azaldığını bildirmişlerdir.

5.2. Kanatlı Etleri ve Ürünleri

Kanatlı etleri biyolojik değeri yüksek protein kaynağı içermekle birlikte beslenme de önemli olan mineral maddeleri, vitaminleri, yağ asitlerini ve aminoasitleri yeterli miktarda yapısında bulundurmaktadır (Marangoni ve ark., 2015). Kanatlı etleri, depolama sırasında meydana gelen biyokimyasal ve mikrobiyal değişiklikler nedeniyle çok çabuk bozulan ve raf ömrü kısa olan gıda ürünleridir. Yenilebilir film ve kaplamaların, antimikrobiyal ve antioksidan özellikteki bileşenlerle zenginleştirilerek kanatlı eti ve ürünlerinde kullanıldıklarına dair çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Imar, 2021).

Fernández-Pan ve ark.,(2014) karanfil esansiyel yağları ve güvey otu ile zenginleştirilmiş serum proteini bazlı yenilebilir filmleri tavuk göğüs etlerine uygulamış ve bu filmlerin antimikrobiyal etkinlikleri araştırmışlar, özellikle bu filmlerin esansiyel yağ türü ve miktarı ile analiz edilen mikroorganizma grubuna göre değişiklik gösterdiğini tespit etmişler. Güvey otu esansiyel yağı içeren filmlerle kaplanan ürünlerin raf ömrünün kontrol grubundan iki kat daha uzun olduğunu belirlemişlerdir.

Higueras ve ark., (2013) etil-Na-dodekanoil-Larjinat ile zenginleştirilmiş kitosan bazlı yenilebilir filmlerin tavuk etlerinin, Song ve ark., (2013) da, greyfurt çekirdeği özü ile zenginleştirilmiş ayçiçeği tohum proteini/kırmızı alg kompozit filmlerinin ördek etlerinin mikrobiyolojik stabilitesini arttırmada kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Kanatt ve ark., (2013) tavuk köftesi ve tavuk kebabı gibi kanatlı eti ürünlerinin raf ömrünü uzatmada kitosan bazlı film ve kaplamaların çok etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Soel ve ark., (2009) ovotransferrin, EDTA (Etilendiamin tetra asetikasit) ve sorbik asit içeren κ-karrajenan filmleri, E. coli, S. Typhi murium, S. aureus ve C. albicans ile inoküle edilmiş tavuk göğsü üzerine uygulamışlar ve depolama süresince (5°C'de 7 gün) filmlerin bu mikroorganizmalar ve toplam aerobik bakteri üzerine antimikrobiyel etkisini araştırmışlardır. Ovotransferrin içeren filmler mikroorganizmalara karşı antimikrobiyel etki göstermemiş, Ancak Ovotransferrinin, EDTA ile birlikte kullanılması sinerjik etki oluşturarak E. coli ve C. albicans

üzerine antimikrobiyel etki göstermiş, toplam aerobik bakteri sayısında önemli ölçüde azalma görülmüştür.

Elma ve domates bazlı yenebilir film solusyonlarına %0.5 ve %0.75 oranlarında karvakrol ve sinamaldehit ilave edilerek, bu filmlerin antibakteriyel özellikleri ve duyusal kalite gelişimine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla piliçler, bu film solüsyonları ile marine ettikten sonra 400 °F de 30 dakika fırınlamışlardır. Fırınlanmış piliçler duyusal teste tabi tutulmuş, panelistlerin analizlerine göre fırınlanmış piliçlerde karvakrolün tuzluluğu, sinamaldehitin de tatlılığı arttırdığı tespit edilmiştir. Sonuç da duyusal verilere göre, sinamaldehit içeren elma bazlı yenebilir film solüsyonlarının kullanıldığı örnekler daha çok tercih edilmiştir (Du ve ark., 2012).

Kızartılmış tavuk göğüs etlerinde yenilebilir film ve kaplamaların etkinliğini belirlemek amacıyla, tavuk göğüs etleri değişik konsantrasyonlardaki (%0, %1 ve %2.5) metil selüloz çözeltisine daldırılarak kaplanmış ve 190 °C'de kızartma işlemine tabi tutulmuştur. %1 ve %2.5 oranında metil selüloz ile hazırlanan filmlerle kaplanan ürünlerin filme tutunma değerleri kontrol gruplarından daha yüksek bulunmuş, bunun nedeni ise metil selülozun bağlama yeteneği ve viskozitesi ile alakalı olduğu kanısına varılmıştır. %2.5 oranında metil selüloz ile hazırlanan ürünlerin ise daha az kızartma kaybı gösterdiğini tespit etmiştirler (Maskat ve ark., 2005).

Martelli ve ark., (2008) kassava nişastası ve %25 gliserol ile hazırladıkları film ve kaplamaların, tavuk nagıtlarında yağ emilimini azaltarak, son üründe yağ miktarının düşük kalmasını sağlamışlardır.

Nisin ile zenginleştirilmiş zein (Jones, ve ark., 2002) ve soya proteini bazlı filmlerin (Dawson ve ark., 2002; Theivendran ve ark., 2006) kanatlı eti ve ürünlerinde L. monocytogenes'in gelişimini inhibe ettiğini belirlemişlerdir. Lactobacillus sakei tarafından üretilen sakacin A bakteriyosininin doğrudan veya film kaplama olarak hindi göğüs etlerine uygulandığında L. monocytogenes'in gelişimini inhibe ettiğini görmüşlerdir (Trinetta, ve ark., 2010). Nisin ile zenginleştirilmiş filmlerin, kanatlı etlerinde L. monocytogenes'e ilaveten mezofilik aerobik bakteri ve Salmonella gelişimini inhibe etmesini nisinin antimikrobiyal etkisine bağlamışlardır (Göğüş, ve ark., 2004).

5.3. Su Ürünleri

Beslenmede hayvansal kaynaklı proteinlerin karşılanmasında su ürünleri çok önemli yer tutar. Su ürünleri içerisinde de en önemli kısmı balıklar almaktadır (Oğuzhan Yıldız, 2018; Aras ve ark., 2000). Balıketi, besleyici değeri yüksek olmasına karşın bozulmaya karşı da çok hassasdır. Bozulma, gıdaların tadında, kokusunda, görünüşünde ve tekstüründeki uğradığı değişiklikler olarak tanımlanabilir. Balık kasınlarında avlama sonrası meydana gelen biyokimyasal değişimler sonucunda lipidler, proteinler ve protein olmayan azotlu bileşikler değişikliğe uğramakta ve bazı uçucu bileşikler oluşarak kalite kaybı oluşmaktadır (Ashie ve ark., 1996; Emir Çoban ve ark., 2018). Son yıllarda kalite kayıplarını en aza indirgemek için birçok farklı yöntem uygulanmakta ve bu yöntemlerden en yaygın kullanılanları yenilebilir film/ambalaj teknolojisidir (Emir Çoban ve ark., 2018).

Can ve Patır, (2012) kitosan ile kaplanan gökkuşağı alabalık filetolarının soğuk muhafazası sırasında meydana gelen değişimleri incelemişler ve sonuçta kitosan solüsyonu ile kaplamanın gökkuşağı alabalığı filetolarının muhafaza süresini uzattığı sonucuna varmışlardır.

Jeon ve ark., (2002) kitosan bazlı film ve kaplamaların balıklarda lipit oksidasyonunu ve su kaybını azalttığını tespit etmişler ve bunu da kitosanın viskozitesiyle alakalı olduğu sonucuna varmışlardır. Sathivel, (2005) somon balığını kitosan bazlı filmle kaplamanın lipit oksidasyonu ve damlama kaybını azaltığını tespit etmişlerdir.

Alak ve ark., (2010) kitosan bazlı filmlerin antimikrobiyal etkisinden dolayı su ürünlerinin raf ömrünü uzatmada kullanılabileceğini ve bu etkiyi kitosan bazlı filmlerin bakteriler için gerekli olan besin maddelerini absorbe etmesi ve/veya negatif yüklü hücre membranları ile etkileşimi sonucu membran geçirgenliğinin artmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Diğer bir çalışmada, balık yağı içeren kitosan kaplamaların 2°C'de 3 hafta ve -20°C'de 3 ay depolanan balık filetolarının TBARS değerlerini önemli ölçüde azalttığı, toplam bakteri gelişimini azaltığını, soğukta ve dondurarak depolama sırasında toplam lipit ve omega-3 yağ asitleri miktarını arttırdığı ve dondurarak muhafaza edilen örneklerde kaplama yapılmayan örneklere göre damlama kayıplarını azalttığı tespit edilmiştir (Duan ve ark., 2010). Bu çalışmalara ilave olarak, kitosan bazlı kaplamaların tek başına veya farklı uygulamalarla birlikte su ürünlerinin kalite ve raf ömrünü arttırdığı değişik araştırıcılar tarafından da tespit edilmiştir (Chamanara ve ark., 2013; Sipahioğlu, 2013).

Emir Çoban ve ark., (2018) Gökkuşağı Alabalığı (Oncorhynchus Mykiss, Walbaum 1792) filetolarının muhafazası sırasında kimyasal ve duyusal kalitesi üzerinde doğal koruyucu maddelerle zenginleştirilmiş kitosan yenilebilir kaplamaların etkilerini araştırmışlar, yaban mersini ve kurt üzümü ilaveli kitosan kaplamanın ürünün kimyasal ve duyusal nitelikleri üzerine olumlu etkisi olsa da 8° C de muhafazanın etkili bir muhafaza sıcaklığı olmadığı kanısına varılmıştır. 8 °C de muhafazada alabalık filetolarının raf ömrünün 3 gün ile sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Kitosan + %1 yabanmersini ekstraktı ve Kitosan + %1 gojiberry ekstraktı ile kaplanan gökkuşağı filetolarının düşük TBA (Tiyobarbitürik asit) ve TVB-N (Toplam uçucu bazik nitrojen miktarı) değeri vermişlerdir.

Dumanlanmış somon balıklarında, L. monocytogenes ve Salmonella anatum'un kontrolü amacıyla nisin, istiridye lizozimi ve tavuk yumurta beyazı lizozimi içeren kalsiyum aljinat film ve kaplamaların kullanımı üzerine yapılan çalışmada, 4°C de 35 gün depolanan balıklarda, lizozim içeren kalsiyum aljinat kaplamaların L. monocytogenes ve Salmonella anatum gelişimini azaltığı, nisinin, istiridye lizozimi veya tavuk yumurtası beyazı lizozimi içeren kaplamalara ilave edilmesinin antimikrobiyal aktiviteyi artırdığı ve istiridye lizozimi ve tavuk yumurtası beyazı lizoziminin L. monocytogenes ve Salmonella anatum'a karşı benzer etki gösterdiğini bildirilmiştir (Datta ve ark., 2008).

Gennadios ve ark., (1997) -18°C sıcaklıkta muhafaza boyunca polietilen torbalara konulmuş aljinat kaplı ringa balıklarının, polietilen torbalardaki kaplanmayan kontrollerden biraz daha fazla nem içeriğine ve daha az lipid oksidasyonuna (daha düşük TBA değeri) sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Ouattara ve ark.,(2001) kekik yağı ve sinamaldehit içeren protein bazlı yenilebilir kaplamaların, karideslerde bakteriyel gelişimi yavaşlattığını ve radyasyon ile birlikte uygulanması durumunda raf ömrünü 11 gün kadar uzattığını tespit etmişlerdir. Motalebi ve ark., (2010) peyniraltı suyu proteinlerinden üretilen filmlerin balıklarda su ve oksijen bariyeri olarak iyi özellik göstermelerine rağmen, mikrobiyal gelişimin azaltılması için antimikrobiyal ajanlarla birlikte kullanılmalarının gerektiğini bildirilmişlerdir.

Dursun Oğur, (2012) dumanlanmış alabalıkları değişik film ve kaplamalarla kaplamışlar, mikrobiyolojik, duyusal, kimyasal ve fiziksel analiz sonuçlarına göre kollojen bazlı yenilebilir filmlerin üstün özelliklere sahip olduğunu, sıcak dumanlanmış alabalık örneklerinin raf ömrünü uzattığı ve kalitesini yükselttiğini belirlemişlerdir.

Sonuç

Yenilebilir film ve kaplamalar, günümüzde yeni ambalajlama yöntemleri gibi görünse de kaplama materyali olarak çok eski yıllarda kullanıldığı görülmektedir. Gıda endüstrisinde yenilebilir film ve kaplamaların kullanılması gıda güvenliğinde yeni bir yaklaşımdır. Tüketicilerin yüksek kalitede ve uzun raf ömürlü gıdalara taleplerinin artmasıyla birlikte yenilebilir film ve kaplamalara olan ilgi arttırmıştır.

Yenilebilir film ve kaplamaların et ve su ürünlerinde kullanılmaları uzun yıllardır araştırılmakta ve bir çok yenilebilir film ve kaplamalar bu endüstride kullanılmaktadır. Özellikle et ve ürünlerinde kullanılan yenilebilir film ve kaplamaların yağ oksidasyonunu azaltması, nem kaybını düşürmesi, kötü renk oluşumunu önlemesi ve patojen mikroorganizmalar üzerine etkili olması yapılan araştırmalarda ortaya konmuştur. Ancak bazı film ve kaplamaların bu etkileri tam manasıyla yapamadığı görülmüş olup böyle film ve kaplamalara değişik bitki özütleri ve zenginleştirme maddeleri ilave edilerek bu koruyucu etkilerinin arttırıldığı görülmüştür.

Sonuçta uygulanan film ve kaplamalar ürün çeşidine, bileşimine, fiziksel ve kimyasal özelliklerine, filmin uygulanma şekline ve birlikte kullanıldığı maddelere bağlı olarak değişmektedir. Bu alanda yapılan araştırmalar gösteriyor ki, yenilebilir film ve kaplamalar, farklı maddeler ile zenginleştirilerek bu zayıf yönlerinin iyileştirildiği görülmüştür.

Kaynaklar

Aguirre-Joya, J. A. De Leon-Zapata, M. A. Alvarez-Perez, O. B. Torres-León, C. Nieto-Oropeza, D. E. Ventura-Sobrevilla, J. M. ... and Aguilar, C. N. (2018). Basic and applied concepts of edible packaging for foods. In Food packaging and preservation (pp. 1-61). Academic Press.

Alak, G., Aras Hisar, S., Hisar, O., Kaban, G., Kaya, M., (2010). Microbiological and chemical properties of bonito fish (Sarda sarda) fillets packaged with chitosan film, modified atmosphere and vacuum. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 16(Suppl-A): 73-80.

Altan, A., (2003). Özel Gıdalar Teknolojisi, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ofset Matbaası, Adana, S. 5-9.

Aras, N.M., Kocaman, E.M. ve Aras, M.S., (2000). Genel Su Ürünleri ve Kültür Balıkçılığının Temel Esasları. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.

Ashie, I.N.A., Smith, J.P., and Simpson B.K., (1996). Spoilage and Shelf-Life Extension of Fresh Fish and Shellfish. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 36, 182, 87-121.

Ayana, B., (2007). Antimikrobiyel Yenilebilir Filmlerin Üretimi ve Özelliklerinin Belirlenmesi. Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 60s.

Baranenko, D.A., Kolodyaznaya, V.S., Zabelina, N.A., (2013). Effect of composition and properties of chitosan-based edible coatings on microflora of meat and meat products. Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria 12(2): 149-157.

Beverlya, R.L., Janes, M.E., Prinyawiwatkula, W., No, H.K., (2008). Edible chitosan films on ready-toeat roast beef for the control of Listeria monocytogenes. Food Microbiology 25(3): 534-537.

Bourtoom, T. (2008). Edible films and coatings characteristics and properties. Int Food. Res. J.,15, 3.

Can, Ö.P., Patır, B., (2012). Kitosan kaplamanın gökkuşağı alabalığı (Oncorhynchus mykiss, W. 1792) filetolarının raf ömrü üzerine etkisi. Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi 42(4):148-154.

Can, Ö.P., Çoban, Ö.E., (2012). Vakum paketlemenin ve zein ile kaplamanın balık filetolarının kalite kriterleri üzerine etkilerinin karşılaştırılması. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi. 5(1): 87-91.

Chamanara, V., Shabanpour, B., Khomeiri M., Gorgin, S., (2013). Shelf-life extension of fish samples by using enriched chitosan coating with thyme essential oil. Journal of Aquatic Food Product Technology 22(1): 3–10.

Chidanandaiah, Keshri, R.C., Sanyal, M.K.,(2009). Effect of sodium alginate coating with preservatives on the quality of meat patties during refrigerated (4±1 °C) storage. Journal of Muscle Foods 20(3): 275-292.

Cutter, C.N., (2006). Opportunities forbio-based packaging Technologies to improve the quality and safety of fresh and further processed muscle foods. MeatScience74(1): 131-142.

Çiltepe, A., (2013). Yenilebilir kaplama ve filmler ile kaplanan hindi eti köftelerinin bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 112 s.

Datta, S., Janes, M.E., Xue, Q.G., La Peyre, J.F., (2008). Control of Listeria monocytogenes and Salmonella annatum on the surface of smoked salmon coated with calcium alginate coating containing oyster lysozyme and nisin. Journal of Food Science 73(2): 67-71.

Dawson, P.L., Carl, G.D., Acton, J.C., Han, I.Y., (2002). Effect of lauric acid and nisin-impregnated soy-based films on the growth of Listeria monocytogenes on turkey bologna. Poultry Science 81(5): 721-726.

Dhanapal, A., Sasikala, P., Rajamani, L., Kavitha V., Yazhini. G., Banu, M.S., (2012). Edible films from polysaccharides. Food Science and Quality Management 3: 1-10.

Du, W.-X., Avena-Bustillors, R.J., Woods, R., Breksa, A.P., McHugh, T.H., Friedman, M., Levin, C.E. and Mandrell, R. (2012). Sensory evaluation of baked chicken wrapped with antimicrobial apple and tomato edible films formulated with cinnamaldehyde and carvacrol. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 60 (32): 7799-7804.

Duan, J., Cherian, G., Zhao, Y., (2010). Quality enhancement in fresh and frozen lingcod (Ophiodon elongates) fillets by employment of fish oil incorporated chitosan coatings. Food Chemistry 119(2): 524–532.

Dursun, S., Erkan, N., (2009). Yenilebilir protein filmler ve su ürünlerinde kullanımı. Journal of Fisheries Science 3 (4): 352-373.

Dursun Oğur, S., (2012). Dumanlanmış Balıkların Kalite ve Raf Ömrü Üzerine Yenilebilir Protein Film Kaplamanın Etkisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul.

Embuscado, M.E. and Huber, K.C.,(2009). Edible films and coatings for food applications. Springer, 403 s.

Emir Çoban, Ö., Gürel İnanlı, A., Çelik B. ve Yüce, S., (2018). Gökkuşağı Alabalığı (Oncorhynchus Mykiss, Walbaum 1792) Filetolarının Muhafazası Sırasında Kimyasal Ve Duyusal Kalitesi Üzerinde Doğal Koruyucu Maddelerle Zenginleştirilmiş Kitosan Yenilebilir Kaplamaların Etkileri, Ecological Life Sciences (NWSAELS), 13(4):182-191.

Erickson M & Hung Y-C (2012). Quality in frozen food. Springer Science & Business Media.

Fernández-Pan, I. Carrión-Granda, X. and Maté, J. I. (2014). Antimicrobial efficiency of edible coatings on the preservation of chicken breast fillets. Food Control, 36(1), 69-75.

Gennadios, A., Milford, A.H., Lyndon, B.K., (1997). Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: a review. LWT - Food Science and Technology 30(4): 337-350.

Göğüş, U., Bozoğlu, F., Yurdugul, S., (2004). The effects of nisin, oil-wax coating and yogurt on the quality of refrigerated chicken meat. Food Control 15(7): 537-542.

Gökalp, H. Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö., (1995). Et ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu (2. Baskı). Atatürk Üniv. Yayın No: 751, Zir. Fak. Yay. No : 318, Ders Kitapları Serisi No: 69, Erzurum.

Gökmen, M., Gürbüz, Ü., (2011).Use of Chitosan in Turkish Sausage (Sucuk) Productionand Effects on Quality, Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg., 17 (Suppl A): S67-S71.

Han, J.H. ve Gennadios, A., (2005). Edible films and coatings: a review. In: J.H. Han (Ed.), Innovations in food packaging, Elsevier, pp. 239-262, Amsterdam.

Hassan, B., Chatha, S.A.S., Hussain, A.I., Zia, K.M. and Akhtar, N., (2018). Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review, International Journal of Biological Macromolecules, 109: 1095-1107 pp.

Herring, J.L., Jonnalongadda, S.C., Narayanan, V.C., Coleman, S.M., (2010). Oxidative stability of gelatin coated pork at refrigerated storage. Meat Science 85(4): 651-656.

Higueras, L., Lopez-Carballo, G., Hernandez-Munoz, P., Gavara, R., Rollini, M., (2013). Development of a novel antimicrobial film based on chitosan with LAE (ethyl-N(α)-dodecanoyl-larginate) and its application to fresh chicken. International Journal of Food Microbiology 165(3):339-345.

Imar, Y., (2021). Bitki Uçucu Yağ/ Özütleri Kullanılarak Aktif Yenilebilir Filmlerin Üretimi ve Piliç EtiÜzerine Etkisinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Akdeniz Üniversitesi.

Işık, H., Dağhan Ş. ve Gökmen, S., (2013)."Gıda Endüstrisinde Kullanılan Yenilebilir Kaplamalar Üzerine Bir Araştırma", Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 8 (1), 26-35.

Janes, M.E., Kooshesh, S., Johnson, M.G., (2002). Control of Listeria monocytogenes on the surface of refrigerated, ready-to-eat chicken coated with edible zein film coatings containing nisin. Food Microbiology and Safety 67(2): 2754-2757.

Jeon, Y.J., Kamil, J.Y.V.A., Shahidi, F., (2002). Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and atlantic cod. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50(18):5167−5178.

Kanatt, S.R., Rao, M.S., Chawla, S.P., Arun, S., (2013). Effects of chitosan coating on shelf-life of ready-to-cook meat products during chilled storage. LWT - Food Science and Technology 53(1): 321-326.

Karagöz, Z., ve Candoğan, K., (2007). Et Teknolojisinde Antimikrobiyel Ambalajlama. Gıda, 32(3): 113-122.

Keles, F., (2002). Gıda Ambalajlama İlkeleri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, Erzurum.

Ku, K.J., Hong, Y.H., Song, K.B., (2008). Mechanical properties of a Gelidium corneum edible film containing catechin and its application in sausages. Journal of Food Science 73(3): 217-221.

Küçük, G.S.,Çelik, Ö.F.,ve Türe, H.,(2017). Yenilebilir Aljinat ve Zein Filmlerin Gıda Ambalajlamasında Kullanımı. Ordu Üniv. Bil. Tek. Derg., 7(2): 295-311.

Lim, G.O., Hong, Y.H., Song, K.B., (2010). Application of Gelidium corneum edible films containing carvacrol for ham packages. Journal of Food Science 75(1): 90-93.

Marangoni, F. Corsello, G. Cricelli, C. Ferrara, N. Ghiselli, A. Lucchin, L. and Poli, A. (2015). Role of poultry meat in a balanced diet aimed at maintaining health and wellbeing: an Italian consensus document. Food and nutrition research, 59(1), 27606.

Martin-Belloso, O., Rojas-Graü, M.A. and Soliva-Fortuny, R. (2009). Delivery of flavor and active ingredients using edible films and coatings. In: M.E. Embuscado and K.C. Huber (Eds.), Edible films and coatings for food applications, Springer, pp. 295-313.

Maskat, M.Y., Yip, H.H., Mahali, H.M., (2005). The performance of a methyl cellulose-treated coating during the frying of a poultry product. International Journal of Food Science ve Technology 40(8): 811-816.

Martelli, M.R., Carvalho, R.A., Sobral, P.J.A.., Santos, J.S., (2008). Reduction of oil uptake in deep fat fried chicken nuggests using edible coatings based on cassava starch and methylcellulose. Italian Journal of Food Science 20(1): 111-118.

Modi, V. K., Yashoda, K. P. and Naveen, S. K., (2009). Effect of carrageenan and oat flour on quality characteristics of meat kofta, International Journal of Food Properties, 12, 228-242.

Motalebi, A.A., Hasanzati Rostami, A., Khanipour, A.A., Soltani, M., (2010). Impacts of whey protein edible coating on chemical and microbial factors of gutted kilka during frozen storage. Iranian Journal of Fisheries Sciences 9(2): 255-264.

Mu, Y., Hudaa, N., Haiqiang, C., (2008). Control of Listeria monocytogenes on ham steaks by antimicrobials incorporated into chitosan-coated plastic films. Food Microbiology 25(2): 260-268.

Oğuzhan Yıldız, P., (2018). Nane Uçucu Yağı İlave Edilmiş Kitosan Filmlerin Gökkuşağı Alabalığı (Oncorhynchus Mykiss) Filetolarının Mikrobiyolojik Kalitesine Etkisi, Ecological Life Sciences (NWSAELS), 13(2): 94-102.

Park, S.I., Marsh, K.S., Dawson, P., (2010). Application of chitosan-incorporated LDPE film to sliced fresh red meats for shelf life extension. Meat Science 85(3): 493-499.

Pavlath, A. E., Orts, W. (2009). Edible films and coatings: why, what, and how?. In: Edible Films and Coatings for Food Applications, Springer Dordrecht Heidelberg, London, 1-25.

Polat, H., (2007). İşlenmiş Et Ürünlerinde Yenilebilir Filmlerin ve Kaplamaların Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyon.

Ouattara, B., Simard, R.E., Piette, G., Begin, A., Holley, R.A., (2000). Inhibition of surface spoilage bacteria in processed meats by application of antimicrobial films prepared with chitosan. International Journal of Food Microbiology 62(1–2): 139-148.

Ouattara, B., Sabato, S.F., Lacroix, M., (2001). Combined effect of antimicrobial coating and gamma ırradiation on shelf life extension of precooked shrimp (Penaeus spp.). International Journal of Food Microbiology 68(1-2): 1-9.

Raghav, P. K., Agarwal, N. and Saini, M., (2016). "Edıble Coatıng Of Fruıts And Vegetables: A Revıew", International Journal of Scientific Research and Modern Education (IJSRME) ISSN (Online): (www.rdmodernresearch.com) 1 (1), 2455–5630.

Robertson, G.L., (2013). Food Packaging: Principle and Practice. Third Edition, CRC Press, Boca Raton, 703p.

Sarıkuş, G., (2006). Farklı Antimikrobiyel Maddeler İçeren Yenilebilir Film Üretimi ve Kaşar Peynirinin Muhafazasında Mikrobiyel İnaktivasyona Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 69s.

Sathivel, S., (2005). Chitosan and protein coatings affect yield, moisture loss, and lipid oxidation of pink salmon (Oncorhynchus gorbuscha) fillets during frozen storage. Journal of Food Science 70(8): 455-459.

Sipahioğlu, S., (2013). Kitosan Esaslı Yenilebilir Filmle Kaplanmış Gökkuşağı Alabalığı (Oncorhynchus mykiss Walbaum) Filetolarının Raf Ömrü ve Kalitesi Üzerine Yüksek Hidrostatik Basınç İşleminin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Isparta

Siragusa, G. R. & Dickson, J. S. (1992). Inhibition of Listeria monocytogenes on beef tissue by application of organic acids immobilized in a calcium alginate gel. Journal of Food Science 57 (2): 293-296.

Seol, K.H. Lim, D.G. Jang, A. Jo, C. Lee, M. (2009). Antimicrobial effect of κ-carrageenan-based edible film containing ovotransferrin in fresh chicken breast stored at 5°C. Meat Sci, (in press).

Song, N.B., Song, H.Y., Jo, W.S., Song, K.B., (2013). Physical properties of a composite film containing sunflower seed meal protein and its application in packaging smoked duck meat. Journal of Food Engineering 116(4): 789-795.

Srinivasa, P.C. and Tharanathan, R.N., (2007). Chitin/chitosan-safe, ecofriendly packaging materials with multiple potential uses, Food Rev. Int. 23(1):53-72pp.

Suppakul, P. Miltz, J. Sonneveld, K. and Bigger, S. W. (2003). Active packaging technologies with an emphasis on antimicrobial packaging and its applications. Journal of food science, 68(2), 408-420.

Suput, D.Z., Lazic, V.L., Popovic, S.Z. and Hromis, N.M., (2015). Edible films and coatings-sources, properties and application. Food and Feed Research, 42: 11-22 pp.

Şahin, O.I., Akpınar, A., (2008).Nanokompozit Filmlerin Gıda Sanayiye Uygulanmaları, Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum.

Temiz, H., Yeşilsu, A.F., (2006).Bitkisel Protein Kaynaklı Yenilebilir Film ve Kaplamalar, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 41-50.

Theivendran, S., Hettiarachchy, N.S., Johnson, M.G., (2006). Inhibition of Listeria monocytogenes by nisin combined with grape seed extract or green tea extract in soy protein film coated on turkey frankfurters. Journal of Food Science 71(2): 39-44.

Topuz, F.C. ve Boran, G., (2018). Jelatin Bazlı Yenilebilir Film ve Kaplamalar, Akademik Gıda, 16: 332-339 s.

Trinetta, V., Floros, J.D., Cutter, C.N., (2010). Sakacin A-containing pullulan film: an active packaging system to control epidemic clones of Listeria monocytogenes in ready-to-eat foods. Journal of Food Safety 30(2): 366-381.

Uslu, M.K., (2007). Morötesi ve gama ışınlarının protein bazlı biyolojik olarak parçalanabilir filmler üzerine etkisi. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, 129 s.

Üçüncü, M., (2000). Gıdaların Ambalajlanması. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, S.612.

Üstünol, Z., (2009). Edible Films and Coatings for Meat and Poultry. In Edible Films and Coatings for Food Applications, Edited by Milda E. Embuscado, Kerry C. Huber, Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 403p.

Vargas, M., Albors, A.., Chiralt, A., (2011). Application of chitosan-sunflower oil edible films to pork meat hamburgers. Procedia Food Science 1(1): 39-43.

Vieira, M.G.A., Da Silva, M.A., Dos Santos, L.O. and Beppu, M.M., (2011). Natural-based plasticizers and biopolymer films: A review. European Polymer Journal, 47 (3): 254-263.

Wihodo, M. and Moraru, C.I.,(2013). Physical and chemical methods used to enhance the structure and mechanical properties of protein films: A review. Journal of Food Engineering, 114 (3): 292-302.

Wu, Y., Rhim, J.W., Weller, C.L., Hamouz, F., Cuppett, S., Schnepf, M., (2001). Moisture loss and lipid oxidation for precooked ground-beef patties packaged in edible starch-alginate-based composite films. Sensory and Nutritive Qualities of Foods 66(3): 486-493.

Yousuf, B., Qadri, O.S. and Srivastava, A.K., (2017). Recent developments in shelf-life extension of fresh-cut fruits and vegetables by application of different edible coatings: A review, LWT - Food Science and Technology, 89: 198-209 pp.

Yu, X.L., Li, X.B., Xu, X.L., Zhou, G.H., (2008). Coating with sodium alginate and its effects on the functional properties and structure of frozen pork. Journal of Muscle Foods 19(4): 333-351.

Yüce, F., (2018). Kaplanmış Balık Filetosu Üretiminde Havuç ve Portakal Posasının Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Pamukkale Üniversitesi.

Zivanovic, S., Chi, S. ve Draughton, A.E., (2005). “Antimicrobial Activity of Chitosan Films Enriched with Essential Oils”, Journal of Food Science, 70: 45-51.

Zinoviadou, K.G., Koutsoumanis, K.P., Biliaderis, C.G., (2010). Physical and thermo-mechanical properties of whey protein isolate films containing antimicrobials, and their effect against spoilage flora of fresh beef. Food Hydrocolloids 24(1): 49-59.

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Acetylcholinesterase (Ache) Inhibition Properties of *Plantago Major*, and *Plantago Lanceolate* Plant Extracts

(Mehmet Nuri Atalar, Abdülmelik Aras)

Acetylcholinesterase (Ache) Inhibition Properties of *Plantago Major*, and *Plantago Lanceolate* Plant Extracts

Mehmet Nuri Atalar[1], Abdülmelik Aras[1*]
[1]*Department of Biochemistry, Faculty of Science and Arts, Igdır University, Igdır, Turkey,*
E-mail: mehmetnuriatalar@hotmail.com
[2]*Department of Biochemistry, Faculty of Science and Arts, Igdır University, Igdır, Turkey,*
E-mail: abadi.49@hotmail.com

Abstract:
Plantago lanceolata and Plantago Major are species of flowering plant in the plantain family Plantaginaceae. Many species of the Plantago genus have been used as medicinal plants in many countries for centuries and these uses have been documented. P. major is a species widely used in traditional medicine for the treatment of abscesses, wounds, diabetes, acne, and cancer. To date, the presence of polysaccharides, iridoid glycosides, phenolic acids, flavonoids, phenylethanoid glycosides, terpenoids in Plantago species has been reported. It is reported that the leaves of P. lanceolate and P. major are extensively used for external treatment of wound, acne, and abscess and internal treatment of constipation, cancer, diabetes, and urinary infections in Turkey. One of the hypotheses put forward in the occurrence of Alzheimer's disease is the cholinergic hypothesis. In the cholinergic hypothesis, inhibition of cholinesterase enzymes to prevent decreased acetylcholine in the brain is the treatment strategy for AD. Among these enzymes, AChE is found in lung, spleen, erythrocyte, plasma, brain and muscle, and is a membrane-bound enzyme that hydrolyzes the neurotransmitter acetylcholine. In the light of this information, it is important to design and define alternative ACE inhibitors.
AChE activity was determined by spectroscopic method using acetylthiocholine iodide as substrate. Reaction mixtures contained the 50 µl of 5,5'-dithio-bis(2-nitro-benzoic)acid compound (DTNB) and 100 µl of Tris–HCl solution (1 M, pH 8.0), and 20 µl AChE solution in total volume of 1 mL. The mixture was then incubated and mixed for 15 min at 30 °C. Next, the reaction was started by adding 50 µl of acetylthiocholine iodide, and carried out for 5 min at 30°C. After adding substrate, the change in absorbance at 0 and 5 minutes was recorded at 412 nm.
In this work, in vitro effects of Plantago Major (leaf), Plantago lanceolate (leaf and seeds) plant extracts on acetylcholinesterase (AChE) were screened. The results indicated that Plantago Major (leaf), Plantago lanceolate (leaf) Plantago lanceolate (seeds) plant extracts showed remarkably potent inhibitory effects on AChE with IC_{50} of 2,86 ± 0,06, 2,83 ± 0,05 and 3,08 ± 0,2 µg/ml respectively.

Keywords*: Plantago lanceolate, Plantago Major, Enzyme inhibition, AChE*

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Investigation of the Behavior of Stone Mastic Asphalt Coatings in Different Thicknesses by the Finite Element Method

(Ahmet Sertac Karakas)

Investigation of the Behavior of Stone Mastic Asphalt Coatings in Different Thicknesses by the Finite Element Method

Ahmet Sertac Karakas
Istanbul University, Istanbul University, Construction and Technical Department,
E-mail: skarakas@istanbul.edu.tr
ORCID ID:http://orcid.org// 0000-0002-0840-2878

Summary: *To expect the desired performance from the roads, it is necessary to analyze the engineering properties of the road pavement well. In the transportation sector, the highway is preferred as the most common mode of transportation. Most flexible road pavements are used in terms of ease of maintenance and repair on highways. Considering that heavy vehicle traffic is used extensively in transportation, one of the flexible road coating types applied to meet the long-term service life of the road is stone mastic asphalt coatings (SMA), which are widely used on heavy vehicles traffic roads. In recent years, numerical analyses performed with the finite element method have been widely used to determine structures' performance properties. It provides support to the experimental studies in terms of determining different engineering properties.*
In recent years, numerical analyses performed with the finite element method have been widely used to determine structures' performance properties. It provides support to the experimental studies in terms of determining different engineering properties. As a result, it has been seen that increasing the thickness of the road pavement significantly contributes to the service life of the roads with heavy vehicle traffic.
Keywords: *SMA, Finite element, numerical analysis, flexible pavements*

1. Introduction

Highways constitute the largest share in freight and passenger transportation among the transportation types. Flexible road pavements on highways are the most preferred type of pavement because of their easy maintenance and repair. The road pavement is exposed to continuous traffic loads throughout its service life. Road pavements deteriorate due to heavy traffic loads and changes in climatic conditions. Additives are used to prevent deteriorations such as fatigue, moisture damage, low-temperature cracks seen on the roads. It is used in polymer and fiber materials on roads as a modifier additive. Additives such as Styrene Butadiene Styrene polymer (SBS) and cellulosic fiber are preferred to improve the performance properties of road pavements.

Karakas A.S. and Ortes F. (2016) investigated the stress-strain relationships between the coating base and sub-base layers of the road pavement under traffic and climatic conditions. They stated that the use of modifiers provides a significant contribution to road pavements. Likewise, Karakas A.S. and Ortes F. (2021) investigated the stress-strain relationships of the road pavement resting on different soil layers for pure and SBS modified asphalt pavement and they have seen that the use of modifiers in different periods ensures a significant contribution to the strength of the coating. Manuel et al. (2005) conducted a study to estimate the asphalt pavement temperature with the three-dimensional finite element method and illustrated the pavement temperature with good accuracy at different bituminous layer levels with the proposed simulation model. In Ameri et al.'s (2011) work, asphalt pavement with transverse top-down

cracks was investigated using 3D finite element analysis under traffic load. When one of the wheels is very close to the crack plane, the magnitude of the stress T is remarkable compared to the stress intensity factors. Fwa et al. (2004) demonstrated the usefulness of the C−ϕ-based approach by developing a rutting prediction model based on the cohesion and shear strength angle (C−ϕ) model, respectively. The authors also outlined a proposed procedure for applying the rutting depth estimation model for estimating rutting depths in pavements. Chun et al. (2015) focused on evaluating the effect of different interlayer bonding conditions on the change in critical responses for coatings regarding performance and service life, using results from finite element analysis (FEA) and field tests. Based on the comparative observations between the analytical and experimental results, it is seen that the interlayer bonding state plays an important role in the structural response characteristics of the layered flexible pavement system and thus on the pavement service life. In Chen et al. (2019), a finite element model was developed based on a typical flexible pavement structure. The effects of the lateral distribution of autonomous trucks in the lane according to rutting depth and fatigue damage were estimated by finite element analysis under certain environmental conditions. Based on the simulation results, it is concluded that autonomous trucks, if properly controlled, can be quite beneficial for use in asphalt pavements over a larger pavement area than other trucks. Assogba et al. (2020) created a full-scale three-dimensional viscoelastic finite element model in their work. The effect of the dump truck moving wheel loads and the respective contact stresses on the pavement structure were applied in the implicit dynamic analysis. The calculated pavement dynamic response at different depths under truck double tires and a different lateral position at the middle depth of the asphalt concrete core layer are analyzed. Both tensile and compression three-way dynamic strain and stress coexist in the pavement structure. Liu et al. (2017) using the analysis program, the effect of heavy traffic loads was analyzed in terms of stress and strain distribution, surface deflection, and fatigue life. The results show that if the asphalt pavement is more subject to heavy traffic loads, the thickness and stiffness of the pavement structural layers must be increased sufficiently to support the deflection of the surface. Jiang et al. (2017) performed a 3D FEM analysis of the flexible base asphalt pavement structure under non-uniform tire contact pressure. The results show that, compared to a uniform distribution, the convex non-uniform distribution produces greater deflection at the pavement surface and maximum tensile strain at the base of the asphalt concrete surface layer, while the concave one produces greater shear strain in the pavement structure. Cao et al. (2019) conducted some tests on two asphalt pavements, one based on flexible and the other on a semi-rigid basis. The results demonstrated that the responses from the visco-elastic analyzes are significantly larger than the elastic analyses, except for the vertical deformation at high speeds in the asphalt applied base layer. Shan and Shakiba (2021) conducted a parametric study to investigate the structural responses of pavements to varying asphalt concrete and base thickness, base and subbase permeability, and vehicle speeds at different saturation levels. The results illustrated how saturation scenarios can increase the longitudinal stress at the base of asphalt concrete and thus cause rutting. Esfahani and Mirian (2021) depicted that high tensile strength glass fiber and Ethylene Vinyl Acetate (EVA) polymer can significantly change the performance of Stone Matrix Asphalt (SMA) due to its good performance. In the study, the performances of these two additives and their combinations were evaluated on SMA. The results indicated that the rated performance of modified bitumen with an optimum 4% EVA value has been improved in two grades, leading to a significant improvement in SMA performance. Lee et al. (2003) evaluated the laboratory

performance of SBS-modified SMA mixtures instead of conventional asphalt binders. SBS-modified SMA indicated better laboratory performance than conventional SMA. Wan et al. (2014) investigated the effects of SMA of different fibers on-road performance. The results infer that SMA-13 blends using mineral fibers exhibit optimum high temperature and low-temperature stability. In this study, the stress-strain performance of SBS polymer and cellulosic fiber reinforced stone mastic asphalt pavement of different thicknesses subjected to the same equivalent axle load was investigated. Numerical analyzes were carried out for the Von Mises stress and deformation relations in the layers forming the road superstructure, and the finite element method (FEM) was applied. It has been observed that the increase in coating thickness has effects on the performance of asphalt.

2. Material and Methodology

Within the scope of the study, aggregates as raw materials were obtained from Istanbul Cebeci Region. The bitumen and modifiers used were obtained from the Izmit TUPRAS refinery. Aggregates forming the structure of hot mix asphalt (HMA) in the coating layer were chosen as a sandstone-type aggregate material. Granular limestone and limestone materials were used in the design study in the base and sub-base layers, respectively. The first coating layer thickness used in the design scenario was determined as 4 cm, and the base and sub-base thicknesses were determined as 20 cm each. The equivalent axle load was chosen as 17.8 tons. To be used in the comparison, the coating layers were chosen as 4 cm, 5 cm, and 7 cm, and their thicknesses were increased, provided that the sub-base and base layers remained constant. ANSYS 16.2 program was used in the analysis study. The pavement was defined as an elastic material, and for the sensitivity of the analysis results, the number of mesh and nodal points of the pavement layer was preferred more than the other layers. In the study, the stress-strain relations under the equivalent axle load of the road pavement scenario is different pavement thicknesses prepared with SMA coating, which was obtained from laboratory tests and determined to comply with the specification limits, were determined by numerical analysis method by applying the finite element method. The flow chart of the study is shown in Figure 1 and the road superstructure geometry is shown in Figure 2.

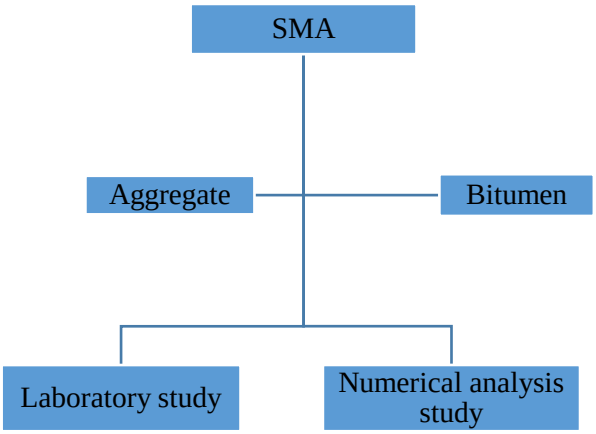
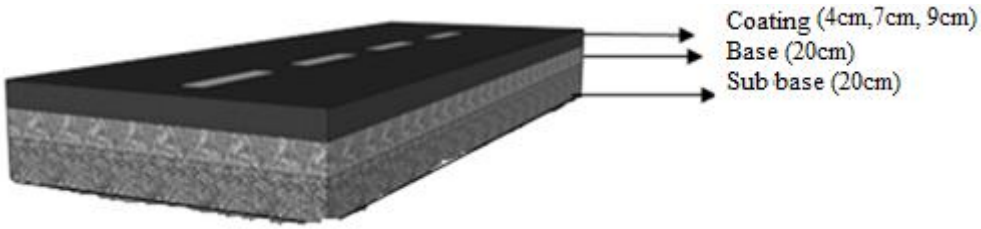


Figure 1. Flow chart of Study



Şekil 2. Road Superstructure Geometry

3. Laboratory Studies

In this study, the experimental (empirical) laboratory results were provided by Istanbul Asphalt Factories Industry and Trade Inc. (İSFALT) and Doğusan Construction Trade and Incorporated Company. Aggregates used in the experimental study were obtained from the Istanbul Cebeci quarry, bitumen and SBS polymer were obtained from Izmit TUPRAS refinery. Sandstone material was used as the aggregate material in SMA content. Aggregate gradation is presented in Figure 3. All materials used in the SMA mixture ensured the specification criteria in terms of usability.

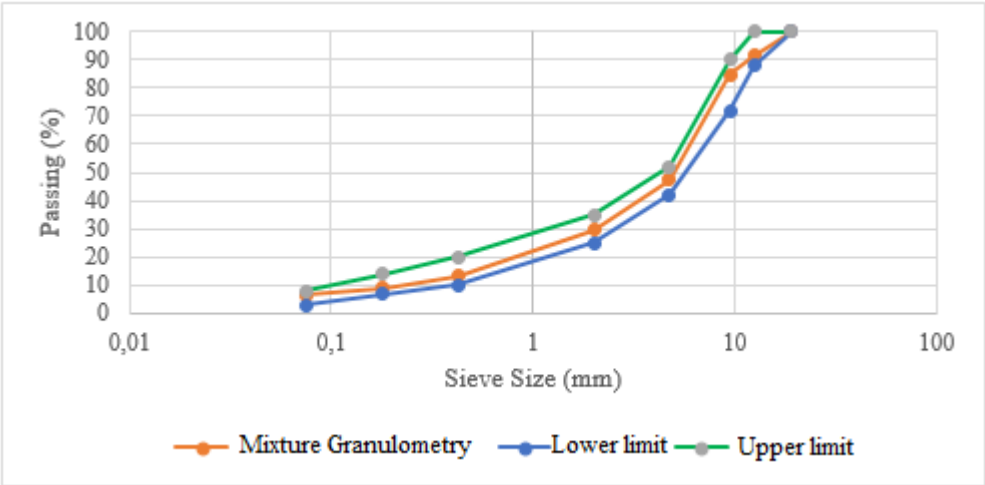


Figure 3. Aggregate Gradation

As can be seen in Figure 3, TYPE 1 aggregate gradation ensured the specification limits.

The bitumen used in the study is at the B(50/70) penetration grade, and the polymer-modified bitumen (PMB70/16) is at the penetration grade. 0.35% by weight of pure bitumen was used as cellulosic fiber and 4.5% as SBS polymer. The optimum ratio of modified bitumen was determined as 6.5%.

4. Numerical Analysis Application

All materials used in the road pavement design scenario are determined as linear elastic isotropic in the finite element model. 40mm, 50mm and 70 mm mesh solid element models were selected for the road pavement. As in the study of Karakas (2022), the number of mesh bars in SMA coating is defined as 79045, and the number of nodes as 558224 to perform the

numerical analysis results are more sensitive. The SMA coating mesh assignment is shown in Figure 4.

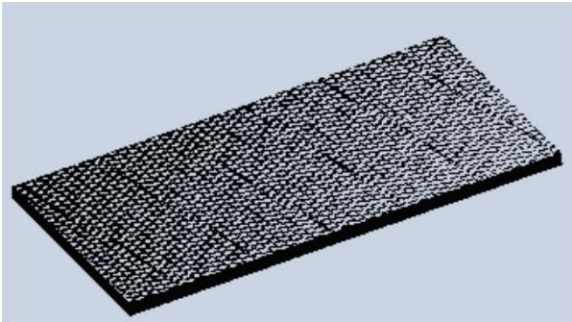


Figure 4. SMA Mesh Assignment

According to URL1 (2022), the heavy vehicle load acting on the SMA pavement was considered in the scenario simulation study (Figure 5). As the vehicle, the average heavy vehicle traffic equivalent axle load of 17.8 tons under the effect of the 3-axle 1.22 type truckload was selected and a numerical analysis simulation study was carried out.

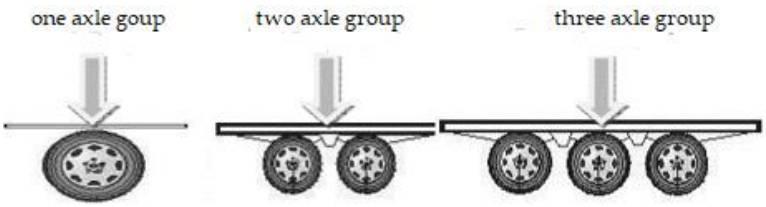


Figure 5. Different Axle Groups (URL1,2022)

5. Discussion

Numerical analyzes were performed using the finite element method with the data obtained from the experimental parameters. The stress-strain behavior of SMA at different thicknesses at the same equivalent axle load was analyzed. The Von-Mises stress and deformation behaviors of the road superstructure are shown in Figure 6 and Figure 7, respectively.

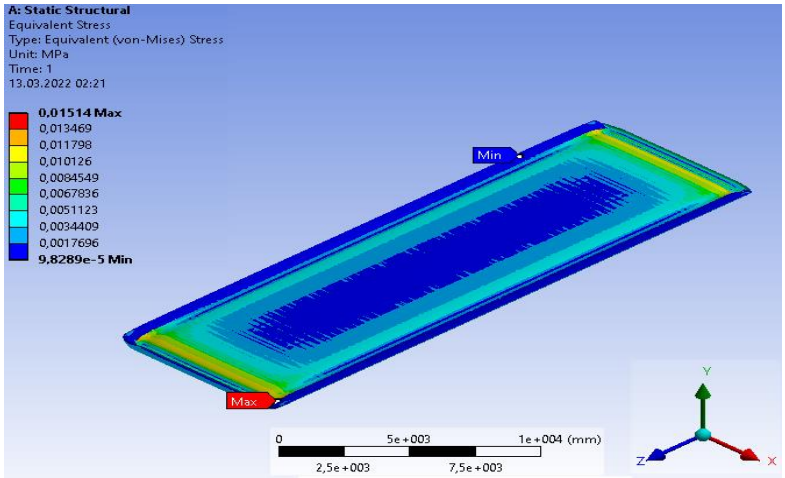


Figure 6. Road Von Mises Stress With 50 Mm Thickness Of SMA Coating

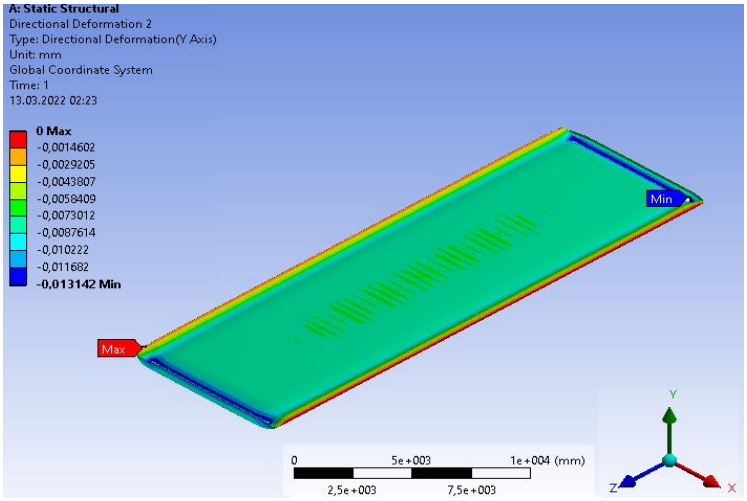


Figure 7. Road Deformation With 50 Mm Thickness Of SMA Coating

The comparison of stress and strain at different coating thickness layers is presented in Figure 8 and Figure 9, respectively.

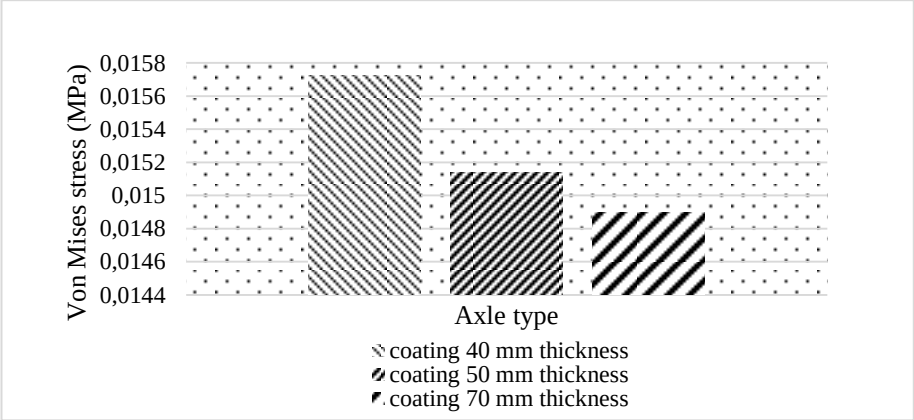


Figure 8. Von Mises stress with the different coating thickness

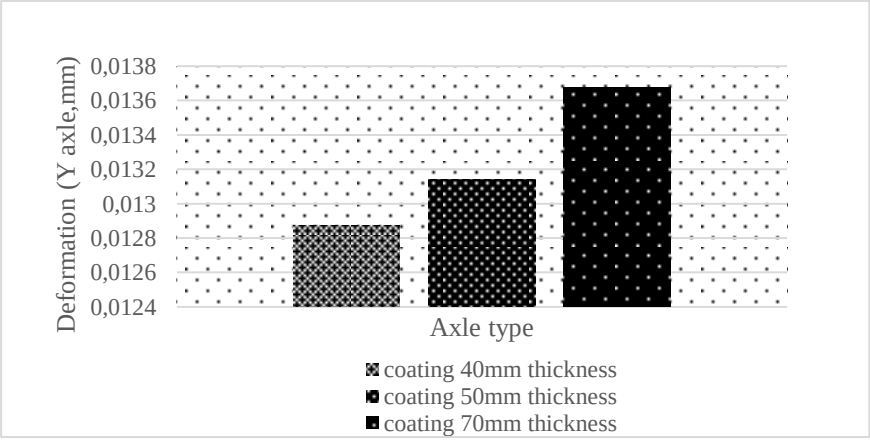


Figure 9. Deformation (Y axle) with the different coating thickness

As can be seen from the analysis results, there is an increase in the stresses of heavy vehicles due to the low thickness SMA coating layer. As the layer thickness of coating increased, the SMA pavement stresses increased but deformations decreased. According to Figure 6 and Figure 7, Von Mises stress increased when the coating layer was decreased but vertical deformations in this direction increased as the thickness of coating increased due to material properties. It was determined that the 40mm thick SBS modified SMA coating has a maximum level with Von Mises stress of $15{,}72x10^{-3}$MPa in 3-axle vehicle traffic and it has been depicted that the SBS modified SMA coating with 70mm thickness in 3-axle vehicle traffic has a minimum level with a Von Mises stress of $14{,}9x10^{-3}$MPa. As a result of the numerical analysis, it was stated that the von Mises stress increased by 6.3% when the thickness of the SMA coating was 40mm. Besides, it has been indicated that the deformation of the thickness of SMA coating (40mm, 50mm, and 70mm) are $1.287x10^{-2}$ mm, $1{,}314\ x10^{-2}$ mm, and $1{,}424\ x10^{-2}$ mm, respectively when exposed to heavy vehicle traffic with 3 axles loading. A decreasing deformation of the SMA coating was demonstrated with SMA thickness increased. The relationship between both thickness and Von Mises stress, vertical deformation was investigated by numerical analysis. A strong correlation was found between deformation and Von Mises stress, depending on the different thicknesses of SMA coating (Figure 10). Table 1 indicated the equation of function and correlation coefficients.

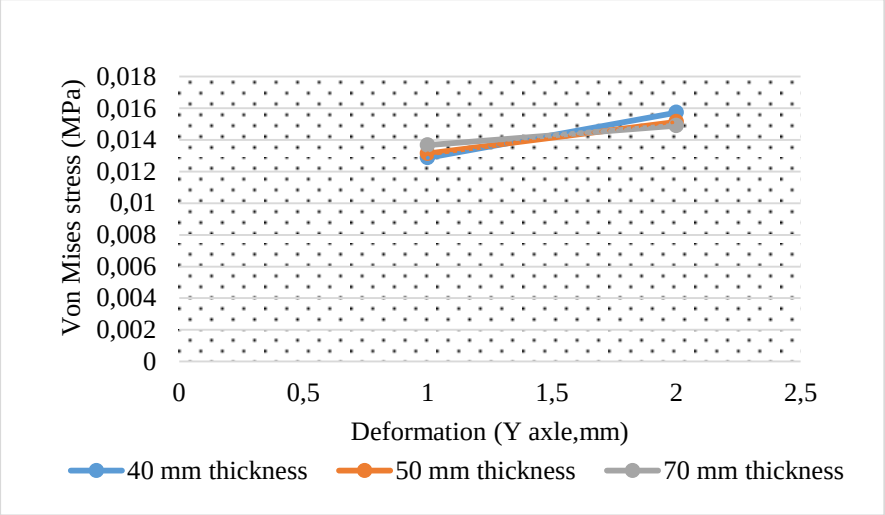


Figure 10. Correlation Of Von Mises Stress And Deformation

Table 1. Permanent Way Stress- Deformation Regression Model And Function Equation

Regression model	Function type	Mathematical functions	R^2
40mm thickness	Lineer	y = 0,0029x + 0,01	1
50mm thickness	Lineer	y = 0,002x + 0,0111	1
70mm thickness	Lineer	y = 0,0012x + 0,0124	1

6. Conclusion

Stone mastic asphalt coatings are preferred on roads with heavy vehicle traffic due to their better engineering properties. The properties of SMAs are increased by the use of modifiers, contributing to their service life. In this study, the stress-strain relations of different thickness

SMA coating roads improved to SBS polymer and cellulose fiber modifiers were compared. Depending on the material properties, the increase in the asphalt coating thickness leads to a decrease in the stresses due to the equivalent axle load, but there will inevitably be an increase in the deformations with the increase in the compression ratio. Material selection and road design depending on environmental properties have important contributions to the service life and performance of road pavements. Otherwise, it is possible to see different types of deterioration in the coatings. In addition, the limited amount of raw materials requires efficient use of resources and therefore requires the use of recycling materials and additives such as polymers and fibers. The use of additives will contribute to the prevention of rutting and fatigue deterioration at different temperatures and traffic loads. The material is especially important in the selection of road pavement thicknesses during the projecting phase of road pavement design studies. Therefore, environmental conditions such as traffic and climate of the region should be taken into account in design studies.

Acknowledgment

The authors would like to thank ISFALT and Doğusan Construction Trade and Incorporated Company for their contribution to the laboratory experiments.

References

Ameri, M, Mansourian, A., Khavas, M.H, Aliha, R.M., and Ayatollah, M.R. (2011). Cracked asphalt pavement under traffic loading – A 3D finite element analysis, Engineering Fracture Mechanics, Volume 78, Issue 8, Pages 1817-1826. https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2010.12.013

Assogba, O.C., Sun, Z., Tan, Y., and Nonde, L. (2020). Finite-Element Simulation of Instrumented Asphalt Pavement Response under Moving Vehicular Load, International Journal of Geomechanics, Volume 20, Issue 3.

Cao, D., Zhao, Y., Liu, W., Li, Y., and Ouyang, J. (2019). Comparisons of asphalt pavement responses computed using layer properties back-calculated from dynamic and static approaches, Road Materials and Pavement Design, Volume 20, Issue 5, Pages 1114-1130 https://doi.org/10.1080/14680629.2018.1436467

Chen, F., Song, M., Ma, X., and Zhu, X. (2019). Assess the impacts of different autonomous trucks' lateral control modes on asphalt pavement performance, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Volume 103, Pages 17-29. https://doi.org/10.1016 /j.trc.2019.04.001

Chun, S., Kima, K., Greene, J., and Choubane, B. (2015). Evaluation of interlayer bonding condition on structural response characteristics of asphalt pavement using finite element analysis and full-scale field tests, Construction and Building Materials, Volume 96, Pages 307-318. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.08.031

Esfahani, M.A., Mirian, V. (2021). Evaluation of glass fibers, ethylene-vinyl acetate and their combination on stone mastic asphalt, Australian Journal Of Civil Engineering, Volume 19, Issue2, Page134-147. https://doi.org /10.1080/14488353.2020.1835143

Fwa, T.F., Tan, S.A., and Zhu, L.Y. (2004). Rutting prediction of asphalt pavement layer using c−ϕ model, Journal of Transportation Engineering, Volume 130, Issue 5

Jiang, X., Zeng, C., Gao, X., Liu, Z., Qiu, Y. (2017). 3D FEM analysis of flexible base asphalt pavement structure under non-uniform tyre contact pressure, International Journal of Pavement Engineering, Volume 20, Issue 9, Pages 999-1011. https://doi.org/10.1080/10298436.2017.1380803

Karakas, A.S. and Ortes F. (2021). Prediction of mechanical alterations in multi-layer SBS-modified hot mix asphalt and soil-foundation structure, The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering, ISSN: 1822-4288, https://dx.doi.org/10.7250/bjrbe.2021-16.536

Karakas, A.S. and Ortes F. (2016). Comparative assessment of the mechanical properties of asphalt layers under the traffic and environmental conditions, Construction and Building Materials, ISSN: 0950-0618. http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.11.049

Karakas, A.S. (2022). Investigation of engineerıng properties of stone mastic asphalt coatings under different loads, 8th International Conference on Multidisciplinary Sciences (8th icomus), Antalya/Turkey

Lee, H.J., Kim, H.J., Ock, C.K., Kim, H.B. (2003). Laboratory performance evaluation of SBS modified stone mastic asphalt, MixesKSCE Journal of Civil and Environmental Engineering Research, Volume 23 Issue 1D Serial No. 106D, Pages.35-41

Liu, P., Wang, D., and Oeser, M. (2017). Application of semi-analytical finite element method to analyze asphalt pavement response under heavy traffic loads, Journal of Traffic and Transportation Engineering, Volume 4, Issue 2, Pages 206-214, https://doi.org/10.1016/j.jtte.2017.03.003

Minhoto, J.C., Pais, J.C., Pereira, P.A.A., Picado-Santos, L.G. (2005). Predicting asphalt pavement temperature with a three-dimensional finite element method, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Volume: 1919 issue: 1, page(s): 96-110. https://doi.org/10.1177/0361198105191900111

URL1(2022).https://www.utikad.org.tr/images/BilgiBankasi/karayollarindaagirtasittrafiginin veyuktasimaciligininozellikleriveegilimleri20102014-9696.pdf (date of access: 28.02. 2022).

Wan, C.G., Wang, Q.T., Ma, B.F., and Zhang, Y. (2014). Influence of fiber type on-road performance of stone mastic asphalt, Advanced Materials Research Vols. 912-914, 188-193. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.912-914.188

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Synthesis of Phthalimido Functionalized Imidazolium Salts

(Ali Arinç, Murat Yiğit, Beyhan Yiğit)

Synthesis of Phthalimido Functionalized Imidazolium Salts

Ali Arinç[1], Murat Yiğit[2], Beyhan Yiğit[3]
[1]*Department of Chemistry, Faculty of Science and Art, Adiyaman University,*
E-mail: aliarinc1980@gmail.com
[2]*Department of Chemistry and Chemical Process Technologies,*
Vocational School of Higher Education, Adiyaman University,
E-mail: myigit@adiyaman.edu.tr
[3]*Department of Chemistry, Faculty of Science and Art, Adiyaman University,*
E-mail: byigit@adiyaman.edu.tr

Abstract: *Nitrogen contain heterocycles have great importance in medicinal and organic chemistry because of their widespread biological and pharmacological activities. Imidazoles have been intensely investigated class of compounds among the nitrogen contain heterocycles, and imidazole derivatives have attracted much interest because of the various pharmacological activities such as anticancer, antibacterial, antiviral, antifungal, anti-inflammatory and antitumor activity as reported in literature. Imidazoles either in isolated form or as a substructure in fused ring systems have high therapeutic importance, and numerous drugs which contains imidazole ring such as tagamat (antiulcer), prochloraz (fungicide), azthioprine (anticancer), dacarbazine (anticancer) and nilotinib (anticancer) are in clinical use for the treatment of various ailments. In addition to pharmacological activities and applications, imidazoles are very useful substrates for the synthesis of pesticides, insecticides, ionic liquids, fluorescence sensors, corrosion inhibitors, batteries and solar cells. Some important examples of imidazole derivatives are imidazolium salts. The imidazolium salts are the quaternary ammonium compounds that bear acidic hydrogen at 2-position. Deprotonation of these salts in aprotic solvents using a suitable strong base generates the N-heterocyclic carbene (NHC) ligands. N-Heterocyclic carbenes are known as strong σ-donating and weak π-accepting ligands. These properties make them attractive ligands in a variety of metal-catalyzed processes. Therefore, imidazolium salts are generally used as N-heterocyclic carbene precursors in organometallic chemistry and catalysis.*

In this work, the imidazolium salts were easily synthesized in high yields by reactions between 1-alkylimidazole and variety alkyl halides in N,N-dimethylformamide. These salts were characterized using IR, ^{1}H NMR and ^{13}C NMR spectroscopy.

Keywords: *Imidazole, N-heterocyclic carbene, antimicrobial*

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Synthesis of Quinoxaline-linked Bis(imidazolium) Salts

(Ali Arınç, Murat Yiğit)

Synthesis of Quinoxaline-linked Bis(imidazolium) Salts

Ali Arınç[1], Murat Yiğit[2]
[1]*Department of Chemistry, Faculty of Science and Art, Adiyaman University,*
E-mail:aliarinc1980@gmail.com
[2]*Department of Chemistry and Chemical Process Technologies,*
Vocational School of Higher Education, Adiyaman University,
E-mail: myigit@adiyaman.edu.tr

Abstract: *Synthesis of heterocyclic compounds has received much attention by synthetic chemists, as heterocycles are important compounds widely found in natural products, pharmaceuticals, bulk and fine chemicals. One of the receiving the much interest is quinoxaline. Quinoxaline, also called benzopyrazine is a bicyclic heterocyclic compound consisting of a benzene ring fused to a pyrazine. Quinoxaline and its derivatives display very interesting biological and pharmacological properties such as anticancer, antiviral, antileishmanial, antifungal, anti-inflammatory and antibacterial activity. Besides pharmacological activities and applications, quinoxaline derivatives are very useful substrates for the synthesis of chemosensors, electroluminescent materials, organic semiconductors, dyes and solar cells. Another examples of quinoxaline derivatives are quinoxaline bridged imidazolium and benzimidazolium salts, which used as N-heterocyclic carbene (NHC) precursors. N-Heterocyclic carbenes are neutral, two-electron donor ligands, which have strong σ-donating and weak π-accepting properties, they form stable N-heterocyclic carbene complexes with a range of transition metals. Most of the quinoxaline derivatives are synthetic and natural quinoxaline derivatives are rare. Therefore, the synthesis of quinoxaline is important. In literature, various methods have been reported for the synthesis of the quinoxalines. The most widely used methods for the synthesis of quinoxalines are (i) the condensation of 1,2-diamines with α-diketones, (ii) 1,4-addition of 1,2-diamines to diazenylbutenes, (iii) cyclization-oxidation of phenacyl bromides, and (iv) oxidative coupling of epoxides with ene-1,2-diamines.*

In this work, the quinoxaline linked bis-imidazolium salts were easily synthesized in good yields by reactions between 2,3-bis(bromomethyl)quinoxalines and 1-alkylimidazoles in N,N-dimethylformamide. These salts were characterized using IR, ^{1}H NMR and ^{13}C NMR spectroscopy.

Keywords: *Quinoxaline, N-heterocyclic carbene, bis-imidazolium salt*

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Effect of Pre-Aging Heat Treatment on Natural and Artificial Aging of Extruded AA6063 Aluminium Alloy

(Köksal Kurt, Barış Kara, Asım Zeybek)

Effect of Pre-Aging Heat Treatment on Natural and Artificial Aging of Extruded AA6063 Aluminium Alloy

Köksal Kurt[1], Barış Kara[2], Asım Zeybek[3]
[1]*Yeşilova Holding, Bursa, Turkey*
[2]*Yeşilova Holding, Bursa, Turkey*
[3]*Yeşilova Holding, Bursa, Turkey,*
E-mail: asim.zeybek@yesilova.com.tr

Özet: *Wrought aluminium alloys such as 2xxx, 6xxx and 7xxx series can gain strength by precipitation hardening mechanism. In 6xxx series, Mg_2Si is responsible for providing required mechanical properties. It is known that after high temperature processes following rapid cooling, precipitation of these particles takes place at even room temperature which is known as natural aging (T4). This natural phenomenon may continue in slowing pace until the application of artificial aging heat treatment (T6) at 160-200 ˚C. This may limit storage time of profiles to be shaped in soft condition. In the current study, low temperature thermal heat treatments applied to 6063 extruded profiles to pause natural aging after solution heat treatment at 550 ˚C for 1.5 hours followed by water cooling. Pre-aging heat treatment temperature of 130 ˚C and soaking time of 0 to 120 min were selected. Series of hardness tests were conducted for 15 days to heat treated and reference specimens to measure natural aging and to reveal the effect of the pausing heat treatment process on hindering the uncontrolled precipitation in 6063 alloy. Artificial aging at 185 ˚C for 5 hours after this period showed that the pausing treatments were successful enough to achieve similar hardness values even after 2 weeks in W condition compared to reference sample aged after 1 day of storage in W condition. Effect of cooling rate after solution heat treatment on natural aging is also observed in the study.*

Anahtar Kelimeler: *Aluminium, Natural Aging, Artificial Aging, Hardness, Heat Treatment, Cooling Rate*

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Gıda ile Temas Eden Madde ve Malzemelerde Kasıtlı Olarak Eklenmemiş Maddelerin (NIAS) Belirlenmesi ve Risklerinin Araştırılması

(İsra Toptancı)

Gıda ile Temas Eden Madde ve Malzemelerde Kasıtlı Olarak Eklenmemiş Maddelerin (NIAS) Belirlenmesi ve Risklerinin Araştırılması

İsra Toptancı
İstanbul Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, İstanbul, Türkiye
E-mail: isratoptanci06@gmail.com

Özet: *Gıda ile temas eden madde ve malzemeler, üretim süreci boyunca bilinçli olarak kullanılan kimyasallardan üretilir ve gıda maddelerine migrasyonla geçme potansiyeli olan maddeler içerir. Kasıtlı olarak eklenen (IAS) monomerler, ön polimerler, antioksidanlar, yağlayıcılar ve düzenleyiciler olan bu maddeler, gıda ile temas eden malzemenin stabilitesini ve/veya mekanik özelliklerini iyileştirdiği veya ambalajlı ürünün raf ömrünü uzattığı için gıda ile temas eden madde ve malzemelerin imalatında veya kullanımında önemlidir. Menşei bilinen bu maddelere ek olarak, madde ve malzemenin üretimi ve işlenmesinde yaygın olarak uygulanan; işleme, kimyasal ön işlem, ısıl işlem, iyonizasyon, oksidasyon, çevresel etkileşimler ve depolama gibi farklı yaklaşımlar, kasıtlı olarak eklenmemiş maddelerin (NIAS) oluşumunu etkiler. Hem IAS hem de NIAS, üretim, hazırlık, paketleme ve depolama sırasında gıdaya aktarılabilir. Gıda ile temas eden madde ve malzemelerin, insan sağlığı üzerindeki etkileriyle ilgili artan endişelerle birlikte, tüketicilerin gıda ürünlerinde NIAS potansiyelinin farkında olmaları önemlidir. Bu maddelerin belirlenmesi ve tanımlanması karmaşık olduğundan, ayrıca ambalaj malzemelerinin tam bileşimi bilinmediğinden NIAS ile ilgili çalışmalar çok zaman gerektirmektedir. Günümüzde, gıda ile temas eden madde ve malzemeden gelen migrantların geniş kapsamlı analizleri, en donanımlı laboratuvarlarda bile gerçekleştirilememektedir. NIAS'ların gıda ambalajında sürekli kullanım için tamamen güvenli olup olmadığını belirlemek ve uzun vadeli sağlık etkileri hakkında daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Ayrıca, tüketicilere, endüstriye ve kamuya açık olacak ambalaj malzemelerinin tam bileşimi hakkında bilgi verilmelidir. Bu derleme, bilinmeyen/öngörülemeyen migrantların kimliklerini ve düzeylerini belirlemeye yönelik prosedürlerin uyumlu bir şekilde anlaşılmasını ve farklı yaklaşımların neden farklı sonuçlara yol açabileceğine dair bilgi sağlamayı amaçlamaktadır.*

Anahtar Kelimeler: *gıda ile temas eden madde ve malzemeler, migrasyon, IAS, NIAS*

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Bilgi Rezervuarlarının Açık Kuantum Sistem Dinamiğine Etkisi

(Ufuk Korkmaz, Deniz Türkpençe)

Bilgi Rezervuarlarının Açık Kuantum Sistem Dinamiğine Etkisi

Ufuk Korkmaz[1,*], Deniz Türkpençe[2]
[1]*Elektrik Mühendisliği Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye,*
E-mail: ufukkorkmaz@itu.edu.tr
[2] *Elektrik Mühendisliği Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye,*
E-mail: dturkpence@itu.edu.tr

Özet: *Belirli kuantum rezervuarlarının varlığında açık kuantum sistemlerinin durağan dinamiklerini araştırmak, gerçekçi fiziksel dinamiklerle ilgili herhangi bir fizik alanı için çok önemlidir. Bu nedenle Markov yaklaşımında master denklem yaklaşımı, açık sistemlerin dinamiklerini analiz etmede başarılı bir formülasyon olarak kullanılır. Master denklemlerin en ünlü biçimlerinden biri, genel olarak rezervuarların termal olduğu Lindblad biçimindedir. Bununla birlikte, farklı türdeki kuantum rezervuarları için ayrıntılı spesifikasyonlarla yeni master denklemler türetilmelidir. Bu noktada, tekrarlanan temel kuantum etkileşimlerine dayanan çarpışma modelleri, açık kuantum sistemlerinin tanımlanması için alternatif bir yol sağlar. Bu modellerde, rezervuarlar yapılandırılmış ve doğal olmasa bile kuantum rezervuarlarının yapısı kolayca tanımlanabilir ve simüle edilebilir. Bu çalışmada, bir çarpışma modeline dayalı bir kuantum master denklemi geliştiriyoruz ve bilgi rezervuarları varlığında bir sonda kubitinin denge dinamiklerini numerik olarak simüle ediyoruz. Burada bilgi rezervuarı, belirli parametrelere sahip saf kuantum durumlarında bir dizi özdeş kubit ile temsil edilir. Kararlı durumda kuantum rezervuarından kuantum sistemine bir miktar bilginin aktarıldığını gösteriyoruz. Bunun dışında, kuantum sınıflandırıcı olarak adlandırılabilecek sonda kubitinin belirli koşullar altında ikili sınıflandırma yaptığını gösteriyoruz. Ayrıca, Fischer bilgisinin kuantum versiyonunu kullanarak açık kuantum sisteminden çıkarılan rezervuar parametrelerini kapsayan bir ifade türeterek, kuantum Fisher bilgisinin bir sınıflandırma aracı olarak da kullanılabileceğini gösteriyoruz. Çalışmamızın bulguları, kuantum hesaplamanın tüketen modeline katkıda bulunmak için kullanılabilir.*

Anahtar Kelimeler: *çarpışma modeli, açık kuantum sistemi, bilgi rezervuarı, kuantum sinir ağı.*

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Taguchi Metodu Kullanılarak Kaynak Proses Parametrelerinin Optimizasyonu: Somun Kaynak Operasyonu İçin Bir Uygulama

(Aslan Deniz Karaoğlan, Ecem Kapçak)

Taguchi Metodu Kullanılarak Kaynak Proses Parametrelerinin Optimizasyonu: Somun Kaynak Operasyonu İçin Bir Uygulama

Aslan Deniz Karaoğlan[1], Ecem Kapçak[2]
[1]*Balıkesir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Balıkesir,*
E-mail: deniz@balikesir.edu.tr
[2]*Yarış Kabin San. Ve Tic. AŞ., WCM ve İş Geliştirme Direktörlüğü, Balıkesir,*
E-mail: ecemkapcak@outlook.com

Özet: *Bu çalışma ile traktör ve iş makinası emniyet kabini üreten bir firmanın punta kaynak prosesi iyileştirilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, traktör kabini taban sacının üzerine kaynatılan somunlardaki kaynak kalitesi hatalarının önüne geçebilmek için, Taguchi metodu kullanılarak kaynak proses parametreleri optimize edilmeye çalışılmıştır. İlgili punta kaynak prosesinde girdi parametreleri olarak; kaynak akımı, kaynak süresi, kaynak basıncı ve yaklaşma belirlenmiştir. Taguchi L27 dizisi kullanılarak deney tasarlanmış, çıktı değeri olan somun sıkma tork değeri ölçülmüş ve maksimize edilmeye çalışılmıştır. Taguchi analizi sonunda elde edilen optimum faktör seviyelerinin doğrulaması yine üretim ortamında gerçekleştirilmiş ve kabul edilebilir sonuçlar elde edildiği görülmüştür.*

Anahtar Kelimeler: *Punta kaynak prosesi, deney tasarımı, Taguchi, optimizasyon.*

Giriş

Isı ve/veya basınç kullanılarak, ek bir malzeme ilave ederek veya etmeyerek malzemelerin birleştirmesi yöntemine kaynak operasyonu denilmektedir (Anık, 1991). Kaynak işleminde birleşimi yapılan parçalar arasında oluşacak gerilmelere dayanım sağlayacak güçlü bir metalsel bağın oluşması gerçekleşmelidir. Üretim tesislerinde parçalar arasındaki kaynak birleşim noktalarının istenilen mukavemette ve nüfuziyette olmaması kalite problemlerine yol açmaktadır.

Literatürde beklenen kaynak kalitesi seviyesini yakalayabilmek için kaynak prosesi parametrelerinin optimizasyonu üzerine pek çok çalışma bulunmaktadır. Eşme ve ark. (2006), TIG (gaz altı tungsten ark) kaynak dayanımının Taguchi metodu ile optimizasyonu konusunu ele almışlardır. Deneylerinde Taguchi L18 ortogonal dizini kullanmışlardır. Lin ve Chou (2007), Taguchi ve yapay sinir ağlarından faydalanarak kaynak parametrelerinin optimizasyonu üzerine çalışmışlardır. Thakur ve Nandedkar (2010), AISI 304 çelikleri üzerinde Taguchi ile optimizasyon üzerine çalışmışlardır. Aynı yıl Thakur ve ark. (2010), galvanizli çeliklerde direnç punta kaynağı prosesinin girdi parametre optimizasyonu için Taguchi kullanmışlardır. Aytekin (2011), emniyet kabini üretiminde kullanılan sac plakaların robotik gazaltı kaynak makinasında, köşe kaynakların yapılmasında karşılaşılan penatrasyon problemini çözmek amacı ile Taguchi yöntemi kullanarak bir çalışma gerçekleştirmiştir. Muhammad ve ark. (2012), eşzamanlı çoklu yanıt değerlendirme ile direnç punta kaynak proses parametrelerini Taguchi ve yanıt yüzey yöntemi kullanarak optimize etmişlerdir. Yine Muhammad ve ark. (2012), Taguchi ve yanıt yüzey yöntemi kullanarak çok amaçlı optimizasyon gerçekleştirmişlerdir. Pieta ve ark. (2013), AA2198-T8 levhalar için sürtünme punta kaynak proses parametrelerinin optimizasyonu amacıyla Taguchi metodundan yararlanmışlardır. Raut ve Achwal (2014), punta kaynak parametrelerinin optimizasyonu konusunu ele almışlardır. Deneyler Taguchi L18 ortogonal dizisi kullanılarak yapılmıştır. Bilici ve ark. (2016), AA2024-T3 ile AA5754-H22 alaşımlı sac levhaların spot kaynak ile birleştirilmesi prosesindeki girdi parametrelerini Taguchi yöntemi ile optimize etmişlerdir. Yue ve ark. (2016), direnç punta kaynağı için optimum parametrelerin belirlenmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada yanıt yüzey yöntemlerinden biri olan

Box-Behnken metodu kullanılmıştır. İş (2017), otomobil fabrikası kaporta departmanında faktöriyel tasarım kullanarak kaynak parametre optimizasyonu gerçekleştirmiştir. Özcan ve ark. (2018), çalışmalarında yüksek mukavemetli çelik sacların kaynak kalitesinin optimizasyonuna çalışmışlardır. Taguchi ve varyans analizi (analysis of variance – ANOVA) metodundan faydalanmışlardır. Yıldırım ve ark. (2019), nokta direnç kaynağı ile birleştirilen titanyum levhaların çekme makaslama dayanımlarının Taguchi metoduyla optimizasyonu konusuna çalışmışlardır. Zhao ve ark. (2020), deney tasarımı metodlarını kullanarak direnç punta kaynak işlemi parametrelerini optimizasyonu konusuna çalışmışlardır

Bu çalışmada punta kaynak ile st44 sac levha kullanılarak üretilen ve traktör emniyet kabini tabanında kullanılan parçanın üzerindeki kaynak yapılmış somunların kopması problemi ele alınmıştır. Bu problemi iyileştirmek ve problem kaynaklı oluşan kayıp ve hurda miktarını azaltmak amacıyla Taguchi yöntemi kullanılmıştır. Taguchi yöntemine ilişkin genel açıklamalar, deneysel veriler, optimizasyon sonuçları ve doğrulama deneyleri ilerleyen bölümlerde verilmiştir.

Materyal ve Metod

Bir prosesin girdi parametrelerinin farklı seviyelerine karşın, performans kriteri olarak belirlenen çıktıların değerlerinin nasıl değiştiğinin kontrollü olarak denenmesi; girdilerle çıktılar arasındaki ilişkilerin istatistiksel ve matematiksel yöntemlerle modellenip optimize edilmesi amacıyla deney tasarımı yöntemleri kullanılmaktadır. Deney tasarımı ve optimizasyon yöntemlerinden literatürde yaygın olarak kullanılanlar; yanıt yüzey yöntemi (YYY) (RSM – response surface methodology), faktöriyel tasarım (factorial design) ve Taguchi metodudur. YYY lineer, karesel ve etkileşim terimleri içerebilen ve en fazla ikinci derecede regresyon denklemleri kullanan bir modelleme ve optimizasyon yöntemidir. Bu yöntemde, faktör olarak adlandırılan girdi değişkenlerinin ara değerleri ile birlikte optimum değerleri hesaplanır. Bu yöntemde tüm girdi parametreleri nicel ve her bir parametre eşit seviyeli olmak zorundadır. Diğer deney tasarımı yöntemleri ile kıyaslandığında, en çok sayıda deney bu yöntemde gereklidir. Faktöriyel tasarım yönteminde ise girdi parametreleri sözel veya sayısal olabilir. Sürekli değişkenler için (nicel) ara değerler ile birlikte optimum girdi parametrelerini hesaplanır. Kesikli değişkenler içinse (nitel değişkenler) deneye tabi tutulan faktör değerlerden sadece birini optimum faktör seviyesi olarak verir (faktör nitel olduğundan dolayı, doğal olarak deneylerde kullanılan faktör seviyesi dışında ara değeri yoktur). YYY'den farklı olarak her bir faktör 2 seviyeli olmalıdır. Birinci derece denklemden oluşan matematiksel modelde lineer terimlerin yanında değişken sayısı kadar etkileşim terimi mevcuttur. Örneğin 3 faktör varsa, 2'li etkileşim terimleri ve 3'lü etkileşim terimleri de içerebilir. Taguchi yönteminde faktörler sayısal veya sözel olabilir. Bu yöntemde matematiksel model bulunmamaktadır. S/N (signal/noise – sinyal/gürültü – kontrol edilebilen değişkenlerin etkisi/kontrol edilemeyen değişkenlerin etkisi) oranlarını kullanarak optimuma yakın değerler vermektedir. Taguchi yöntemi, faktör seviyeleri arasından en iyi faktör kombinasyonunu bulur, ara değer bulamaz. Faktörler eşit seviyeli olabileceği gibi, farklı seviyelere de sahip olabilir. Taguchi çok az sayıda deney kombinasyonunu gerektirmektedir. Taguchi yönteminin bir diğer avantajı ise, maksimum S/N oranlarını belirleyerek yaptığı optimizasyon çözümü sayesinde kontrol edilemeyen değişkenlerin sistem üzerindeki etkisinin minimum, kontrol edilebilen değişkenlerin etkisinin ise maksimum seviyede olduğu sonuçları vermesidir (Montgomery, 2013; Roy, 2001; Taguchi, 1993; Taguchi, 2004). Bu çalışmada en az sayıda deney kombinasyonu ile süreç optimize edilirken, bunun yanında kontrol edilemeyen faktörlerin etkisinin minimize edilip, kontrol edilebilen faktörlerin etkisinin maksimize edildiği bir proses tasarlanabilmesi için Taguchi yöntemi kullanılmıştır.

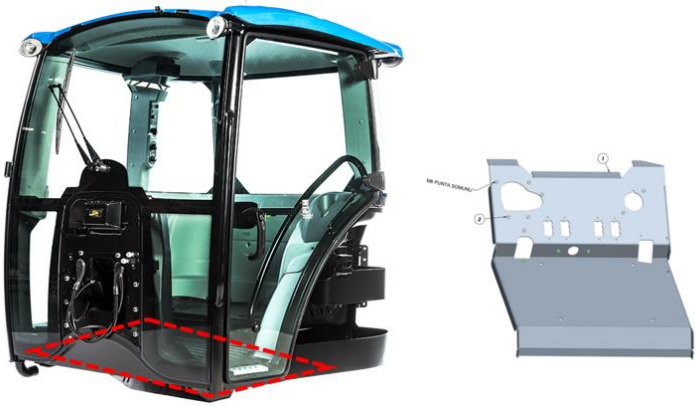
Taguchi metodu 3 yöntem içerir, bunlar: *(i)* en küçük en iyi yöntemi (smaller is better), *(ii)* en büyük en iyi yöntemi (larger is better), *(iii)* nominal olan en iyi yöntemi (nominal is better). Aslında çalışma boyunca kısaca Taguchi metodu ile optimizasyon terimi kullanılmış olsa da, Taguchi belirlenen faktör seviyelerinden en iyi kombinasyonu oluşturmakta, ancak iki faktör seviyesi arasındaki ara değeri bulamamaktadır. Bu nedenle aslında Taguchi ile optimum değil optimuma yakın sonuç bulunmaktadır (ancak terminolojisi kolay olması açısından bu çalışma boyunca optimum

şeklinde belirtilmeye devam edecektir). Bu nedenle Taguchi yönteminde minimum (optimum anlamı taşır) değil de "en küçük en iyi" ya da maksimum (optimum anlamı taşır) değil de "en büyük en iyi" şeklinde terimleri vardır.

Bir sonraki bölümde detayları iletilen uygulama kapsamında çıktı değişkeni somun sıkma tork değeridir ve maksimum veya maksimuma yakın seviyede olması istenmektedir. Bu kapsamda Taguchi'nin "en büyük en iyi" metodolojisi ile optimizasyon sağlanmıştır. (Taguchi, 1993; Taguchi, 2004)

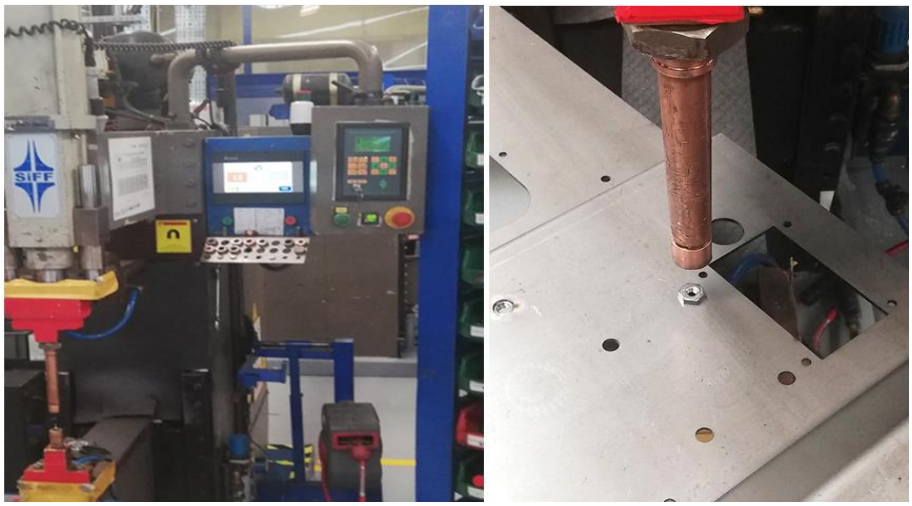
Deneysel Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışma, traktör emniyet ve iş makinası kabini ile yedek parça üretiminin yapıldığı tarım ekipmanları sektöründe üretim yapan bir işletmenin kaynakhane departmanında gerçekleşmiştir. Çalışma kapsamında, traktör emniyet kabini taban sacı parçası üretimindeki somun kaynak prosesi ele alınmıştır. Üründeki kalite hatalarını ortadan kaldırmak ve süreci optimize edebilmek amacıyla deney tasarımı yöntemlerinden biri olan Taguchi yönteminden yararlanılmıştır. İlgili taban sacı parçasının traktör üzerinde konumlandırılmasının gösterimi Şekil 1'deki gibidir:



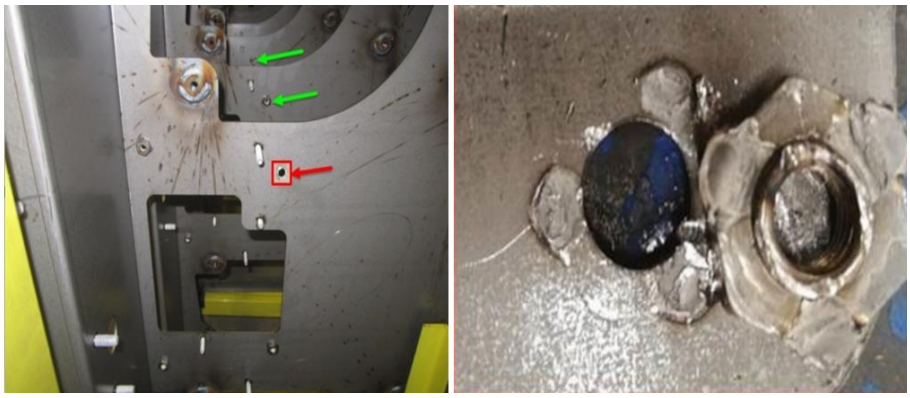
Şekil 1. St44 taban sacı traktör üzerinde gösterimi

Kaynak proses parametrelerinin iyileştirilmesine yönelik deney tasarımı çalışması, gücü 400 kVA, 380/50 V/Hz, mikro işlemcili, su soğutma sistemli SPR4 tipi punta / projeksiyon kaynak makinasında gerçekleşmiştir. İlgili problemin yaşandığı ve deneylerin yapıldığı punta kaynak makinesinin görseli Şekil 2' de verildiği gibidir.



Şekil 2. Deneylerin yapıldığı punta kaynak makinesi

SP4/SPR4 tipi punta / projeksiyon kaynak makinasından çıkan st44 sacı üzerindeki M6 (metrik 6) somunlarda yaşanan problem; punta kaynak ile taban sacı üzerine kaynak yapılmış olan M6 (metrik 6) somunların taban sacı üzerinden kopması ve sonraki proseste traktör kabini üzerine montajlanamayarak istenilen kalite performansını gösterememesidir. Yaşanan bu problem sonraki proseste taban sacı üzerine montajı yapılacak ekipmanların yapılamamasına, yeniden işlem, hurda, lojistik, plansız kalıp değişimi, sonraki proses boşta bekleme gibi kayıplara yol açmaktadır. Taban sacı üzerinden kopan somunlara ait görseller Şekil 3'te verildiği gibidir.



Şekil 3. Taban sacı üzerinden kopan punta somun görseli

Bu kalite probleminin çözümüne yönelik olarak, ilk etapta prosese ait girdi parametreleri (faktörler) ve bu parametrelerin seviyeleri belirlenmiştir. Punta kaynak proses girdi faktörleri, bu faktörlerin birimleri ve bu faktörlerin her birine ait üçer adet seviye belirlenmiş ve Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Proses girdi faktörleri ve faktör seviyeleri

Faktör	Faktör Birim	1. Seviye	2. Seviye	3. Seviye
Kaynak Akımı	kiloamper (kA)	15	16	17
Kaynak Süresi	cycles	2	3	4
Kaynak Basıncı	atmosfer (atm)	3	4	5
Yaklaşma	cycles	20	30	40

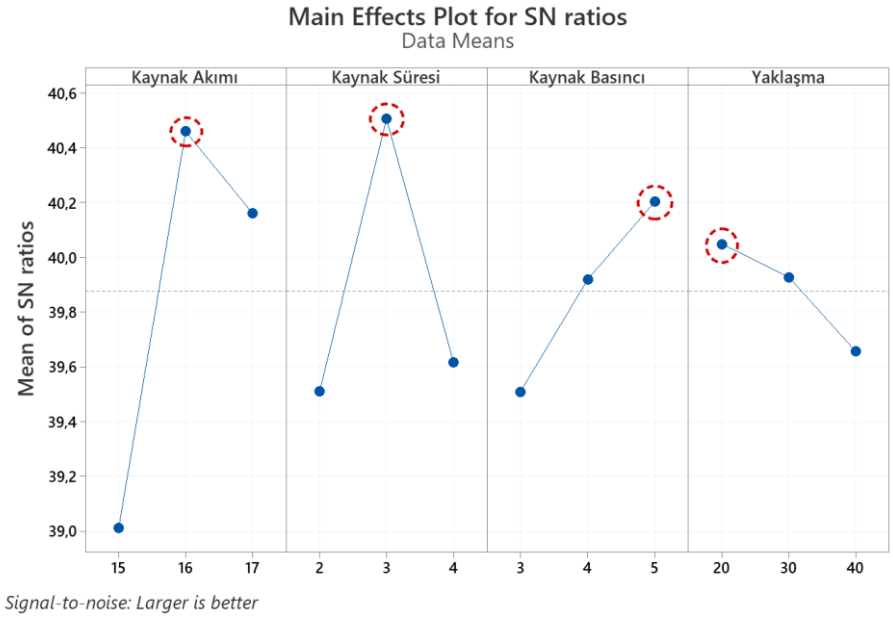
Her biri 3 seviyeli olan 4 faktör için Taguchi'nin L27 ortogonal dizisine dayalı deney tasarımı, Minitab istatistiksel analiz programı vasıtasıyla elde edilmiştir. Program üzerinde tasarlanan deneylerin üretim sahasında uygulamasının yapılması için, parçalar SPR4 punta kaynak makinasında kaynatılmış, sonrasında Şekil 4'te görseli verilen deney düzeneği ve tork cihazı kullanılarak deney ölçüm sonuçları oluşturulmuştur. Deneme sonuçlarını ölçmek amacıyla st44 sacından imal edilmiş bir deney düzeneği tasarlanmıştır. SP4/SPR4 tipi punta / projeksiyon kaynak makinasında st44 tip sacın üzerine punta kaynak yapılmış olan M6 (metrik 6) somunlar, kalibrasyonu sağlanmış olan tork cihazı ile sıkılarak maksimum tork kopma noktasına göre ölçümler yapılmıştır. Ölçüm sonuçları Tablo 2'de verildiği gibidir.

Şekil 4. Deney düzeneği

Tablo 2. Taguchi deney tasarımı ölçüm sonuçları

Deney No	Kaynak Akımı (kA)	Kaynak Süresi (cycles)	Kaynak Basıncı (atm)	Yaklaşma (cycles)	Somun Sıkma Tork Değeri (N.m)
1	15	2	3	20	82
2	15	2	3	20	85
3	15	2	3	20	84
4	15	3	4	30	95
5	15	3	4	30	99
6	15	3	4	30	97
7	15	4	5	40	92
8	15	4	5	40	90
9	15	4	5	40	82
10	16	2	4	40	100
11	16	2	4	40	99
12	16	2	4	40	98
13	16	3	5	20	121
14	16	3	5	20	120
15	16	3	5	20	119
16	16	4	3	30	100
17	16	4	3	30	97
18	16	4	3	30	99
19	17	2	5	30	100
20	17	2	5	30	104
21	17	2	5	30	102
22	17	3	3	40	101
23	17	3	3	40	102
24	17	3	3	40	104
25	17	4	4	20	103
26	17	4	4	20	101
27	17	4	4	20	100

Firma standartlarına göre somunun kopmaması için belirli bir N.m (newton metre)'nin üzerinde olduğunda sonraki proseslerde punta kopması yaşanmamakta ve hedeflenen kalite performans kriteri sağlanmaktadır. Bu değer ise firma standartlarına göre minimum 100 N.m olarak tanımlamıştır. Sahada ölçümleri yapılan deney kombinasyonları ve her bir kombinasyona ait çıktı değerleri için Taguchi analizi ile optimizasyon yapılmıştır. Optimizasyon amacıyla Minitab istatistiksel analiz programından yararlanılmıştır. Aşağıda Şekil 5' te Minitab "en büyük en iyi" seçeneği için Taguchi analizine ait S/N grafiği verilmiştir.



Şekil 5. Taguchi S/N grafiği

İlgili proseste kontrol edilemeyen değişkenlerin minimize, kontrol edilebilen değişkenlerin maksimize edilmesi istendiğinden, S/N grafiğine göre her bir parametre için grafikte kırmızı ile işaretlenen maksimum seviyeler optimum yanıt veren seviyelerdir. Bu seviyeler; kaynak akımı için 2. Seviye, kaynak süresi için 2. Seviye, kaynak basıncı için 3. Seviye ve yaklaşma için 1. Seviyedir. Buna göre somunun maksimum sıkma tork değerini elde etmek için proses parametreleri şu şekildedir: kaynak akımı: 16 kA, kaynak süresi: 3 cycles, kaynak basıncı: 5 atm, yaklaşma: 20 cycles olarak belirlenmiştir. Diğer bir başka analiz olan parametrelerin önem düzeylerinin sıralanması için, önem sırası (rank) değerleri incelenmiştir. Parametreler önem sırasına göre, 1. kaynak akımı, 2. kaynak süresi 3. kaynak basıncı, 4. yaklaşma olarak analiz edilmiştir. Önem derecelerine ilişkin Minitab analiz raporu Şekil 6'da verilmiştir.

Response Table for Signal to Noise Ratios

Larger is better

Level	Kaynak Akımı	Kaynak Süresi	Kaynak Basıncı	Yaklaşma
1	39,01	39,51	39,51	40,05
2	40,46	40,50	39,92	39,93
3	40,16	39,62	40,20	39,66
Delta	1,45	0,99	0,69	0,39
Rank	1	2	3	4

Şekil 6. S/N değerleri ve faktörlerin çıktı üzerinde önem sırası (rank) değerleri tablosu

Deney optimizasyonu sonucunda belirlenen bu kombinasyonlar için doğrulama deneyinin sahada uygulaması yapılmıştır. Bu amaçla Taguchi ile belirlenen optimum faktör seviyeleri için 10 tekrar yapılmıştır. Seçilmiş olan kombinasyonlar ile üretim alanında uygulanan bu testlere ait yanıt sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Doğrulama deneyleri

Deney No	Kaynak Akımı (kA)	Kaynak Süresi (cycles)	Kaynak Basıncı (atm)	Yaklaşma (cycles)	Somun Sıkma Tork Değeri (N.m)
1	16	3	5	20	121
2	16	3	5	20	120
3	16	3	5	20	121
4	16	3	5	20	121
5	16	3	5	20	121
6	16	3	5	20	120
7	16	3	5	20	120
8	16	3	5	20	121
9	16	3	5	20	121
10	16	3	5	20	121

Taguchi analizi ile bulunan optimum faktör seviye kombinasyonu için, üretim sahasında 10 adet tekrardan oluşan doğrulama deneyi gerçekleştirilmiş ve 10 tekrarın ortalaması 120,7 N.m ve standart sapması ise 0,483 N.m olarak bulunmuştur. Böylelikle hedeflenen tork değeri düzeyinde, kontrol edilmeyen değişkenlerin etkininin minimize edildiği (Taguchi'ye göre maksimum S/N oranı bunu garanti etmektedir) ve kabul edilebilir düşük bir standart sapma ile belirlenen hedef çıktı değeri olan 100 N.m'nin üzerinde üretim gerçekleştirebilen somun punta kaynak prosesi geliştirilmiştir.

Sonuç

Bu çalışmada bir traktör ve iş makinası firması emniyet kabini taban sacı üretiminde kullanılan punta somunun kaynak prosesinin parametrelerinin optimizasyonu konusuna çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan girdi parametreleri kaynak akımı, kaynak süresi, kaynak basıncı ve yaklaşmadır. Bu girdiler neticesinde deneyler tasarlanmış ve somun sıkma tork değeri çıktı olarak ölçülmüştür. Deneylerin tasarlanması ve analizleri için Taguchi metodu kullanılmıştır. Taguchi'nin L27 ortogonal dizisine göre planlanan deney kombinasyonları sonucunda punta kaynak girdi parametreleri: kaynak akımı: 16 kA, kaynak süresi: 3 cycles, kaynak basıncı: 5 atm, yaklaşma: 20 cycles olarak bulunmuştur. Minitab istatistiksel analiz programına göre belirlenen bu optimum değerlerin doğrulaması için 10 adet doğrulama deneyi yapılmış ve somun sıkma tork değerinin maksimum olduğu görülmüştür.

Kaynaklar

Anık, S. (1991). Kaynak Tekniği El Kitabı. İstanbul: Kaynak Teknolojisi Eğitim Araştırma ve Muayene Enstitüsü, 12-13.

Aytekin, A.G. (2011). Robotik gazaltı köşe kaynak işleminin Taguchi yöntemi ile en iyilenmesi. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 9, 7-28.

Bilici, M.K., Yukler, A.İ., Kurtulmus, M. ve Kaştan, A. (2018). The optimization of welding tool material and welding parameters in friction stir spot welding of plastics using Taguchi experimental design. International Journal of Engineering science and application, 2(2), 47-53.

Eşme, U., Bayramoğlu, M., Geren, N. ve Serin, H. (2006). TIG kaynağında kaynak dayanımının taguchi metoduyla optimizasyonu. TİMAK, 335-343.

İş, U. (2017). Bir otomobil fabrikası kaporta departmanında kaynak parametre çalışması. Yüksek Lisans, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Lin, H., Chou, T. and Chou, C. (2007). Optimization of the resistance spot welding process using Taguchi method and neural network. Society for Experimental Mechanics, 31(5), 30-36.

Montgomery, D.C. (2013). Design and analysis of experiments, 8th ed. New Jersey, USA: John Wiley & Sons Inc, Hoboken, 449–544.

Muhammad, N., Manurung, Y., Hafidzi, M., Abas, S., Tham G. and Haruman, E. (2012). Optimization and modeling of spot welding parameters with simultaneous multiple response consideration using multi-objective Taguchi method and RSM. Journal of Mechanical Science and Technology, 26(8), 2365–2370.

Muhammad, N., Manurung, Y., Hafidzi, M., Abas, S., Tham G. and Rahim, R. (2012). A quality ımprovement approach for resistance spot welding using multiobjective Taguchi method and response surface methodology. International Journal on Advanced Science Engineering and Information Technology, 2(3), 17-22.

Özcan, A., Peşteli, V. ve Yöntem, O. (2018). Yüksek mukavemetli çelik sacların kaynaklanabilirliği ve direnç spot kaynağı parametrelerinin Taguchi metoduyla optimizasyonu. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 23(2), 333-350.

Pieta, G., Santos, J. and Strohaecker, T. (2013). Optimization of friction spot welding process parameters for aa2198-T8 sheets. Materials and Manufacturing Processes, 29(8), 934-940.

Raut, M. and Achwal, V. (2014). Optimization of spot welding process parameters for maximum tensile strength. International Journal of Mechanical Engineering and Robotic Research, 3(4), 506-517.

Roy, R.K. (2001). Design of Experiments Using The Taguchi Approach: 16 Steps to Product and Process Improvement. New Jersey: John Wiley & Sons.

Taguchi, G. (1993). Taguchi methods: Design of experiments (Taguchi methods series). Amer Supplier Inst.

Taguchi, G. (2004). Taguchi's quality engineering handbook. New York: John Wiley & Sons Inc, Hoboken.

Thakur, A. and Nandedkar, V.M. (2010). Application of Taguchi Method to Determine Resistance Spot Welding Conditions of Austenitic Stainless Steel AISI 304. Journal of Scientific & Industrial Research, 69, 680-683.

Thakur, A.G., Rao, T.E., Mukhedkar, M.S. and Nandedkar, V.M. (2010). Application of Taguchi Method For Resistance Spot Welding Galvanized Steel. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 5 (11), 22-26.

Yıldırım, M.S., Kaya, Y., Çakıroğlu, R., Gülenç, B., Kahraman, N. ve Durgutlu, A. (2018). Nokta Direnç Kaynağı ile Birleştirilen Titanyum Levhaların Çekme-Makaslama Dayanımlarının Taguchi Metoduyla Optimizasyonu. Politeknik Dergisi, 22 (3), 567-573.

Yue, X., Tong, G., Chen, F., Ma, X. and Gao, X. (2016). Optimal Welding Parameters for Small-Scale Resistance Spot Welding with Response Surface Methodology. Science and Technology of Welding and Joining, 143-149.

Zhao, D., Ivanov, M., Wang, Y., Liang, D. and Du, W. (2020). Multi-Objective Optimization of the Resistance Spot Welding Process Using a Hybrid Approach. Journal of Intelligent Manufacturing, 56-61.

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Effects on Seed Germination of Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) of Different Melatonin Doses

(Esra Nurten Yer Çelik)

Effects on Seed Germination of Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) of Different Melatonin Doses

Esra Nurten Yer Çelik
Kastamonu University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Kastamonu/Türkiye,
E-mail:esranurtenyer@gmail.com

Özet: *Pure Red Pine (Pinus brutia Ten.) stands, which are the natural species of the Mediterranean ecosystem, are largely destroyed after the fire. Seed supplementation after fire is crucial in Red Pine stands where natural regeneration methods can not be used to ensure the stand's continuity. The use of plant growth regulators supports seedling formation in increasing the germination ability and speed of seeds obtained from suitable seed sources. The endogenous melatonin substance, which was first discovered in plants in 1995, has been accepted as a potential growth stimulant by applying it exogenously to plants. The majority of melatonin research has been conducted in the agriculture area. Forest tree research has current and novel in this field. For this purpose, the effect of different melatonin doses (25µM, 100µM, 150µM, 250µM, 1000µM and 2000µM) on germination properties of Red pine seeds was investigated. According to the results, on the germination value (GV) and mean germination rate (MGT) parameters different doses of melatonin applications did not have a significant ($p<0.05$) effect compared to the control group. However, there is a statistically significant difference in germination percentage (GP) and germination speed (GS). In recent years, the inhibitory effect of melatonin on seed germination has been attributed to the basic components of ABA signal. The main role of melatonin on germination parameters should be determined by studying the seeds of different forest trees.*

Anahtar Kelimeler: *exogenous melatonin, forest tree, Pinus brutia Ten., germination rate*

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Synthesis of N-Heterocyclic Carben-Palladium-Pyridine (PEPPSI) Complexes

(Hasan Akdan, Beyhan Yiğit)

Synthesis of N-Heterocyclic Carben-Palladium-Pyridine (PEPPSI) Complexes

Hasan Akdan[1], Beyhan Yiğit[2]
[1]*Department of Chemistry, Faculty of Science and Art, Adiyaman University,*
E-mail:hasanakdan37@gmail.com,
[2]*Department of Chemistry, Faculty of Science and Art, Adiyaman University,*
E-mail:byigit@adiyaman.edu.tr

Abstract: *N-Heterocyclic carbenes (NHCs) are neutral, carbon donor ligands, which have strong σ-donating and weak π-accepting ability. The first synthesis of N-heterocyclic carbene-metal complexes were independently reported by Öfele and Wanzlick in 1968. Later, Arduengo and co-workers successfully isolated and characterized the first stable free N-heterocyclic carbene in 1991. Since then, different metal complexes of N-Heterocyclic carbenes have been been synthesized and used as catalysts in diverse organic transformations. Among the metal-NHC complexes, palladium-NHC complexes have been widely studied for catalytic and biological applications. A new family of palladium complexes, NHC-PdX_2-Py (Py = pyridine) complexes, commonly known as the PEPPSI (Pyridine-Enhanced Precatalyst, Preparation, Stabilization and Initiation) complex were first reported by Organ in 2006. Organ method for the synthesis of PEPPSI complexes involves the heating of imidazolium salts with $PdCl_2$ and K_2CO_3 in neat 3-chloropyridine for 16 h at 80 ^oC in air. The PEPPSI complexes are well-defined, userfriendly, easly-prepared, air- and moisture-stable Pd(II) precatalysts that have proven to exhibit excellent reactivity in large number of palladium-catalyzed carbon-carbon and carbon-nitrogen bond forming reactions.*
In this work, the (NHC)PdX_2(pyridine) complexes were easily synthesized in good yields by the reaction of benzimidazolium salts with $PdCl_2$ in the presence of K_2CO_3 as base in pyridine. These complexes were characterized by IR, ^1H NMR and ^{13}C NMR spectroscopy, which support the proposed structures.

Keywords: *N-heterocyclic carbene, palladium complex, benzimidazole salt*

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Synthesis of N-Heterocyclic Carben-Ruthenium-*p*-Cymene Complexes

(Hasan Akdan, Beyhan Yiğit, Murat Yiğit)

Synthesis of N-Heterocyclic Carben-Ruthenium-*p*-Cymene Complexes

Hasan Akdan[1], Beyhan Yiğit[2], Murat Yiğit[3]
[1]*Department of Chemistry, Faculty of Science and Art, Adiyaman University,*
E-mail:hasanakdan37@gmail.com,
[2]*Department of Chemistry, Faculty of Science and Art, Adiyaman University,*
E-mail:byigit@adiyaman.edu.tr
[3]*Department of Chemistry and Chemical Process Technologies,*
Vocational School of Higher Education, Adiyaman University,
E-mail: myigit@adiyaman.edu.tr

Abstract: *Metal complexes of N-heterocyclic carbenes (NHC) have attracted considerable interest in the last few decades in organometallic and medicinal chemistry. N-heterocyclic carbenes are strong σ-donating and weak π-accepting ligands, and they form stable NHC complexes with transition metals. A variety metal complexes of N-heterocyclic carbenes have been synthesized and used as catalysts for many chemical transformations. In particular, ruthenium complexes of NHC ligands have been used as precatalysts in diverse organic transformations such as olefin metathesis, C-H bond activation, amine alkylation and transfer hydrogenation reactions. Also, ruthenium NHC complexes have been employed in medicinal applications and materials chemistry. Because of their importance, the synthesis of ruthenium NHC complexes had considerable attention and various methods have been reported for the synthesis of ruthenium complexes including (i) reaction of a electron-rich enetetramines with* $[RuCl_2(p\text{-cymene})]_2$ *under C=C bond cleavage, (ii) transfer of the carbene unit from silver(I)-NHC complex to ruthenium metal, (iii) reaction of azolium salt with* $[RuCl_2(p\text{-cymene})]_2$ *in presence of* Cs_2CO_3 *as base.*
In this work, the N-heterocyclic carbene-RuX_2*-p-cymene complexes were easily synthesized in good yields by transmetallation reactions between in situ prepared silver(I) N-heterocyclic carbene complexes and* $[RuCl_2(p\text{-cymene})]_2$*. These complexes were characterized by IR,* ^1H *NMR and* ^{13}C *NMR spectroscopy, which support the proposed structures.*

Keywords: *N-heterocyclic carbene, carbene complex, ruthenium*

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Comparison of Long-Short Term Memory and Gated Recurrent Unit Based Deep-Learning Models in Prediction of Stream-Flow Using Machine Learning For Water and Energy Approach

(Huseyin Cagan Kilinc)

Comparison of Long-Short Term Memory and Gated Recurrent Unit Based Deep-Learning Models in Prediction of Stream-Flow Using Machine Learning For Water and Energy Approach

Huseyin Cagan Kilinc
Civil Engineering Department, Istanbul Esenyurt University, 34510 Istanbul, Turkey
E-mail:huseyincagankilinc@esenyurt.edu.tr

Abstract: *The increase in world population and the resulting demand for water, and energy are exerting increasing pressure on soil, water resources. Machine learning (ML), one of the most favorite softwares of recent times, has become as time goes by important in predicting river flows. In this context, the recurrent neural network (RNN) model, which avoids many estimation methods, was insufficient due to the gradient problem lost in repetitive data sets. Long short term memory (LSTM) neural networks allow network cells to forget a portion of their previously stored memory; gated recurrent unit (GRU), on the other hand, updates the memory and solves the lost gradient problem. GRU's training parameter is fast because it is less and uses less memory, while LSTM is more accurate in the dataset using longer sequences. Since the dataset obtained from the flow data of the Bulam flow measurement station (FMS) (2000-2019) on the Euphrates River (E21A035) has medium size and repetitive values, these two models were compared in the study. For the study, Adadelta, Adagrad, FTRL, SGD, RMSprop, Nadam, Adamax, Adam optimizers were tested. Considering the R^2, MAE, RMSE evaluation criteria, it was seen that Adam and Adamax optimizers gave better results and it was decided to use these optimizers that are most suitable for the data. In the study, RMSE, MAE, R^2 and STD criteria and loss functions of MAE, MSE and LogCosh were used as evaluation criteria. Comparing the prediction of LSTM with the estimate of the GRU model, it is seen that the GRU has better performance, acheiving 0.3346 RMSE, 0.1464 MAE and 0.9718 R^2.*

Keywords: *streamflow forecasting, gated recurrent unit, long-short term memory*

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Bir Üniversite Kampüsünde Alınan Hava Örneklerinde Fitalat Değerlerinin Tespiti

(Işıl Çelik Sağlam, Merve Saral, Mihriban Civan, Banu Çetin)

Bir Üniversite Kampüsünde Alınan Hava Örneklerinde Fitalat Değerlerinin Tespiti

Işıl Çelik Sağlam[1], Merve Saral[2], Mihriban Civan[3], Banu Çetin[4]
[1]*Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, E-mail: icelik@gtu.edu.tr*
[2] *Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, E-mail: mervesaral@gtu.edu.tr*
[3] *Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, E-mail: mihriban.civan@kocaeli.edu.tr*
[4] *Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, E-mail: bcetin@gtu.edu.tr*

Özet: *Fitalat olarak adlandırılan fitalik asidin diesterleri; oyuncaklar, bebek bakım ürünleri, tıbbi malzemeler, yapı gereçleri, boyalar, besin ambalajları, kozmetik ürünler, ayakkabı, araba lastiği, temizlik ürünleri gibi daha da sayılabilecek günlük hayatta fazlaca kullandığımız birçok polivinil klorürden (PVC) üretilen üründe esnekliği kolaylaştırmak ve kullanım süresini artırmak amacıyla kullanılan bir kimyasaldır. Geniş kullanım alanı bulunması sebebiyle insanlarla teması oldukça fazladır. Literatür incelendiğinde fitalatların endokrin bozucu olarak çevre ve halk sağlığı açısından çokça çalışıldığı görülmektedir. Yüksek miktarlarda maruz kalındığında kansere yol açabilecek sonuçlara gidebilmektedir. Bu bilgiler eşliğinde soluduğumuz havada fitalatların incelenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışma ile sanayi bölgesine yakın olması sebebiyle fitalatların yüksek olabileceği düşünülen üniversite kampüsünde, toplam asılı partikül maddeleri tutabilen yüksek hacimli hava örnekleme cihazı ile örnekleme yapılmıştır. Toplanan hava örneklerinin sıcaklık ile ilişkisinin değerlendirilmesi açısından örnekleme dört mevsim boyunca birer aylık sürelerde gerçekleştirilmiştir. Quartz filtreler ile toplanan örnekler aseton-hekzan karışımı ile ekstrakte edilmiş, katı faz ekstraksiyon kartuşları kullanılarak fraksiyonlara ayrılmış, yoğunlaştırmak için döner buharlaştırıcıda hacim azaltılmış ve son olarak Gaz Kromatografi / Kütle Spektrometresi (GC/MS) cihazı ile değerler okunmuştur. Yaz mevsiminde toplam fitalat konsantrasyonu 10,68 ile 69,09 ng/m^3 aralığında (ORT±SS; 28,86 ± 15,63 ng/m^3), sonbahar mevsiminde 18,11 ile 115,21 ng/m^3 aralığında (ORT±SS; 48,10 ± 18,18 ng/m^3), kış mevsiminde 9,24 ile 77,00 ng/m^3 aralığında (ORT±SS; 36,56 ± 14,93 ng/m^3), ilkbahar mevsiminde ise 26,43 ile 68,33 ng/m^3 aralığında değişmektedir (ORT±SS; 38,81 ± 9,47 ng/m^3). Tüm mevsimler incelendiğinde sonbahar ve kış mevsimlerinde fitalat değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Tüm mevsimlerde Di 2ethyhexyl phtlate (DEHP) en yüksek bulunan fitalat türüdür ve bu sonuç literatür ile uyumludur. DEHP oyuncak ve gıda ile temas eden ürünlerde kullanılan ve yıllık üretimi en fazla olan fitalat türüdür.*

Anahtar Kelimeler: *Fitalat, PVC, Yüksek Hacimli Hava Örnekleyici*

Teşekkür: *Bu çalışma TÜBİTAK 118Y146 kodlu proje ile desteklenmiştir.*

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Farklı Oranlarda Soğuk Çekilmiş Elektrolitik Bakır Telin Yeniden Kristallenme Kinetiğinin Termal Analizle İncelenmesi

(Jaber Raougui, Kenan Yıldız)

Farklı Oranlarda Soğuk Çekilmiş Elektrolitik Bakır Telin Yeniden Kristallenme Kinetiğinin Termal Analizle İncelenmesi

Jaber Raougui[1], Kenan Yıldız[2]
[1]*Sakarya Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği,*
E-mail: jaberou94i@gmail.com
[2]*Sakarya Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği,*
E-mail: kenyil@sakarya.edu.tr

Özet: *Bu çalışmada, Gebze-Kocaeli'nde bulunan SARKUYSAN Elektrolitik Bakır Sanayi A.Ş.'den temin edilen farklı deformasyon oranlarında soğuk çekilmiş elektrolitik bakır telin yeniden kristallenme kinetik çalışması farklı ısıtma hızlarında (10 – 15 – 20 - 25 °C/dak) alınan diferansiyel tarama kalorimetri (DSC) verileri kullanılarak incelenmiştir. İzotermal olmayan yeniden kristallenme kinetiği, modelsiz metotlar olarak bilinen Kissnger, Boswell ve Ozawa modelleriyle yapılmıştır. DSC dataları kullanılarak yeniden kristallenme sıcaklıkları tespit edilmiş ve aktivasyon enerjileri Y – 1/T diyagramlarındaki eğimlerden hesaplanmıştır. Burada Y, Kissenger için ln(β/T^2), Boswell için ln(β/T) ve Ozawa için ln(β) 'dir. Kinetik sonuçlar üç farklı izotermal olmayan kinetik modele göre %16,8 soğuk deforme olmuş bakır tel için yeniden kristallenme aktivasyon enerjisi 118 – 127 kJ/mol aralığında, %31,8 soğuk deforme olmuş bakır tel için yeniden kristallenme aktivasyon enerjisi 171 – 180 kJ/mol aralığında olduğu tespit edilmiştir.*

Anahtar Kelimeler: *Elektrolitik bakır tel, soğuk çekme, termal analiz, izotermal olmayan kinetik, yeniden kristallenme*

Giriş

Metalik esaslı malzemelerin çekme ve haddeleme gibi plastik şekil verme işlemleri, nihai ürüne kadar kademeli olarak gerçekleştirilmektedir. Soğuk olarak yapılan plastik şekil verme işlemlerinde, parçalarda kırılma ve yırtılma gibi hatalar oluşmaması için şekil verme işleminde bir deformasyon miktarı vardır. Soğuk deformasyon işlemlerinin kademeli olarak devam edilebilmesi için yeniden kristallendirme ısıl işlemi yapılması gerekmektedir. Soğuk plastik şekil verme işlemleri sırasında malzeme içindeki dislokasyon yoğunluğu artmakta ve oluşan dislokasyonlar kristal kafeste gerilmeler oluşturmaktadır. Oluşan bu gerilmeler nedeniyle de malzemenin mekanik özelliklerinde değişimler olmaktadır. Toparlanma, yeniden kristallenme ve tane büyümesi gibi kademeler içeren ısıl işlemle, soğuk deformasyon sonrası dengeli ve başlangıç yapısı sağlanabilmektedir (Smalman & Bishop, 1999; Humpreys ve ark., 2017; Alaneme & Okotete, 2019).

Çekme işlemi esnasında gerçekleşen plastik deformasyon, malzemenin çekilebilirliğine bağlı olarak malzeme özelliklerine etki etmektedir. Soğuk çekme ile oluşan deformasyon genlemesi, malzemenin aynı deformasyon oranındaki çekme deformasyonundan farklılık gösterir. Çekilen tellerdeki deformasyon telin kimyasal bileşimi, çekme işleminde kullanılan kalıbın çekme açısı, çekme hızı gibi birçok faktöre bağlıdır. Bu amaçla bakır ve bakır alaşımları üzerinde soğuk çekme sonucu mekanik ve elektriksel özellikler üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Soğuk deformasyon sonrasında elektriksel ve mekanik özelliklerin yeniden eski haline gelebilmesi için

bir ısıl işlemin gerekli olduğu belirtilmiştir (Al Araji ve Raheem, 2013; Bernardo & Neto, 2017; Illarionov ve ark., 2018).

Bu çalışmada elektrolitik bakır telin farklı deformasyon oranlarında soğuk çekme sonrası yeniden kristallenme kinetiğinin termal analiz yöntemiyle incelenmesini sunmaktadır.

Materyal ve Metot

Başlangıç çapı 11 mm olan elektrolitik bakır çubuk, soğuk çekme ile önce 9,3 mm çapa, akabinde 8 mm çapa Sarkuysan firmasında getirilmiştir. Ara kademelerde herhangi bir ısıl işlem uygulanmamıştır. Elektrolitik bakır numunelerin metalografik işlemleri uygun zımparalama, parlatma ve dağlama işlemlerinden sonra Nikon ECLIPSE L150 optik mikroskobu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Farklı deformasyon oranlarında soğuk haddelenmiş numunelerin termal analizleri, TA Instruments SDTQ 600 cihazıyla, hava atmosferi koşulları altında 10, 15, 20 ve 25 °C/dak ısıtma hızlarında alınmıştır.

Yeniden kristallenme, çökelme ve homojenizasyon gibi katı halde gerçekleşen reaksiyonlar ve faz dönüşüm reaksiyonlarının incelenmesinde termal analiz geniş şekilde kullanılmaktadır. Bu tür oluşumların kinetik incelemesinde de termal analiz kullanılmaktadır (Starink, 2004; Raougui ve ark., 2021). Soğuk çekilmiş elektrolitik bakırdan alınmış numunelerde yeniden kristalleşme kinetiği, izotermal olmayan yöntemle incelenmiştir. Bu amaçla farklı ısıtma hızlarında numunelerin DSC (Diferansiyel Tarama Kalorimetrisi) analizleri yapılmıştır. Farklı ısıtma hızlarında alınan DSC grafiklerindeki yeniden kristallenme pik sıcaklıkları kullanılarak ve izotermal olmayan kinetik incelemelerde Kissenger (Eşitlik 1), Boswell (Eşitlik 2) ve Ozawa (Eşitlik 3) denklemleri kullanılmıştır. (Kissenger, 1957; Boswell, 1980; Ozawa, 1992)

$$\ln\left(\frac{\beta}{T_p^2}\right) = k_1 - \frac{E_a}{RT_p} \qquad \text{(Eşitlik 1)}$$

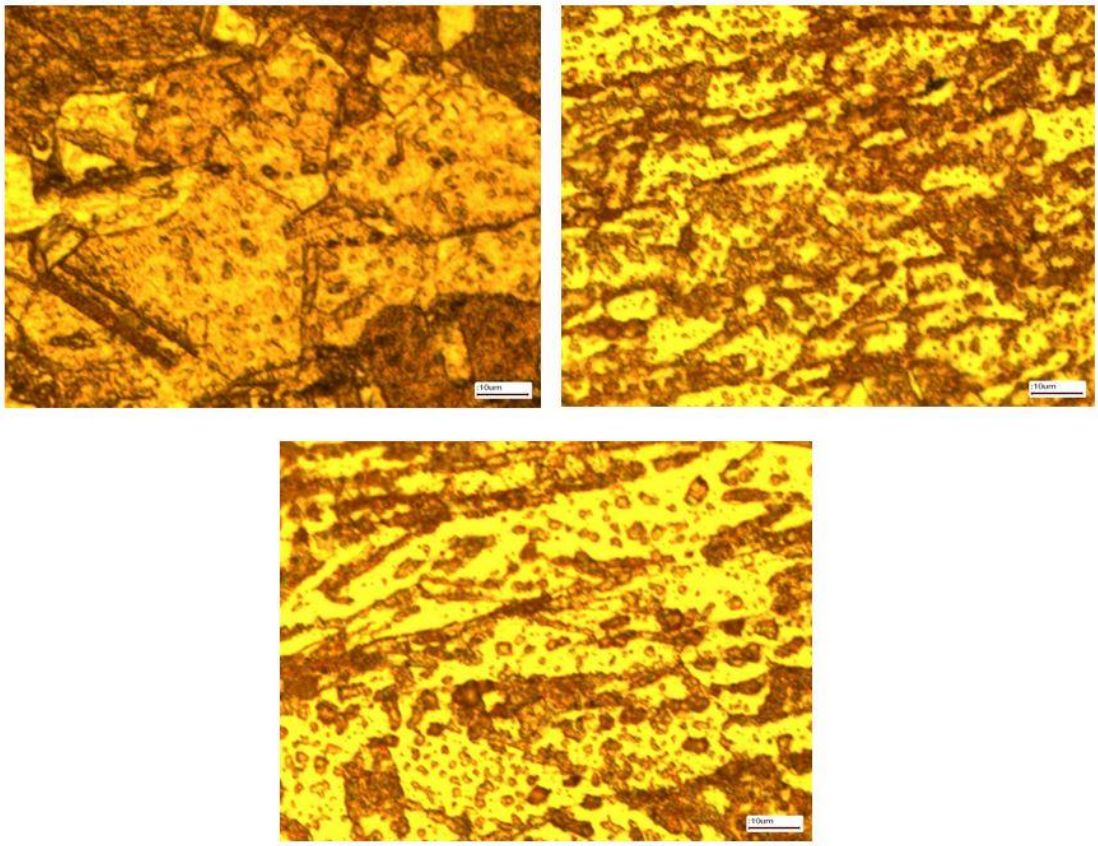
$$\ln\left(\frac{\beta}{T_p}\right) = k_2 - \frac{E_a}{RT_p} \qquad \text{(Eşitlik 2)}$$

$$\ln(\beta) = k_3 - 1{,}051.\frac{E_a}{RT_p} \qquad \text{(Eşitlik 3)}$$

Bu denklemlerde T_p yeniden kristallenme pik sıcaklığı (K), β ısıtma hızı (K/dak), R gaz sabiti (8,314 jul/mol.K), E_a aktivasyon enerjisi (kJ/mol), k_1, k_2, k_3 ve k_4 sabitlerdir.

Sonuçlar ve Tartışma

Deneysel çalışmalarda kullanılan ve farklı çaplara sahip elektrolitik bakır tellerin optik mikroskop görüntüleri Şekil 1'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi tanelerin soğuk çekme yönünde uzadığı görülmektedir. Tanelerin uzaması, yapıda dislokasyonların artmasına ve sonuçta iç gerilimlerin artmasına neden olmaktadır. Bu durum deformasyon sertleşmesine neden olarak plastik şekil verme işlemini zorlaştırmaktadır ve şekil vermeye devam edebilmek için iç gerilimleri gidermek ve tanelerin eski haline gelmesi için yeniden kristallendirme işleminin yapılması gerekmektedir.

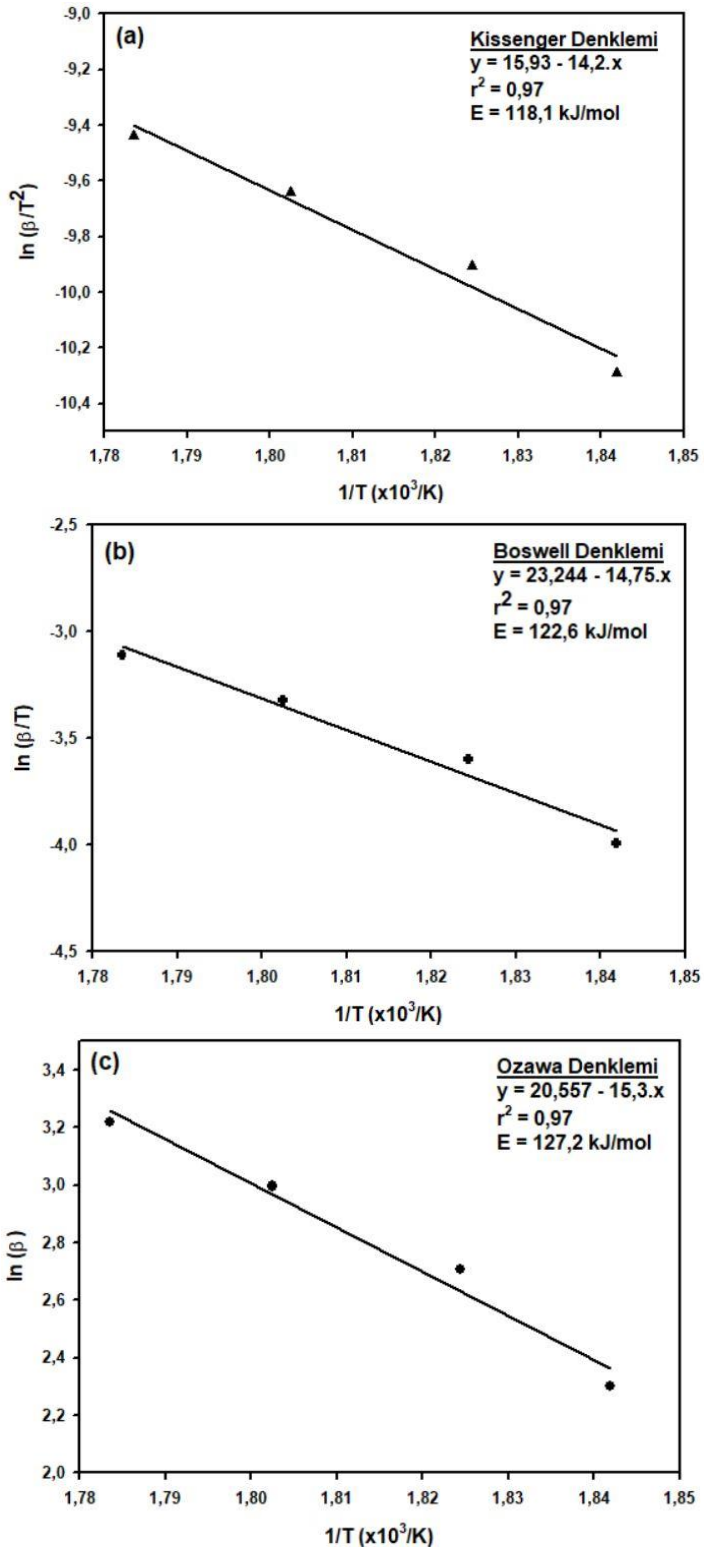


Şekil 2. Elektrolitik bakır telin (a) soğuk deformasyon öncesi, (b) %16.8 ve (c) %31.8 soğuk deformasyon sonrası mikroyapı resimleri (X50)

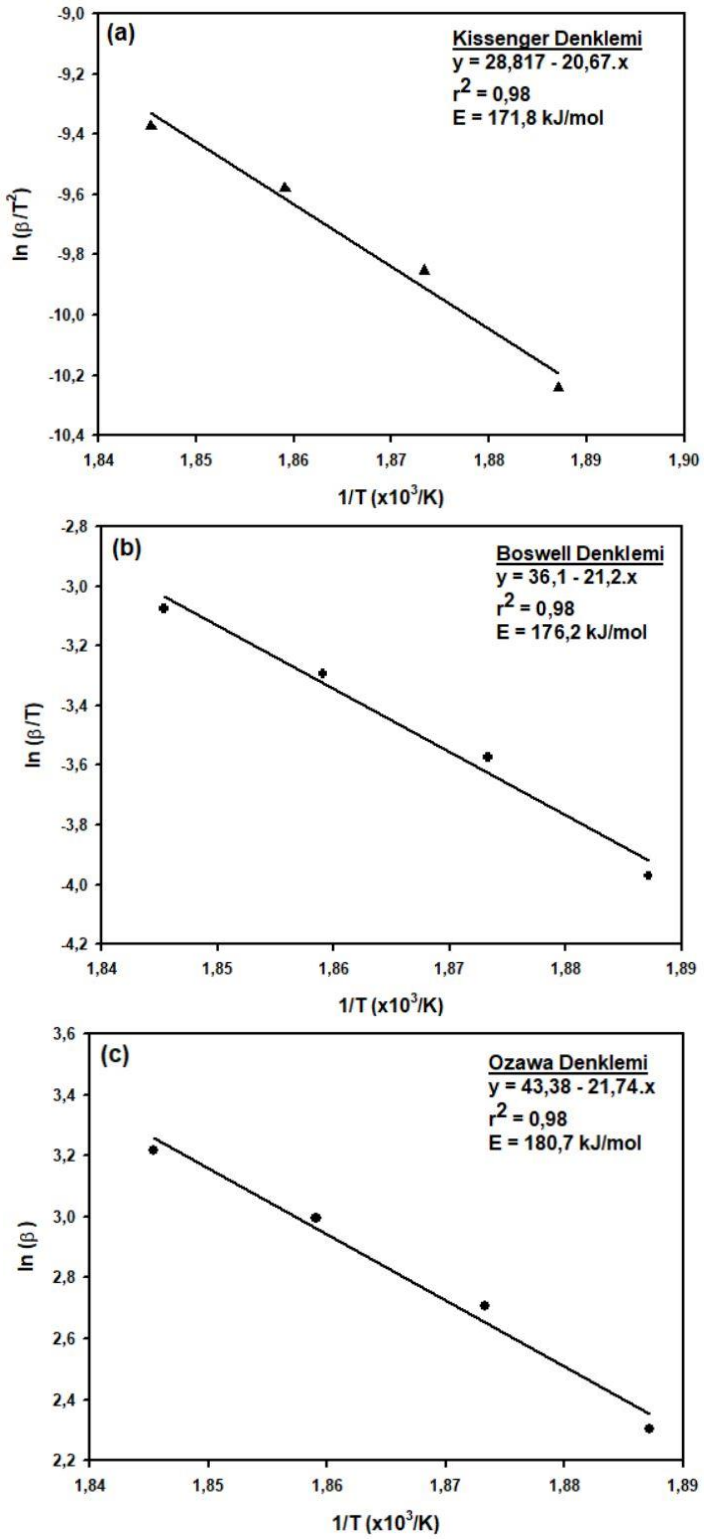
Yeniden kristallenme kinetiği için DSC analizinden farklı ısıtma hızları için tespit edilmiş yeniden kristallenme pik sıcaklıkları ve üç farklı model için kinetik hesaplamalar Tablo 1'de verilmiştir. Bu tablodaki verilere bağlı olarak %16.8 soğuk deformasyona uğramış elektrolitik bakır tel için kinetik grafikler Şekil 2'de ve %31.8 soğuk deformasyona uğramış bakır tel için kinetik grafikler Şekil 3'de verilmiştir.

Tablo 1. Soğuk çekilmiş elektrolitik bakır telin yeniden kristallenme kinetiği için DSC analizinden alınan veriler ve kinetik hesaplamalar

Deformasyon Oranı (%)	β (°C/dak)	T (K)	1/T ($x10^3$)	**Kissenger** ln (β/T^2)	**Boswell** ln (β/T)	**Ozawa** ln (β)
16.8	10	542.9	1.8420	-10.2913	-3.9943	2.3026
	15	548.1	1.8245	-9.9049	-3.5984	2.7081
	20	554.8	1.8025	-9.6415	-3.3229	2.9957
	25	560.7	1.7835	-9.4395	-3.1103	3.2189
31.8	10	529.9	1.8871	-10.2428	-3.9701	2.3026
	15	533.8	1.8734	-9.8520	-3.5720	2.7081
	20	537.9	1.8591	-9.5796	-3.2919	2.9957
	25	541.9	1.8454	-9.3713	-3.0762	3.2189



Şekil 2. %16.8 deformasyon oranında soğuk çekilmiş bakır telde yeniden kristallenme kinetiği grafikleri



Şekil 3. %31.8 deformasyon oranında soğuk çekilmiş bakır telde yeniden kristallenme kinetiği grafikleri

Şekil 2 ve Şekil 3'de verilen farklı modellere ait grafiklerin eğimleri -E (aktivasyon enerjisi) / R (gaz sabiti) değerine eşittir. Dolayısıyla bu eğimlerden yeniden kristallenme için gerekli aktivasyon enerjisi hesaplanmıştır.

Bu grafiklere göre, %16.8 ($\varepsilon = 0.168$) soğuk deforme olmuş elektrolitik bakır telde yeniden kristallenme aktivasyon enerjisinin Kissenger modeline göre 118.1 kJ/mol, Boswell modeline göre 122.6 kJ/mol ve Ozawa modeline göre 127.2 kJ/mol olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu değerlere göre %16.1 deformasyon oranında soğuk çekilmiş elektrolitik bakır telde yeniden kristallenme aktivasyon enerjisinin 118 - 123 kJ/mol aralığında olduğu söylenebilir. Toplamda %31.8 soğuk deforme edilmiş elektrolitik bakır telde ise yeniden kristallenme aktivasyon enerjisinin Kissenger modeline göre 171.8 kJ/mol, Boswell modeline göre 176.2 kJ/mol ve Ozawa modeline göre 181.7 kJ/mol olarak bulunmuştur. Bu değerler göz önüne alındığında %31.8 soğuk deformasyona uğramış elektrolitik bakır tel için yeniden kristallenme aktivasyon enerjisinin 171 – 182 kJ/mol aralığında olduğu ifade edilebilir.

Kaynaklar

Alaneme, K.K., Okotete, E.A. (2019) Recrystallization mechanism and microstructure development in emerging metallic materials: A review. Journal of Science Advanced Materials and Devices 4 (1), 19-33.

Al-Araji, N., Raheem, O.H. (2013) An experimental investigation for effecting of cold drawing on electrical and mechanical properties of copper cables, International Journal of Scientific and Engineering Research, 4(7), 1837-1842.

Bernardo, R.S., Neto, M.F. (2017) Influence of a cold deformation process by drawing on the electrical properties of copper wires. International Engineering Journal, 70(1), 53-57.

Boswell, P.G. (1980). On the calculation of activation energies using a modified Kissenger method. Journal of Thermal Analysis. 18(2), 353-358.

Humphreys, J., Rohrer, G.S., Rollett, A. (2017) Recrystallization and Related Annealing Phenomena, Elsevier.

Illarionov, A.G., Loginov, Y.N., Stepanov, S.I. (2018) Structural and mechanical properties of electrical copper wire processed by coarse and medium drawing, Materials Science Forum, 946, 845-849.

Kissenger, H.E. (1957). Reaction kinetics in differential thermal analysis, Analytical Chemistry, 29(11), 1702-1706.

Ozawa, T. (1992). Estimation of activation energy by isoconversion methods, Thermochimica Acta. 203, 159-165.

Raougui, A., Grecu, I., Yılmaz, V.M., Yıldız, K. (2021) Soğuk haddelenmiş AA3105 ve AA5005 levhaların DSC analizi ile yeniden kristallenme kinetiği, 8(17), 80-85.

Smallman, R.E., Bishop, R.J. (1999) Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering, Elsevier.

Starink, M. (2004). Analysis of aluminium based alloys by calorimetry: quantitative analysis of reactions and reaction kinetics, International Materials Reviews. 49(3-4), 191-226.

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

CAD/PDM ve ERP Entegrasyonunu için Bir Model Önerisi: Vaka Çalışması

(Lütfi Apilioğulları)

CAD/PDM ve ERP Entegrasyonunu için Bir Model Önerisi: Vaka Çalışması

Lütfi Apilioğulları
Fenerbahça Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü,
E-mail: lutfi.apiliogullari@fbu.edu.tr

Özet: *Ürün, üretim ve iş segmentleri arasındaki tümleşik entegrasyon PLM (Product Lifecyle Management) olarak tanımlanmaktadır. PLM'ler ürün verilerinin standart bir yapıda saklanmasına, farklı fonksiyonlar ile paylaşılmasına ve işletmelerin daha rekabetçi olmalarının önünü açmaktadır. Ancak, PLM'lerin yüksek maliyetleri ve göreceli olarak işletme süreçlerine kolay uyarlanamaması gibi etkenler nedeniyle Kobiler tarafından henüz tercih edilememektedir. Bu durum, Kobilerin pazarda rekabet güçlerini zayıflatmaktadır. Bu açığı kapatmak isteyen Kobiler, özellikle mühendislik (ürün segmenti: CAD/PDM) ve işletme süreçleri (iş segmenti: ERP) yazılımları arasında entegrasyonunun sağlanmasına odaklanarak (CAD/PDM – ERP entegrasyon) kolay, etkin ve düşük maliyetli çözümlerin arayışı içindedirler. Sektörde bu kapsamda bazı klasik çalışmalar olsa dahi, bu çözümlerin yetkinlikleri sınırlıdır. Birçok entegrasyon çalışması malzeme verilerini ERP'ye transfer etme konusunda yeterli olsa dahi, CAD ortamından stok kartı ve proses planlama sürecini yönetip, ERP'de otomatik ürün ağacı oluşturma yetisine sahip değildir. Bu eksiklik Kobilerin iş performansını teslimat süresi ve verimlilik anlamında negatif etkilemektedir. Bu çalışmada mühendislik süreçlerinde üretilen ürün verilerinin entegrasyon üzerinden ERP sistemine aktarılarak, ERP üzerinde otomatik ürün ağaçlarının tanımlanması amaçlanmıştır. Vaka analizi ile süreçler analiz edilmiş, iş süreçlerinde akışı kesintiye uğratan kayıplar tanımlanmış, sürecin performansını artıracak yeni konsept CAD/PDM-ERP entegrasyon modeli geliştirilmiş ve geliştirilen model bir işletme üzerinde test edilerek çalışırlığı doğrulanmıştır. Yeni entegrasyon modelinin klasik yaklaşıma göre hız, maliyet ve kalite faktörleri açısından oldukça önemli avantajlar getirmesi ve modelin tüm imalat endüstrisine uyarlanabilir olması bu çalışmanın en önemli sonuçlarındandır.*

Anahtar Kelimeler: *cad/erp entegrasyon, pdm-erp*

Giriş

Tedarik Zinciri süreçlerinde çevikliğin önemi giderek artıyor (Christopher, 2000). Müşteri beklentilerinin hızla değişmesi ve ürün yaşam sürelerinin kısalması karşısında, işletmelerin pazarın beklentilerine hızlı cevap verebilmesi için bilgi yönetimine önem vermelerinin gerektiği (Simchi-Levi, 2009); bunun için de iş süreçleri arasında bilgi iletimini/değişimini olanaklı kılacak entegrasyonlara (Apiliogullari, 2022) her zamankinden daha fazla gereksinim olduğu birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Feng, 2015; Prashanth vd., 2017).

Üretim endüstrinde üç temel iş süreci vardır: İş segmenti, ürün segmenti ve üretim segmenti. İş segmentinde ERP konumlanmıştır. Siparişlerin alınması, stok yönetimi, lojistik ve maliyet gibi temel konular bu segment içinde yönetilir. Ürün segmentinde tasarım süreçleri ve burada

türetilen ürün verilerinin yönetimi yapılır. Ürün tasarımı (CAD: Computer Aided Design), fonksiyonel test, simülasyon (CAE: Computer Aided Engineering), imalat tezgâhları programlama (CAM: Computer Aided Manufacturing) ve süreç/rota planlama (CAPP: Computer Aided Process Planning) faaliyetleri ile birlikte ürün veri yönetimi sürecinde konsolidasyon sağlayan PDM (Product Data Management) yazılımları bu segmentin ana odak konularıdır. Üretim segmenti ise üretimin, kalite ve bakım gibi temel yönetildiği MES (Manufacturing Execution System) yazılımlarını barındırır (Apiliogullari, 2022).

Bu üç segment arasındaki tümleşik entegrasyon PLM (Product Lifecyle Management) olarak tanımlanmaktadır. Son zamanlarda birçok teknoloji firması entegrasyona gerek bırakmayacak şekilde, bu üç segmenti tek bir platformda toplayarak PLM çözümleri geliştirmeye çalışmaktadır. Bu tür platformlar; ürün verilerinin standart bir yapıda saklanmasına, farklı fonksiyonlar ile paylaşılmasına ve işletmelerin daha rekabetçi olmalarının önünü açmaktadır (Schuh. G., vd., 2017). Ancak, bu platformların yüksek maliyetleri ve göreceli olarak işletme süreçlerine kolay uyarlanamaması gibi etkenler nedeniyle Kobiler tarafından henüz tercih edilememektedir. Bu durum, Kobilerin pazarda rekabet güçlerini zayıflatmaktadır. Bu açığı kapatmak isteyen Kobiler, özellikle mühendislik (ürün segmenti: CAD/PDM) ve işletme süreçleri (iş segmenti: ERP) yazılımları arasında entegrasyonunun sağlanmasına odaklanarak (CAD/PDM – ERP entegrasyon) kolay, etkin ve düşük maliyetli çözümlerin arayışı içindedirler. Sektörde bu kapsamda bazı klasik çalışmalar olsa dahi bu çözümlerin yetkinlikleri sınırlıdır. Birçok entegrasyon çalışması malzeme verilerini ERP'ye transfer etme konusunda yeterli olsa dahi, CAD ortamından stok kartı ve proses planlama sürecini yönetip, ERP'de otomatik ürün ağacı oluşturma yetisine sahip değildir. Bu eksiklik, Kobilerin iş performansını teslimat süresi ve verimlilik anlamında negatif etkilemektedir.

Bu çalışmada CAD/PDM-ERP arasında farklı bir entegrasyon modeli geliştirilerek, CAD, CAE, CAPP ve CAM süreçlerinin tamamının mühendislik fonksiyonu altına entegre edilmesi ile üretim sistemlerindeki bilgi akışı hızını ve kalitesinin iyileştirilmesi; işletmelerin daha rekabetçi olmalarına katkı sağlayacak yeni bir entegrasyon modelinin oluşturulması amaçlanmıştır. Farklı sektörlerde üretim yapan dört işletme üzerinde değer zinciri analizi metodu ve birebir yapılan uzman görüşmeleri ile süreçler analiz edilmiş, iş süreçlerinde akışı kesintiye uğratan kayıplar tanımlanmış, sürecin performansını artıracak yeni konsept CAD/PDM-ERP entegrasyon modeli geliştirilmiş ve geliştirilen model bir işletme üzerinde test edilerek çalışırlığı doğrulanmıştır. Yeni entegrasyon modelinin klasik yaklaşıma göre hız, maliyet ve kalite faktörleri açısından oldukça önemli avantajlar getirmesi ve modelin tüm imalat endüstrisine uyarlanabilir olması bu çalışmanın en önemli sonuçlarındandır.

Çalışma Metodu ve Konsepti

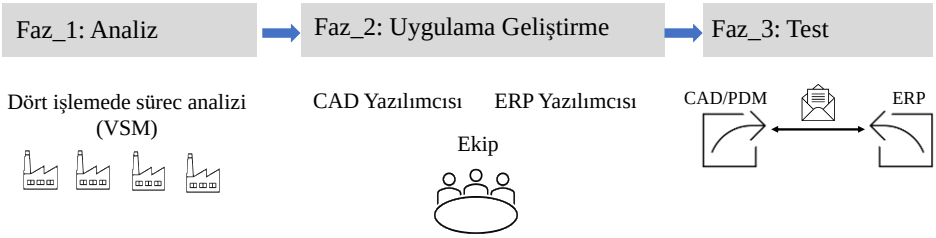
Tedarik Zinciri süreçleri genel olarak şu adımlardan oluşur. Sipariş – tasarım – tedarik – üretim – sevkiyat ve tahsilat. Bu çevrimin kısa olması, yani sermayenin en hızlı şekilde işletmeye geri gelmesi işlemelere rekabet avantajı sağlar (Apilioğulları, 2018). Bu sonuca ulaşabilmek, ancak süreç içindeki değer üretmeyen kayıpların azaltılması ya da ortadan kaldırılması ile mümkündür.

Bu çalışmada, 'tasarım – tedarik – üretim' fonksiyonları arasındaki bilgi iletimi sürecinde entegrasyon konusu ele alınmıştır.

Çalışmada Kullanılan Metot

Çalışma süreci temel olarak üç ana fazdan oluşmaktadır. 1) Değer Akış Haritalandırma yöntemi ile mevcut durum analizinin yapılması ilk fazdır. Bu fazda, işletme yöneticileri ile

görüşmeler yapılarak ürün geliştirme sürecinde hangi bilgilerin üretildiği, bu bilgilerin hangilerinin ERP için anlamlı olduğu ve bir sonraki uygulama fazında nerelere odaklanılacağına karar verilmiştir. 2) İkinci faz yani uygulama fazında ise CAD ve ERP yazılım ekibi ile birlikte ilk fazda belirlenen aksiyonları karşılayacak entegrasyon algoritması geliştirilmiştir. 3) Üçüncü fazda, geliştirilen algoritma test edilerek, çalışırlığı kanıtlanmıştır.

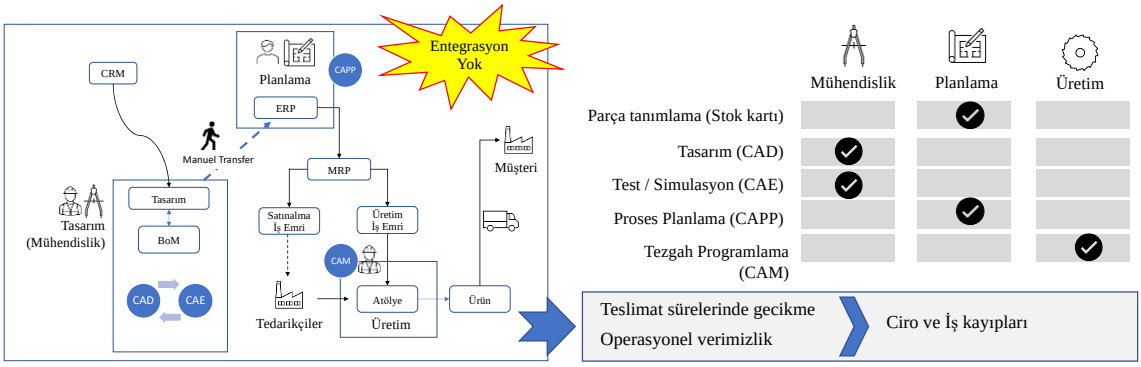


Şekil 3: Çalışma Metodolojisi

Faz_1 Analiz

Çalışmaya konu olan işletmeler makine imalat sektöründe faaliyet göstermektedirler. Çalışan sayıları ortalama 150-200 ve yıllık ortalama 30-150 arasında yeni tasarım (ürge & arge) yapmaktadırlar. Ürün içindeki parça sayısı 70 ile 2000 arasında değişkenlik göstermektedir.

Değer akış haritaları ile süreç analizi yapıldığında Şekil 1'de görüleceği üzere temel yazılımlar arasında entegrasyon bulunmadığı için temel mühendislik fonksiyonları farklı birimler tarafından yapılmaktadır. CAD/CAE süreçleri tasarım mühendisi, CAPP süreci planlama mühendisi ve CAM süreci üretim mühendisi tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu durum, iletişim kopukluklarına sebep olmakta ve işletme performansını olumsuz etkilemektedir (Apiliogullari, 2019).



Şekil 4: Mevcut Durum Analizi

Çalışmaya konu olan işletmelerin temel sorunu malzeme kaynaklı duruşlar nedeniyle yaşanan teslimat gecikmelerdir. Mühendislik yazılımları ile ERP arasında entegrasyon olmadığı için tasarım süreci sonunda CAD 'de türetilen malzeme listeleri / ürün resimleri manuel olarak planlama bölümüne gönderilmekte; gelen bilgiler doğrultusundan ERP de stok kartları oluşturulmakta; ancak ERP üzerinde ürün ağaçları oluşturulamadığı için MRP kullanmadan malzeme siparişleri açılarak süreç yönetilmeye çalışılmaktadır. Parça sayısı ve üretim rotalarının oldukça fazla olması, her ne kadar ürün resimleri imalat bölümü tarafından edinilmiş

olsa dahi, manuel yöntemlerle ürün rotaların (ürün ağacı) oluşturulmasına engel teşkil etmektedir. Bir başka ifade ile süreç planlama işlemi doğru bir şekilde yapılamamakta ve MRP sistemi üzerinden işlemlerin yönetilebilmesi olanaksız duruma gelmektedir.

MRP sistemleri iki alanda iş emri üretir. Bunlar: Satın alma ve imalat iş emirleridir. Satın alma iş emirleri doğrultusunda üretimin ihtiyaç duyduğu malzemelerin siparişi açılır ve tedarik süreci başlatılır. İmalat iş emirleri ise tedarik edilen malzemenin hangi aşamalardan/süreçlerden geçerek ürün olacağını tanımlar. Ancak, MRP sisteminin bu iki işlevi yerine getirebilmesi için üründe kullanılan tüm malzeme, ham madde ve imalat rotalarının, kullanılacak ERP sistemine uygun bir formatta tanımlanması gereklidir. Bu verilerin tamamı ürün ağacı / ürün reçetesi (BoM: Bill of Material) olarak tanımlanır.

ERP sistemlerindeki en kritik verilerin başında BoM verileri gelir (Kul'ga ve Gil'fanov 2008). CAD (Computer Aided Design) ortamında üretilen bu verilerin doğru ve zamanında ERP sisteme tanımlanması işletme açısından son derece önemlidir (Apilioğulları, 2022). Zira, bilginin yanlış, eksik veya gecikmeli olarak ERP sisteme girilmesi, tedarik ve imalat süreçlerinde kayıplara neden olabilmekte; işletmenin rekabet gücünü zayıflatabilmektedir (HM, 2020; Apilioğulları, 2022). İşletmeler bu problemi çözebilmek için farklı çözümler denemektedirler. Entegrasyonsuz manuel bilgi transferi veya kullanılan tasarım ve ERP yazılımların teknolojik yetkinliğine göre tek ya da çift taraflı entegrasyon gibi yöntemlerle CAD-ERP sistemleri arasında veri paylaşımı yapılmaya çalışılmaktadır.

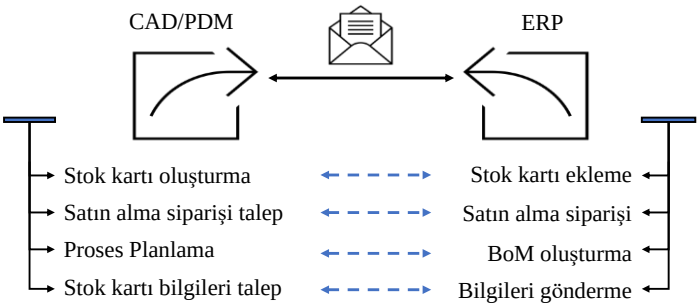
Sistemler arasında entegrasyonun olmadığı durumlarda CAD ortamından alınan verilerin manuel olarak sisteme girilmesi en yaygın kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir. Ancak, bu yöntem oldukça riskler barındırır. Örneğin, CAD ve ERP bilgi güncelleme sürecinin senkron olmaması CAD kütüphanesi ile ERP stok verilerinin birbirini tutmamasına neden olur. Tasarım mühendisi ERP üzerinden stokları, malzemeye ait maliyet/termin gibi önemli verileri göremediği için ya da yeni, farklı özellikte ve CAD kütüphanesinde olmayan bir malzeme kullanması gerektiği gibi durumlarda kullanacağı malzemenin tanımını CAD kütüphanesine girmesi gerekir. Bu, olağan bir durumdur. Ancak, sistemler arasında entegrasyon olmadığı için aynı işlemin bir kere de ERP tarafında stok kartı tanımlamasının yapılmasını gerektirir. Yeni malzeme sayısı artıkça ve her iki tarafta işlemleri yapan kişiler farklı oldukça yönetimi kolay olmayan bu süreç eksik, yanlış tanımlama gibi oldukça yüksek hata riskleri barındırır.

Malzeme haricindeki diğer önemli veri ürün rotalarıdır. Yani, malzemenin hangi süreçlerden/proseslerden geçerek yarı mamul ya da mamul olacağının tanımlanması aşamasıdır. MRP tarafından imalat iş emirlerinin çıkarılabilmesi için bu verilerin de ERP sisteminde tanımlı olması gerekir. Ancak, işletme içinde bilgisayar destekli proses planlama aracı yok ise (CAPP: Computer Aided Process Planning) tasarım mühendisi bu veriyi üretemez. Bu sorunu çözmek için, genelde planlama mühendisleri tarafından, ürünü oluşturan tüm malzemeler ve imalat rotaları hiyerarşik bir şekilde tek tek ERP sistemine tanımlanarak ürün ağacı oluşturulur. Malzeme sayısının çok olması, aynen ERP üzerinden stok kartı tanımlamalarında olduğu gibi bu sürecin güvenirliğini ve performansını olumsuz etkileyen bir unsurdur.

ERP ile yönetilen işletmelerde imalatın gerçekleşmesi için iş emirleri ön koşuldur, ancak tek başlarına yeterli değildir. Tezgahların programlanması, makineler için gerekli uç/takım gibi aparatların organize edilmesi gibi süreçlerin de tamamlanması gerekir. Tasarım ve üretüm süreçleri arasında entegrasyonun olmadığı durumlarda iş emri ile beraber ürün dokümanları atölyeye verilir. Atölye mühendisi tarafından tezgâh programları (CAM: Computer Aided Manufacturing) ve uç, takım gibi gerekli makine/tezgâh aparatlarının planlaması ürün dokümanları/resimleri üzerinden yapılır. Ancak, manuel ve de uzman olmayan kişiler tarafından

yapılan bu süreç sonunda; resimlerin yanlış okunması, bilginin eksik ya da geç gelmesi gibi performansı etkileyen hatalar sıklıkla meydana gelir.

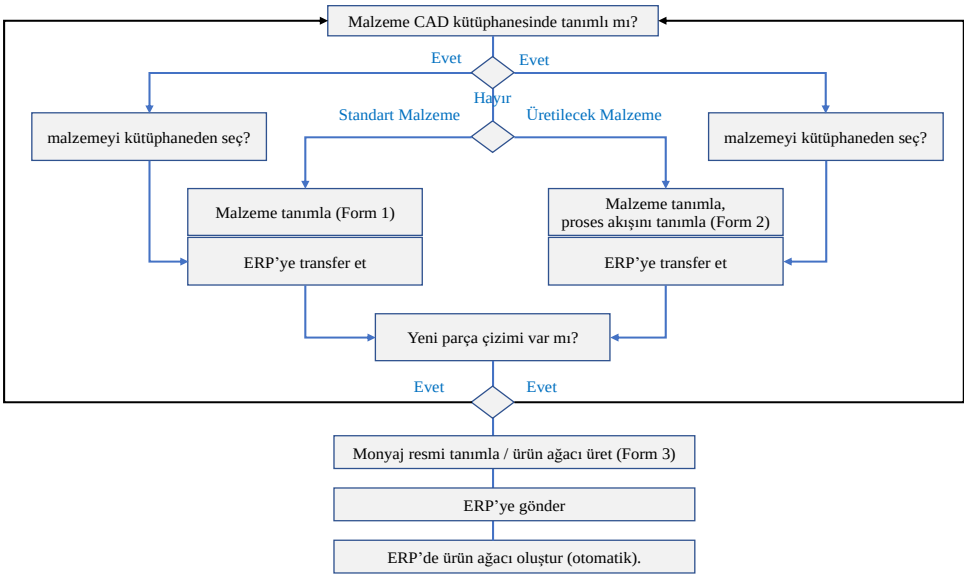
Stok kartı tanımlaması süreçlerin sağlıklı çalışabilmesi son derece itina ile yürütülmesi gereken bir süreçtir. Bu aşamada stok kartının hangi sistem üzerinden (CAD ya da ERP) ve kimler tarafından oluşturulacağı konusu oldukça önemlidir. ERP de oluşturulan stok kartının CAD kataloğundan görülebilmesi ve aynı şekilde CAD ortamında oluşturulan stokların da ERP tarafından görülebilmesi için sistemler arasında entegrasyon gereklidir. Stok kartı entegrasyonu epey süredir üzerine çalışılan bir konudur. Bu kapsamda CAD-ERP arasında stok kartı transferi ile ilgili birçok başarılı çalışmalar mevcuttur. Ancak, üretim iş emirlerinin MRP tarafından türetilebilmesi için proses planlarının da MRP sistemine girilmesi ve bu işlemin de mühendislik süreçlerinin bir parçası olarak tasarım mühendisi tarafından CAD ortamında yapılabilir olması gereklidir. Ürünü, malzemeyi ve prosesleri en iyi bilen ve gerçek karar verici olan tasarım mühendisi yerine, bu işlemlerin farklı bölümler tarafında yapılması sorunlara yol açabilmektedir.



Şekil 5: Analiz Sonucunda Entegrasyon Hedefleri

Faz_2 Uygulama Geliştirme

Uygulama sürecinde geliştirilen süreç akışı şekil 4'te gösterildiği gibidir.



Şekil 6: Geliştirilen Entegrasyon Uygulamasının Süreç Akışı

Uygulama geliştirme sürecinde, bir önceki fazda belirlenen amaçları gerçekleştirebilmek için CAD ve ERP firmaları yazılımcılarından destek alınmıştır. İlk aşamada CAD ile ERP arasında hangi bilgilerin paylaşılacağı, süreç akışının nasıl olacağı kararlaştırılmış ve bu bilgilerin CAD ortamında oluşturulabilmesi için bir ara yüz oluşturulmuştur. İkinci aşamada ise bu form üzerinden oluşturulan bilgilerin ERP 'ye uygun formatta aktarılması için bir başka ara yüz yazılımı yapılmıştır.

Uygulama kurgusu şu şekilde çalışmaktadır. Kullanılacak parça için iki olasılık mevcuttur. Standart malzeme, imal edilecek malzeme.

- Standart malzemeler valf, rulman, kayış, bağlantı elemanları gibi dışarıdan satın alınan, imal edilmeyen ve doğrudan ürün ağacında yer alan malzemelerdir. Bu malzemeler CAD kütüphanesinde var ise doğrudan seçilebilir; ERP sisteminden malzemeye ait fiyat, stok miktarı gibi bilgiler görülebilir. Eğer, malzeme CAD kütüphanesinde yok ise tasarım mühendisi CAD ortamında tanımlanmış şekil 5'te gösterilmiş Form_1 ekranı üzerinden stok kartı tanımlaması yapar. Bu ekrandaki alanlar ile ERP stok kartı üzerindeki alanlar eşleştirilmiştir. Dolayısı ile tanımı yapılan malzeme için sistem önce ERP'ye bağlanarak uygun bir kod alır; akabinde 'ERP'ye aktar' butonu ile malzeme bilgileri hem CAD kütüphanesine hem de ERP'ye kaydeder.

- İmalatı olacak parça, tasarım mühendisi tarafından çizilen, atölyede üretimi olacak parçalardır. Bu grup için şekil 5'te gösterilmiş Form_2 kullanılır. Bu formun Form_1 'den farkı, tasarım mühendisinin hem malzeme tanımı hem de üretim rota bilgilerini (proses planlama) girmesine olanak tanımasıdır. İmalatı olacak malzemelerin bilgileri de aynen standart malzemelerde olduğu gibi ERP'ye otomatik olarak gönderilir.

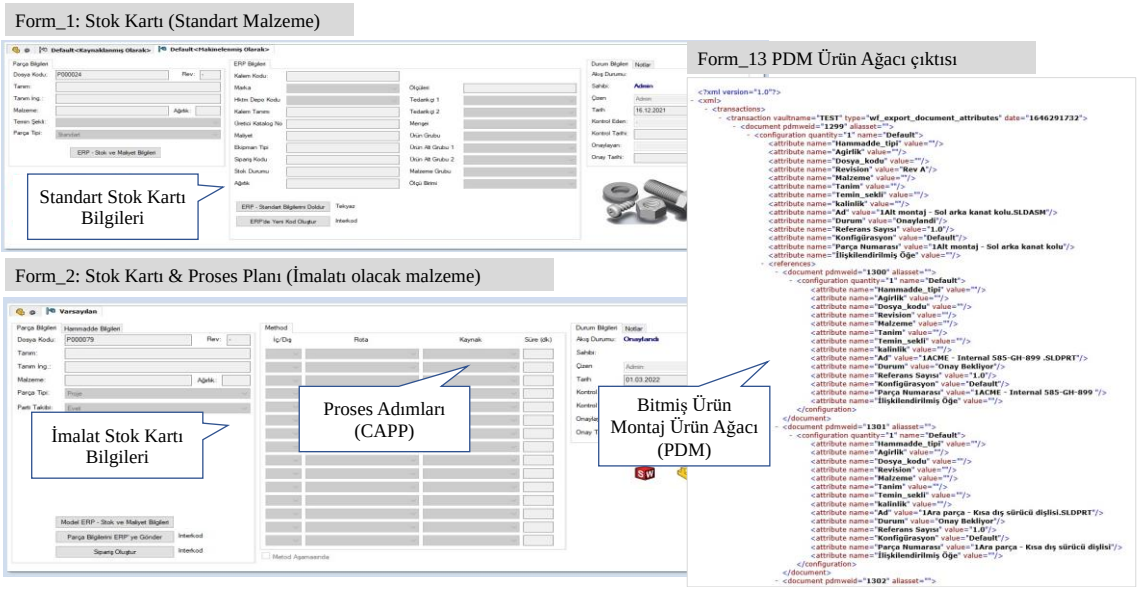
- Parça çizim işlemleri bitikten sonra son aşamada CAD ortamında parçaların birleştirilmesi (montaj) süreci tanımlanır. Tanımlama süreci aslında nihai ürünü oluşturan malzemelerin montaj iş sürecine bağlanmasıdır. Bu işlem akabinde CAD/PDM otomatik olarak şekil 5'te gösterilmiş Form_3 'de görülen hiyerarşik ürün ağacını oluşturur.

- Şekil 5'te gösterilmiş Form_3 içinde kullanılan tüm parçaların, daha öncesinde ERP'ye gönderilmiştir. ERP tarafında çalışan program, şekil 5'te gösterilmiş Form_3 hiyerarşisine bakarak kendi veri tabanında tanımlanmış (daha önceden transfer edilmiş) malzemeleri kullanarak ERP formatında ürün ağacını (BoM) oluşturur ve işleme tamamlanır.

- Bu aşamadan sonra MRP çalışmaya ve iş emirleri üretmeye hazırdır.

Faz_3 Test

Geliştirilen uygulama bir işletmede denenmiş ve çalışırlığı test edilmiştir. CAD ortamında stok kartı oluşturma, ERP'ye veri gönderme/alma, ERP'de otomatik ürün ağacı oluşturma fonksiyonlarını sorunsuz bir şekilde işlevlerini yerine getirmiştir.



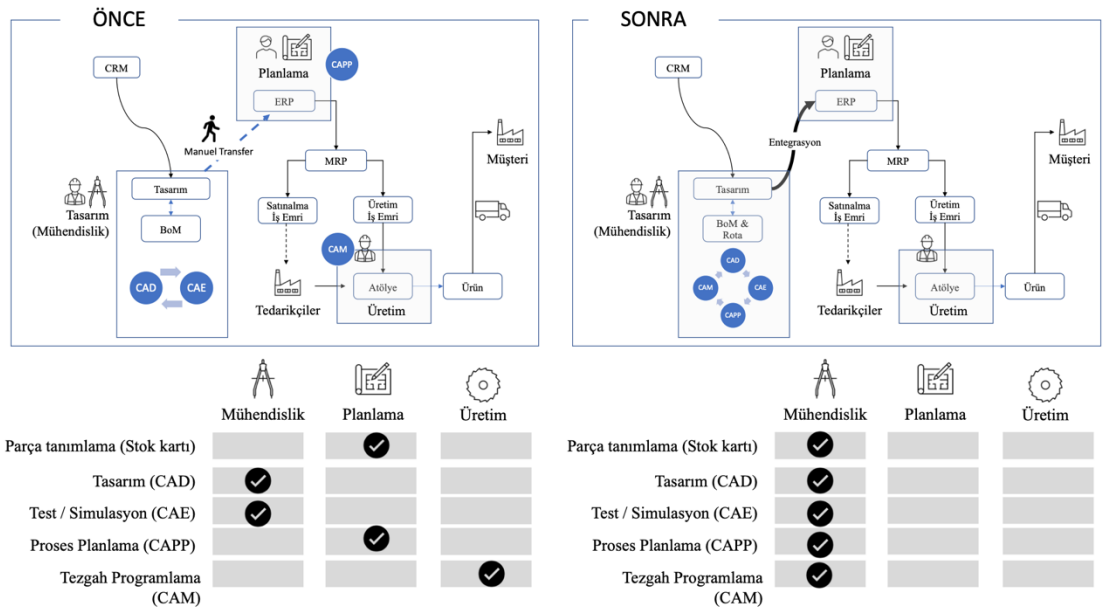
Şekil 7: Geliştirilen Formlar

Sonuç ve Tartışmalar

Bu çalışmada CAD/PDM ve ERP arasında farklı bir entegrasyon uygulaması geliştirilmiştir. Uygulamanın getirdiği en önemli avantaj ERP tarafında yeniden ürün ağacı oluşturmaya gerek kalmaksızın, yazılan ara yüzler aracılığı ile ERP için gerekli olan ürün ağacı oluşturma işleminin CAD/PDM ortamında tamamlanabilmesidir. Bu sayede çok yüksek adette malzemeler içeren ürünler için dahi kısa zamanda ve doğru bir şekilde ERP üzerinde ürün ağaçları tanımlanabilmekte, MRP üzerinden satın alma ve üretim iş emirleri türetilebilmektedir.

İmalat endüstrisinde sistemler arasında uygun entegrasyonun olmaması, mühendislik iş süreçlerinin faklı disiplinlerde çalışan kişilerce yapılmasına neden olmaktadır. Klasik organizasyonel yapı olarak tanımlanan bu tür işletmelerde mühendislik fonksiyonu tasarım (CAD), test (CAE) süreçlerinden sorumlu olup, diğer fonksiyonları başka birimlerin sorumluluğuna bırakmaktadır. Planlama bölümünün ERP de BoM oluşturması veya imalat bölümünün CAM yapması gibi. Ancak, bu faaliyetler gerçekte tasarım bölümü tarafından yapılması gereken işlemler olmalıdır. Çünkü ne planlama ne de imalat bölümünde malzeme, proses bilgisi gibi uzmanlıkların olması beklenmez. Planlama bölümü, tüm verileri sisteme tanımlanmış ürünler için MRP üzerinden üretim/malzeme planlaması yapmak ve plana uyumu takip etmek; üretim bölümü ise tüm dokümanları/araçları daha önceden hazırlanmış kurgu üzerimden performans ve kalite kriterleri doğrultusunda imalatı gerçekleştirmekten sorumludur. Bu çalışma esnasında mühendislik fonksiyonun görev tanımı ve yetkinliği hakkında elde edilen çıkarımlar doğrultusunda tüm CAx (CAD, CAE, CAPP, CAM) fonksiyonları mühendislik fonksiyonuna verilmiş ve sürecin olumlu işlediği gözlemlenmiştir.

Entegrasyon konusunda başka unsurlar da kapsam içine alınabilir. Örneğin, ürün kalite planları da aynen BoM verileri gibi CAD ortamında tanımlanıp otomatik olarak ERP sistemine transfer edilebilir. Ancak, bu çalışmada bu unsur kapsama alınmamıştır.



Şekil 8: Entegrasyon Öncesi ve Sonrası Süreç Akışı

Kaynaklar

Apilioğulları, L. Digital transformation in project-based manufacturing: Developing the ISA-95 model for vertical integration. International Journal of Production Economics. Volume 245, March 2022.

Apiliogullari, L. (2018). “The Road Map of Digital Transformation”, Aura Publishing, ISBN: 978-605- 103-381-5, İstanbul

Apiliogullari, L., (2019). Digital Transformation/Smart Factories. System Publishing. Istanbul).

Christopher, M., (2000). The Agile supply chain: competing in volatile markets. Internet Market. Manag. 29 (1), 37–44.

Feng, Y., Integration Model Based on the Integration of “CAD/CAPP/PLM/ERP” Framework Research, 2015. Integration model based on the integration of “cad/ capp/plm/erp” framework research. Chem. Eng. Trans. 46, 1111–1116. https://doi. org/10.3303/CET1546186.

HM, M. K. (2020). A Project Report On Dynamic Cluster Technique Implementation Over Cad Erp Integration (Doctoral dissertation, CMR Institute of Technology. Bangalore).

Kul’ga, K., Gil’fanov, R., (2008). Integration of CAD/CAM/PDM/MES and ERP systems. Russ. Eng. Res. 28 (2), 169–172.

Prashanth, B.N., Venkataram, R. Development of Modular Integration Framework between PLM and ERP Systems, Materials Today: Proceedings, Volume 4, Issue 2, Part A, 2017, Pages 2269-2278.

Schuh, G. (2017). "Industry 4.0 Maturity Index/Managing the Digital Transformation of Companies", acatech – National Academy of Science and Engineering

Simchi-Levi, D, Kaminski P, Simchi-Levi, E, (2009). Designing and managing the supply chain: Concepts, strategies and case studies, McGraw-Hill, New York

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Comparative Study of Edge Energetics of Transiton Metal Diselenides

(Nadire Nayir)

Comparative Study of Edge Energetics of Transiton Metal Diselenides

Nadire Nayir
Physics Department, Karamanoglu Mehmetbey University,Karaman, Turkey
Email: nnayir@kmu.edu.tr

Abstract: *In this study, first principles calculations were condıcted to examine the various edge configurations of transition metal diselenides (TMDSe), i.e.., WSe2, CrSe2. Nanoribbon and triangular models were adopted for armchair and zigzag edge structures, respectively. The theoretical results predict that fully chalcogen terminated antenna edge is the most stable edge, as such is expected to dominate in the growth of TMDSe in a chalcogen-rich environment. Additionally, there exists an evident competition between the antenna and zigzag edge types – the fully chalcogen terminated zigzag edge becomes thermodynamically more favored than the fully chalcogen terminated antenna model in the metal-rich environment even though the edge stability of both models exhibits a decreasing trend, indicating that the zigzag is expected to be the dominant edge in the metal-rich growth conditions. The stability of the armchair edge is significantly lower than chalcogen terminated zigzag and antenna models and does not depend on the local chemical potential due to its stoichiometric structure. The metal terminated zigzag edge is found to be the least stable in all practical growth conditions, and its stability shows a decreasing trend from the metal-rich to the chalcogen-rich environment, suggesting that the formation of the metal-terminated edges should be faster than the chalcogen-terminated edges, however, this type of edges should quickly disappear during the growth.*

Keywords: *Density functional theory, edge, transition metal diselenides, zigzag, armchair*

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Redesign of Second Quality Denim Garments For Sustainable Production

(Selin Hanife Eryürük, Pelin Altay, Gülay Özcan, Belgin Görgün, Beyhan Parmak, Cansel Birol)

Redesign of Second Quality Denim Garments For Sustainable Production

Selin Hanife Eryürük, Pelin Altay, Gülay Özcan, Belgin Görgün, Beyhan Parmak, Cansel Birol
Istanbul Technical University/ Faculty of Textile Technologies and Design/ Inönü caddesi No:65 Gümüşsuyu (34437), Istanbul/Turkey

Corresponding Author: pelinaltay@itu.edu.tr

Abstract: *The issue of sustainability, which is of vital importance in all areas for the protection of the ecosystem, has rapidly spread among the industries and begun to be applied for denim products. In this study, the redesign of second quality denim-based branded products by combining them with different fabrics and accessories that have become waste, the creation of collections and the evaluation of the social perception of these products were carried out. Due to this study, it will be possible to produce and sell many new denim products with low cost and high added value among the second quality denim products. At the same time, the recycling process and costs of these products will be postponed for at least one season. With this new approach to denim waste management, natural resources will be protected, energy savings will be achieved, waste amounts will be reduced and an economic contribution will be provided.*

Keywords: *Redesign, denim, denim-waste, sustainability, Anatolian clothing culture*

Sürdürülebilir Üretim İçin İkinci Kalite Denim Giysilerin Yeniden Tasarlanması

Özet: *Ekosistemin korunmasına yönelik her alanda hayati öneme sahip olan sürdürülebilirlik konusu, sektörler arasında hızla yayılarak denim ürünlerinde uygulanmaya başlanmıştır. Bu çalışmada, ikinci kalite denim esaslı markalı ürünlerin, yine atık haline gelen farklı kumaş ve aksesuarlarla birleştirilerek yeniden tasarımı, koleksiyonlarının oluşturulması ve bu ürünlerin toplumsal algısının değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma sayesinde ikinci kalite denim ürünlerinden düşük maliyetli ve katma değeri yüksek birçok yeni denim ürününün üretilip satılması mümkün olacaktır. Aynı zamanda bu ürünlerin geri dönüşüm süreci ve maliyetleri en az bir sezon ertelenecektir. Denim atık yönetimine yönelik bu yeni yaklaşımla doğal kaynaklar korunacak, enerji tasarrufu sağlanacak, atık miktarları azaltılacak ve ekonomiye katkı sağlanacaktır.*

Anahtar kelimeler: *Yeniden tasarım, denim, denim-atık, sürdürülebilirlik, Anadolu giyim kültürü*

Introduction

The greatest benefit of textile recycling activities is the provision of an opportunity to reuse clothing. By reusing garments and textiles, environmental pollution and intense energy consumption used for production can be reduced. Over 15 million tons of textile waste are produced in the US each year, and this amount has doubled in the past 20 years. Only 15% of

the clothes used by the consumer are recycled. According to the Environmental Protection Agency, more than 16 million tons of textile waste were produced in 2014. Approximately 0.1% of the recycled fiber collected only by charities and recovery programs is recycled to new textile fiber. Only 15 percent of the garments used by the consumer are recycled, while over 75 percent of garments before use are recycled by manufacturers. The textile recycling industry in the United States produces approximately 2.5 billion pounds of post-consumer textiles from the waste stream each year, which creates more than 17,000 jobs [1-3].

The three R's, which include recycling, reusing and reducing, are three important methods to create a sustainable environment. These methods can be explained as follows: [4-14].

Recycling: Garneting is a process in which the fiber is restored to the fluffy, fibrous state, similar to the original state, and where threads, rags, woven fabric residues and similar materials are crushed. The reason for this process to have great potential for resource recovery is that there are large volumes of denim garments produced from indigo dyed denim and other different colors with using large amount of cotton about millions of pounds per each year. For instance, in 1992, cotton consumption for denim fabric in the United States was over 800 million pounds. Fabric residues made up about 10% of this amount, depending on how it was cut.

Reusing: Used textiles can be collected at the curb, left at a retail location or sent to an online store for used clothes. The worst cases of textile products are collected for recycling, the better ones are collected for reuse. If it is very badly soiled, torn, it is still recycled in different areas, such as car seats, pillows, for sound insulation. Almost half (45%) of the collected textiles are sold and reused as second-hand clothing, 30% of the materials are converted to wiping and polishing cloths, and 20% are reworked to fiber materials according to SMART. Charities, thrift stores, and consignment outlets often make use of available goods donated or sold domestically. Unusable goods are then sent to cloth separators and processing facilities to further separate these materials.

Reducing: In order to ensure sustainable production with the reduction method, it is necessary to use less resources first. Resources are required to manufacture, transport and destroy products, and if we reduce these resources, the use of new resources will be minimized. The concept of reduction of produced and consumed plays an important role for the waste hierarchy. The main logic is this; if there is less waste, there is less for recycling or reuse. 'Reduction' begins by examining what you are using and what it is used for.

Denim clothing has become an industry that attracts attention all over the world and is constantly developing. In addition, the issue of sustainability spread rapidly across industries and started to be applied for denim. 20,000 liters of water is consumed for the production of 1 kg of cotton which is the raw material of denim. The cotton obtained is transformed into yarn by going through various processes (ginning, carding, spinning). Too many machines and energy are used in these applications. The yarn obtained is usually dyed to indigo color and weaving in twill pattern is made using this yarn. Denim clothes are obtained with this fabric. Since 22.8 billion pounds of clothing are not recycled every year, they are taken to land and destroyed. Indigo dyes and color stabilizers used in denim production create wastewater in factories. These wastewater damages the ecosystem [7].

In the textile industry, it has a great importance to minimize the damages reflected on the environment and many recycling campaigns have been created in this context. Brands have several campaigns to support recycling. For example, H&M provides a 10% discount coupon for garments and empty cosmetic containers brought back by customers. In a sustainable denim

project 'Ultratouch Denim Insulation', used denim is divided into pieces. It is transformed into Ultratouch insulation material, which has excellent insulation and thermal properties. Due to its small air pockets, the structure of the insulation material provides thermal insulation by trapping air and also reduces sound waves. Fashion has entered a pluralistic era in the 21st century and there is no single trend, anyone can create their own trend. Today, 'casual wear', which is accepted as one of the most comfortable clothing styles worldwide, has become a trend of clothing. With the effect of the fast fashion trend, fashion products rapidly lose their popularity, so it was aimed to reproduce the sustainable denim clothes that customers need without harming the environment [7, 15-16].

There are many fashion shows based on Anatolian clothing culture today. The fashion show entitled Anatolian Clothing from Past to Present organized by Aydın Kültür Turizm Derneği is an example of this. In this fashion show, they presented Anatolian warrior clothes, nomad lord clothes, traditional clothes of Muğla Region, 158 years of wedding dresses and clothes of 152 years of fabric accompanied by local music. It is possible to see the reflections of Anatolian clothing culture that continue today. There are many traditional motifs and patterns in weaving products such as carpets, rugs, bags, saddlebags in our country. These patterns and motifs from the past to the present have special meanings and names. These patterns and motifs are symbols that represent the type of weaving, their social status, wishes, expectations, beliefs, marriage, migration, disaster, sadness, joy and expectations, love and desires. The symbols and symbols in carpets and rugs are called motifs and all of them are called patterns [17-19]. A few examples of these patterns and their meanings are given below

Motıf Elibelinde: It is the symbol of femininity. The first humans worshiped the mother goddesses [19]. Some examples of this motif are given in Figure 1.

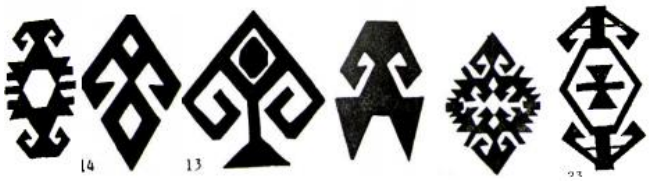


Figure 1. Motif elibelinde [19]

Human: It is known that beliefs such as the death-birth cycle ceremonies in Anatolia are the continuation of the shaman culture. The human figure, which is frequently encountered in Anatolian motifs, is mostly depicted as boys and girls [19]. Some examples of this motif are presented in Figure 2.

Figure 2. Motif human [19]

Eye: The eye, the physiological function of which is the organ of visual perception, is also referred to as the symbol of intellectual perception. The human eye can carry good-looking

glances as well as it can be used as a tool to convey bad intentions from time to time [19]. Some examples of this motif are shown in Figure 3

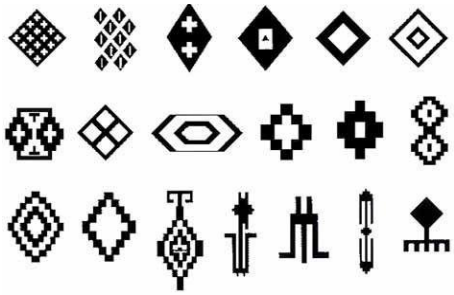


Figure 3. Motif eye [19]

In this study, it was aimed to create a new collection by combining denim-weighted, brand-owned products with other fabrics and accessories, and to redesign the products with Anatolian clothing culture and to make products with high added value, to examine the perception of the designed products in the society. With this aim, it is intended to extend the service life of at least one more season without having to convert ready-made garment products into yarn or fiber. Preparation of a collection that appeals to the original, modern young woman, inspired by traditional Anatolian clothing culture with denim garment goods has been investigated.

Material and Method

Material:

The second quality fabrics and accessories products were supplied from Şık Makas Ltd. Co. (Turkey).

Method:

Redesigning Second Quality Denim Products Inspired by Anatolian Clothing Culture

In this study new products were redesigned using second quality products that were returned from the sale, faulty or disliked and inspiration from the Anatolian clothing culture was used in the redesign process. In redesigning for a sustainable production, it was aimed to adapt local images to the products and to make a difference by combining Anatolian clothing culture with denim fabrics.

The second quality fabrics and accessories products were supplied from a denim production company. Among these materials, products and materials were selected and used for Anatolian product designs. There were various types of faults in the selected products. The main reasons for redesign were to detect available faulty products, to eliminate faults on products and to minimize faulty product stocks in the company. In addition, it was aimed not to create extra cost in production by using the materials available in stock. Three Anatolian clothing styles, namely three skirts, baggy and bolero clothes, were selected to reflect Anatolian culture. In addition to the use of these three groups, carpet-rug motifs, which are very common and have special meanings, were used in the redesign process. In the collection line, as upper cloth, lower cloth, and outer cloth were selected as clothing groups. A collection inspired by traditional Anatolian clothing culture especially appealed to the modern youth. These garments were designed for everyday wear, so that they can be worn in a wide range of areas (e.g. work wear, home wear, school wear). A denim product with such a wide use has not been used in Anatolian garments.

In order to provide desired and expected visual and performance characteristics to the designs, the production line should be examined and adapted according to the requirements of the new designs. Another important requirement is the use of different machines and processes and the rearrangement of the production line in order to transform these garments into new forms and designs. For example, addition of required finishing processes to ensure hygiene, the analysis of faults, the analysis of the functionality features need to be discussed in detail.

Designs should be classified according to the fault types; production processes need to be re-organized and adapted according to the running production line. One of the main objectives of this study is to develop a new and special design process for redesigning second quality denim fabrics within the industrial production.

Nowadays another actual subject is the production of sustainable clothing. Despite the ecological effects of denim, it remains in all parts of the fashion market. Specifically, according to a 2010 review, denim washing turned out to be one of the most environmentally polluting technologies. The widely used technologies even more eco-friendly in these days, modern, less polluting chemicals, new, more eco-friendly ones are used. Because of energy and water consumption disadvantages and high level of waste, denim professionals support efforts to invent a multi-piece manufacturing process. But; higher demands are leading to higher prices of products that are closely related to the dire working conditions well known to denim industry workers around the world.

When the amount denim production in Turkey and worldwide is considered, the importance of this point can easily be understood especially regarding the trend of sustainable production. Within the redesign process, differentiating the main design without making too much intervention to the fabric is also very important to add value to the product with high attraction. In the redesign process, reducing the consumption of chemical products, energy and water in the recycling process are the other remarkable advantages. These new designs will have remarkable visual features, desired physical properties, with sustainability. In addition, the use of recycling process is postponed for one step further.

Results and Discussion

Modelling

New products were created by combining unused products, 2nd quality products, defective products, recycled fabrics and materials. Based on the elimination of fault types, new designs were obtained by inspiration from Anatolian clothing culture [7]. Three skirts are an outfit consisting of three pieces. One of the pieces extends to the heels, one on the left and one on the back. Since the skirts were slit from three parts, the horse could easily be ridden, and the dress would not interfere with the ride. Three skirts that used to be worn by men are now worn only by women [19]. Bolero is a long-sleeved, short-length outfit. Boleros are usually made of velvet fabrics. Body size does not exceed waistline. The stump (pocket) used in the region is short, up to the bottom of the chest. On the collar part of the bolero, which does not have a buttonhole and button, motifs are embroidered with wire wrapping.

Model I

Blue denim skirt, is a sample that has a tear in its back part (Figure 4). This sample is combined with a black matte faux leather fabric to create a new skirt. It has been reported by the company that the leather material used is 58 meters in stock. Based on the skirt length, the average 50 centimeter will be sufficient for a product in the mold for the back length. Accordingly, a denim skirt with 200 or more can be combined with leather fabric to produce of 116 new products approximately.

By using artificial black leather matte fabric on the back of the skirt, it was aimed to remove the deformation on the back side (Figure 5). Today, new designs were made by combining many different materials. When combining these materials, attention should be paid to the harmony of the fabrics, otherwise the seam strength may be low or inadequate fastness test results will be obtained. Since two different fabrics were combined in the new model, seam strength tests should be performed

Figure 4. Blue denim skirt with its torn fault

Figure 5. Drawing of new designed skirt in Adobe Illustrator

Model II

In the fashion of our period, combining woven and knitted fabrics with each other is quite popular (Figure 6). Especially the combination of denim and different materials is quite striking. By considering these designs, the denim jacket with low sewing quality was combined with knitted fabric and turned into a trench coat (Figure 7).

Figure 6. Example of combinations of denim with different fabrics and materials in today's fashion [20]

Figure 7. Low workmanship quality denim jacket

There is a fabric defect on the back of the denim jacket in Figure 8. To eliminate this deformation, embroidery design has been added under the stitch to the rear yoke. The pattern of this embroidery was inspired by rug motifs reflecting Anatolian clothing culture.

Figure 8. Denim jacket fabric fault

Within the scope of the project, it was aimed to make a new design by adapting the Anatolian clothing culture to faulty products that return from sales. Based on the "three skirts" outfit of Anatolian clothing, a trench coat with a drawing was designed (Figure 9). “Three skirts” is an outfit that extends to the heels, with two parts at the front and one at the back. Today, it is possible to see the reflections of this outfit in trench coats with slits both sides. The denim jacket, which has a seam sewing fault on the front fly part, was redesigned as a trench coat by lengthening it using rib fabric at the hem.

The hem of the denim jacket and the rib fabric used were centered and bridges were added to the waist. These bridges are made using brown artificial leather. A belt was added to the design using the same artificial leather.

Figure 9. Drawing of new designed trench coat in Adobe Illustrator

Model III

In this model, garment was designed as a jacket model by rotating the pants 180 degrees on the y axis (Figure 10 and Figure11). Commonly, these models stand out in the evaluation of the remaining old trousers.

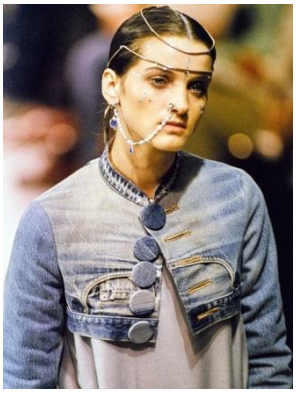


Figure 10. Example for inspired models [21]

Figure 11. Fabric defect in the model

In the calf parts of the trousers model, fabric bursts were seen (Figure 12). It is aimed to eliminate fabric faults by turning the pants into blouses. Since the pants' fabric is elastic, blouses model is preferred as a new model. Similarly, a new blouse was designed by combining it with a flexible, navy camisole fabric (Figure 13).

Figure 12. Flexibility of pants

Figure 13. Drawing of new designed blouse in Adobe Illustrator

Model IV

In the Anatolian clothing culture, the lengths of pockets were up to waist level. Today, it is possible to see many crop blouses and shirts ending at waist level (Figure 14). The reflections of the combination of two different generations can be seen in this model. There were various defects such as paint, fabric holes in the arm parts of the denim shirt, supplied by the company (Figure 15 and Figure 16).

Figure 14. An example for crop model [22]

Figure 15. Faults in the arm parts of shirt

Figure 16. Faults in the arm parts of shirt

In order to eliminate these defects, the sleeve part of the shirt was separated and a sleeve made of meshed fabric was embroidered instead. The cuff detail is designed to be wide cut, inspired by Anatolian clothing culture (Figure 17).

Figure 17. Drawing of new designed crop shirt in Adobe Illustrator

Model V

Another second quality product supplied from the company is a denim dress (Figure 18). There are fabric defects at the hem of the dress and sewing defects at the front pocket (Figure 19). The product was redesigned to be a crop model. As in the previous model, the length is designed to be at waist level. Thus, the faults on the hem were eliminated. Zipper has been added to the model from the front center along the body. On the hanger part of the model, arm detail in black lace has been added (Figure 20).

Figure 18. Faults in the dress

Figure 19. Faults in the dress

Figure 20. Drawing of new designed crop shirt in Adobe Illustrator

Model VI

Denim jackets are one of the product groups that extend from the past to the present and have never lost their popularity. It is possible to observe many different models such as long, short, abundant, boyfriend. In today's fashion, there are many similarities in denim jackets reflecting the Anatolian clothing culture, such as pattern and cut of the model (Figure 21, 22, 23).

Figure 21. An example for popular denim jacket [23]

Figure 22. White skirt which has wings difference

Figure 23. Trouser taken from company

A denim jacket, inspired by Anatolian clothing, has been designed by combining the skirt, the pants and the velvet fabric (Figure 24). In the skirt, the fault of the wings difference between the belt and the lower body was eliminated in this way. The sealing part on the skirt was cut out and replaced fabric. The leg of the pants was used for the sleeve of the jacket. By removing the waist part from the trousers, the faulty part is eliminated. The back of the skirt was used on the back of the jacket. In the upper yoke part, it is planned to embroider various patterns reflecting the Anatolian life culture.

Figure 24. Drawing of new designed denim jacket in Adobe Illustrator

Model VII

This model shows another crop blouse work. It is aimed to turn black trousers upside down into a blouse. The leg parts of the pants are cut and the crotch is adjusted to fit the front side. The arm detail of the black satin fabric has been added to the model (Figure 25).

Figure 25. Drawing of new designed blouse in Adobe Illustrator

General Evaluation of Redesign Process of the Models

While designing the intended models, the products were redesigned by considering the fabric and sewing performance and the adaptation of numerous production lines. The designs were performed by examining the textures of the products supplied by the company. The designs were drawn by hand and using Adobe Illustrator program on the computer.

Samples used during the project are divided into two groups. One of them is finished products and the other is denim fabric products. Fabrics can be laid out by making molds according to the pattern. But the planning of finished products is different. Since the products are finished, the same products of the same size are placed on top of each other in order to realize the design and cut in line according to the design. When planned in this way, there are many production possibilities. Each product supplied by the company has 200 or more. The most practical solution for such high production is to put the products on top of each other and cut them in the slaughterhouse.

Denim clothes designed with sustainable production methods were inspired by Anatolian clothes, and the defects in the clothes were eliminated with minimum cost, and environmental contamination factors. During the designing of the clothes, designs were prepared considering the place and type of faults, and drawings were made by using Adobe Illustrator program. The tear defect found in Model I was stitched by combining with another fabric (leather), and both fault and visual function were provided. The sewing fault in the front part of the Model II was eliminated and it was converted from the Anatolian garments into a three-sided model using rib knit fabric. The fault in the leg of the Model III was cut, and the pants model was converted into a top dress. The sleeve detail is added instead of the color fault in the arm of the Model IV. Instead of the fault in the front pocket and skirt of the Model V, zipper and lace were added and a new blouse was obtained. For Model VI, a skirt with a difference in wings and trousers with faults in the waist are combined and a new jacket is obtained. Fabric harmonies are taken into consideration. For Model VII, the pants model is turned into a blouse and combined with satin fabric. In the literature, collections inspired by Anatolian clothing culture were found. However, there is no study on the preparation of a new collection by combining Anatolian clothing culture with faulty denim clothes. Considering the high number of waste products collected in today's textile industry, it is foreseen that there is a possibility of industrial production. In this context, a production line may emerge, which can be carried out with different methods than the existing production line in the textile industry. New job opportunities will also be available for the proposed new production plan.

Conclusion

In this study, the denim garments were re-designed inspired by Anatolian culture. With this aim, the suitability of the designs for mass production was examined. First of all, the largest number of faulty products were examined by the company. The materials needed to remove the faulty parts of these products were determined according to the designs and a design outline was created. When making these designs, the harmony of fabrics, patterns, accessories such as zippers or buttons should be considered. In particular, the new designs were blended with the clothes belonging to the Anatolian region. In the literature, it has been seen that there is no study inspired by denim fabrics in Anatolian region. Today, sustainable clothing is produced using recycling machines. Although the use of these machines positively affects the environment, there is a lot of energy consumption and labor. For this reason, a mass production basis without using recycling machines can be created. With this redesign process, it is suggested that the clothes, which are damaged by specific end use conditions or which are going to be recycled due to the mistakes made in the production, are re-used without recycling process. Moreover, electricity, water, chemicals and labor have been saved.

In this study, the necessary steps to create a redesigned sustainable product system were discussed. These steps include: redesigning garments, re-sewing garments, performing tests to examine the fit of garments to the new design. Developed designs can be produced because many designers have previously designed and produced new products from apparel wastes. With this way, labor cost will be reduced to a minimum. Moreover, extra materials used in the design will have low-cost production because these materials are in the stock of the company. By redesigning the second quality products, the reliability of the products will increase. The value of the products will increase by eliminating the faults and adapting them to today's fashion.

Confilicts of interest/competing interest

There is no conflict of interest to declare.

References

[1] Balkaya N., Guneysu S., (2019), *Recycling and Reuse Approaches for Better Sustainability*. Switzerland: Springer International Publishing. Doi: 10.1007/978-3-319-95888-0.

[2] Environmental Protection Agency. Advancing Sustainable Materials Management: 2014 Fact Sheet. Page 8. Accessed November, 2020.

[3] Netherlands Enterprise Agency. Center for the Promotion of Imports. The European Market Potential for Recycled Fashion. Accessed November, 2020.

[4] Radhakrishnan S., (2017), *Textiles and Clothing Sustainability: Denim Recycling*. Singapore: Springer Science+Business Media. DOI: 10.1007/978-981-10-2146-6_3

[5] Radhakrishnan S., Kumar V.A.S., (2018), *Sustainable Innovations in Recycled Textiles: Recycled Cotton from Denim Cut Waste*. Singapore: Springer, pp 53-82. DOI: 10.1007 /978-981-10-8515-4_3.

[6] Telli A., Babaarslan O., (2016), Commercialized denim fabric production with post-industrial and post-consumer wastes. *TEKSTİL ve KONFEKSİYON* 26(2).

[7] Muthu S.S., (2017), *Sustainability in Denim*. Woodhead Publishing. 1st edition.

[8] Henninger C.E., Alevizou P.J., Goworek H., Ryding D., (2017), *Sustainability in Fashion: A Cradle to Upcycle Approach*. Springer.

[9] Koszewska M., (2015), Life cycle assessment and the environmental and social labels in the textile and clothing industry. In: Handbook of life cycle assessment of textiles and clothing. Woodhead Publishing, Cambridge, UK, pp 325–344, https://doi.org /10.1016 /B978-0-08- 100169-1.00015-0.

[10] Eryuruk S.H., (2015), Life cycle assessment method for environmental impact evaluation and certification systems for textiles and clothing. In: Muthu SS (ed) Handbook of life cycle assessment of textiles and clothing. Woodhead Publishing, Cambridge, UK, pp 125–148

[11] Jestratijevic I.M., Hawley J.M., (2020), A Framework for Evaluating Sustainable Jean Attributes", International Textile and Apparel Association Annual Conference Proceedings 77(1). doi: https://doi.org/10.31274/itaa.12070.

[12] Saygılı E., Saygılı A.T., Yargi, S.G., (2019), An Analysis of the Sustainability Disclosures of Textile and Apparel Companies in Turkey, TEKSTİL ve KONFEKSİYON 29(3).

[13] Tama D., ENCAN B.C., Özdoğan Z., (2017), Unıversıty students' attitude towards clothes in terms of environmental sustainability and slow fashion, TEKSTİL ve KONFEKSİYON 27(2).

[14] Hacıola Y., Atılgan T., (2014), Research on fast fashion and fast fashion retailing in Turkish apparel sector, TEKSTİL VE KONFEKSİYON, 24(2): 143-150.

[15] Szmydke-Cacciapalle P., (2018), *Making Jeans Green: Linking Sustainability, Business and Fashion*. Routledge, 1st edition.

[16] Csanák E., (2014), Sustainable Concepts and Eco-Friendly Technologies in the Denim Industry. International Conference on Design and Light Industry Technologies 19 – 20 November, Budapest, Hungary Óbuda University

[17] Doğdu Y., Bulmuş E., (2018), Sinop arkeoloji müzesinde bulunan geleneksel giyim örneklerinden üç etek entari örnekleri. *Journal of International Social Research*, 11(56).

[18] Koca E., Baran H., (2018), İç anadolu bölgesinde kadınların şalvar kullanımının kültürel ve fonksiyonel değerler açısından değerlendirilmesi. *TÜRÜK Uluslararası Dil Edebiyat ve Halk Bilimi Araştırmaları Dergisi*, 1(15), 111-126.

[19] T.C. Tarim ve Orman Bakanliği Elaziğ El Sanatlari Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Türk Motifleriyle, Geçmişten Günümüze. Retrieved from: https://egitim.tarimorman.gov.tr/elazig (November, 2020).

[20] Levi Strauss & Co. Retrieved from: https://www.levistrauss.com/ (November, 2020).

[21] Vogue Co Ltd. Retrieved from: Vogue.com (November, 2020).

[22] Boho Jeans Co Ltd. Retrieved from: bohojeans.com (November, 2020).

[23] Asos Co Ltd. Retrieved from: Asos.com (November, 2020).

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Soğuk Deformasyon Oranının SAE1008 Çeliğin Mekanik Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi

(Pelin Kalınlı, Kenan Yıldız)

Soğuk Deformasyon Oranının SAE1008 Çeliğin Mekanik Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi

Pelin Kalınlı[1], Kenan Yıldız[2]
[1]*Sakarya Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği,*
E-mail: pelinkalinli@hotmail.com
[2]*Sakarya Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği,*
E-mail: kenyil@sakarya.edu.tr

Özet: *Endüstriyel olarak geniş kullanım alanına sahip çeliklerin şekillendirilmesi sahip oldukları mekanik özelliklerine bağlıdır. Bu çalışmada, düşük karbonlu bir çelik olan SAE1008 çeliğinin kademeli olarak soğuk deformasyona uğratılmaları sonucunda mekanik özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Çelik çubuk şeklindeki başlangıç numunesinin çekme mukavemeti değeri 512 MPa ve % uzama değeri % 25,5 iken % 15.9 oranında soğuk deformasyon sonrasında çekme gerilmesi değeri 650 MPa değerine artmakta, % uzama miktarı %18.8 değerine düşmektedir. Soğuk deformasyon oranı % 54.2 olduğunda da çekme gerilmesi 815 MPa ve % uzama miktarı %12.7 değerlerine ulaşmıştır. İlave olarak sertlik değerlerinde de artış gözlenmiştir. Kademeli olarak gerçekleştirilen soğuk deformasyon esnasında dislokasyon yoğunluğunun artması nedeniyle çekme gerilmesi ve sertlik değerlerinin arttığı, % uzama değerlerinin ise düştüğü tespit edilmiştir.*

Anahtar Kelimeler: *SAE1008 çeliği, soğuk deformasyon, mekanik özellikler*

Giriş

Tel çekme işlemi endüstriyel bir proses olup bu işlem esnasında dislokasyon yoğunluğunun artması ile yapısal sertleşmeye neden olur. Deformasyon miktarı çok önemlidir zira çekme ekseni boyunca taneler uzamaya başlar. Özellikle soğuk çekme işlemlerinde, kırılma ve yırtılma gibi hasarların oluşarak parçaya zarar vermemesi önemlidir. Soğuk çekme ile oluşan dislokasyon yoğunluğunu ve bunların sebep olduğu iç gerilimleri azaltmak için ve daha küçük çaplarda tel üretimine olanak sağlamak için yeniden kristallendirme adı verilen ısıl işlem uygulanmaktadır. Toparlanma, yeniden kristallenme ve tane büyümesi kademelerini içeren bu ısıl işlem sayesinde iç gerilimler azaltılmakta, yapıdaki taneler eski halini almakta ve soğuk deformasyon öncesi dengeli yapı elde edilmektedir (Zidani ve ark., 2008; Humpreys ve ark., 2017; Alaneme ve Okotete, 2019)

%0.06 C içeren bir çelik üzerine yapılan çalışmalarda, başlangıçta 10 µm olan ferritik tanelerin soğuk çekme sonrası çekme yönünde uzayarak lamelar bir yapıya sahip olduğunu, yoğun b,r dislokasyon yoğunluğunun artması neticesinde mikro sertlik değerlerinin yaklaşık 155 Vickers değerinden %36 soğuk deformasyondan sonra 230 Vickers değerine, %65 deformasyon sonrası 255 Vickers değerine ve %85 deformasyon sonrasında da yaklaşık 270 Vickers değerine arttığı belirtilmiştir (Zidani ve ark., 2007; Zidani ve ark., 2008).

Bir başka çalışmada da %0.12 C içeren ve soğuk çekilmiş çeliğin yeniden kristallenme davranışı ve mikroyapı değişimi incelenmiştir. %20 deformasyon sonrasında 230 Brinel sertlik değerinin %40 deformasyon sonrasında 315 Brinel sertlik değerine çıktığı, yeniden kristallenme

ısıl işlemi için bu değerlerin %20 deforme edilmiş çelik için 198 Brinel ve %40 deforme edilmiş çelik için 235 Brinel değerine düştüğü belirtilmiştir (Raji ve Oluwole, 2013).

Materyal ve Metot

Başlangıç çapı 6.74 mm olan SAE1008 çelik çubuk, soğuk çekme ile önce 5.75 mm çapa, akabinde 3.92 mm çapa getirilmiştir. Ara kademelerde ısıl işlem yapılmadan soğuk çekmeyle plastik deformasyona uğratılan numuneler Pelenkoğlu (Karabük) firmasından temin edilmiştir.

Deformasyon oranı Denklem 1 ile hesaplanmıştır. Bu denklemde d_0 başlangıç çapı, d_s ise deformasyon sonrası çaptır.

$$\varepsilon = \ln \frac{d_0}{d_s}\ x\ 100 \qquad \text{(Denklem 1)}$$

Bu denkleme göre ilk deformasyon oranı %15.9, ikinci deformasyon oranı ise %54.2 olarak tespit edilmiştir.

Numunelerin metalografik işlemleri uygun zımparalama, parlatma ve dağlama işlemlerinden sonra Nikon ECLIPSE L150 optik mikroskobu kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

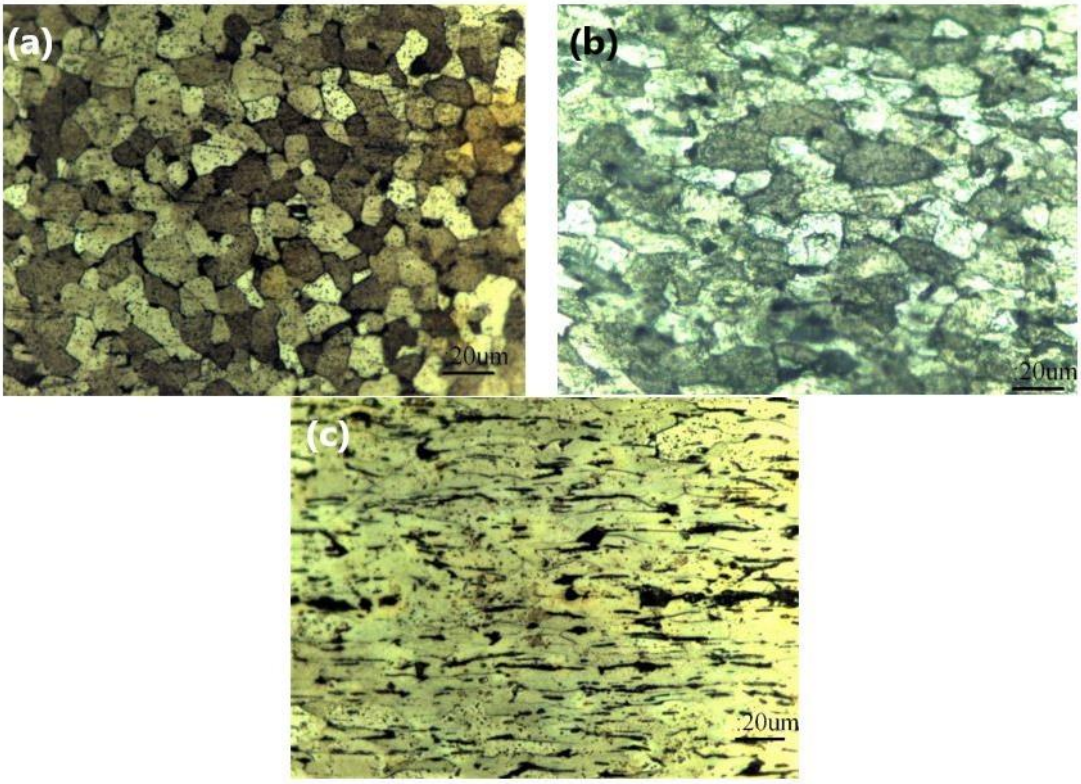
Çekme testleri 3 t yük kapasiteli INSTRON 330 cihazı ile 3 mm/dak hızda yapılmıştır. Mikrosertlik testleri ise LEICA VMH MOT cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Çekme testleri sonucu kopma gösteren numuneler Şekil 1'de verilmiştir.

Şekil 9. SAE1008 çelik numunelerin çekme testi sonrası görüntüleri

Sonuçlar ve Tartışma

Şekil 2'de deneysel çalışmalarda kullanılan SAE1008 çelik çubukların deformasyon öncesi ve deformasyon sonrası optik mikroskop görüntüleri verilmiştir. Soğuk çekme işlemiyle beraber tanelerin soğuk çekme yönünde uzadığı görülmektedir. Yapıda dislokasyonların yoğunlaşmasına bağlı olarak iç gerilimler artmakta, sonuçta deformasyon sertleşmesine neden olmaktadır. Mekanik özelliklerin değişmesi sonucunda plastik şekil verme işlemini zorlaştırmaktadır.

Şekil 3'de başlangıç numunesiyle birlikte %15.9 ve %54.2 oranlarında soğuk çekme işlemine uğramış SAE1008 çelik çubukların gerilme – genleme diyagramları verilmiştir. Tablo 1'de ise bu numunelerin bazı mekanik özellikleri karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

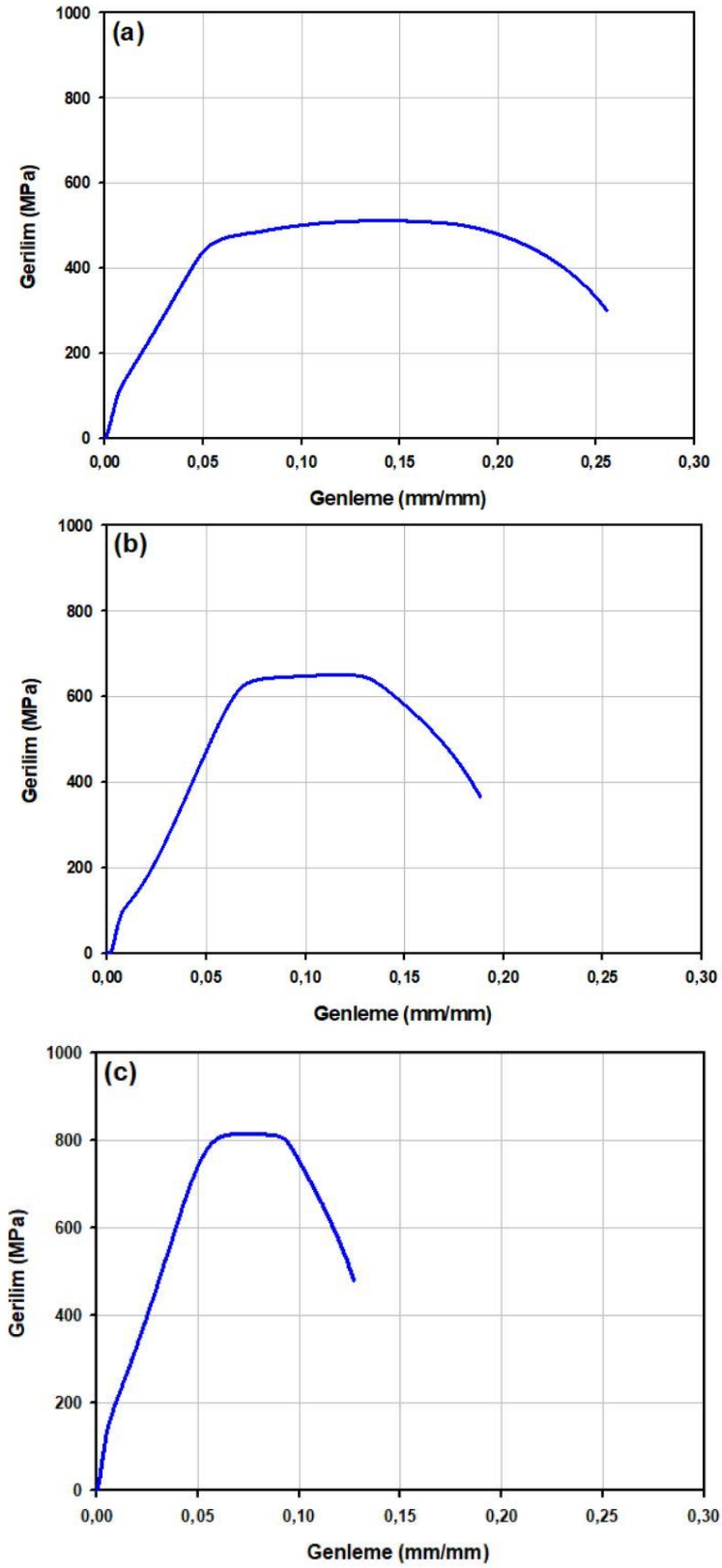


Şekil 2. SAE1008 çelik numunelerin (a) soğuk deformasyon öncesi, (b) %15.9 ve (c) %54.2 soğuk deformasyon sonrası mikroyapı resimleri (X200)

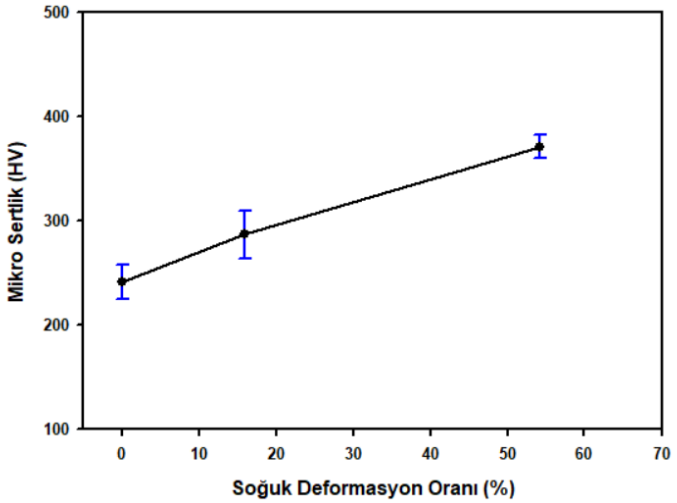
Tablo 10. Deformasyon oranına bağlı olarak SAE 1008 çeliğin mekanik özellikleri

Mekanik Özellik	Deformasyon Oranı		
	% 0	% 15.9	% 54.2
Çekme Mukavemeti (MPa)	512	650	815
Akma Mukavemeti (MPa)	450	610	780
Kopma Mukavemeti (MPa)	300	360	480
% Uzama	25.5	18.8	12.7

Şekil 3 ve Tablo 1'den görüleceği üzere deformasyona uğramamış çeliğin çekme mukavemeti 512 MPa, akma mukavemeti 450 MPa, kopma mukavemeti 300 MPa iken % uzama değeri % 25.5 olarak gerçekleşmiştir. Başlangıç numunesi %15.9 oranında soğuk çekme şeklinde deformasyona uğratıldığında, çekme mukavemeti 650 MPa'a, akma mukavemeti 610 MPa'a ve kopma mukavemeti 360 MPa değerine artmış, % uzama değeri ise % 18.8 değerine azalmıştır. Soğuk deformasyon sonucunda dislokasyon yoğunluğunun artması, malzemenin daha mukavemetli olmasına neden olmuştur. Deformasyon oranı %54.2 olduğunda ise çekme mukavemeti 815 MPa, akma mukavemeti 780 MPa ve kopma mukavemeti 480 MPa değerine çıkmış, % uzama değeri ise % 12.7 olarak gerçekleşmiştir. Xu ve arkadaşlarının (Xu ve ark., 2018) östenitik paslanmaz çelik üzerine yaptıkları bir çalışmada da artan soğuk deformasyon miktarının akma ve çekme mukavemetlerini arttırdığını, % uzama değerini de düşürdüğü sonuçlarını vermişlerdir.



Şekil 3. SAE1008 çelik numunelerin (a) soğuk deformasyon öncesi, (b) %15.9 ve (c) %54.2 soğuk deformasyon sonrası gerilme – genleme diyagramları



Şekil 4. SAE1008 çeliğin sertliğine soğuk deformasyon oranının etkisi

Şekil 4'de SAE1008 çeliğinin sertlik değerlerine deformasyon oranının etkisi verilmiştir. Parlatılmış yüzey üzerinden alınan 5 adet mikro sertlik değerlerinin ortalaması alınmıştır. Başlangıç numunesinin mikro sertlik değeri 241 HV iken bu değer %15.9 oranında deformasyona uğramış numunede 287 HV değerine ve %54.2 oranında soğuk deformasyona uğramış numunede 365 HV değerine artmıştır.

Sonuç olarak SAE1008 çeliğin soğuk çekme yoluyla deformasyona uğraması sonucu çekme ve akma mukavemeti ile sertlik değerleri artarken % uzama değerleri azalmaktadır ve malzeme daha gevrek hale gelmektedir.

Kaynaklar

Alaneme, K.K., Okotete, E.A. (2019) Recrystallization mechanism and microstructure development in emerging metallic materials: A review. Journal of Science Advanced Materials and Devices 4 (1), 19-33.

Humphreys, J., Rohrer, G.S., Rollett, A. (2017) Recrystallization and Related Annealing Phenomena, Elsevier.

Raji, N.A., Oluwole, O.O. (2013) Recrystallization kinetics and microstructure evolution of annealed cold drawn low carbon steel, Journal of Crystallization Process and Technology, 3, 163-169.

Xu, D., Wan, X., Yu, J., Xu, G., Li, G. (2018) Effect of cold deformation on microstructures and mechanical properties of austenitic stainless steel, Metals (MDPI), 8, 522.

Zidani, M., Boumerzoug, Z., Solas, D., Baudin, T. (2007) Temperature and deformation effects on the recrystallization, microstructure and texture of wire draw steel, Materials Science Forum, 550, 447-452.

Zidani, M., Messaoudi, M., Baudin, T., Solas, D., Derfouf, C., Bounar, N. (2008) Evolution of deformation and recrystallization textures of a steel drawn wire, 17th International Metallurgy & Materials Conference, 13-15 May 2008, Czech Republic,

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Naftalin-2-Sülfonik Asit'in Poli(anilin-ko-tiyofen) Kopolimeri ile Adsorpsiyonu

(Sabri Can Karadeniz, Volkan Uğraşkan, Birol Işık, Fatih Çakar)

Naftalin-2-Sülfonik Asit'in Poli(anilin-ko-tiyofen) Kopolimeri ile Adsorpsiyonu

Sabri Can Karadeniz[1], Volkan Uğraşkan[1], Birol Işık[1], Fatih Çakar[1]
[1]*Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, İstanbul Türkiye,*
E-mail: cankaradeniz@protonmail.com

Özet: *Su kirliliği, konutlardan, sanayi tesislerinden ve depolama alanlarından gelen arıtılmamış sulardan kaynaklanır. Bu sular pestisitler, boyalar, temizlik ekipmanları gibi birçok zararlı kimyasal içerir. Tekstil atıkları ise atık suların önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Tekstil atıklarından biri olan Naftalin-2-Sülfonik Asit gibi naftalin sülfonatlar, endüstriyel kimyasal işlemlerin önemli ürünleridir. Endüstriyel tekstil işlemede, derilerin tabaklanmasında ve zirai kimyasalların ve farmasötiklerin imalatında yaygın olarak kullanılmaktadır. Sülfonatlı yapısı nedeniyle mikrobiyal bozulmaya karşı dirençlidir ve biyolojik olarak parçalanamaz olarak tanımlanmıştır. Bundan dolayı atık sulardan uzaklaştırılması gerekmektedir. Atık sulardan bu tür kirleticilerin uzaklaştırılması için koagülasyon, flokülasyon, fotokatalitik degradasyon, membran filtrasyonu, adsorpsiyon gibi birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler arasında adsorpsiyon yöntemi diğer yöntemlere nazaran maliyeti düşük, uygulaması kolay, etkili sonuçların elde edildiği ve çevre dostu olan bir yöntemdir. Adsorpsiyon, sulu çözeltilerden kirleticilerin uzaklaştırılması için en etkili yöntemlerden biridir. Bu işlem için geniş yüzey alanlı, yüksek poroziteli maddeler daha uygundur. Geleneksel olarak aktif karbonlar, lignoselülozik maddeler, bazı endüstriyel atıklar, bitkilerin odunsu kısımları gibi birçok madde kullanılmaktadır. Düşük maliyet ve geri dönüşüm açısından tercih edilse de bu adsorbanların adsorpsiyon kapasiteleri artık yeterli olmamaktadır. Daha yüksek adsorpsiyon kapasitesine ulaşabilmek için ayarlanabilir fizikokimyasal özellikleri, yapısal çeşitliliği, yeniden kullanılabilirliği ve seçiciliği nedeniyle sentetik maddeler tercih edilmeye başlanmıştır. Geniş yüzey alanı, mekanik sertlik ve gözenek boyutu açısından geleneksel adsorbanlardan çok daha etkili oldukları için tercih sebebidir. Polianilin (PANI), Politiyofen (PTh) ve türevleri gibi bazı iletken polimerler çeşitli ağır metallerin ve boyaların adsorpsiyonundaki potansiyel uygulamalarından dolayı ilgi görmüştür. İletken polimerlerin adsorban olarak kullanılmasının en büyük avantajı sentez kolaylığı, gözenekli yapısı, toksik olmaması, suda ve diğer çözücülerde çözünmemesi, mekanik kararlılık ve düşük maliyettir. Ayrıca yapısındaki iletkenliği sağlayan elektron delokalizasyonu sayesinde adsorbat molekülleriyle etkileşime girerek adsorpsiyon gerçekleşmesi beklenmektedir.*

Bu araştırmanın amacı, bir aromatik sülfonat olan Naftalin-2-Sülfonik Asit olarak isimlendirilen tekstil atığının sulu çözeltilerden, sentezlenen Poli(anilin-ko-tiyofen) iletken polimeriyle adsorpsiyonunun incelenmesidir. pH, temas süresi ve adsorban miktarına bağlı olarak deneyler gerçekleştirilmiştir. Adsorpsiyon çalışmaları 25 ^{O}C sıcaklıkta 100-300 $mg.L^{-1}$ konsantrasyon aralığında gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler Freundlich, Langmuir, Dubinin-Radushkevich ve Flory-Huggins izoterm modellerine uygulanıp izoterm sabitleri hesaplanmıştır. Psödo-birinci derece, psödo-ikinci derece, Boyd modeli ve Parçacık içi difüzyon modellerine uygulanarak kinetik hesaplamalar yapılmıştır.

Denge deneyleri sonucunda adsorpsiyonun Giles'in izoterm sınıflandırmasına göre L2-Tipine uyduğu görülmüştür. Langmuir izotermine göre maksimum adsorpsiyon kapasitesi 2128,07 $mg.g^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Dubinin-Radushkevich izotermine göre adsorpsiyon sürecinin fiziksel olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir. Kinetik çalışmalar sonucunda adsorpsiyon sürecinin psödo-ikinci derece kinetik

modeli takip ettiği bulunmuştur. Tüm sonuçlar incelendiğinde kullanılan adsorbanın sulu ortamdan çeşitli kirleticilerin uzaklaştırılması için ümit verici olabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *adsorpsiyon, iletken polimer, izoterm, kinetik, naftalin-2-sülfonik asit*

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Yerel Yönetimlerde Akıllı Şehir Uygulamaları ve Süreç Yönetimi

(Fatih Öztürk, Savaş Muharrem Gülmez)

Yerel Yönetimlerde Akıllı Şehir Uygulamaları ve Süreç Yönetimi

Fatih Öztürk[1], Savaş Muharrem Gülmez[2]
[1] *Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İstanbul Medeniyet Üniversitesi, İstanbul, Türkiye*
ORCID: 0000-0003-4113-055X,
[2] *İşletme Mühendislik Yönetimi Bölümü, Yönetim Bilimleri Enstitüsü, İbn Haldun Üniversitesi, İstanbul, Türkiye*
ORCID: 0000-0002-7249-8798

Özet: *Günümüzde şehirlerde yaşayan nüfusun hızla artması, bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte artan nüfusun talep ve beklentilerinin farklılaşması yerel yönetimleri bu talep ve beklentileri karşılamaya yönelik alternatif çözümler aramaya yönlendirmektedir. Bu doğrultuda yerel yönetimler, sınırlı düzeydeki kamu kaynaklarını ve kalabalık şehirleri akıllı teknolojilerin sağladığı olanaklardan daha çok yararlanarak daha etkili şekilde yönetebileceklerini düşünmektedir. Bu çalışma ise Türkiye'de son yıllarda sürdürdüğü projeler ve girişimlerle akıllı teknolojilerden yoğun şekilde faydalanan İBB(İstanbul Büyükşehir Belediyesi)'de uygulanan akıllı şehir projelerinin mevcut durumunu ve akıllı teknolojilerinin proje süreç yönetimine yansımasını tespit etmeyi amaçlamaktadır. Nitel araştırma yöntemlerinin uygulandığı çalışmada veriler yarı yapılandırılmış görüşme formu ile elde edilmiştir. Bu kapsamda hazırlanan görüşme formu İstanbul Büyükşehir Belediyesinde süreç yönetimi açısından farklı departmanlarda çalışan 6 kişiye uygulanmıştır. Elde edilen veriler nitel analiz yöntemine tabi tutulmuştur. Araştırmanın sonunda İstanbul Büyükşehir Belediyesinde akıllı şehir projelerinin resmi olarak 2016'da bu iş için bir müdürlüğün kurulması ile başladığı ve daha sonra oluşturulan yol haritaları, kongre ve manifestolar ile bu konuda ivme kazandırıcı etkinlikler gerçekleştirildiği Günümüzde ise yeni projelerin oluşturulması için bir stratejik plan yapıldığı görülmüştür.*

Anahtar Kelimeler: *Süreç Yönetimi, Akıllı Şehir, Kalite Yönetimi.*

Giriş

Küreselleşen dünyada nüfusun %54'ü kentlerde yaşamaktadır. Nitekim Dünya Bankası 2050 yılında kentli nüfusun %70'lere çıkacağını tahmin etmektedir (Url-1). Kentli nüfusun artmasıyla birlikte eğitim, sağlık, ulaşım ve gıda gibi temel kamu hizmetlerine yönelik talep de artmaktadır (Kayar vd., 2018). Bu talep artışı kaynakların daha adil, verimli ve ekonomik bir şekilde dağıtılmasına yönelik beklentileri yerel aktörlerin gündemine taşımaktadır (Köseoğlu ve Demirci, 2018; Öztürk ve Kaya, 2020). Yerel aktörler ise enerji, eğitim, sağlık, güvenlik, ulaşım ve su gibi kentsel hizmetlerin sunumunda maliyetleri azaltmak, kaynak etkinliğini arttırmak ve vatandaşların yaşam kalitesini yükseltmek açısından bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanma konusunda yeni arayışlara yönelmişlerdir (Varol, 2017). Bu arayışın bir sonucu olarak akıllı şehir uygulamaları gittikçe önem kazanmaya başlamıştır (Köseoğlu ve Demirci, 2018; Kaya ve Öztürk, 2020).

Akıllı şehir uygulamaları kentsel hayat kalitesinin arttırılması için dijital teknolojilerin ve verinin yoğun şekilde kullanıldığı kent yönetiminde etkili olan paydaşların bu sürece dahil edildikleri entegre sistemlerdir (Url-3). Akıllı şehir konsepti enerji, ulaşım, ekonomi, atık yönetimi, su, çevre, erişilebilirlik, güvenlik ve bilgi erişimi gibi farklı konuları içerisine almaktadır (Sevim vd., 2019; Ince vd., 2018).

Günümüzde dünyanın farklı coğrafyalarındaki birçok şehrinde, içerisinde akıllı ibaresi bulunan sanal kentler, yeşil enerji, nesnelerin interneti ve yapay zeka teknolojileri gibi veriye dayalı ve teknoloji odaklı çeşitli projeler geliştirilmekte ve uygulanmaktadır (Öztürk, 2022; Ayvaz vd., 2018). Akıllı şehir uygulamaları yalnızca teknoloji kullanımına dayalı bir yöntem olmanın dışında toplumun yaşam kalitesini yükseltmeyi, ekonomiyi geliştirmeyi, iyi yönetişimi, sosyal eşitliği ve fırsat eşitliğini sağlamayı da amaçlamaktadır (Lehr, 2018; Kayar vd., 2021).

Akıllı şehir uygulamaları sayesinde kent sakinleri yerel yönetim birimleri tarafından hazırlanan mobil uygulamalar veya web siteleri aracılığıyla kent hizmetlerinin işleyişi ile ilgili bilgi almaktadır. Acil durum araçları ve güvenlik araçları da daha hızlı yanıt süresi elde etmek için trafik ışıklarına sinyal göndermekte ve sürücülerin ulaşım akışını daha iyi almalarına yardımcı olmaktadır. Bunun yanında mağazalara, otomatik para çekme makinelerine, sokak lambalarına, benzin istasyonlarına, trafik kavşaklarına, bina girişlerine vb. yerleştirilen kameralar ile kent sakinlerinin geliş ve gidişleri güvenlik amaçlı görsel olarak kaydedilmektedir. Ayrıca elektrik şebekesi, güç hattı sorunları gibi bazı durumlarda akıllı sistemler ile kendi kendine onarım sağlanmakta, akıllı binalar ise su sızıntısı ve verimsiz kullanımı rapor etmektedir (Hill, 2009; Url-2).

Akıllı şehirlerin sağladığı avantajlar ve birçok akıllı şehir projesi karşısında, bu alana yönelik akademik ilgi de disiplinler arası bir yaklaşımla artmaktadır. Bu araştırmalardan birinde Köseoğlu ve Demirci (2018) Akıllı şehirlerin arka planında yer alan bulut bilişim, yapay zekâ, veri madenciliği, büyük veri ve nesnelerin interneti gibi yenilikçi teknolojilerin, yerel yönetimlerin karşılaştıkları sorunların çözümündeki rolüne odaklandıkları çalışmalarında akıllı şehirlerin halkın beklenti ve taleplerinin hızla karşılanmasında, yerel yönetimlerin hesap verilebilir ve şeffaf bir şekilde yönetilmesinde ve katılımcı demokrasinin güçlendirilmesinde katkı sağladığını ortaya koymuşlardır Celik ve Öztürk, 2017). Bunun yanında akıllı şehir uygulamalarının kamu kaynaklarını verimli ve etkin bir şekilde kullanma açısından da avantajlar sağladığını ortaya koymuşlardır (Öztürk, 2021).

Başka bir araştırmada ise Sevim vd. (2019) akıllı şehir konsepti ile yerel yönetim birimleri tarafından sağlanan işbirlikleri, akıllı şehirlerin oluşturulması, halkın yüksek yaşam standardına ulaştırılması ve güçlü ekonomilerin yaratılması konularını ele almışlardır. Araştırmanın sonunda akıllı şehir kapsamında incelenen örneklerden hareketle akıllı şehirlerde öncelikli hedefin o şehirdeki bütün canlıların şehrin tüm imkanlarından en hızlı, güvenli ve sağlıklı şekilde faydalanması olduğu, bunun için bilgi ve iletişim teknolojilerinden rasyonel şekilde faydalanılması gerektiği belirtilmiştir.

Başka bir araştırmada ise Varol (2017) Türkiye'de akıllı şehir uygulamalarının hangi seviyede olduğunu ortaya koymak ve Ankara Büyükşehir Belediyesi'nin hayata geçirdiği akıllı şehir uygulamalarını analiz etmeyi amaçladığı çalışmasında, Ankara Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı yedi ilçe belediyesinin akıllı şehir kapsamındaki uygulamalarını ele almıştır. Araştırmanın sonunda Ankara Büyükşehir Belediyesi ve ilçe belediyelerinin akıllı şehir uygulamalarında çeşitli adımlar attıkları fakat bilgi ve iletişim teknolojilerini daha etkili şekilde kullanmaları gerektiği belirtilmiştir. Bunun yanında ilçe belediyelerinin akıllı uygulamalar geliştirme konusunda sınırlandırıldıkları vurgulanmıştır. Ayrıca hem yerel yönetim birimleri arasında hem birimlerin kendi iç birimleri arasında koordinasyon, planlama ve haberleşme eksikliğinden ötürü üretilen bilgi ve hizmetlerin paylaşımının beklenen ve istenen seviyede gerçekleşmediği görülmüştür. Acar (2019) tarafından yürütülen başka bir çalışmada ise akıllı şehir uygulamaları

kapsamında hayata geçirilen iş modelleri incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda 23 ülkeden 38 farklı akıllı şehir projesi incelenmiş ve elde edilen veriler karşılaştırmalı nitel analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Araştırmaya Türkiye'den Malatya, Konya, Eskişehir, Antalya ve İstanbul'da dahil edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda araştırmanın sonunda elde edilen bulgular da araştırmaya dahil edilen akıllı şehir projelerinin akıllı yönetişim, akıllı ulaşım ve akıllı çevre bileşenlerine ağırlık verdiği, akıllı şehir projelerinin genellikle yerel yönetim birimleri ve merkezi yönetimin kontrolünde çeşitli kamu ve özel sektör işbirliği ile sürdürüldüğü görülmüştür.

Gürsoy (2019) ise çalışmasında Türkiye'deki Büyükşehir belediyelerinin akıllı şehir stratejilerini incelemiş ve akıllı şehir projelerinin uygulanabilirliği konusunda çıkarımlarda bulunmuştur. SWOT analizi yöntemi kullanılan araştırmanın sonunda kurumlar arasında koordineli ve bütüncül bir bakış açısı ile akıllı şehir projelerinin hazırlanması gerektiği bu konuda finansal teşvik ve yasal düzenleme gerekliliği olduğu tespit edilmiştir. Başka bir araştırmada ise Su vd. (2011) çalışmalarında akıllı şehir kavramına odaklanarak "akıllı şehir" ve "dijital şehir" arasındaki ilişkiyi özetlemiş, uygulama sistemlerinin ana içeriği ve bunun önemi ve zorluğu ortaya konmuştur. Ayrıca "akıllı şehir" inşası ve Çin'de akıllı şehir geliştirmenin etkisi hakkında kısa bilgi verilmiştir. Araştırmanın sonunda akıllı şehirin, Çin'de günlük geçim, çevre koruma, kamu güvenliği ve şehir hizmetleri, endüstriyel ve ticari faaliyetler dahil olmak üzere farklı ihtiyaç türlerine akıllı yanıtlar verdiği, Çin'in bilgi teknolojisinde iyi bir gelişme kaydettiği ve sensör teknolojisi, ağ teknolojisi, fiziksel ağ teknolojisi ve akıllı bilgi işleme teknolojisi dahil olmak üzere akıllı gezegenin kapsadığı teknoloji açısından belirli bir Ar-Ge altyapısına ve endüstriyel kapasiteye sahip olduğu bildirilmiştir. Bu temelde, maddi, teknik ve personel altyapı yatırımlarını artırmak için ekonomik ve sosyal kalkınma ihtiyaçlarını birleştirmesi gerektiği belirtilmiştir. Görüldüğü gibi dünyanın bir çok kentinde ve bölgesinde kent planlaması, işletmesi ve uygulaması sürecinde teknolojik yeniliklerden yararlanılmakta ve akıllı şehirlerin yaratılmasında farklı adımlar atılmaktadır. Bu doğrultuda bu çalışma ise Türkiye'de son yıllarda sürdürdüğü projeler ve girişimlerle akıllı teknolojilerden yoğun şekilde faydalanan İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nde uygulanan akıllı şehir projelerinin mevcut durumu ve akıllı teknolojilerinin proje süreç yönetimine yansıması ele alınmaktadır.

Verimlilik ve kalitenin sağlanabilmesi için mevcut durumun öncelikle gözden geçirilmesi ve ardından alınabilecek önlemlerin tüm yönleriyle tartışılması gereklidir (Kuşakçı vd., 2019; Öztürk, 2014).

Yöntem

İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nde uygulanan akıllı şehir projelerinin mevcut durumu ve akıllı teknolojilerinin proje süreç yönetimine yansımasını ele almayı amaçlayan bu çalışmada İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nde akıllı şehir projelerini yakından yürüten farklı birimlerdeki 6 kişiye 6 sorudan oluşan derinlemesine mülakat gerçekleştirilmiştir. Çalışma nitel araştırma desenlerinden biri olan "durum çalışması" modelinde yürütülmektedir. Durum çalışması ise "niçin ve nasıl soruları ön plana çıktığı, araştırmacının olaylar üzerinde çok az bir müdahale şansının olduğu ve gerçek yaşamla ilgili fenomenlere odaklanıldığı araştırmalarda tercih edilen bir stratejidir" (Yin, 2009). Veriler ise yarı yapılandırılmış görüşme formu ile elde edilmiştir. Görüşme formu araştırmacılar tarafından ilgili literatürden faydalanılarak hazırlanmıştır. Nitel araştırmalar açısından görüşme, katılımcılarla etkileşime dayalı bir araştırma tekniğidir.

Görüşme formu yarı yapılandırılmış olduğu için, soru veya başka bir konu hakkında daha fazla konuşmak istediklerinde sözleri kesilmemiştir. Bilgi güvenliği açısından katılımcıların kişisel bilgileri gizli tutulmuş ve katılımcılar katılımcı sayısı kadar K1, K2 şeklinde kodlanmıştır. Yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen veriler içerik analizi yöntemi ile

ayrıntılı bir şekilde analiz edilmiş ve bu verileri ifade eden kavram, tema ve kategorilere ulaşılmıştır. İçerik analizinin temel amacı elde edilen verilere odaklanması ve böylece katılımcıların verdikleri yanıtlar da sıklıkla tekrarladıkları ve vurguladıkları olay ve olgulardan kodlar çıkarmasıdır. Böylece birbirleriyle ilişkili olan veriler belirli temalar ve kavramlar çerçevesinde yorumlanmaktadır (Baltacı, 2019).

Bulgular

Görüşmelerden elde edilen veriler dört bölümde toplanmıştır. Birinci bölümde, akıllı şehir uygulamasının tarihsel gelişimi direkt çalışanları aracılığı ile ortaya konmuştur. İkinci bölümde katılımcıların bakış açısına göre akıllı şehir projesinin yaşam döngüsü ve süreç yönetimi ele alınmıştır. Üçüncü bölümde ise akıllı şehir projelerinin yansımaları ele alınırken dördüncü bölümde ise İBB'nin akıllı şehir projelerinde gelişim gösterebileceği hususlar ele alınmaktadır.

Öncelikle katılımcıların çalıştığı süreç yönetimindeki pozisyon bilgileri Tablo 1'de sunulmaktadır. Tablo 1'de belediyedeki iş süreçleri teknik, idari/yönetimsel, planlama/ tahminleme ve operasyonel olarak ayrıştırılmış ve görüşmeye katılan katılımcıların iş profilleri bu başlıklar altında kategorize edilmiştir. Katılımcı 4 hariç, tüm katılımcıların yürüttükleri iş ne olursa olsun süreç operasyonel kısmında yer aldıkları görülmektedir. Bu da aslında sürecin bir parçası oldukları, kendi iş tecrübeleri ve alanları doğrultusunda elde ettikleri kazanımları direkt olarak yürütülen projelere aktardıklarını göstermektedir.

Tablo 1. Katılımcıların Süreç Yönetimindeki Pozisyon Bilgileri

Katılımcılar	Teknik Süreç	İdari/Yönetimsel Süreç	Planlama/Tahminleme Süreci	Operasyonel Süreç
1	X		X	X
2		X		X
3	X		X	X
4	X		X	
5		X		X
6		X		X

İBB Akıllı Şehir Projelerinde Tarihsel Süreç

Katılımcıların profilleri ve sürece katkıları kategorik olarak ifade edildikten sonra katılımcılardan geçmiş akıllı projelerden bahsedilmesi istenmiştir. Bu sayede İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ndeki akıllı şehir projelerinin geçmişine ilk kaynaktan erişilebilecektir. Katılımcıların cevapları şu şekildedir:

Katılımcı 1: *"2016 yılında akıllı şehirler müdürlüğü kurulmuş, 2017 İstanbul akıllı şehir yol haritası, 2018 akıllı şehir manifestosu yayınlanmıştır. Çevre kontrol merkezi, ulaşım yönetim merkezi ve adaptif trafik gibi operasyonlar gerçekleştirilmiştir. 2021 Vizyon ve misyon belirleme çalıştayı yapılarak İBB*
Akıllı Şehir Stratejik Planı yapılmıştır."

Katılımcı 2:"Öncelikle İBB'de Akıllı Şehir Müdürlüğü'nün açılması başlangıç kabul edilebilir. Daha sonra İBB tarafından düzenlenen Akıllı Şehir Kongreleri şehirde ve ülkede farkındalığı arttırmaya yönelik organizasyonlardı. Son yıllarda ise akıllı şehir uygulamalarına örnek olarak askıda fatura, İstanbul Senin, Akıllı şehir vizyon belirleme çalıştayı gibi faaliyetler gerçekleştirildi."

Katılımcı 3:"Geçmişe dönük şehir uygulamaları daha da geliştirilerek uygulamaya çalışmıştır."

Katılımcı 4:"Bilgim yok"

Katılımcı 5:"İstanbul Büyükşehir Belediyesi olarak İstanbul'un atık sorununu, tesisler kurarak elektrik enerjisine dönüştürüp büyük bir akıllı şehir uygulamasına imza atmıştır."

Katılımcı 6: "İstanbul Büyükşehir Belediyesi olarak İstanbul'un çöpünü İSTAÇ A.Ş. tarafından elektrik enerjisine dönüştürerek büyük bir akıllı şehir uygulamasına imza atmıştır."

Katılımcıların İBB'deki akıllı şehir projelerinin geçmişi ile yaklaşımları genel bir tarihsel çerçeve sunmak için faydalı olmuştur.Akıllı şehir projelerinin operasyonel süreçlerinde yer almayan Katılımcı 4, tarihsel anlamda da bilgi verememiştir. Bu bağlamda sürecin doğrudan bir parçası olmanın projelerin geçmişi hakkında da bilgi sahibi olmak için gerekli olduğu çıkarımını yapabiliriz. Ancak bu tarzda tek bir katılımcının olması da araştırmanın kısıtıdır. Katılımcıların verdikleri cevaplar ile İBB'deki akıllı şehir projelerinin tarihsel anlamdaki seyri Şekil 1'de görselleştirilmiştir.

Şekil 1. İBB'de Akıllı Şehir Projelerinin Tarihsel Çerçevesi

Şekil 1'de gösterilen tarihsel çerçevede tarihsel olarak belirtilen olaylar akabinde bir çok proje içinde planlamalar yapılmıştır. Resmi olarak 2016'da bu iş için bir müdürlüğün kurulması İBB için projelerin başlamasında etkili olmuştur. Daha sonra oluşturulan yol haritaları, kongre ve manifestolar farkındalık oluşturmak, projeleri duyurmak için ivme kazandırıcı etkinlikler olarak gösterilebilir. 2021 ile birlikte de yeni projelerin oluşturulması için bir stratejik plan yapılmıştır.

Bir Akıllı Şehir Projesinin Yaşam Döngüsü ve Süreç Yönetimi

İBB'deki akıllı şehir projelerinin tarihsel süreci ve katılımcıların bu süreçteki profillerini tanımlayabilmek için sorulan sorulardan sonra çalışmanın ilk araştırma sorusu olan "Akıllı şehir projesinin yaşam döngüsü nasıldır?" sorgulanmıştır. Bu sebeple öncelikle katılımcılara "Bir akıllı şehir projesi nasıl ortaya çıkmaktadır?" sorusu yöneltilmiştir. Katılımcıların cevapları şu şekildedir:

Katılımcı 1:"Koordinasyon, iletişim, birleştirme ve entegrasyon perspektifleriyle altyapıları ve hizmetleri birbirine bağlanmasıyla ortaya çıkmaktadır."

Katılımcı 2: "Bir akıllı şehir projesi her şeyden önce insan odaklı ve yaşam kalitesini arttırmaya yönelik olmalıdır. Bu temelde kamu yararının gözetilerek bilgi ve iletişim teknolojilerinin

kullanıldığı şehre ve şehrin insanına değer katan projeler oluşabilir"

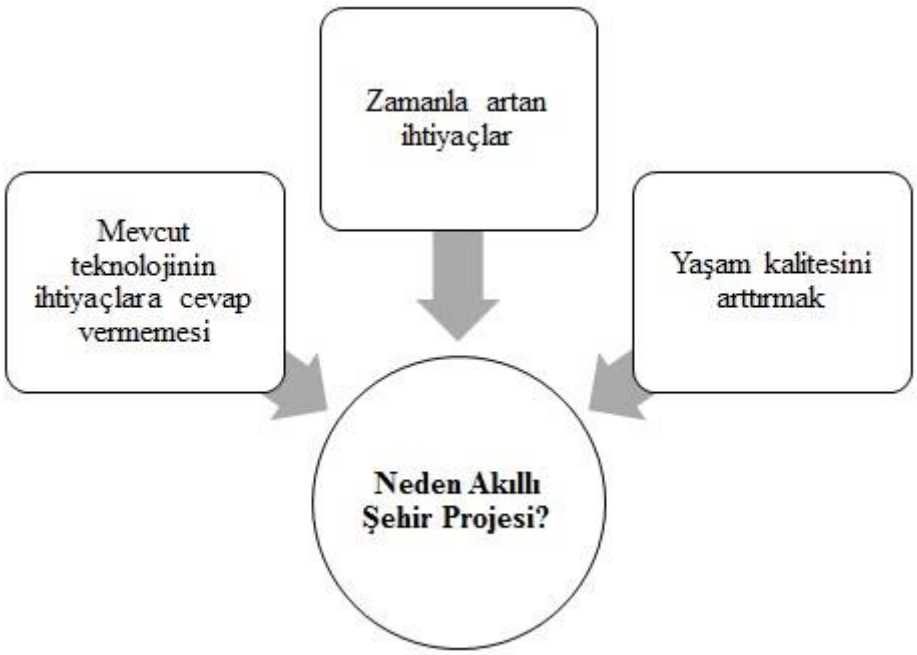
Katılımcı 3:"İş adımlarını gerçekleştiren müdürlüklerin bir araya gelerek planlama yaparak proje ortaya konmaktadır"

Katılımcı 4:"Talep doğrultusunda, eksiklik görüldüğünde ortaya çıkar."

Katılımcı 5:"Akıllı şehir projesi gelişen teknoloji karşısında halkın ihtiyaçlarını karşılamadığı zaman ve arz talebi karşılamadığında ortaya çıkar." (Katılımcı 5)

Katılımcı 6:"Akıllı şehir projesi şehrin ihtiyaçları arttığı zaman ve arz talebi karşılamadığında ortaya çıkması kaçınılmazdır."

Katılımcıların cevapları süreçte yer aldıkları görev ve sorumluluğa göre değişiklik göstermektedir. Örneğin daha çok teknik süreçlerde yer alan Katılımcı 1, akıllı şehir projelerinin İBB'deki yaşam döngüsüne odaklanmıştır. Katılımcı 3 de benzer şekilde projenin yaratılma sürecindeki tüm paydaşlarına dikkat çekmektedir. Diğer katılımcılar ise akıllı şehir projesinin hedef kitlesine yani o şehirde yaşayan tüm insanlara değinmektedir. Bu konuda Katılımcı 2, bir talep olmasa dahi belediyenin ihtiyaçları gözetmesi ya da yaşam kalitesini arttırmak istemesi ile ilişkilendirmektedir. Ancak Katılımcı 4, talebe göre bir projenin ortaya çıktığını, İBB'nin eksiklikleri gözeterek yaptığını ortaya koymaktadır. Katılımcı 5 ve Katılımcı 6, aynı görev ve sorumluluğa sahip olmasının da etkisiyle gelişen ihtiyaçların mevcut hizmetlerle karşılanamadığı noktada, akıllı şehir projelerinin ortaya çıktığını düşünmektedir. Katılımcıların farklı perspektiften verdiği cevaplar ile Şekil 2'de bir akıllı şehir projesinin oluşmasındaki ilk aşamanın dinamiklerini ortaya koyar.



Şekil 2: Akıllı Şehir Projesinin Ortaya Çıkmasının Nedenleri

Akıllı şehir projesinin nasıl ortaya çıktığı sorusu beraberinde bu projelerin kim için yapıldığını da getirmektedir. Bu sebeple katılımcılara "Akıllı şehir projesinin odak noktasında neler yer almaktadır?" sorusu yöneltilmiştir. Katılımcıların cevapları şu şekilde listelenmektedir:

Katılımcı 1: "Akıllı ulaşım, Akıllı Yaşam, Akıllı Yönetişim, Akıllı Çevre, Akıllı Ekonomi, Akıllı İnsanlar"

Katılımcı 2: "İnsan odak noktası olmalı ve kamu yararı gözetilerek yaşam kalitesinin yükseltilmesi önemli odak noktalarıdır."

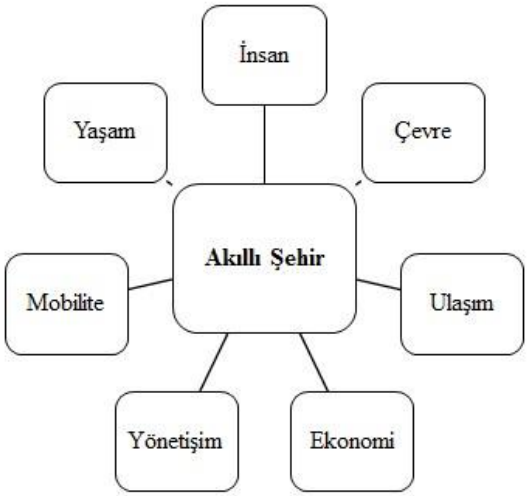
Katılımcı 3:"Kent vizyonu ve hayatı kolaylaştırmak olmalıdır."

Katılımcı 4:"Mobilite, insan, çevre, ulaşım"

Katılımcı 5: "İnsan ve insana hizmettir."

Katılımcı 6:"Odak noktası tabiki insandır."

Katılımcılar bir akıllı şehir projesinin odak noktasında "insan" olduğu konusunda hemfikirdir. Ancak bazı katılımcılar (Katılımcı 1 ve Katılımcı 4) insan dışında bir şehrin diğer paydaşlarına da dikkat çekmektedir. Bu sebeple ana odağı insan olan akıllı bir şehir projesinin genel kapsamı Şekil 3'te görselleştirilmiştir.



Şekil 3. Akıllı Şehir Projesinin Odak Noktası

Odak noktası ve amacı belirlenen projelerin süreç yönetiminde neler olduğu bu çalışmanın kapsamını oluşturmaktadır. Bu sebeple katılımcılara "Yürütülen akıllı şehir projesinde süreç yönetimi nasıl işlemektedir?" sorusu yöneltilmiştir. Alınan cevaplar şunlardır:

Katılımcı 1:"Akıllı yönetişim çerçevesinde vatandaş merkezli dijitalleşmiş bir politika ile yönetilmelidir. Akıllı yönetişim elektronik ve akıllı olarak ikiye ayrılmaktadır. Akıllı kısım, karar alma süreçlerinde dijital teknolojilerden yararlanmaktır. Elektronik kısım ise, hizmet ve organizasyonların dijital dönüşüme uygun olarak revize edilmesidir."

Katılımcı 2:"Akıllı şehir projelerinde süreç yönetimi sürekli daha iyisini gerçekleştirme odağında işlemektedir."

Katılımcı 3:"Koordineli süreç işletilme yapılsa bile etkin işletilmektedir."

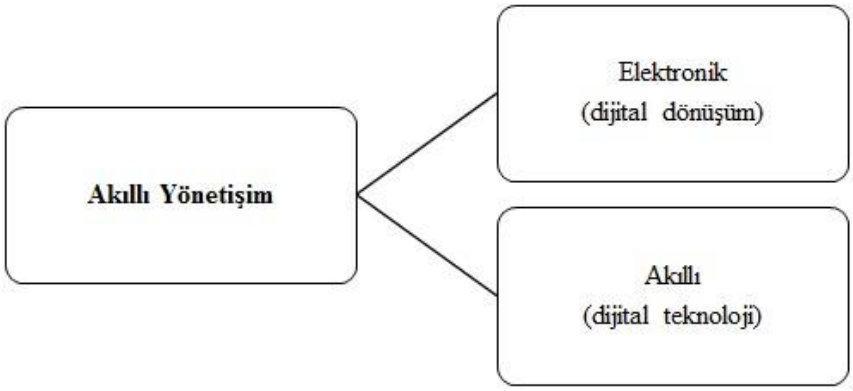
Katılımcı 4:"Bilgim yok"

Katılımcı 5:"Şehrin ihtiyaçlarının giderek artmasından dolayı buna göre ön çalışma yapılarak ihtiyaca uygun bir biçimde projenin gerçekleştirilmesi ve bu projenin geri dönüşlerini gözlemleyerek süreç takip edilmelidir."

Katılımcı 6:"Şehrin çevre ve enerji konusundaki ihtiyaçlarının giderek artmasından dolayı buna göre ön çalışma yapılarak ihtiyaca uygun bir biçimde projenin gerçekleştirilmesi ve bu projenin geri dönüşlerini gözlemleyerek süreç takip edilir."

Operasyonel süreçlerde yer alan katılımcılar, ilgili görev ve sorumlulukları doğrultusunda bu soruyu cevaplamıştır. Örneğin Katılımcı 4, projenin operasyonunda yer almadığından süreç yönetimi ile ilgili bilgi vermemiştir. Buna karşın Katılımcı 1'in detaylı cevabı İBB'deki süreç yönetimi hakkında bize bazı anahtar kelimeler vermektedir. Ancak süreçteki önceliği bir akıllı projenin türü ile ayrıştığına dikkat çeker.

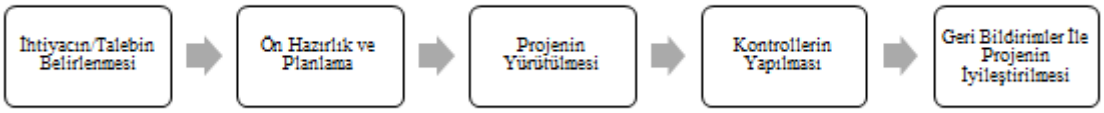
Bir akıllı şehir projesindeki Şekil 4'de ifade edilen ayrım ya da entegrasyonun yapılması gerekmektedir. Bir proje sadece birine hizmet ettiği gibi ikisini de barındırabilir. Ancak her ikisinde de akıllı şehir projesinin süreci şu şekilde işlemektedir:



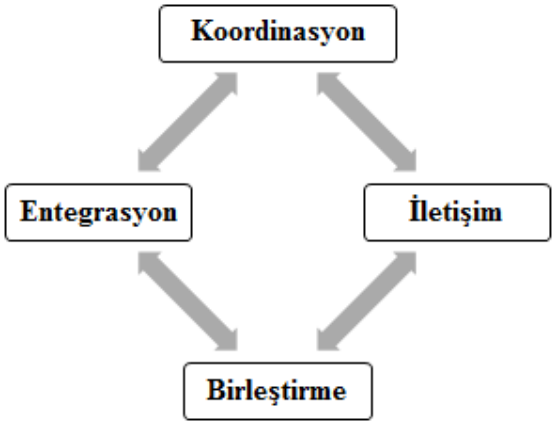
Şekil 4. Akıllı Yönetişimin Unsurları

Şekil 5'te yaşam döngüsü belirlenen akıllı şehir projesinde özellikle son kısım bazı katılımcılar tarafından öne çıkarılmaktadır.

Katılımcı 5 ve Katılımcı 6, alınan geri bildirimlerin projedeki süreci daha iyi hale getirmek için kullanılmasından bahsederken, Katılımcı 2 süreçteki önemli unsurun her zaman daha iyisinin yapılması olduğuna işaret eder. Her zaman daha iyisinin yapılması ise alınan geri bildirimler olmaktadır. Bazı katılımcılarda da (Katılımcı 1 ve Katılımcı 3) sürecin bazı yapıtaşlarına hem bu soruda hem de daha önceki sorularda dikkat çekmiştir. Dolayısıyla bir akıllı şehir projesinin süreç yönetimi boyunca unutulmaması ve her aşamaya aktarılması gereken unsurlar ise şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 5. Bir Akıllı Şehir Projesinin Yaşam Döngüsü



Şekil 6. Akıllı Şehir Projesinde Süreç Yönetiminin Yapı Taşları

Katılımcı 5 ve Katılımcı 6 hariç, farklı departmanlara sahip bu grup içerisinde süreç yönetiminin neresinde olduklarının öğrenilmesi onların ayrı ayrı olarak deneyimlerini öğrenmeyi kolaylaştıracaktır. Her biri ile elde edilen detaylı bilgiler bizi genel çerçevede bir akıllı şehir projesinin süreç yönetiminde alınması gereken rol, sorumlulukları ortaya koymamızı kolaylaştıracak, sorunları ve bunlara getirilen çözüm önerilerini belirlememizi sağlayacaktır. Bu sebeple katılımcılara öncelikle süreç yönetiminde aldıkları rol ve sorumlulukların saptanması için soru yöneltilmiştir. Alınan cevaplar şu şekilde listelenmektedir:

Katılımcı 1: "Hazırlanan projelerde enerji verimliliğine, çevreye olan etkisine, geleceğe uygun şekilde adapte olma elverişliliğine ve sistemsel olarak takip edilebilme kolaylığına dikkat etmek rol ve sorumluluklarımdır"

Katılımcı 2: "Bu süreçte üst yöneticilerden gelen görev ve sorumlulukları öz verili ve nitelikli şekilde yerine getirme odağında çalışılmaktadır. Akıllı şehir proje ve faaliyetlerinin hayata geçirilmesinde ekip ruhu içerisinde her personelin üzerine düşeni yapması önemli olmaktadır."

Katılımcı 3: "Belediyede verilen hizmete bağlı görevi etkin yürütmek sorumluluğumdur."

Katılımcı 4: "Kurum içi iyileştirme çalışmaları ile, daha iyi hedef tahmini oluşturma, veritabanı iyileştirme amaçlı analizler yapıyorum."

Katılımcı 5: "Vatandaşımızın ihtiyaçlarını karşılayıp karşılamadığını izleyip buna göre yeni yöntemler belirlemek"

Katılımcı 6:"Sürecin vatandaşımızın ihtiyaçlarını karşılayıp karşılamadığını izleyip buna göre yol haritasını belirlemek."

Katılımcıların görev ve sorumlulukları yaptıkları işin teknik, idari, operasyonel vb. olmasına göre değişmektedir. Örneğin teknik sorumluluğu olan Katılımcı 1,uyum ve verimlilik anlamında öne çıkan yetkinliklere sahipken, Katılımcı 2 daha çok koordinasyon ve yönetim alanındaki yetkinliklere sahiptir. Daha önceki sorularda akıllı şehir proje konusunda operasyonel hususlara dahil olmayan Katılımcı 4, süreç yönetiminin geri bildirim ve planlama hususunda destek sağlamaktadır. Bu da bir akıllı şehir projesinde süreç yönetiminin sadece operasyonel sorumluluklarla değil teknik, idari ya da planlama gibi alanlarda da görevlerin bir bütünü olduğunu göstermektedir.

Her biri süreç yönetiminde görev alan katılımcıların, süreç boyunca karşılaştıkları sorunlar ve bu sorunlara getirilen çözüm önerileri de görüşme sırasında açıklığa kavuşturulmuştur. Her birinin sürece katkılarının farklı alanlarda olduğu düşünüldüğünde, bu sayede bir akıllı şehir

projesinin tüm sürecindeki sorunların çıkarımı daha kolay olacaktır. Bu bağlamda "Süreç boyunca göreviniz doğrultusunda zorlandığınız hususlar nelerdir?" sorusuna verilen yanıtlar aşağıdaki gibidir:

Katılımcı 1: "Projelerin oluşturulması sırasında yetersiz ve güncel olmayan yönetmelikler ve kamuda yer alan bürokrasi sonucu uzayan süreçler."

Katılımcı 2:"Süreçlerde zorlanılan noktalar özellikle son bir yıl için salgın koşulları olarak söylenebilir."

Katılımcı 3:"Tüm işleyişe adapte olamama sorunu yaşanmaktadır"

Katılımcı 4:"Verileri hazırlama konusunda zorlanıyoruz."

Katılımcı 5:"Vatandaşın yapılanları gereksiz ve masraf olarak görmesi ayrıca halkı bilinçlendirme konusunda yaşanan sıkıntılardır."

Katılımcı 6:"Vatandaşın yapılanları ilk başlarda gereksiz olarak görmesidir."

Karşılaşılan zorluklarda Katılımcı 1, hem içsel hem de dışsal nedenlere dikkat çekerken, Katılımcı 2 sadece dışsal nedene, Katılımcı 4 ise sadece içsel nedenlere dikkat çekmektedir. Katılımcı 3 ise, süreç yönetimine dahil her iş biriminin kendi işinin yanı sıra genel çerçeveye hakim olmaması ve uyumuna dikkat çekmektedir. Örneğin süreçle sadece kendi işi konusunda ilgili olan Katılımcı 4, akıllı şehir projesi ile ilgili genel ve kapsayıcı sorularda fikir beyan edememiştir. Bu noktada projenin Şekil 7'de ortaya konan yapı taşlarının benimsenmesi gerekebilir. Başka bir önemli sorun da Katılımcı 5 ve Katılımcı 6'dan gelmektedir. Projelerin gerekliliği ya da etkileri konusunda paydaşlar yeteri kadar bilgilendirilmezse ya da bilinçlendirilmezse geri bildirimde istenilen verim sağlanamayacak ve projelerin geliştirilmesi sekteye uğrayacaktır.

Karşılaşılan bu sorunlar karşısında katılımcıların getirdikleri çözümler ise şunlardır:

Katılımcı 1:"Projeleri birlikte yönettiğimiz kurum ve kişilerle sürekli iletişim halinde kalarak yapılan işin sürekli takip edilmesi ve sorgulanması sayesinde zorlukların üstesinden gelinmiştir. "

Katılımcı 2:"Zorluklar karşısında yetki ve sorumluluk düzeyi içerisinde gerekli iletişim ve faaliyetleri sağlamak gibi bir yol izlenildi."

Katılımcı 3:"Bilgi alışverişi ve iletişimde iyi noktaları yakalayarak çözüme ulaşılmaya çalışılmıştır."

Katılımcı 4: "Bilgim yok"

Katılımcı 5:"Bu tür akıllı şehir projelerinin belediye tarafından vatandaşın daha iyi anlaması için açıklayıcı, şeffaf ve tanıtıcı reklam konusunda yol izlenmelidir."

Katılımcı 6:"Bu tür akıllı şehir projelerinin belediye tarafından vatandaşında daha iyi anlaması için reklam kısmı iyi yapılmalıdır."

Bir önceki soruda süreç yönetiminde operasyonel ve teknik süreçlerden bahseden katılımcılar (Katılımcı 1,2,3,4) sorunun çözümünde Şekil 7'de de bahsedilen yapıtaşlarını kullanmışlardır. Dolayısıyla süreç yönetiminde ilgili birimlerin üzerine düşeni yapması olarak yaklaşılması mümkün değildir. Akıllı şehir projesi her birimin, her paydaşın bir parçasıdır ve birlikte çalışılarak sürecin yürütülmesi gerekmektedir. Projelerin yeteri kadar halkta yankı uyandırmamasını bir sorun olarak gösteren Katılımcı 5 ve Katılımcı 6 ise bu hususta "reklam" ögesine dikkat çekmektedir. Ancak bu reklamın tanıtıcı olduğu kadar açıklayıcı ve şeffaf da olması gerektiğini düşünmektedirler.

Bireylerin kendi iş birimlerini de düşünerek verdikleri sorun/çözüm yaklaşımı bu kez de genel sürece ne kadar hakim olabildiklerini (Şekil 7'yi ne kadar uyguladıkları) görebilmek için "Belediyenin akıllı şehir projelerinin süreç yönetiminde zorlandığı hususlar nelerdir, bunlara nasıl bir çözüm önerisi ile yaklaşmıştır?" şeklinde sorulmuştur. Alınan cevaplar ise şunlardır:

Katılımcı 1: "Projelerin oluşturulması sırasında yetersiz ve güncel olmayan yönetmelikler ve kamuda yer alan bürokrasi sonucu uzayan süreçlerdir. Projeleri birlikte yönettiğimiz kurum ve kişilerle sürekli iletişim halinde kalarak yapılan işin sürekli takip edilmesi ve sorgulanması sayesinde zorlukların üstesinden gelinmiştir."

Katılımcı 2: "Belediye akıllı şehir projelerinde kısıtlı imkanlar ve kısıtlı iş birliği fırsatlarına sahip. Bu zorluklara çözüm olarak ise alternatif yöntem ve yaklaşımlar kazanılmıştır."

Katılımcı 3:"Zorlandığı hususlar adapte ve bilgi eksikliği buna bir ağ oluşturarak bilgiyi aynı yerde toplayarak çözüm bulmaya çalışmıştır."

Katılımcı 4:"Bilgim yok"

Katılımcı 5:"Belediye bu konuda vatandaşa medyayı kullanarak bu projeleri neden gerekli olduğunu artıları ve eksilerini, hizmet anlayışı ile çalışarak buna göre tanıtım yapmaktadır."

Katılımcı 6:"Belediye bu konuda vatandaşa medyayı kullanarak bu projeleri neden gereklidir hizmette sınır yoktur anlayışı ile yaklaşmaktadır ve buna göre tanıtım yapmaktadır."

Katılımcı 1'in İBB'nin karşılaştığı sorunlar kendi yaşadığı sorunla benzerdir ve İBB'nin de akıllı şehir projesinin yapı taşları olarak ifade edilen dinamikleri uygulayarak çözüme gittiğini ifade etmektedir. Katılımcı 2 kaynak yetersizliğine dikkat çekerek, alternatif yöntemlerin planlama sürecinde yer bulduğunu ve bu sayede çözüme gidildiğini vurgulamaktadır. Katılımcı 3'ün daha önce bahsettiği adaptasyon sorunu İBB nezdinde bilgi eksikliği dahil edilerek tekrar ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda Katılımcı 3, sürece dahil olan her tarafın ortak bir ağda buluşturularak çözüme gidilmeye çalışıldığını vurgulamaktadır. Nitekim Katılımcı 4'ün süreç yönetiminin bütünüyle ilgili bilgi sahibi olmaması Katılımcı 3'ün bahsettiği soruna bir örnek teşkil etmektedir. Katılımcı 5 ve Katılımcı 6, İBB'nin karşılaştığı sorunda yine projelerin halka aktarılmasına dikkat çekmiştir. Belediyenin bu sorunu çözmek için medyayı sıkça kullandığını öne sürmektedir. Katılımcıların verdikleri cevaplar neticesinde İBB'nin akıllı şehir projesinin süreç yönetiminde karşılaşılan sorunlar ve çözümler Tablo 2'de görselleştirilmiştir.

Tablo 2. Akıllı Şehir Projesinin Süreç Yönetiminde Karşılaşılan Sorunlar ve Çözümler

Sorun	Sorunun Türü	Çözüm	Çözümün Türü
Yetersiz ve güncel olmayan yönetmelikler	İçsel	İletişim	Geçici
Bürokrasi ile uzayan süreçler	Dışsal	İletişim ve Koordinasyon	Kalıcı
Covid-19 salgını	Dışsal	İletişim ve Birleştirme	Kalıcı
Bilgi eksikliği	İçsel	İletişim ve Koordinasyon	Kalıcı
Tüm süreçle ilgili adaptasyon	İçsel	İletişim ve Koordinasyon	Kalıcı
Projelerin halk tarafından bilinirliği ve gerekliliğinin benimsenmesi	Dışsal	Şeffaf ve Açıklayıcı Tanıtım	Kalıcı
Kaynak kısıtı	İçsel	Alternatif Bulma	Geçici

Tablo 2 ile birlikte İBB'nin akıllı şehir projesinde süreç yönetimi operasyonel anlamda noktalanmıştır. Katılımcı 5 ve Katılımcı 6 tarafından da bahsedilen projelerin halkta bulduğu yansıma aslında iyi bir süreç yönetiminin olmazsa olmazlarındandır. Çünkü süreç yönetimi ihtiyacın belirlenmesi ile başlayıp, geri bildirimle son bulmaktadır. Kullanıcıların geribildirimi ile aslında süreç yönetimi tekrar başa dönmekte ve ihtiyaçtaki eksiklikleri tamamlayarak kendini yinelemektedir. Bu noktada bir projenin etkisinin belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu bağlamda çalışma için diğer bir araştırma sorusu incelenmek için belirmektedir: Akıllı şehir projesinin etkileri nelerdir ve projenin hedef kitlesi bu etkinin ne kadar farkındadır?

Katılımcı 1:"Daha hızlı ve etkin bir hizmet sunmuştur. Bu şekilde belediye daha rahat ve hızlı çalışarak insana, çevreye ve şehre değer katmıştır. Ayrıca çalışma mekanizması daha etkin hale gelmiştir. Büyük verilerin etkin olarak kullanımı daha az zaman ve enerji kaybı sağlamaktadır."

Katılımcı 2:"Bilgi ve internet çağında İstanbul gibi büyük ticari ve demografik değere sahip bir şehri, akıllı şehir projeleri desteğiyle yürütmek şehrin her türden kaynağını verimli kullanmayı sağlayacaktır."

Katılımcı 3:"Daha iyi yönetim ve etkili sorun çözme hataları önleme durumları oluşmaktadır." Katılımcı 4:"Kurum içi iyileştirme çalışmaları ile, daha iyi hedef tahmini oluşturma, veritabanı iyileştirme amaçlı analizler yapıyoruz."

Katılımcı 5:"Vatandaşa hizmet noktasında Halkla ilişkiler ve reklamla misyon ve vizyonunu arttırmıştır."

Katılımcı 6:"Vatandaşa hizmet noktasında sınır tanımaması İ.B.B.'yi vatandaş memnuniyeti konusunda ihya etmiştir."

Katılımcılara göre belediyeye etkileri farklı açılardan görünürdür. Örneğin Katılımcı 1 ve Katılımcı 2 şehrin kaynaklarını daha verimli kullanması ile daha sürdürülebilir bir hale geldiğini ifade eder. Bu sayede şehrin azalan bazı maliyetleri ile İBB şehre değer katan diğer projelerine kaynak (zaman, bütçe, enerji vb.) ayırabilmektedir. Katılımcı 3 ise sürdürülebilir yönetim ile şehirde oluşabilecek her türlü sorun için alınan önemlere dikkat çekmektedir. Bu sayede şehirde oluşacak kayıplar daha yaşanmadan önlenmiş olmaktadır.

Akıllı şehir projelerinin etkileri bağlamında katılımcılara bir de "Akıllı şehir projelerinin İstanbul halkı için etkileri neler olmuştur?" sorusu yöneltilmiştir. Alınan cevaplara göre, projenin İstanbullulara etkileri şunlardır:

Katılımcı 1:"İnsanlara ve şehre daha konforlu ve güvenli bir yaşam sunmuştur. Ayrıca insan ve çevrenin dengeli bir şekilde yaşayabilmesinin yolu açılmıştır."

Katılımcı 2:"İstanbul halkı projeler kapsamında nihai yararlanıcı olarak düşünülebilir. Ayrıca İstanbul halkı akıllı şehir projeleri ile kentlilik olgusunu benimseyerek şeffaf uygulamalarla katılımcı bir yönetim anlayışıyla daha mutlu yaşayabilecektir."

Katılımcı 3:"Yaşayan toplum için hayatı kolaylaştırma etkileri olmuştur."

Katılımcı 4:"Vatandaş odaklı çalışıyoruz. Çıktılarımız daha ulaşılabilir ve entegre ulaşımı olan İstanbul yaratmak üzerinedir."

Katılımcı 5:"Atıkların geri dönüşümle vatandaşa hizmet olması, vatandaşımızın memnuniyetini ve güvenini arttırmıştır."

Katılımcı 6:"Atık suların arıtılıp yeniden vatandaşa geri kazandırılması vatandaşımızın susuz kalma riskini ortadan kaldırmıştır"

Katılımcıların verdikleri cevaplar doğrultusunda İstanbul halkı akıllı şehir projeleri ile birtakım hususlardan etkilenmiştir. Bunlar güvenli şehir, insan ve çevre dengesi, katılımcı bir yönetime ortak olma, ulaşılabilir ve entegre hizmetler, kolaylaşan şehir anlayışı, atık yönetimi ve geri dönüşüm, susuzlukla mücadeledir.

Hem İBB hem de İstanbul halkı için akıllı şehir projelerinin etkileri düşünüldüğünde, etkinin odağında yine insan vardır. İBB üzerindeki etkiler de yine insana yöneltilmekte ve halkın daha rahat, daha güvenli daha sürdürülebilir yaşamasına yönelik bir yayılım ile tekrar İstanbul'a yöneltilmektedir. Akıllı şehir projelerinin etkileri bu noktada Tablo 3 ile görselleştirilmiştir.

Tablo 3. Akıllı Şehir Projelerinin Etkileri

Belediye'ye Etkileri	İstanbul Halkına Etkileri
Belediyeye Güven ve Algılanan Hizmet Kalitesi	Atık Yönetimi ile Susuzlukla Mücadele
İhtiyaçların Daha İyi Belirlenmesi	Daha Kolay Bir Şehir
Daha İyi Yönetim	Yönetime Ortak Olma
Daha İyi Sorun Çözme Süreci	Daha Konforlu Bir Şehir
Şehir Kaynaklarının Daha Etkin ve Verimli Kullanımı	Daha Güvenli Bir Şehir
Zaman ve Enerjide Kazanım	Çevre-İnsan Dengesi
Halka Daha Yakın Olma	Sosyal, Çevresel ve Yönetişimsel Açıdan Sürdürülebilirlik

Katılımcıların ifadeleri ile etkisi bu kadar belirgin olan akıllı şehir projeleri halk tarafından fark edildikçe etki alanı daha da genişlemektedir. Bu nedenle katılımcılara "İstanbul halkı akıllı şehir için yapılanların ne kadar farkındadır?" sorusu yöneltilmiştir. Alınan cevaplar ise şu şekildedir:

Katılımcı 1:"Gelir düzeyi yüksek olan şehirlerde (İstanbul, Ankara, İzmir veya Bursa) akıllı şehir tanımını ve uygulamalarını daha iyi bilmektedir. İstanbul halkı ulaşım, akıllı otopark, kent mobilyaları, çöp toplama ve ayrıştırma ile ışıklandırmanın farkındadırlar. Uzaktan sağlık hizmetleri ve engellilere yönelik uygulamalarla daha aşinadırlar."

Katılımcı 2:"Özellikle son yıllarda dijitalleşme ile birlikte İstanbul halkı da akıllı şehir uygulamaları noktasındaki farkındalığını ve bilgisini arttırdığı söylenebilir."

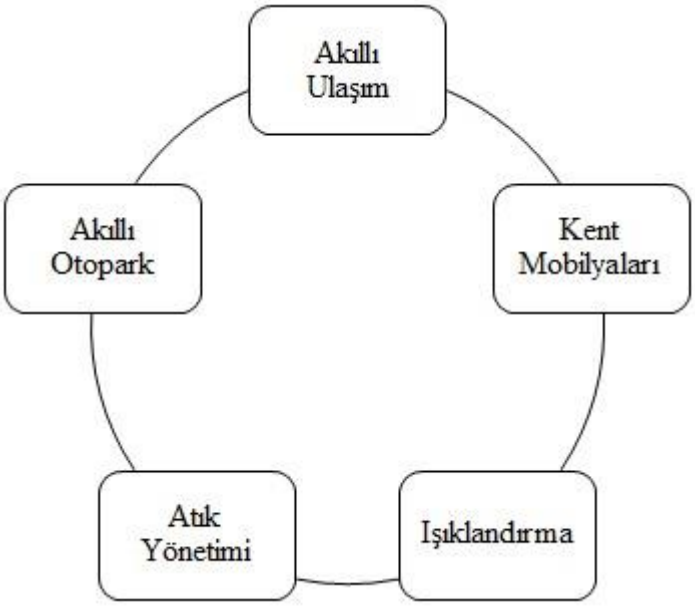
Katılımcı 3:"Bilinçsiz toplum yapılan işleyişin etkin kullanımına sebep olamadığı için net farkındalık olabildiğini düşünmüyorum"

Katılımcı 4: "Zamanla daha çok farkında olacaklardır. En çok görülür yer İETT olmaktadır"

Katılımcı 5:"Yeterli düzeyde değildir."

Katılımcı 6: "İstenilen seviyede değil."

İstanbul halkının farkındalık düzeyi bazı katılımcılar (Katılımcı 3,5,6) için yeterli değilken, diğer katılımcılar tarafından bazı alanlarda yoğunlaşan bir farkındalık söz konusudur. Katılımcı 2 ise oluşan bu farkındalıkta itici gücün artan dijitalleşme olduğunu vurgularken Katılımcı 1 genel anlamda gelir düzeyi yüksek şehirlerin farkındalığının daha çok olduğuna dikkat çekmektedir. Bu bağlamda hangi projelerin daha çok farkındalık sağladığı aşağıdaki görselde ortaya konmuştur.



Şekil 7. Akıllı Şehir Projelerinde Farkındalık Oluşturan Alanlar

İBB'nin Akıllı Şehir Projelerinde Gelişim Gösterebileceği Hususların Belirlenmesi

Süreç yönetimi, etki alanı ve farkındalığı işlenen akıllı şehir projeleri için son olarak onu daha iyiye taşıyabilecek noktaların tespiti amaçlanmıştır. Bu bakımdan öncelikle katılımcılardan içsel bir bakış açısı ile kendi fikirleri sorulmuş daha sonra da dünya ülkelerindeki diğer metropollerle kıyaslandığında nasıl bir durumda olduğunu ifade etmeleri istenmiştir. Daha sonra da İBB'nin konu ile ilgili neler yaptığı sorulmuştur. Katılımcılardan alınan cevaplara göre İstanbul'daki akıllı şehir projelerinin geliştirilebilecek hususları şunlardır:

Katılımcı 1:"Dijital platform, mobil cihazlar, nesnelerin interneti, büyük veri, açık veri ve bulut bilişim gibi teknolojilerin entegrasyonu ile akıllı altyapı oluşturarak daha etkin ve hızlı bir hizmet verilebilir. Akıllı bina, enerji ve su çevre ile ilgili çalışmalara daha çok ağırlık verilmelidir."

Katılımcı 2:"Akıllı şehir projelerinde çok paydaşlı iş birlikleri akıllı şehir projelerinin geliştirilebilecek konuları olarak görülebilir."

Katılımcı 3:"Toplumdan bilgi toplanarak o yönde projelerin yapılmasına zemin hazırlanmalıdır."

Katılımcı 4:"Daha yeşil çevre ve temizlik çalışmaları yapılmalıdır."

Katılımcı 5:"Enerji geri dönüşümleri konusunda belirli bir seviye üstüne çıkarak dünyaya örnek bir akıllı şehir uygulayıcısı olmasıdır"

Katılımcı 6:"Enerji geri dönüşümleri konusunda bir seviye üstüne çıkıp dünyaya örnek bir akıllı şehir uygulayıcı şehir olarak örnek olmasıdır"

Katılımcıların verdikleri cevaplar doğrultusunda İBB'nin akıllı şehir projelerindeki gelişim alanları arasında çevre, su ve enerji gibi konular öne çıkmaktadır. Bunun haricinde Katılımcı 1 dijitalleşmenin daha yoğun olarak hayatlarımıza girdiği yeni teknolojilerin kullanımına işaret etmektedir. Katılımcı 2 ise çok paydaşlı işbirliklerinin mevcut akıllı şehir projelerinin daha kompleks ve etkin olabilmesi için faydalı olacağını düşünmektedir. Katılımcı 3 ise ihtiyaçların daha doğru belirlenmesi hususunda toplanacak veri ve bilgiye dikkat çekmektedir.

İstanbul gibi ülke nüfusunun, sanayisinin vb. ögelerinin çoğunu içerisinde bulunduran dünya metropolleri de akıllı şehir projelerini yürütmekte ve katılımcıların geliştirilebilecek husus olarak belirledikleri çoğu dinamik bu ülkelerde çoktan yapılmış durumdadır. Bu durumda katılımcılara "Dünya ülkelerindeki diğer metropollerle İstanbul'daki akıllı şehir projelerini kıyas yaptığınızda İstanbul'un nasıl bir durumda olduğunu düşünüyorsunuz?" sorusu yöneltilmiştir. Alınan cevaplar ise şu şekildedir:

Katılımcı 1:"İstanbul'da akıllı kent uygulamaları ulaşım, toplu ulaşım, acil müdahale ve doğal afetler ile hava kalitesi takibi gibi konularda yoğunlaşmıştır fakat akıllı bina, enerji ve su gibi konularda yetersiz kalmaktadır."

Katılımcı 2:"İstanbul Dünya'nın önemli metropollerinden olmasına rağmen akıllı şehir uygulamaları ve projelerinde potansiyelinin tamamını hayata geçirdiğini düşünmüyorum. Özellikle gelişmiş ülkelerin akıllı şehirde geldikleri nokta İstanbul için de geçerli bir hedef olmalı ve bu doğrultuda gerekli altyapı yatırımları (fiber internet, sensörler, big data, açık veri) yapılmalı."

Katılımcı 3:"Yetersiz ve uygulamada eksiklik olduğunu düşünüyorum. Kıyaslama için yapılacak proje geçişleri iyi planlanmadığını ve hayata geçirilemediğini düşünüyorum."

Katılımcı 4:"İstanbul'un denk seviyede olduğunu düşünüyorum"

Katılımcı 5:"Diğer metropollerle eş durumdadır."

Katılımcı 6:"Diğer metropollere göre İstanbul şehri akıllı şehircilik konusunda ortalamanın üstündedir."

Alınan cevaplara göre iki katılımcı (Katılımcı 4 ve Katılımcı 5) İstanbul'un akıllı şehir bağlamında diğer metropollerle denk olduğunu düşünmekte bir katılımcı (Katılımcı 6) ise İstanbul'un ortalamanın üzerinde bir performansa sahip olduğunu düşünmektedir. Geriye kalan katılımcılar İstanbul'la diğer dünya metropollerini kıyasladıklarında geliştirilebilecek bazı alanların olduğunu ortaya koymaktadırlar.

Son iki soru birlikte değerlendirildiğinde İBB'nin akıllı şehircilik için geliştirebileceği hususlar olduğu ortadadır. Ancak bu noktada katılımcılara İBB "Projelerin geliştirilmesi için neler yapmaktadır?" sorusu yönlendirilerek süreç yönetiminde eksikliklerin ne kadarının farkında olunduğu tespit edilmeye çalışılmıştır. Katılımcıların verdikleri cevaplar doğrultusunda İBB'nin projelerin geliştirilebilmesi için aldığı aksiyonlar şunlardır:

Katılımcı 1:"Akıllı kent kavramının geliştirilmesi için geniş çaplı yerel ve ulusal politikaların seviyelerinin yükseltilmesi gerekmektedir ki; İBB 2021 Vizyon ve misyon belirleme çalıştayı yaparak İBB Akıllı Şehir Stratejik Planını yapmıştır"

Katılımcı 2:"Akıllı şehir projeleri için ulusal ve uluslararası düzeyde hibe, destek programları, farkındalık eğitim ve etkinlikleri yapılmaktadır."

Katılımcı 3:"Yapılmış projeler incelenip uygulamada o hususlar dikkate alınmaktadır."

Katılımcı 4:"Bilgim yok"

Katılımcı 5:"Yeni girişimler, yeni istekler bu konuda projelerle desteklenmektedir."

Katılımcı 6:"Yeni atılımlar bu konuda yeni projelerle desteklenmektedir."

Verilen cevaplara bakıldığında Katılımcı 1, bu konunun İBB nezdinde yeni bir vizyon ve misyon oluşturma girişimine yol açtığını ve bir çalıştay ile 2021 yılında İBB Akıllı Şehir Stratejik Planını ortaya koyduğunu ifade etmektedir. Katılımcı 2 ise kaynak kısıtı için geçici çözümlere başvurulan alternatif yöntemler yerine daha kalıcılarını bulmak için hibe ve destek programları sürdürdüğünü ayrıca yapılan projelerin halk tarafından daha görünür olmasının sağlanması için farkındalık çalışmaları yapıldığını ifade etmektedir. Bu projelere katılım

olmadığında herhangi bir performansa da ulaşamayacağını düşündüğümüzde farkındalığı arttırmak geri bildirimlerle yeni projelerin geliştirilmesi için de kritiktir. Katılımcı 3 de geçmiş projlerin de incelendiğini ve oradaki deneyimlerin yeni projelere aktarıldığını ifade ederek aslında İBB'nin odak noktasının etki alanını arttırıcı çalışmalar olduğunu daha da görünür kılmaktadır.

Katılımcılara mülakat bitiminde konu ile eklemek istedikleri hususları iletebilecekleri söylenmiş, böylece akıllı şehir projelerinde süreç yönetimi ile ilgili önemli bir detayın atlanmaması hedef alınmıştır. Bu soruya sadece Katılımcı 1 ve Katılımcı 5 yanıt vermiş olup, cevapları şu şekildedir:

Katılımcı 1:"Büyük verilerin etkin olarak kullanımı daha az zaman ve enerji kaybı sağlamaktadır ve diğer çıktıları ile beraber hayat şartlarını yükseltmektedir. Bu süreçte verilerin paylaşımı sırasında güvenlik, gizlilik hakkı ve veri kesinliğine dikkat edilmelidir. Ayrıca bu süreçlere vatandaş daha fazla dahil edilmelidir. Sürdürülebilir ve modern bir ağ altyapısı inşa edilmelidir. Kentsel dönüşüme, acil durum-afet uygulamalarına ağırlık verilmelidir. Sıfır atık projelerine yoğunlaşılmalıdır."

Katılımcı 5:"Vatandaşın, halkın içine karışarak talep ve isteklerini dinleyerek sorunların çözümlenmesi konusunda gerekli çalışmaları yaparak faaliyete geçirmektir."

Her iki katılımcının da odağında yine insan yani vatandaş vardır. Çünkü akıllı projeler kullanıcılarının katılımı, entegrasyonu ve etkileşimi olmadığında amacına ulaşıp, gelişme gösteremezler. Katılımcı 1, insanların bu tür projelere olan çekincelerini öngörerek, projelere daha fazla dahil edilmelerini önermektedir. Ayrıca şehirde kurulan akıllı projelerin hem sürdürülebilir hem de modern bir ağ yapısı ile "birleştirme" ilkesi ile hareket etmesinin gerekliğine değinmektedir.

Sonuç

Akıllı şehirler, yaşam kalitesi yüksek, kaynakların güvenli ve verimli kullanıldığı, gerçek zamanlı veriler kullanılarak anlık müdahale edilebilen sürdürülebilir şehirlerdir. Akıllı şehirlerde, farklı birimler tarafından koordine edilen, farklı teknolojiler kullanılarak dinamik veri girişine dayalı akıllı çözümler üretilmektedir.

Hızla kentleşen dünyada, kaynakların teknoloji aracılığıyla verimli ve etkili kullanılmasını destekleyen akıllı şehir yaklaşımının, başta gelişmiş ülkelerde olmak üzere çeşitli uygulamalarla hızla yaygınlaştığı görülmektedir. Özellikle kentsel nüfusun yoğun olduğu metropollerde, sürdürülebilir bir dünya yaratmak için yerel yönetimlerin kıt kaynakları verimli kullanmak ve yaşam kalitesini iyileştirmek için gerekli teknolojileri kullanarak akıllı şehir yaklaşımını uygulaması önemlidir.

Dijital gelişimin son aşamasında akıllı şehirler ve yerel sorunların çözümünde akıllı teknolojilerin kullanılması, yerel vatandaşların beklenti ve taleplerinin hızlı bir şekilde karşılanması, katılımcı demokrasisinin güçlendirilmesi, yerel yönetimlerin şeffaf bir şekilde yönetilebilmesi gibi fırsatlar yaratmıştır. Akıllı şehir uygulamaları, kamu kaynaklarının verimli ve etkili bir şekilde kullanılması açısından da önemli avantajlara sahiptir. Bu nedenle, dünyanın dört bir yanındaki yerel yönetim kuruluşları, kentsel sorunları çözmek, hizmetler sunmak ve klasik e-belediye uygulamasının ötesine geçen akıllı teknolojiler aracılığıyla paydaşları memnun etmek için çeşitli sensörler ve araçlar aracılığıyla toplanan büyük verileri daha iyi kullanmanın yollarını aramaktadır. Bu şehirlerden biri olan İstanbul Büyükşehir Belediyesi de akıllı şehir kapsamında uygulamaları hayata geçirmektedir.

Bu çalışma ise Türkiye'de son yıllarda sürdürdüğü projeler ve girişimlerle akıllı teknolojilerden yoğun şekilde faydalanan İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nde uygulanan akıllı şehir projelerinin mevcut durumunu ve akıllı teknolojilerinin proje süreç yönetimine yansımasını ele almaktadır. Bu doğrultuda İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nde çalışan ve akıllı

şehir projeleri ile ilişkilendirilmiş işler yürüten 6 farklı kişi ile mülakat analizi gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar akıllı şehir projelerine süreç yönetme, teknik, idari, planlama ve operasyonel bağlamda katkı sunmaktadırlar.

Katılımcıların verdikleri cevaplar doğrultusunda projelerin resmi olarak 2016'da bu iş için bir müdürlüğün kurulması ile başladığı tespit edilmiştir. Daha sonra oluşturulan yol haritaları, kongre ve manifestolar farkındalık oluşturmak, projeleri duyurmak için ivme kazandırıcı etkinlikler olarak gösterilebilmektedir. 2021 ile birlikte de yeni projelerin oluşturulması için bir stratejik plan yapılmıştır.

Katılımcıların verdikleri cevaplar doğrultusunda akıllı şehir projelerinin yapılma nedenleri çeşitlidir. Temelde ise üç ögeden bahsedilebilir. Bunlar: Mevcut teknolojinin ihtiyaçlara cevap vermemesi, zamanla artan ihtiyaçlar ve yaşam kalitesinin arttırılmak istenmesidir. Bu tür nedenlerle ortaya çıkan akıllı şehirlerin ise odak noktalarında insan, çevre, ulaşım, ekonomi, yönetişim, mobilite ve yaşam vardır. Katılımcıların ifade ettikleri bu kavramlar literatürde de akıllı şehirleri tanımlayan bileşenler ile birebir örtüşmektedir.

Çalışmanın odak noktası olan süreç yönetimi ile ilgili sorulara gelindiğinde katılımcılar bu sürecin bileşenlerini koordinasyon, iletişim, birleştirme ve entegrasyon olarak ifade etmiştir. Süreçte karşılaştıkları sorunlar ve getirilen çözümler de katılımcılara soru olarak yöneltilmiştir. Alınan cevaplar ile sorunlar içsel ve dışsal olarak iki ana kategoriye ayrıştırılmıştır. Getirilen çözümlerin ise çoğunlukla kalıcı olduğu gözlemlenmiştir.

Akıllı şehir projelerinin etkileri ile ilgili ise katılımcılara yöneltilen sorular neticesinde cevaplar belediyeye etkileri ve topluma etkileri olarak sınıflandırılmıştır. Projelerin farkındalık oluşturduğu alanlarda ise akıllı ulaşım, kent mobilyaları, ışıklandırma, atık yönetimi ve akıllı otopark bulunmaktadır. Son olarak ise İBB akıllı şehir projelerinin geliştirilebileceği alanlar tespit edilmiştir. Gelecekteki çalışmalar benzer metodolojiyi farklı şehirler için uyarlayabilmekle birlikte, bu süreçte uygulanan değişim liderliği için nicel bir analiz yöntemi de benimseyebilirler.

Kaynaklar

Acar, H., (2019). Akıllı Şehir Çözümleri Uygulamalarında Hayata Geçirilen İş Modelleri İle Değer Önerilerinin İlişkileri. Bahçeşehir Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Ayvaz, B., Kuşakçı, A. O., Öztürk, F., Sırakaya, M., 2018, Biyodizel Tedarik Zinciri Ağ Tasarımı İçin Çok Amaçlı Karma Tam Sayılı Doğrusal Programlama Modeli Önerisi, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 23(4), 55-70.

Baltacı, A., (2019). Nitel Araştırma Süreci: Nitel Bir Araştırma Nasıl Yapılır? Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 5(2), 368-388.

Celik N., Öztürk, F., (2017),'' The Upcoming issues of industry 4.0 on occupational health and safety specialized on turkey example'', International Journal of Economics, Business and Management Research, 1(5), 236-256.

Gürsoy, O., (2019). Akıllı Kent Yaklaşımı ve Türkiye'deki Büyükşehirler İçin Uygulama İmkanları, Yüksek Lisans Tezi,: Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Hill, D., (2009). The Street as a Platform. Steven Johnson (Ed.), Best Technology Writing 2009, Yale University Press.

İnce, U., Ayvaz, B., Öztürk, F., Kuşakı, A.O., (2018), Value Stream Mapping in Lean Production and an Application in the Textile Sector, Journal of İnternational Trade, Logistics and Law, 4(1), 111-125.

Kayar A., Ayvaz B., Öztürk F., (2018): ”Akıllı Fabrikalar, Akıllı Üretim: Endüstri 4.0’a Genel Bakış”, International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology (EurasianSciEnTech 2018), November 22-23, Ankara, Turkey, pp. 1661 – 1668.

Kayar A., Öztürk F., Ceyhan H., (2021): Increasing productivity and quality with IoT technologies in indus-trial treatment systems, European, Asian, Middle Eastern, North African Conference on Management & Information Systems (EAMMIS), Istanbul/Turkey, 19-20 March 2021.

Kayar, A , Öztürk, F., (2020). Smart Reactor Production Monitoring System-an Industry 4.0 Application in the Chemical Industry . Journal of Industrial Policy and Technology Management, 3(2), 157-173.

Köseoğlu, Ö., & Demirci, Y., (2018). Akıllı Şehirler ve Yerel Sorunların Çözümünde Yenilikçi teknolojilerin kullanımı. Uluslararası Politik Araştırmalar Dergisi, 4(2), 40-57.

Kuşakçı, A. O., Ayvaz, B., Öztürk, F., Sofu, F., 2019, Bulanık Multimoora İle Personel Seçimi: Havacılık Sektöründe Bir Uygulama, Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8(1), 96-110

Lehr, T., (2018), “Smart Cities: Vision on-the-Ground”, McClellan, S., J. A. Jimenez ve G. Koutitas (Ed.), Smart Cities Applications, Technologies, Standards, and Driving Factors içinde. Cham, Switzerland: Springer.

Öztürk, F., (2014), “Qualität, Effizienzsteigerung und integrierte Managementsystemen im türkischen Eisenbahnsektor’’, Social and Natural Sciences Journal, 8(2), 14-19.

Öztürk, F., (2021), Increasing Productivity and Quality in the Production Sector by Digitalization, Financial Strategies in Competitive Markets: Multidimensional Approaches to Financial Policies for Local Companies, Chapter 11, pp. 151-164 , Springer International Publishing, eBook ISBN: 978-3-030-68612-3.

Öztürk, F., (2022), Industry 4.0 and Components in Production Enterprises, Industrial Engineering in the Internet-of-Things World, Chapter 5, pp. 55-67 , Springer International Publishing, Online ISBN: 978-3-030-76724-2, DOI: 10.1007/978-3-030-76724-2_5

Öztürk, F , Kaya, G . K., (2020). Afet Sonrası Toplanma Alanlarının PROMETHEE Metodu ile Değerlendirilmesi. Uludağ University Journal of the Faculty of Engineering, 25 -(3) , 1239-1252.

Sevim, M. A., Kırcova, İ., & Çuhadar, E., (2019). Yerel yönetimlerde akıllı şehir vizyonu: şehir yönetim araçları ve trendleri. Strategic Public Management Journal, 5(9), 109-126.

Su, K., Li, J., & Fu, H., (2011). Smart city and the applications. In 2011 international conference on electronics, communications and control (ICECC) (pp. 1028-1031). IEEE.

Varol, Ç., (2017). Sürdürülebilir Gelişmede Akıllı Kent Yaklaşımı: Ankara'daki Belediyelerin Uygulamaları. Çağdaş Yerel Yönetimler, 26(1), 43-58.

Yin, R., K., (2009). Case study research: Design and methods. Zeitschrift für Personalforschung, 26(1), 93-101

Url-1 <http://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?vi ew=map&year=1960>, (Erişim Tarihi: 29.11.2021).

Url-2 <http://www.economist.com/node/17388356 >, (Erişim Tarihi:23.02.2021).

Url-3 <http://www.fortuneturkey.com/yol-acin-akilli-sehirler-geliyor-45878>, (Erişim Tarihi: 29.11.2021).

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Recent Advances in Nitrogen Removal from Wastewater Using Bioelectrochemical Systems

(Seçil Tutar Öksüz)

Recent Advances in Nitrogen Removal from Wastewater Using Bioelectrochemical Systems

Seçil Tutar Öksüz
Konya Technical University, The Engineering and Natural Sciences *Faculty, Environmental Engineering Department, Konya, Turkey,*
E-mail: stutar@ktun.edu.tr

Abstract: *Bioelectrochemical systems (BESs) have recently gained great attention as a promising technology that generates electricity, hydrogen, or other useful chemicals by oxidizing biodegradable organic matters using electrochemically-active bacteria. During the last few decades, numerous studies have been successfully carried out in the field of BESs for increasing its wastewater treatment performance. However, most studies focus on only removing organic matter from wastewater using BESs. Nevertheless, the main objective of wastewater treatment is to remove organic matter besides nutrients since nitrogen is one of the key contaminants found in wastewater. Discharging of untreated or inadequately treated wastewater may introduce an excessive amount of nitrogen species into natural waters, which can cause excessive growth of algae. Excessive algae growth promotes eutrophication of rivers, lakes, and coastal waters, which impairs the quality of water resources. Even though there is limited research investigating nitrogen removal in BESs, several studies demonstrated that nitrogen can be transformed and/or removed using BESs. After considering the significance of nitrogen removal and increasing environmental concerns related on it, which summarized above, this study summarizes the recent development of nitrogen removal using BESs. Moreover, general design and operational principles of the BESs, application areas, advantages, and challenges were summarized beside different BES reactor configurations.*

Keywords: *bioelectrochemical systems, nitrogen, wastewater treatment*

Introduction

Bioelectrochemical systems (BESs) have recently gained great attention as a promising technology that generates electricity, hydrogen, or other useful chemicals by oxidizing biodegradable organic matters using electrochemically-active bacteria (Pant, Singh et al. 2012). BESs have been studied for a variety of applications, including microbial fuel cells (MFCs) for electricity generation, microbial electrolysis cells (MECs) for hydrogen generation, microbial desalination cells (MDCs) for water desalination, microbial electrosynthesis systems (MESs) for chemical production, and microbial methanogenesis cells (MMCs) for methane production (Aelterman, Rabaey et al. 2006, Cao, Huang et al. 2009, Parameswaran, Torres et al. 2011, Marshall, Ross et al. 2012). Even though BESs have diverse applications, they have the same principle with a simple electrochemical cell.

Among all BESs, the microbial fuel cell (MFC) is the most studied type and the main goals of MFCs are electricity generation and wastewater treatment (Liu, Ramnarayanan et al. 2004, Aelterman, Rabaey et al. 2006, Santoro, Arbizzani et al. 2017). Even though many different configurations are possible for MFCs, but a typical MFC consists of two chambers (Figure 1). In the anodic chamber of an MFC, electrochemically active bacteria oxidize organic matter to generate electrons and protons. The generated electrons are transferred to electrodes. In the meantime, the protons diffuse from the anode to the cathode through a separator. At the cathode chamber of an MFC, the electrons combine with the protons to reduce the electron acceptor

(usually oxygen) (Logan, Hamelers et al. 2006). A schematic diagram of an MFC is shown in Figure 1.

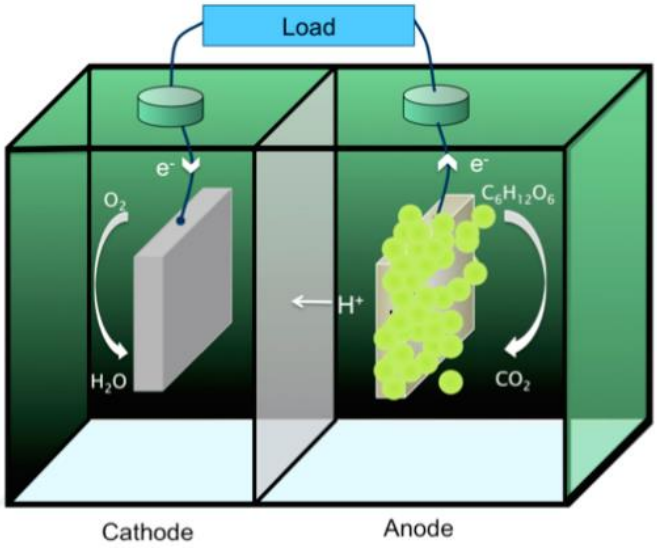


Figure 1. Schematic representation of a microbial fuel cell

For example, if glucose ($C_6H_{12}O_6$) is used as an electron donor (298 ^oK, 1 bar, pH=7) and oxygen is the electron acceptor, the reactions occurring in each electrode can be expressed as in Eqs. (1) - (2) below:

Oxidation reaction at anode:

$$C_6H_{12}O_6 + 6H_2O \rightarrow 6CO_2 + 24H^+ + 24e^- \qquad E^o = -95\ mV_{Ag/AgCl} \qquad (1)$$

Reduction reaction at cathode:

$$6O_2 + 24H^+ + 24e^- \rightarrow 12H_2O \qquad E^o = 1030\ mV_{Ag/AgCl} \qquad (2)$$

The theoretical total cell potential (E^o_{cell}) is calculated as the potential difference between the cathode potential (E^o_{cat}) and anode potential (E^o_{an}) using the formula: $E^o_{cell} = E^o_{cat} - E^o_{an}$. Hence, the theoretical cell potential is 1125 mV vs. Ag/AgCl when glucose is used as a model electron donor (Logan 2008).

Another of the most investigated BESs is the MEC. The basic difference between an MFC and an MEC is the reduction reactions at the cathode. In the MEC, protons are reduced with a supply of additional voltage since the reaction is not spontaneous, and it needs additional voltage to complete the reaction, and for hydrogen gas. In addition, the MDC has been developed as an extension of MFC technology for simultaneous wastewater treatment, water desalination, and electricity generation. A typical three-chambered MDC consists of a cathode chamber, a desalination chamber, and an anode chamber (Gude, Kokabian et al. 2013). The desalination chamber is placed in the middle of the MDC and connected to a cation exchange membrane (CEM) and an anion exchange membrane (AEM). If an individual electrode is chosen for a study, the BES consists of only one working electrode with a reference and a counter electrode; this system is called a three-electrode system. In a three-electrode system, the working electrode is anode, where the reaction of interest occurs, the reference electrode (RE) provides a stable reference potential to measure the potential of the working electrode (WE), and the counter electrode (CE) is cathode, which used to complete the overall reaction in an electrochemical cell (Beyenal and Babauta 2015).

Significant advances have been made in wastewater treatment using BESs during last years. However, most studies focus on only removing organic matter from wastewater using BESs.

Nevertheless, the main objective of wastewater treatment is to remove organic matter besides nutrients. Nitrogen is one of the key contaminants found in wastewater, where it exists in the reduced forms of ammonia (NH_3 or NH_4^+) and organic nitrogen (Rittmann and McCarty 2012). Discharging of untreated or inadequately treated wastewater may introduce an excessive amount of nitrogen species into natural waters, which can cause excessive growth of algae. Excessive algae growth promotes eutrophication of rivers, lakes, and coastal waters, which impairs the quality of water resources (Anup, Woo-Chang et al. 2011). The current conventional nitrogen removal processes are based on activated sludge processes. The activated processes are costly because of the need for extensive aeration during nitrification, in which ammonium (NH_4^+) is oxidized to (NO_3^-) nitrate. Also, in anoxic denitrification, in which NO_3^- is reduced to dinitrogen (N_2), sometimes requires external organic carbon additions. Furthermore, these processes can produce nitrous oxide emissions during nitrogen removal contributes to global warming (Tchobanoglous, Burton et al. 2003, Kuypers, Marchant et al. 2018). That's why it is important to investigate other methods to reduce the negative effects of the current treatments.

During the last few decades, numerous studies have been successfully carried out in the field of BESs for increasing its wastewater treatment performance. Even though there is limited research investigating nitrogen removal in BESs, several studies demonstrated that nitrogen can be transformed and/or removed using BESs. After considering the significance of nitrogen removal and increasing environmental concerns related on it, which summarized above, this study summarizes the recent development of nitrogen removal using BESs. Moreover, general design and operational principles of the BESs, application areas, advantages, and challenges were summarized beside different reactor configurations.

Nitrogen Removal Processes in Bioelectrochemical Systems

Most nitrogen in wastewater is in the form of NH_4^+, so the current conventional systems are mostly designed nitrification process prior to denitrification process for nitrogen removal. As mentioned above, most of the BESs studies, which investigated nitrogen removal, were adapted this process in MFCs with air cathode using different reactor configurations and operational parameters. Several studies demonstrated that nitrogen can be transformed and/or removed using BESs (Mousavi, Ibrahim et al. 2012, Park, Park et al. 2017). Most of these studies were based on MFCs with an air-cathode configuration, in which nitrification takes place on the surface of the air cathode to oxidize ammonia and ammonium (Equation 3) and that heterotrophic and/or autotrophic denitrification may contribute to complete nitrogen removal in anodic compartment (Equation 4) (Figure 1).

$$NH_4^+ + NO_2^- \rightarrow N_2 + H_2O \quad (3)$$

$$2NO_3^- + 10e^- + 12H^+ \rightarrow N_2 + 6H_2O \quad (4)$$

Common configurations include single chamber MFCs (Yan, Saito et al. 2012), dual chamber MFCs (Virdis, Rabaey et al. 2010), stackable horizontal MFCs, flat-panel air cathode MFCs (Park, Park et al. 2017), and flat MFCs with a membrane bioreactor (Zhang, Zhu et al. 2013). The first demonstration was conducted by Virdis et al. using a separate biofilm aerobic reactor to oxidize NH_4^+ to NO_3^- (Virdis, Rabaey et al. 2008). In this study, wastewater first enters the anode compartment of the MFC in which acetate oxidation takes place. Then, the effluent from the MFC enters the biofim aerobic reactor in which nitrification occur there. In final stage, the wastewater return to the MFC for denitrification in which NO_3^- was reduced to N_2 in the cathode. Even though they successfully achieved simultaneous carbon and nitrogen removal, elevated ammonium concentration in the final effluent due to diffusion from anode compartment to cathode compartment through the cation exchange membrane was the limitation of this study. Their following study aimed to integrate the nitrification process in the cathode

compartment of the MFC in which simultaneous nitrification and denitrification (SND) was accomplished (Fig.1.A) (Virdis, Rabaey et al. 2010). Zhang et al. used a single chamber MFC with a rotating biocathode to remove nitrogen and carbon simultaneously (Fig.1.B) (Zhang, Zhang et al. 2013). The novel part of this study was that nitrification was supported by the outer biofilm of the biocathode while denitrification was occurred inner anoxic environment. Therefore, this study confirmed that it is possible to achieve over 90% of TN removal using with a rotating biocathode in a single chamber MFC. Yan et al. also studied combined nitrification-denitrification mechanisms in a different MFC reactor configuration (Fig.1.C) (Yan, Saito et al. 2012). The novel part of this study the air cathode of a single chamber MFC was pre-enriched with a nitrifying biofilm on the surface of the air cathode and also diethylamine-functionalized polymer was used as a Pt catalyst. The authors conclude that diethylamine-functionalized polymer binder accelerated nitrifier biofilm enrichment, so 93.6% of nitrogen removal efficiency was achieved using it. Park et al. used completely different MFC configuration, which is a flat panel air cathode MFC contained five MFC units in series, to remove organic and nitrogen from wastewater (Fig.1.D) (Park, Park et al. 2017). Also, this study performed a long period of time, which was a proof of that concept can be a promise nitrogen removal technology. The common property of these studies is that nitrification takes place on the surface of the air cathode to oxidize ammonia NH_3/ NH_4^+ and that heterotrophic and/or autotrophic denitrification may contribute to the complete nitrogen removal (Fig. 2). However, most of these studies did not reported outlet NH3-N, NO_2^--N and NO_3^--N concentrations although all nitrogen species should take into account because of their detrimental effects on environment and human health.

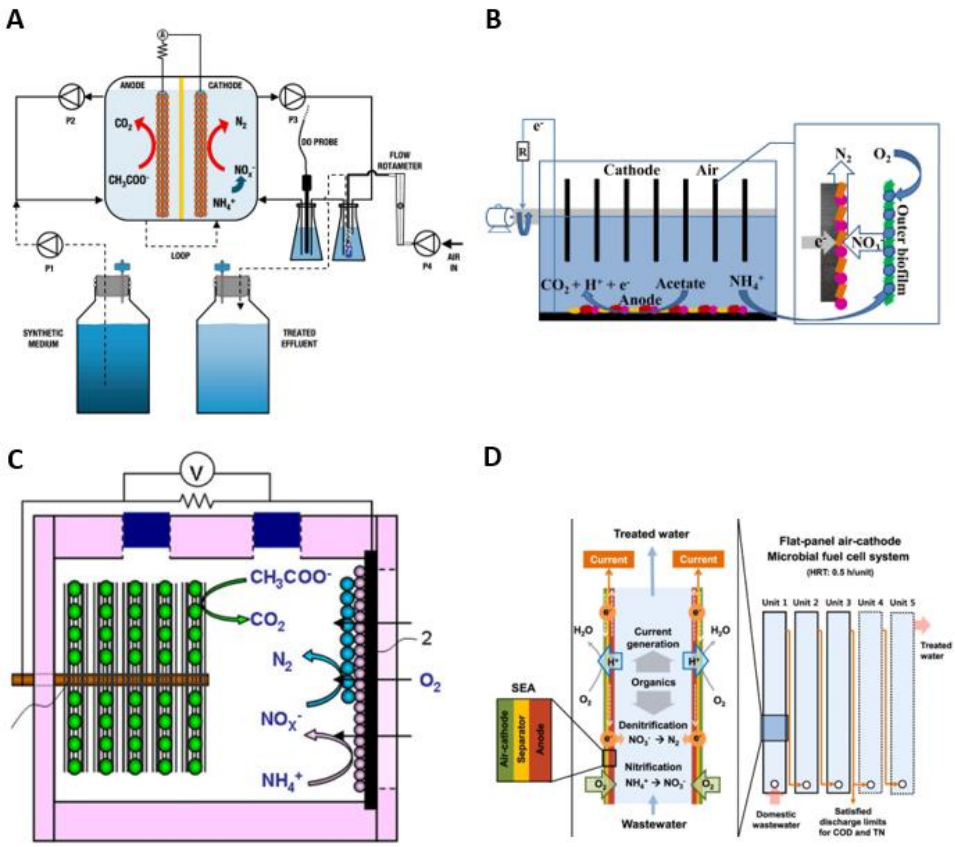


Figure 2. The MFCs designed for nitrogen removal involving nitrification and denitrification processes (Virdis, Rabaey et al. 2010, Yan, Saito et al. 2012, Zhang, Zhang et al. 2013, Park, Park et al. 2017)

As mentioned in the previous section, three-electrode system is generally used if we would like to investigate the electron transfer mechanism between the microorganism and the individual electrode to obtain a fundamental level of knowledge. That's why if anodic and cathodic biofilms were investigated separately, the nitrogen mechanisms can be explained more understandable. Besides nitrogen and denitrification mechanisms, nitrogen can be removed in other mechanisms. One of the other possible mechanisms of nitrogen removal is ammonia volatilization (Equation 5), which is the conversion of NH_4^+ ions into ammonia gas in highly elevated pH (Kim, Zuo et al. 2008).

$$NH_4^+ \rightarrow NH_3 + H^+ \quad (5)$$

NH_4^+ ions have a pK_a=9.25, so an increase in pH would result in a re-distribution of ammonium ions to the more volatile NH_3 form. However, pH increase could be always related with ammonia volatilization, different mechanisms also can involve increasing pH such as N_2 bubbling and denitrification (Ketep, Bergel et al. 2013, Hai, Yamamoto et al. 2018).

Assimilated by microorganisms is another mechanism ammonium (Equation 6) (Kuypers, Marchant et al. 2018). The growth rate of aerobic microorganisms in conventional biological treatment systems is relatively higher than the growth rate of anaerobic microorganism (Speece 1983). Therefore, it is expected that the nitrogen removal related to assimilation would be considerable low in bioelectrochemical reactors treating domestic wastewater.

$$4CO_2 + HCO_3^- + NH_4^+ + H_2O \rightarrow C_5H_7O_2N + 5O_2 \quad (6)$$

Also, it has been demonstrated that some of *Geobacter* species were able to reduce nitrate to nitrite with an electrode as the only electron donor (Gregory, Bond et al. 2004). This can also explain that one of the main mechanisms was the nitrate reduction in the BESs reactor. Ammonia can also be anaerobically oxidized in an ANAMMOX process, in which NH_4^+ and NO_2^- react to form N_2 by anammox bacteria (Ma, Wang et al. 2016). There are also some new combine technologies such as shortcut nitrification-denitrification (SND) processes, the single reactor high activity ammonium removal over nitrite (SHARON) process, oxygen-limited autotrophic nitrification–denitrification (OLAND), and completely autotrophic nitrogen removal over nitrite (CANON) processes, which can be successfully applied in BESs (Table 1).

Table 1. Comparison of Various Biological Nitrogen Removal Technologies and Processes

Process	Electron Donor	Electron Acceptor	Temperature (°C)	Operating Conditions
Nitrification	Ammonia or nitrite	Oxygen	5-45	Aerobic (2-3 mg/L)
Denitrification	COD	Nitrate	5-45	Anoxic
Ammonia stripping	-	-	25	Aerobic or Anaerobic
Nitrogen assimilation	-	-		Aerobic or Anaerobic
Bioelectrochemical denitrification	Hydrogen gas Electrode	Nitrate		Anoxic
Anammox	Ammonium	Nitrite	2-43	Anaerobic
Deamox	Sulphide(S^{-2})	Nitrite	12.7 -29.2	Aerobic, then anaerobic
CANON	Ammonia Nitrite	Oxygen -	30-40	Oxygen limited
OLAND	- Ammonium	Oxygen -	30	Oxygen limited

Many factors can affect the nitrogen removal performance in BESs including dissolved oxygen, C/N ratio, pH, and retention time. Among them, one of the critical parameter is dissolved oxygen which should be carefully control. Low DO level can cause NH_4^+ accumulation because of incomplete nitrification while high DO level can inhibit denitrification process. Another important parameter is C/N ratio since organic carbon required for heterotrophic denitrifiers, which increase to removal of nitrate. However, low C/N ratio facilities the conversion of chemical energy into electrical energy. As mentioned before, pH can affect the anodic and cathodic mechanisms, so optimal pH should be adjust to obtain effective nitrogen removal (Sun, Cao et al. 2020).

Conclusion

Because of the current problems of conventional wastewater treatment systems, which are mainly high energy requirement and sludge disposal, the promising concept of BESs for wastewater treatment has recently emerged as an alternative wastewater treatment system. Nitrogen is one of the key contaminants found in wastewater, and also aimed to be removed in BES technology. Therefore, this current study provides an updated summary of the recent development of nitrogen removal using BESs. In addition, general design and operational principles of the BESs, application areas, advantages, and challenges were summarized beside different BES reactor configurations. This study aimed to provide fundamental knowledge and outlines instructions for future studies, and demonstrate that BESs can be a viable wastewater treatment technology.

Acknowledgements

Secil Tutar Oksuz acknowledges support from Turkish *Ministry of National Education Scholarsh*ips. Secil Tutar Oksuz is also grateful for the help of her doctoral advisor, Haluk Beyenal.

References

Aelterman, P., K. Rabaey, P. Clauwaert and W. Verstraete (2006). "Microbial fuel cells for wastewater treatment." Water Science and Technology **54**(8): 9-15.

Anup, G., K. Woo-Chang and O. Sang-Eun (2011). "Removal of nitrogen from anaerobically digested swine wastewater using an anoxic/oxic (A/O) process complemented with a sulfur-packed biofilter." African Journal of Biotechnology **10**(48): 9831-9838.

Beyenal, H. and J. T. Babauta (2015). "Biofilms in Bioelectrochemical systems." From Laboratory Practice to Data Interpretation.–New Jersey: Published by John Wiley & Sons. Inc.. Hoboken: 167.

Cao, X., X. Huang, P. Liang, K. Xiao, Y. Zhou, X. Zhang and B. E. Logan (2009). "A new method for water desalination using microbial desalination cells." Environmental science & technology **43**(18): 7148-7152.

Gregory, K. B., D. R. Bond and D. R. Lovley (2004). "Graphite electrodes as electron donors for anaerobic respiration." Environmental microbiology **6**(6): 596-604.

Gude, V., B. Kokabian and V. Gadhamshetty (2013). "Beneficial bioelectrochemical systems for energy, water, and biomass production." Journal of Microbial & Biochemical Technology **6**: 2.

Hai, F. I., K. Yamamoto and C.-H. Lee (2018). Membrane biological reactors: theory, modeling, design, management and applications to wastewater reuse, Iwa Publishing.

Ketep, S. F., A. Bergel, M. Bertrand, W. Achouak and E. Fourest (2013). "Lowering the applied potential during successive scratching/re-inoculation improves the performance of microbial anodes for microbial fuel cells." Bioresource technology **127**: 448-455.

Kim, J. R., Y. Zuo, J. M. Regan and B. E. Logan (2008). "Analysis of ammonia loss mechanisms in microbial fuel cells treating animal wastewater." Biotechnology and bioengineering **99**(5): 1120-1127.

Kuypers, M. M., H. K. Marchant and B. Kartal (2018). "The microbial nitrogen-cycling network." Nature Reviews Microbiology **16**(5): 263-276.

Liu, H., R. Ramnarayanan and B. E. Logan (2004). "Production of electricity during wastewater treatment using a single chamber microbial fuel cell." Environmental science & technology **38**(7): 2281-2285.

Logan, B. E. (2008). Microbial fuel cells, John Wiley & Sons.

Logan, B. E., B. Hamelers, R. Rozendal, U. Schröder, J. Keller, S. Freguia, P. Aelterman, W. Verstraete and K. Rabaey (2006). "Microbial fuel cells: methodology and technology." Environmental science & technology **40**(17): 5181-5192.

Ma, B., S. Wang, S. Cao, Y. Miao, F. Jia, R. Du and Y. Peng (2016). "Biological nitrogen removal from sewage via anammox: recent advances." Bioresource technology **200**: 981-990.

Marshall, C. W., D. E. Ross, E. B. Fichot, R. S. Norman and H. D. May (2012). "Electrosynthesis of commodity chemicals by an autotrophic microbial community." Applied and environmental microbiology **78**(23): 8412-8420.

Mousavi, S., S. Ibrahim, M. K. Aroua and S. Ghafari (2012). "Development of nitrate elimination by autohydrogenotrophic bacteria in bio-electrochemical reactors–A review." Biochemical Engineering Journal **67**: 251-264.

Pant, D., A. Singh, G. Van Bogaert, S. I. Olsen, P. S. Nigam, L. Diels and K. Vanbroekhoven (2012). "Bioelectrochemical systems (BES) for sustainable energy production and product recovery from organic wastes and industrial wastewaters." Rsc Advances **2**(4): 1248-1263.

Parameswaran, P., C. I. Torres, H.-S. Lee, B. E. Rittmann and R. Krajmalnik-Brown (2011). "Hydrogen consumption in microbial electrochemical systems (MXCs): the role of homo-acetogenic bacteria." Bioresource Technology **102**(1): 263-271.

Park, Y., S. Park, J. Yu, C. I. Torres, B. E. Rittmann and T. Lee (2017). "Complete nitrogen removal by simultaneous nitrification and denitrification in flat-panel air-cathode microbial fuel cells treating domestic wastewater." Chemical Engineering Journal **316**: 673-679.

Rittmann, B. E. and P. L. McCarty (2012). Environmental biotechnology: principles and applications, Tata McGraw-Hill Education.

Santoro, C., C. Arbizzani, B. Erable and I. Ieropoulos (2017). "Microbial fuel cells: From fundamentals to applications. A review." Journal of power sources **356**: 225-244.

Speece, R. E. (1983). "Anaerobic biotechnology." Environ Sci Technol **17**(9): 417A.

Sun, J., H. Cao and Z. Wang (2020). "Progress in nitrogen removal in bioelectrochemical systems." Processes **8**(7): 831.

Tchobanoglous, G., F. Burton and H. Stensel (2003). "Wastewater engineering treatment and reuse (No. 628.3 T252s)." Boston, US: McGraw-Hill Higher Education.

Virdis, B., K. Rabaey, R. A. Rozendal, Z. Yuan and J. Keller (2010). "Simultaneous nitrification, denitrification and carbon removal in microbial fuel cells." Water research **44**(9): 2970-2980.

Virdis, B., K. Rabaey, Z. Yuan and J. Keller (2008). "Microbial fuel cells for simultaneous carbon and nitrogen removal." Water research **42**(12): 3013-3024.

Yan, H., T. Saito and J. M. Regan (2012). "Nitrogen removal in a single-chamber microbial fuel cell with nitrifying biofilm enriched at the air cathode." Water research **46**(7): 2215-2224.

Zhang, G., H. Zhang, C. Zhang, G. Zhang, F. Yang, G. Yuan and F. Gao (2013). "Simultaneous nitrogen and carbon removal in a single chamber microbial fuel cell with a rotating biocathode." Process Biochemistry **48**(5-6): 893-900.

Zhang, X., F. Zhu, L. Chen, Q. Zhao and G. Tao (2013). "Removal of ammonia nitrogen from wastewater using an aerobic cathode microbial fuel cell." Bioresource technology **146**: 161-168.

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Recent Advances in Nitrogen Removal from Wastewater Using Bioelectrochemical Systems

(Seçil Tutar Öksüz)

Recent Advances in Nitrogen Removal from Wastewater Using Bioelectrochemical Systems

Seçil Tutar Öksüz
Konya Technical University, The Engineering and Natural Sciences *Faculty, Environmental Engineering, Konya, Turkey,*
E-mail: stutar@ktun.edu.tr

Abstract: *Bioelectrochemical systems (BESs) have recently gained great attention as a promising technology that generates electricity, hydrogen, or other useful chemicals by oxidizing biodegradable organic matters using electrochemically-active bacteria. During the last few decades, numerous studies have been successfully carried out in the field of BESs for increasing its wastewater treatment performance. However, most studies focus on only removing organic matter from wastewater using BESs. Nevertheless, the main objective of wastewater treatment is to remove organic matter besides nutrients since nitrogen is one of the key contaminants found in wastewater. Discharging of untreated or inadequately treated wastewater may introduce an excessive amount of nitrogen species into natural waters, which can cause excessive growth of algae. Excessive algae growth promotes eutrophication of rivers, lakes, and coastal waters, which impairs the quality of water resources. Even though there is limited research investigating nitrogen removal in BESs, several studies demonstrated that nitrogen can be transformed and/or removed using BESs. After considering the significance of nitrogen removal and increasing environmental concerns related on it, which summarized above, this study summarizes the recent development of nitrogen removal using BESs. Moreover, general design and operational principles of the BESs, application areas, advantages, and challenges were summarized beside different reactor configurations and nitrogen removal influencing factors.*

Key words: *Bioelectrochemical systems, ammonia removal, wastewater treatment*

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

RY145 Boyar Maddesinin Elektrokimyasal Oksidasyon Yöntemi İle Gideriminin Yanıt Yüzey Yöntemiyle (YYY) Optimizasyonu

(Seda Balcı, Taner Yonar)

RY145 Boyar Maddesinin Elektrokimyasal Oksidasyon Yöntemi İle Gideriminin Yanıt Yüzey Yöntemiyle (YYY) Optimizasyonu

Seda Balcı[1], Prof. Dr. Taner Yonar[2]
[1]*Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Görükle Bursa,*
E-mail: sbsedabalci@gmail.com
[2]*Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Görükle Bursa,*
E-mail: yonar@uludag.edu.tr

Özet: *Bu çalışmada, kararlı (stabil) yapıdaki yeni nesil Sn/Sb/Ni-Ti anotlarının elektrokimyasal oksidasyon yöntemi kullanılarak boyar madde içeren sentetik atık sulardaki giderim verimliliği incelenmiştir. Araştırmada tercih edilen Reaktif Yellow 145 (RY145), tekstil endüstrisinde yaygın kullanılan, azo kromofor içeren anyonik özellikteki bir boyar maddedir. Kanserojenik ve toksik etkiye sahip oldukları bilinen endüstriyel atık sular RY145 gibi boyar maddeleri içermektedir. Çoğunlukla tercih edilen geleneksel(fiziksel, kimyasal, biyolojik) arıtma yöntemleri ile toksikolojik ve eko-toksikolojik etkilerinin önüne yeteri kadar geçilememektedir. İleri oksidasyon yöntemleri daha çevreci bir alternatif olarak yer almaktadır. Çalışmalarda Sn/Sb/Ni-Ti anoda (2,5x2,5 cm) karşılık Platinize Titanyum katot (5x5 cm) kullanılmış ve laboratuvar ortamında üretimleri sağlanmıştır. 500 mg/L RY145 içeren sentetik atık su numuneleri hazırlanarak proseste kullanılmıştır. Tuz konsantrasyonu (Potasyum Klorür (KCl)), pH, akımsal yoğunluk ve zaman olmak üzere dört parametre ölçülmesi hedeflenmiştir. Sentetik boyar madde çözeltisinin ölçümleri, boya çözünürlüğünü de doğru belirleme adına UV/VIS spektrofotometre kullanılarak yapılmıştır. Renk giderim analizleri için max. dalga boyu 421 nm olarak tespit edilmiştir. Bu araştırmanın sonucu olarak, renk ve Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) giderimi için optimum koşullar 1500 mg/L KCl, pH 7,1 ve 50 mA/cm2 akımsal yoğunlukta yaklaşık 45 dakika deney süresi olarak seçilmiştir. Renk ve KOİ giderimi için model denkleminin güvenilirliğini belirten R^2 değerleri ise sırasıyla >%99 ve >%95 olarak tespit edilmiştir. Kontrol deneyleri gerçekleştirilmiş olup, model tarafından verilen giderimlere uygun sonuçlar bulunmuştur.*

Anahtar Kelimeler: *Renk giderimi, KOİ giderimi, Sn/Sb/Ni-Ti, elektrokimyasal oksidasyon, Yanıt Yüzey Yöntemi*

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Central Over-Current Coordination Relay on MV Distribution Networks

(Serdar Tezgel, Fatih Mehmet Nuroğlu)

Central Over-Current Coordination Relay on MV Distribution Networks

Serdar Tezgel[1], Fatih Mehmet Nuroğlu[2]
[1]*Atatürk University, Faculty of Engineering,*
Department of Electrical and Electronic Engineering, 25240, Erzurum, Turkey.
E-mail: serdar.tezgel@atauni.edu.tr
[2]*Karadeniz Technical University, Faculty of Engineering,*
Department of Electrical and Electronics Engineering, 61080, Trabzon, Turkey
E-mail: fmn@ktu.edu.tr

Abstract: *Protection against over-currents that occur as a result of a short-circuit fault in Medium Voltage (MV) distribution networks is provided by over-current protection relays. Faults that may occur in electrical power systems must be cleared as soon as possible and before it spreads to other areas. For this reason, the coordination of relays used in electric power systems is very important. In this study, the aim is to perform primary protection with a central unit by using the current data obtained from the busbars in a MV distribution network. For this study, the IEEE 5-Bus system was modeled using the EMTP program. The central unit that performs the protection uses the data received from the current transformers in each busbar. When a short circuit fault occurs, it is aimed to open the breakers in the affected areas with the signal from the central unit as soon as possible and clear the fault. A custom relay that can process digital signals is designed in the central unit. The designed relay continuously monitors the signals coming from each busbar. When the fault occurs, the designed relay sends signals to breaker to be opened and isolate the affected areas from the system. This way, it is ensured that the fault stays in the area where it occurs and does not spread to other areas. With this system, smart protection is provided by using a single coordination relay instead of the coordination of the relays. The protection system is designed to be the primary protection method in power systems.*

Keywords: *distribution networks, protection on power systems, over-current coordination relay, short-circuit faults, power systems simulation, custom relay design*

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Pirinç Kepeği Yağı ve Biyoaktif Bileşenleri

(Sezer Kıralan)

Pirinç Kepeği Yağı ve Biyoaktif Bileşenleri

Sezer Kıralan
Balıkesir Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü,
E mail: sezertrhn@gmail.com

Özet: *Pirinç kepeği yağı içermiş olduğu biyoaktif bileşenlerin zenginliği nedeniyle büyük önem taşır ve son yıllarda tüketimi artmaktadır. Pirincin besin olarak insanlar tarafından tüketimi çok eski tarihlere dayanmaktadır. Pirinç, Çin, Hindistan, Japonya gibi ülkelerde günlük tüketilen gıda ürünlerinin başında gelmektedir. Pirincin üretimi sırasında yan ürün olarak açığa çıkan pirinç kepeği içermiş olduğu biyoaktif bileşenler bakımından oldukça zengindir. Bu durum pirinç kepeği yağının farklı şekillerde gıda ürünlerinde kullanımına olanak sağlamaktadır. Pirinç kepeği yaklaşık olarak %18-21 oranında yağ içermektedir ve bu yağ doymamış yağ asitleri, fitosteroller, tokoferoller ve skualen gibi önemli biyoaktif bileşenleri bünyesinde barındırmaktadır. Pirinç kepeği yağını diğer yağlardan farklı ve özel kılan içermiş olduğu γ-orizanol bileşiğidir. Bu bileşiğin temel kaynağı pirinç kepeğidir ve insan sağlığı açısından önemli bir biyoaktif maddedir. γ-orizanol önemli bir antioksidan madde olmasının yanı sıra kolesterol düşürücü, trombosit düzenleyici ve menepoz sıkıntılarını azaltıcı etkileri gibi sağlık açısından birçok önemli özelliğe sahiptir. Gama-orizanolün antioksidatif etkisi pirinç kepeği yağında bulunan tokoferol gibi diğer antioksidan maddelerden daha kuvvetlidir. Bu durum gama-orizanolün pirinç kepeği yağındaki en etkili antioksidan madde olmasını sağlar. Pirinç kepeği yağının biyoaktif bileşenler bakımından oldukça zengin olması bu yağın gıda maddelerinin dışında ilaç, kozmetik ve hayvan yemi katkı maddesi gibi farklı endüstri alanlarında da yaygın kullanılmasına ve bilimsel çalışmaların yapılmasına neden olmuştur.*

Anahtar Kelimeler: *pirinç kepeği yağı, antioksidan, gama-orizanol*

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Zeytin Endüstrisi Atıksuyunun İleri Oksidasyon Prosesleriyle Arıtılması

(Sinan Ateş, A. Elif Ateş, Senem Yazıcı Güvenç, Emine Can Güven, Serdar Aydın, Gamze Varank)

Zeytin Endüstrisi Atıksuyunun İleri Oksidasyon Prosesleriyle Arıtılması

Sinan Ateş[1], A. Elif Ateş[2], Senem Yazıcı Güvenç[3], Emine Can Güven[4], Serdar Aydın[5], Gamze Varank[6]

[1]*Yıldız Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, E-mail: sinanates89@gmail.com*
[2]*İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Çevre Mühendisliği Bölümü, E-mail: ayseelif.ates@iuc.edu.tr*
[3]*Yıldız Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, E-mail: syazici@yildiz.edu.tr*
[4]*Yıldız Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, E-mail: ecguven@yildiz.edu.tr*
[5]*İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Çevre Mühendisliği Bölümü, E-mail: saydin@iuc.edu.tr*
[6]*Yıldız Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, E-mail: gvarank@yildiz.edu.tr*

Özet: *Zeytin ve zeytinyağı üretimi küresel ekonomide büyük bir öneme sahiptir. Zeytin üretim endüstrisinde üretim prosesleri sonrasına atıksu ve pirina adı verilen katı atık oluşmaktadır. Oluşan atıksu yüksek kirletici içeriğine sahip olduğu için arıtılmadan deşarj edilmesi su ve toprak kalitesi açısından olumsuz etkilere neden olmaktadır. Akademik araştırmalar arıtılması zor olan endüstriyel atıksuların yüksek verim ve düşük maliyetle arıtılabilecek yöntemler üzerine yoğunlaşmaktadır. Zeytin endüstrisi atıksularının yönetimi için araştırmacılar farklı yöntemler geliştirmektedir. Bununla birlikte, ileri oksidasyon proseslerinin, yüksek arıtma verimliliğini sağlaması diğer yöntemlere göre daha avantajlı olduğunu göstermektedir. İleri oksidasyon prosesleri zeytin üretim endüstrisi atıksuyunun detoksifikasyonunu sağlamaktadır. Yapılan çalışmada zeytin üretim endüstrisi atıksularının ileri oksidasyon prosesleriyle arıtımıyla ilgili proses incelemeleri yapılmıştır. İleri oksidasyon prosesleri oldukça çeşitli olup çalışmada en sık kullanılan yöntemler seçilerek araştırılmıştır.*

Anahtar Kelimeler: *zeytin üretim endüstrisi atıksuyu arıtımı, ileri oksidasyon, detoksifikasyon*

Giriş

Son yıllarda zeytin endüstrisi üretimi geleneksel yöntemler yerine yeni teknolojilerin kullanılmasıyla endüstriyel atıksular zeytin yıkama ve zeytin yağı santrifüj yıkama atıksuları olarak ayrılmaktadır. Bu atıksular literatürde zeytin endüstrisi atıksuları olarak adlandırılmaktadır. Zeytin endüstrisinde üretim sonrasında koyu renkli, kötü kokulu ve bulanık atıksu çıkışı olmaktadır. Ayrıca yüksek iletkenliğe sahip olup pH değeri üretime bağlı olmakla birlikte genellikle 4-5 aralığındadır [1,2]. İnorganik iyonlar (sodyum, klorür ve fosfor), organik madde ve askıda katı madde açısından zengin atıksu karakterizasyonuna sahiptir. Yapılan çalışmalar ayrıca atıksu içerisinde aromatikler ve alifatik bileşiklerin bulunabildiğini göstermiştir. Zeytin endüstrisi atıksularının arıtılmadan yüzeysel veya yeraltı sularına doğrudan deşarj edilmesi hem halk sağlığı hem de ekolojik açıdan ciddi tehlikelere neden olabilmektedir [3]. Bu atıksular doğrudan deşarj edildiğinde toprak kirliliğine, bitkilerin büyümesinin engellenmesine neden olmasıyla birlikte koku rahatsızlıklarına da sebep olmaktadır. Bazı bölgelerde coğrafi konumuna göre doğal lagünlerde buharlaşma uygulanmasına rağmen sızıntılara neden olabildiği için tavsiye edilmektedir. Yoğun kirletici karakterizasyonuna sahip bu atıksuyun arıtılması çalışmalarında anaerobik çürüme ve ileri oksidasyon prosesleri ön plana çıkmaktadır. Santrifüj sonrası çıkan atıksuda yüksek organik kirletici konsantrasyonu, fenol bileşikleri, organik asitler, organohalojenli kirleticiler olduğu için biyolojik bozunmaya karşı dirençlidir. Bu nedenle bu atıksular için biyolojik oksijen ihtiyacı ($BOİ_5$) yerine kimyasal

oksijen ihtiyacı (KOİ) ve toplam fenolik bileşik (TPh) konsantrasyonu arıtım yöntemi seçiminde daha uygundur. Zeytin endüstrisi atıksularının farklı ülkelere göre karakterizasyonu Tablo1'de verilmiştir [4].

Tablo1. Zeytin endüstrisi atıksularının farklı ükelere göre karakterizasyonu [4-8]

Ülkeler	pH	KOİ	Toplam Fenol
Türkiye	4.28-4.85	55.73-91.55	2.5-4.5
İspanya	4.7	82	1.2
İtalya	5	28.4	1.409
Mısır	3.8-5.2	45.334–134.40	19.78–22.029

İleri Oksidasyon Prosesleri

İleri oksidasyon prosesleri ortam sıcaklığında ve basınçta yapılan hidroksil ve radikalleri aracılığına dayanan arıtım yöntemleridir. Bu proseslerde radikaller inert organik maddelerin oksidasyonunu sağlamaktadır ve çevre dostu yöntemler olarak tanımlanmaktadır. İleri oksidasyon proseslerinde hidroksil radikali, süperoksit iyonu, ozonid anyonu güçlü oksitleyici olarak proses içerisinde oluşmaktadır. Hidroksil radikalleri oluştuğunda organik kirleticiler biyolojik olarak parçalanabilen ara ürünler üreterek oksitlenir ve daha sonra su, karbon dioksit ve inorganik tuzlara mineralize edilir. İnorganik ve organik bileşikleri giderebilme, organik kirleticilerin tamamen mineralizasyonu, ikincil kirleticiler ve toksik yan madde oluşumu olmadan arıtım ve hidroksil radikallerinin seçici olmaması ileri oksidasyon proseslerinin avantajlarındandır [4, 9]. Aşağıda zeytin endüstrisi atıksularının arıtılmasında kullanılan ileri oksidasyon prosesleri açıklanmıştır.

Fenton ve Fenton Benzeri Oksidasyon

Fenton prosesleri kısa reaksiyon süresine sahip olup proses işleyişi oldukça basittir. Ayrıca pahalı ve karmaşık ekipmanlar gerekmeden yüksek verimler alınabilmektedir. Bu oksidasyon yönteminde pH, Fe^{2+}/H_2O_2 oranı, kirletici konsantrasyonu ve sıcaklık gibi değişkenler proses verimliliğini oldukça etkilemektedir. İleri oksidasyon proseslerinde sadece H2O2 kullanımıyla oksidasyon yapılmasına rağmen reaksiyon organik kirleticilerin tamamen giderilebilmesi için yeterli değildir. Bu nedenle oksidasyon potansiyelini artırmak için Fenton oksidasyonunda H_2O_2 ile birlikte katalizör olarak Fe^{2+} eklenmektedir. Fenton oksidasyonunda kimyasallar doğrudan atıksu içerisine eklenerek yapılmaktadır ve atıksuda oluşan temel reaksiyon Denklem1'de verilmektedir.

$$Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{3+} + OH^- + OH^{\bullet} \qquad \text{(Denklem 1)}$$

Denklem 1'de reaksiyon sonucu oluşan hidroksil radikalleri oldukça reaktif olup atıksu içerisinde çeşitli organik kirleticileri yüksek verimlerde azaltabilmektedir. Fenton oksidasyonunda demir hidroksit olumunu ve demirin çökelmesini engellemek için pH 2.5- 4.0 arasında ayarlanmaktadır. Reaksiyon sonrasında demirin çökelerek sudan uzaklaştırılıp arıtılmış suyun elde edilmesi için pH >8'e ayarlanır [10-13].

Zeytin endüstrisi atıksu arıtımında Fenton oksidasyonu diğer endüstriyel atıksuların arıtımında olduğu gibi yüksek verimle sonuçlanmaktadır. Yapılan bir çalışmada pH 2.5-3 arasına ayarlanarak 0-50°C sıcaklık aralığında 0.2 M-1M H_2O_2 ve 0.01M-0.1M Fe^{2+} kosantrasyonlarında KOİ giderimi çalışılmıştır. Çalışma sonucunda 0.01M Fe^{2+} ve 1M H_2O_2 kosantrasyonlarında 54 ^{o}C sıcaklıkta 8 saat reaksiyon süresinde %80-90 verimle KOİ giderimi elde edilmiştir [14].

O_3/H_2O_2 Oksidasyonu

Ozonlama endüstriyel atıksuların arıtımında yaygın olarak kullanılan bir yöntem olup organik inorganik kirleticilerin gideriminde etkili oksitleyici ajan olarak kullanılmaktadır. Zeytin endüstrisi atıksuyunun oksidasyonunda diğer yöntemlerle kombine edilerek kullanımı yaygındır. Çalışmalarda özellikle O_3 ve H_2O_2'in birlikte kullanımının yüksek verimlerde arıtım sağlayabildiği bulunmuştur. Zeytin endüstrisi atıksuyu arıtımıyla ilgili yapılan çalışmada 20°C sıcaklıkta, 10 mbar ozon basıncında %22 KOİ ve %90 TPh giderimi elde edilmiştir [15].

O_3 ve H_2O_2'nin birlikte kullanıldığı yöntemde hidrojen peroksitin ozonun sudaki ayrışmasına katkıda bulunarak artıma verimini artırması amaçlanmaktadır. Bu yöntemle arıtım sırasında oluşan reaksiyon Denklem2'de verilmiştir [4].

$$O_3 + H_2O_2 \rightarrow O_2 + HO_2^- + OH^\bullet \qquad \text{(Denklem 2)}$$

Zeytin endüstrisi atıksuyunun bu yöntemle arıtılması çalışmasında 3-4 g O_3 ve 10^{-3} M H_2O_2 kullanılmış olup çalışma sonrasında %90 KOİ giderimi elde edilmiştir. Çalışma sonucunda ozonun sudaki çözünürlüğünün düşük olması prosesin çalışma verimini etkilediği tespit edilmiştir [16].

Islak Hava Oksidasyonu ve Katalitik Islak Hava Oksidasyonu

Endüstriyel atıksuların arıtılmasında ıslak hava ve katalitik ıslak hava oksidasyonu çalışmaları literatürde yaygın olarak yapılmaktadır. Bu proses yüksek basınç (yaklaşık 200 bar) ve yüksek sıcaklık (125-320°C) organik ve inorganik kirleticilerin oksitlenmesidir. Proseste özellikle oksijen ve sulu çözelti arasındaki teması artırarak kirleticilerin karbondioksit, su ve zararsız ürünlere dönüştürür. Literatürdeki bir çalışmada 250 ^{o}C ve 35 bar kısmi basınçta saf oksijen kullanılmasıyla fenol bileşiklerinin giderim verimi %99'dur (García García et al. 1990). Oksijen kaynağı olarak hidrojen peroksit kullanılan farklı bir çalışmada 50x seyreltilmiş atıksu numunesinde 500 ^{o}C ve 250 bar ortam şartlarında süper kritik ıslak hava oksidasyonuyla KOİ giderim verimi %79 ve fenol giderim verimi %98 olarak elde edilmiştir [4,17].

H_2O_2/UV

Evsel ve endüstriyel atıksu arıtımında ultraviyole (UV) kullanımı yaygın olup farklı amaçlar için kullanılabilmektedir. Bununla birlikte literatürde UV farklı oksidantlarla kullanılarak atıksu arıtım verimleri artırma çalışmaları bulunmaktadır. UV ve H_2O_2 kombinasyonları ikincil reaksiyonlarla hidrojen peroksitle reaksiyona girecek $OH^\bullet$ oluşumunu artırmaktadır, Denklem 3 ve 4 [4];

$$H_2O_2 + hv \rightarrow 2OH^\bullet \qquad \text{(Denklem 3)}$$
$$H_2O_2 + OH^\bullet \rightarrow H_2O + HO_2^\bullet \qquad \text{(Denklem 4)}$$

Zeytin üretim endüstrisi atıksularının arıtılmasında literatürde UV/H_2O_2 prosesinin kullanımı azdır. Bu reaksiyonda $OH^\bullet$ ve $HO_2^\bullet$ radikallerinin oksitleyici ajan olarak kullanılması çalışmasında 7 günlük süre sonunda renk giderim verimi %90, fenol bileşiklerinin giderim verimi %90 ve lignin giderim verimi %30 olarak bulunmuştur. Aynı çalışmanın devamında zeytin endüstrisi atıksuyunun kireçle işlenmesi sonucunda renk, fenol ve lignin giderim verimleri sırasıyla %99, %100 ve %40 olarak bulunmuştur [18].

Foto-Fenton Oksidasyonu ($H_2O_2/Fe^{2+}(Fe^{3+})/UV$)

Fenton oksidasyonuna kıyasla nispeten daha yüksek katalizör üretmek için Fenton oksidasyonu sırasında UV uygulaması yapılmasıyla geliştirilmiştir. Yöntem UV ile H_2O_2 ve Fe^{2+}/Fe^{3+} arasındaki reaksiyona dayanmaktadır. Zeytin endüstrisi atıksuyun arıtılması çalışmasında optimum şartlarda TOK, KOİ, TPh ve toplam askıda katı madde giderim verimleri sırasıyla %84, %87, %97.44 ve %98.3'tür [19]. Farklı bir çalışmada atıksuyun seyretilmesi sonrasında optimum şartlarda Foto-Fenton oksidasyonuyla fenol gideriminin >%99 olduğu belirlenmiştir (Justino ve ark. 2010). Solar Foto-Fenton oksidasyonu çalışmasında 5mM Fe^{2+} ve 5g/L H_2O_2 konsantrasyonlarıyla 19L zeytin endüstrisi atıksuyu arıtılmış olup KOİ giderim verimi %85 ve toplam fenol giderim verimi >%99 olarak bulunmuştur [20].

Sonuç

Son yıllarda zeytin endüstrisinde üretimin artmasıyla birlikte endüstrideki atıksu miktarı ve atıksu kirlilik yükü artmaktadır. Yapılan çalışmalarda atıksudaki organik yükü azaltmaya yönelik farklı yöntemler denenmektedir. Bu yöntemler arasında ileri oksidasyon yöntemleri yüksek verimlerle arıtım sağlanabileceğini göstermiştir. Fenton oksidasyonu, O_3/H_2O_2 oksidasyonu, ıslak hava oksidasyonu, katalitik ıslak hava oksidasyonu, H_2O_2/UV, Foto-Fenton oksidasyonu zeytin endüstrisi atıksularının arıtımında kullanılan ileri oksidasyon proseslerindendir. Bu çalışmada arıtılması zor ve yoğun kirletici konsantrasyonuna sahip zeytin endüstrisi atıksularıyla ilgili ileri oksidasyon prosesleri açıklanarak örnek çalışmalar verilmiştir. Çalışmalarda yüksek arıtım verimleri elde edilmesiyle birlikte verimler atıksu karakterizasyonuna göre değişiklik göstermektedir. Yöntemlerin maliyetleri kullanılan kimyasallar ve ekipmanlara göre değişiklik gösterdiğinden yüksek hacimlerde atıksu arıtılması durumunda fayda-maliyet analizi yapılmalıdır. Örneğin, Fenton oksidasyonu düşük maliyetli bir proses olmasına rağmen Foto-Fenton oksidasyonunda UV kullanılması maliyeti artırmaktadır. Sonuç olarak, reaktör tasarımı, seçimi ve uygulamasındaki optimum koşullar akademik çalışmaların yanı sıra gelecekteki sanayileşme için tekno-ekonomik değerlendirme konusunda daha fazla araştırma yapılması gerektiğini göstermektedir.

Kaynaklar

[1]. Cebeci, M. S., Senturk, I. & Guvenin, U. (2016) Investigation of aerobic degradation of industrial wastewater containing high organic matter: kinetic study. Eur. Sci. J. 12 (10), 124–132.

[2]. Azzam, M. O. 2018 Olive mills wastewater treatment using mixed adsorbents of volcanic tuff, natural clay and charcoal. J. Environ. Chem. Eng. 6 (2), 2126–2136.

[3]. Bampalioutas, K., Vlysidis, A., Lyberatos, G. & Vlyssides, A. 2019 Detoxification and methane production kinetics from three phase olive mill wastewater using Fenton's reagent followed by anaerobic digestion. J. Chem. Technol. Biotechnol. 94 (1), 265–275.

[4]. Elkacmi, R., & Bennajah, M. (2019). Advanced oxidation technologies for the treatment and detoxification of olive mill wastewater: a general review. *Journal of Water Reuse and Desalination*, *9*(4), 463-505.

[5]. Değermenci, N., Cengiz, I˙., Yildiz, E. & Nuhoglu, A. 2016 Performance investigation of a jet loop membrane bioreactor for the treatment of an actual olive mill wastewater. J. Environ. Manage. 184, 441–447.

[6]. Garcıa, I. G., Pena, P. J., Venceslada, J. B., Martın, A. M., Santos, M. M. & Gomez, E. R. 2000 Removal of phenol compounds from olive mill wastewater using Phanerochaete chrysosporium, Aspergillus niger, Aspergillus terreus and Geotrichum candidum. Process Biochem. 35 (8), 751–758.

[7]. Cassano, A., Conidi, C., Giorno, L. & Drioli, E. 2013 Fractionation of olive mill wastewaters by membrane separation techniques. J. Hazard. Mater. 248, 185–193

[8]. El-Gohary, F. A., Badawy, M. I., El-Khateeb, M. A. & El-Kalliny, A. S. 2009 Integrated treatment of olive mill wastewater (OMW) by the combination of Fenton's reaction and anaerobic treatment. J. Hazard. Mater. 162 (2), 1536–1541.

[9]. Yang, Y., Pignatello, J. J., Ma, J. & Mitch, W. A. 2016 Effect of matrix components on UV/H2O2 and UV/S2O8 2– advanced oxidation processes for trace organic degradation in reverse osmosis brines from municipal wastewater reuse facilities. Water Res. 89, 192–200

[10]. Nidheesh, P. V., Gandhimathi, R. & Ramesh, S. T. 2013 Degradation of dyes from aqueous solution by Fenton processes: a review. Environ. Sci. Pollut. Res. 20 (4), 2099–2132.

[11]. Babuponnusami, A. & Muthukumar, K. 2014 A review on Fenton and improvements to the Fenton process for wastewater treatment. J. Environ. Chem. Eng. 2 (1), 557–572.

[12]. Xu, P., Xu, H. & Shi, Z. 2018 A novel bio-electro-Fenton process with FeVO4/CF cathode on advanced treatment of coal gasification wastewater. Separ. Purif. Technol. 194, 457–461.

[13]. Gopu, C., Gao, L., Volpe, M., Fiori, L. & Goldfarb, J. L. 2018 Valorizing municipal solid waste: waste to energy and activated carbons for water treatment via pyrolysis. J. Anal. Appl. Pyrolysis 133, 48–58.

[14]. Rivas, F. J., Beltrán, F. J., Gimeno, O. & Frades, J. 2001 Treatment of olive oil mill wastewater by Fenton's reagent. J. Agric. Food Chem. 49 (4), 1873–1880.

[15]. Benitez, F. J., Beltran-Heredia, J., Torregrosa, J., Acero, J. L. & Cercas, V. 1997 Chemical pretreatment by ozone of wastewaters from olive oil mills. Toxicol. Environ. Chem. 60 (1–4), 97–109.

[16]. Beltrán, F. J., García-Araya, J. F., Frades, J., Alvarez, P. & Gimeno, O. 1999 Effects of single and combined ozonation with hydrogen peroxide or UV radiation on the chemical degradation and biodegradability of debittering table olive industrial wastewaters. Water Res. 33 (3), 723–732.

[17]. Rivas, F. J., Beltrán, F. J., Gimeno, O. & Acedo, B. 2001 Wet air oxidation of wastewater from olive oil mills. Chem. Eng. Technol. 24 (4), 415–421.

[18]. Uğ urlu, M. & Kula, I˙. 2007 Decolourization and removal of some organic compounds from olive mill wastewater by advanced oxidation processes and lime treatment. Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 14 (5), 319–325.

[19]. Badawy, M. I., Gohary, F. E., Ghaly, M. Y. & Ali, M. E. M. 2009 Enhancement of olive mill wastewater biodegradation by homogeneous and heterogeneous photocatalytic oxidation. J. Hazard. Mater. 169 (1–3), 673–679.

[20]. Gernjak, W., Maldonado, M. I., Malato, S., Caceres, J., Krutzler, T., Glaser, A. & Bauer, R. 2004 Pilot-plant treatment of olive mill wastewater (OMW) by solar TiO2 photocatalysis and solar photo-Fenton. Solar Energy 77 (5), 567–572.

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Evaluation of Sound Insulation in Composite Wall Systems

(Tarık Serhat Bozkurt)

Evaluation of Sound Insulation in Composite Wall Systems

Tarık Serhat Bozkurt
Istanbul Technical University, Department of Architecture,
E-mail: bozkurtt@itu.edu.tr

Abstract: *Providing auditory comfort conditions has a very positive effect on human health. In this context, buildings should be designed to have sufficient sound insulation levels. For the buildings to have sufficient sound insulation levels, it is of great importance to investigate different materials, different details, and different combination properties. In this research, the sound insulation performance of different material thicknesses and different material combinations was investigated. Especially the composite wall systems consisting of wall and glass combinations are focused. The combination of different glass and wall ratios has been examined. In this direction, the sound insulation performance results of the composite wall systems have been obtained in the INSUL program. INSUL program results were modeled with the curve fitting method in MATLAB software according to the glass ratio in the composite wall system. The results showed that the wall part, which has low sound insulation performance, can greatly reduce the composite wall system sound insulation performance. Accordingly, it may not be beneficial to increase the sound insulation level of the wall composition having high sound insulation level without increasing the sound insulation level of the wall composition having low sound insulation level. The results of this research showed that it is more logical in composite wall systems to increase the sound insulation level of the wall part which has low sound insulation performance.*

Keywords: *Sound insulation performance, composite wall systems, Transmission loss*

1- Introduction

Noise must be kept under control in order to protect human health. Excessive noise negatively affects human health physiologically and psychologically. Excessive exposure to noise can cause cardiovascular problems, hearing loss, reduced working performance, and similar problems (Bozkurt, 2021). In this context, it should be aimed during the design process that the noise does not exceed the maximum level specified in the standards. In order to keep noise under control in Turkey, environmental noise evaluation and management regulation and the Regulation on the Protection of Buildings Against Noise are used as basic regulations and noise precautions are taken accordingly. Regulation on the protection of buildings against noise is used to provide the limit noise levels required by indoor functions, and it is aimed not to exceed the maximum noise levels specified in the regulation.

It is often necessary to increase the sound insulation performance of the external wall system and interior wall system in order to achieve the levels defined in the regulation on the protection of buildings from noise. In this context, it is of great importance to increase the sound insulation performance of external wall and interior wall systems. In order to provide natural lighting, a transparent glass window component is needed in the composite wall system. The sound insulation performance of the composite wall system, which consists of the combination of the transparent glass window system and the wall system, should be analyzed together. In this

study, the sound insulation performance of composite wall systems consisting of a window and a wall component was examined.

First of all, the method of calculation of sound insulation in single-layer wall systems was explained in this study. In Barron's book (Barron, 2003), the calculation of single-layer and double-layer wall insulation levels were explained in detail. Three different analysis regions in single layer wall systems exist and analyses are carried out according to the characteristics of the region properties. These regions are determined according to the first resonant frequency of the material and the critical frequency of the material. The formula for the first resonant frequency is given in Equation 1 and the formula for the critical frequency is shown in Equation 2.

$$f_{11} = \left(\frac{\pi}{4\sqrt{3}}\right) c_L h[(1/a)^2 + (1/b)^2] \tag{1}$$

$$f_c = \frac{\sqrt{3}c^2}{\Pi C_L h} \tag{2}$$

f_{11} = first resonant frequency
f_c = critical frequency
c_L = the speed of longitudinal sound waves in the solid panel material
h = thick of the material
a, b = dimensions of the material (width and height)
c = speed of sound in air

Figure-1 shows the sound insulation zones in single-layer walls. It consists of the stiffness control region, mass control region, and damping zone region. The region up to the first resonance frequency range, which is defined as red color in Figure 1, is the stiffness region. The mass control region defined in yellow in Figure 1 is located between the resonance frequency and the critical frequency range. In the analysis of the mass control region, the sound insulation level increases by 6 dB with each octave band increase. The region above the critical frequency is considered the damping region. The regions are also shown in Table 1.

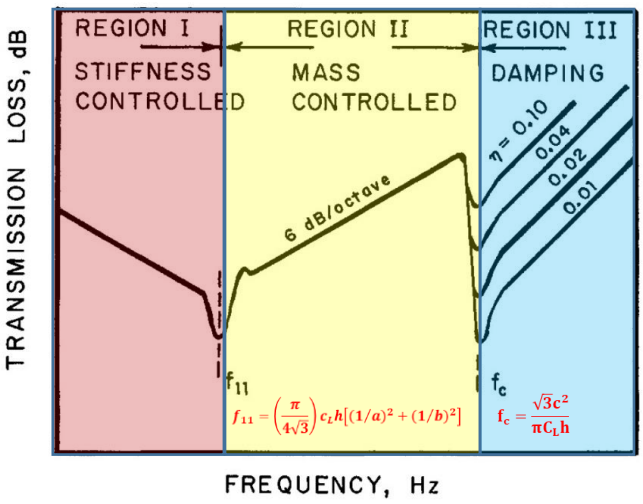


Figure 1. the sound insulation zones in single-layer walls, stiffness control region (red zone), mass control region (yellow zone) and damping region (blue zone), (Barron, 2003)

Table 1. The sound insulation zones analysis according to the related frequency range (Barron, 2003)

Frequency range	Calculation method
$f_{11} > f$	Analyzes are carried out according to the stiffness control region
$f_{11} > f > f_c$	Analyzes are carried out according to the mass control region
$f_c < f$	Analyzes are carried out according to the mass control region

The sound insulation level of the analyzed frequency is carried out according to located region properties. In this direction, different calculation methods are used for three different regions. The calculation method of each region was explained in the sub-section.

a) Region I: Stiffness-Controlled Region

In the stiffness-controlled region, transmission loss can be calculated by Equation 3.

$$TL = 10 \log10 (1/a_t) \tag{3}$$

TL= transmission loss (dB)
a_t = sound transmission coefficient

Sound transmission coefficient can be obtained by using Eq. 4, Eq. 5, and Eq. 6.

$$a_t = K_S^2 \, In(1 + K_s^{-2}) \tag{4}$$

$$K_s = 4\pi f \, p_0 \, c \, C_s \tag{5}$$

$$C_S = \frac{768(1-\sigma^2)}{\pi^8 E h^3 \left(\frac{1}{a^2}+\frac{1}{b^2}\right)^2} \tag{6}$$

a, b = dimensions of the material (width and height)
h = thickness of the panel
E and σ = Young's modulus and poisson's ratio
c = speed of sound in air
p_0= density of the air
f= frequency (Hz)

b) Region II: Mass-Controlled Region

Transmission loss can be obtained by Equation 7 in the mass-controlled region.

$$TL = TL_n - 5 \tag{7}$$

TL= transmission loss (diffuse incidence) (dB)

TL_n = Normal incidence transmission loss (dB)

Normal incidence transmission loss can be calculated by using Eq. 8 and Eq. 9.

$$TL_n = 10log\left(\frac{1}{a_{tn}}\right) \quad (8)$$

$$\frac{1}{a_{tn}} = 1 + \left(\frac{\pi f p_w h}{p_1 c_1}\right)^2 \quad (9)$$

a_{tn} = Normal incidence sound transmission coefficient
p_w = the density of the wall or panel
f= frequency (Hz)
p_1 and c_1 are the density and speed of sound
h = thickness of the panel

c) Region III: Damping-Controlled Region

Damping-Controlled Region transmission loss can be obtained by using Equation 10 and Equation 11.

$$TL = TL_n(f_c) + 10\log_{10}(n) + 33{,}22\ \log_{10}(f/f_c) - 5{,}7 \quad (10)$$

TL= transmission loss (dB)

$$TL_n(f_c) = 10\ \log_{10}\left[1 + \left(\frac{\pi\ f_c\ p_w\ h}{p_1 c_1}\right)^2\right] \quad (11)$$

f_c = critical frequency
n = damping coefficient
f= frequency (Hz)
p_w = the density of the wall or panel
p_1 and c_1 are the density and speed of sound
h = thickness of the panel

2- Methodology

In this study, different composite wall combination ratios were evaluated. In composite wall systems, the sound insulation levels of each layer type are taken into account, and calculations are made according to the combination ratio percentages. The sound insulation level of composite wall systems can be calculated with Equation 12 (Barron, 2003 and Metha et al., 1999).

$$TL_{comp} = 10.\log\ (1/\ a_{t\text{-}comp}) \quad (12)$$

TL_{comp} = Transmission loss of the composite wall system
$a_{t\text{-}comp}$ = sound transmission coefficient of the composite wall system

$a_{t\text{-}comp} = ((a_{t\text{-}1})S_1 + (a_{t\text{-}2})S_2 + ... + (a_{t\text{-}n})S_n) / \sum S$

$a_{t\text{-}1}$, $a_{t\text{-}2}$, $a_{t\text{-}n}$ = Sound transmission coefficient of different materials, respectively
S_1, S_1, S_n =Area of the different wall types, respectively
$\sum S$ = Total area of the composite wall system

With the use of acoustic simulation programs, fast and practical sound insulation results can be obtained for different wall sections. INSUL sound insulation program was used to calculate the single layer sound insulation level. In this study, only the frequencies of 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, and 2000 Hz were analyzed. The sound insulation levels of the materials were

obtained with the help of the INSUL program. In addition, the R_w value, which is a single-degree sound insulation level according to the ISO 717-1 standard, was also acquired with the help of the INSUL program. The sound insulation levels of the wall layer and the glass layer are taken from the program. The sound insulation level of the composite wall system was analyzed according to the changing wall ratios.

3- Numerical Analysis

In this study, the transmission loss value of composite systems and the transmission loss values according to the wall thickness were obtained from the INSUL software. The version of the INSUL software used is 7.0.13. Sound transmission loss results for a single layer 200 mm thick wall (plastered wall) (m=320 kg/m^2) and 4 mm thick glass (m=9,7 kg/m^2) were acquired from the INSUL software. Panel dimensions of the materials were defined as 3x8 meters and sound insulation results were obtained. 1/1 octave band frequency transmission loss results, which belong to 20 cm brick wall and 4 mm glass wall thickness, were shown in Table 2.

Table 2. Brick wall and glass wall transmission loss and R_w values (INSUL software results)

Material Type	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	R_w
Brick wall (200 mm thick)	38	42	50	58	64	54
Glass (4 mm thick)	15	20	25	29	32	28

In the composite wall analysis, the use of two different materials at different rates was investigated. The combination of glass and brick walls in different proportions to form a composite wall was examined. Composite wall calculations were obtained from the software, according to the glass ratio in composite systems as 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% and 100%, respectively. 1/1 octave band frequency Transmission loss values of composite wall systems are presented in Table 3.

Table 3. Transmission loss values of composite wall system (INSUL software results)

Results type	Transmission loss results (dB) according to ratio of glass area to total wall area										
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
125 Hz	38	25	22	20	19	18	17	16	16	15	15
250 Hz	42	29	27	25	24	23	22	21	21	20	20
500 Hz	50	34	32	30	29	28	27	26	26	25	25
1000 Hz	58	39	36	35	33	32	32	31	30	30	29
2000 Hz	64	42	39	37	36	35	34	33	33	32	32
R_w	54	38	35	34	32	31	31	30	29	29	28

The results were shown in graphics according to the varying glass ratios in composite wall systems. Numerical model curves were derived with the curve fitting method according to the changing glass ratios in line with 11 results. In the direction of the produced numerical model curves, transmission loss can be predicted. Transmission loss results in the composite wall system, which is produced with the same type of section and material properties, can be estimated in line with the changing glass ratio.

Numerical curve models were produced in the MATLAB R2020b program. The results from the INSUL program were transferred to the MATLAB program and the poly5 curve fitting method was used. Model curves were generated with 95% confidence bounds in the MATLAB program.

The numerical model curve of the transmission loss at 125 Hz frequency depending on the window ratio in the composite wall was presented in Figure 2. With the addition of glass in the composite wall system, the insulation level of the composite wall decreased considerably. The formula of the numerical model curve produced for 125 Hz was given in Equation 13.

$$P(x)_{125\ Hz} = -432{,}7x^5 + 1274x^4 - 1403\ x^3 + 718{,}1\ x^2 - 179{,}7x + 37{,}8 \qquad (13)$$

x= glass ratio on the composite wall system (between 0 and 1)

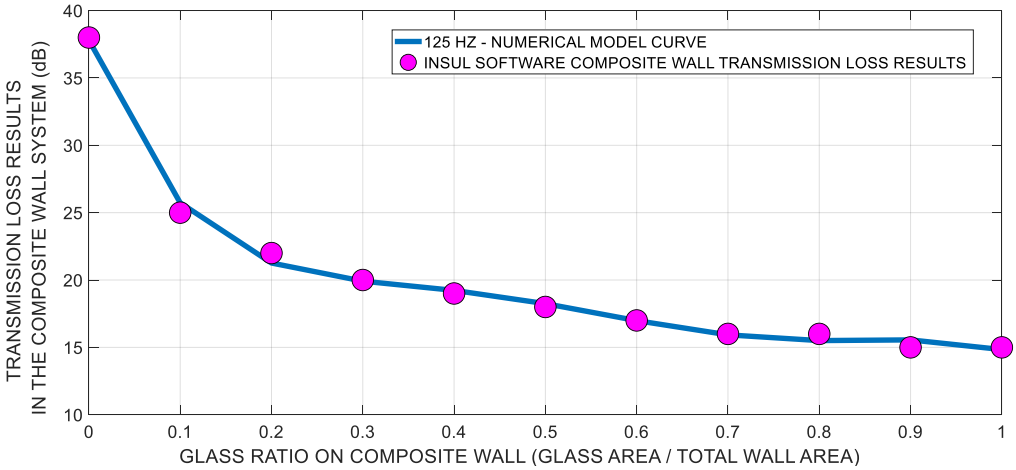


Figure 2. The numerical model curve of the transmission loss at 125 Hz frequency

The 250 Hz model curve of the composite wall system produced according to different glass ratios was shown in Figure 3. With the addition of a glass ratio in the composite wall system, the transmission loss value decreased significantly. The formula of the numerical model curve produced for 250 Hz was demonstrated in Equation 14.

$$P(x)_{250\ Hz} = -480{,}8\ x^5 + 1394x^4 - 1503\ x^3 + 746x^2 - 178{,}3x + 41{,}73 \qquad (14)$$

x= glass ratio on the composite wall system (between 0 and 1)

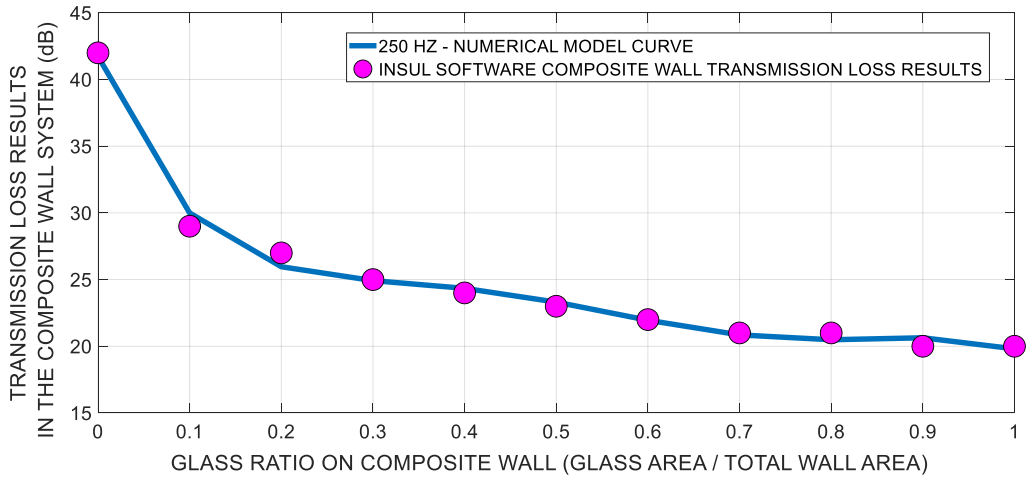


Figure 3. The numerical model curve of the transmission loss at 250 Hz frequency

The 500 Hz model curve of the composite wall system produced according to different glass ratios was given in Figure 4. With the window ratio being 10%, the transmission loss decreased

very rapidly. The numerical model curve derived for 500 Hz was demonstrated in Figure 4 and numerical curve formulation was given in Equation 15.

$$P(x)_{500\ Hz} = -625x^5 + 1807x^4 - 1940\ x^3 + 954{,}8x^2 - 221{,}6x + 49{,}65 \quad (15)$$

x= glass ratio on the composite wall system (between 0 and 1)

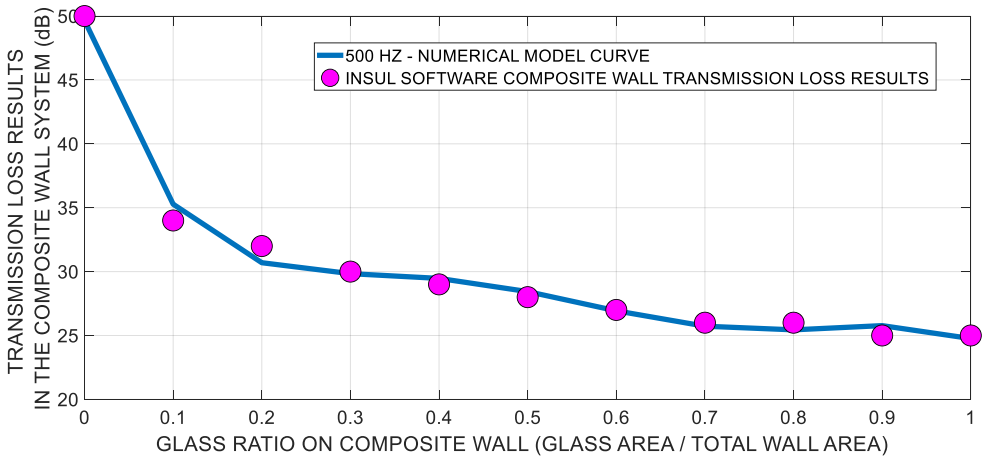


Figure 4. The numerical model curve of the transmission loss at 500 Hz frequency

With the addition of 10% of the glass ratio to the composite wall system (Figure 5), the sound insulation level decreased considerably, and with the increase of the glass ratio, small reductions were observed in the composite wall system. The numerical model curve prepared for the 1000 Hz frequency was given in Equation 16.

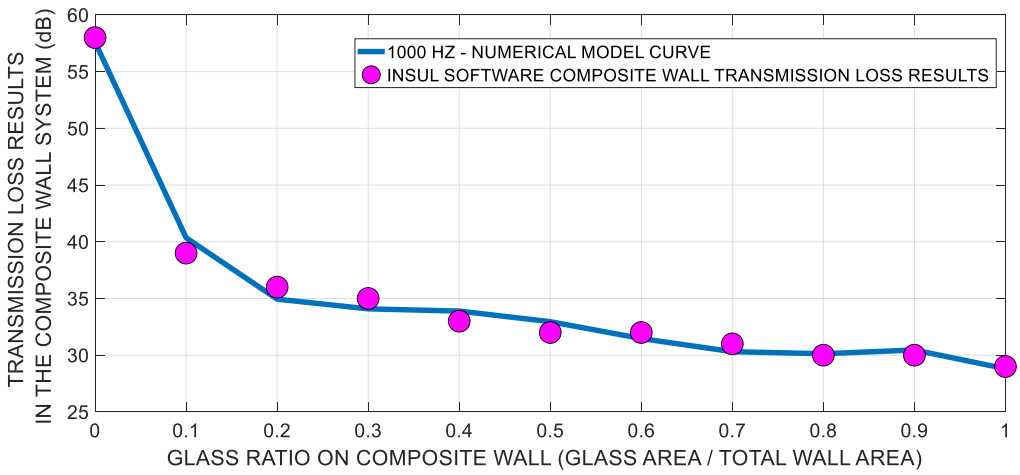


Figure 5. The numerical model curve of the transmission loss at 1000 Hz frequency

$$P(x)_{1000\ Hz} = -753{,}2x^5 + 2169x^4 - 2328x^3 + 1150x^2 - 266{,}4x + 57{,}61 \quad (16)$$

x= glass ratio on the composite wall system (between 0 and 1)

With the glass ratio being 10% in the composite wall, the sound insulation level for 2000 Hz showed a remarkable decrease (Figure 6). Increases in glass ratios after 10% did not reduce the

sound insulation level as much as the first increase. The formula for the numerical model curve prepared for 2000 Hz was presented in Equation 17.

$$P(x)_{2000\ Hz} = -865{,}4x^5 + 2513x^4 - 2715x^3 + 1345x^2 - 309{,}6x + 63{,}56 \quad (17)$$

x= glass ratio on the composite wall system (between 0 and 1)

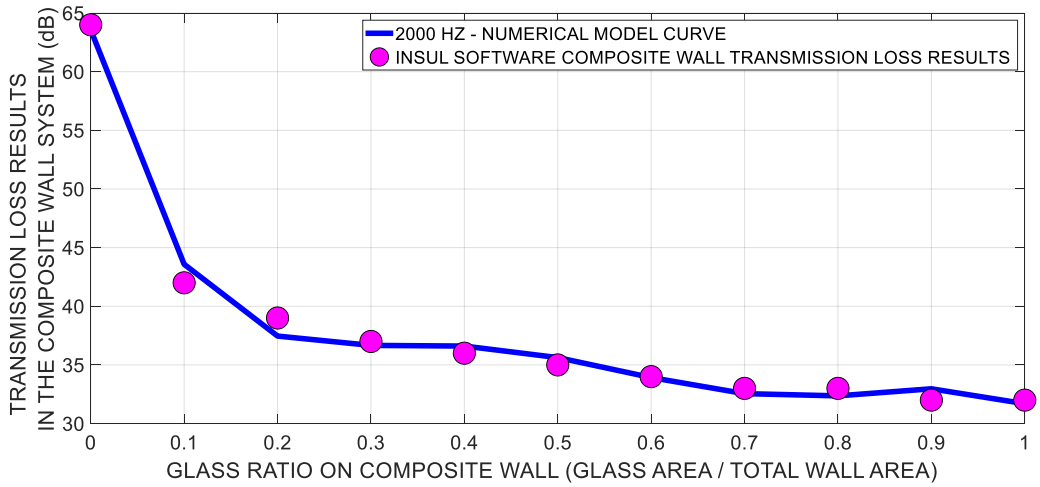


Figure 6. The numerical model curve of the transmission loss at 2000 Hz frequency

In the R_w analysis, it was understood from Figure 7 that the sound insulation level has reduced significantly with addition the glass ratio in the composite wall system. The formula for the Rw curve model was presented in Equation 18.

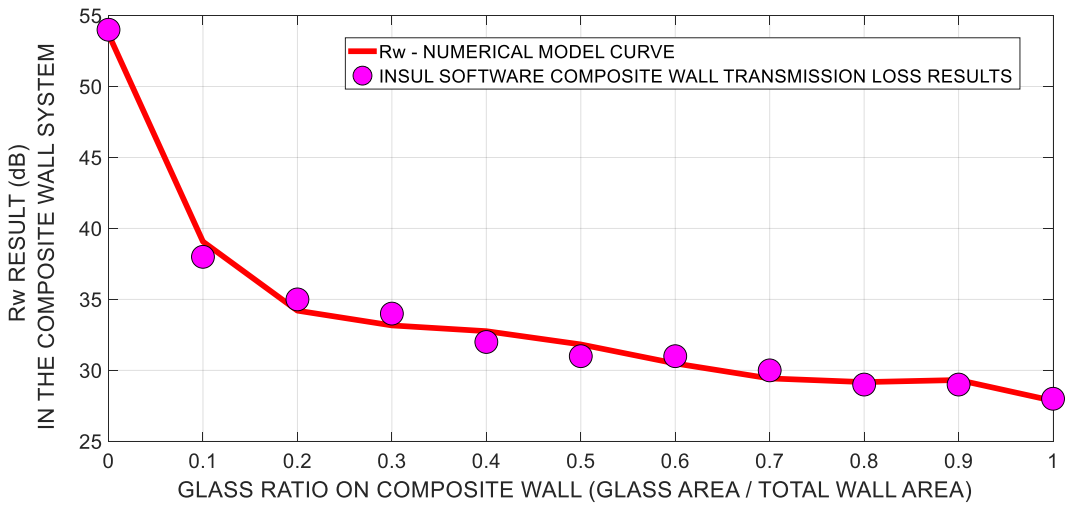


Figure 7. The numerical model curve of the transmission loss for R_w

$$P(x)_{Rw} = -609x^5 + 1756x^4 - 1891x^3 + 941{,}3x^2 - 223{,}1x + 53{,}69 \quad (18)$$

x= glass ratio on the composite wall system (between 0 and 1)

In general, it was understood that the sound insulation level of the composite wall decreased significantly with the addition of glass ratio, and the component with low sound insulation

greatly reduced the sound insulation level. it was observed in Figures 2, 3, 4, 5, 6, and 7 that the level of sound insulation performance of the composite wall decreases excessively with the addition of the glass component (even if the glass ratio was too low ratio). As a result of the research, it was understood that if it is desired to increase the sound insulation level of the composite wall systems, the most logical suggestion is to increase the sound insulation level of the component which has low sound absorption performance. Thanks to the curve models produced according to the glass ratios, the sound insulation performance level (glass and wall component with the same cross-sectional characteristics) can be estimated according to the changing glass ratio. (by reading from figures or using prepared curve model equations). Glass window systems, which are frequently used in exterior systems, are produced as double glazing and are used with high heat and sound insulation performance. However, it is thought that this research can give an idea to experts who design not only interior wall systems but also exterior wall systems.

4- Conclusion

In this research, the sound insulation performance of single layer composite wall systems was investigated. Composite wall systems, which was occurred by the combination of 20 cm brick wall and 4 mm glass layer at different rates, were investigated. In the first part of the research, the calculation of single layer sound insulation is detailed. In the second part, the methodology is explained. Transmission loss results from the INSUL software were given in Chapter 3. Sound insulation performance levels were examined according to changing window ratios. The results obtained from the INSUL software were transferred to the MATLAB program and numerical model analyzes were carried out according to the changing glass ratios. Numerical model curves were produced in MATLAB software by using the curve adaptation method in line with the changing glass ratio. Thanks to the numerical model curves, the sound insulation performance of composite walls with the same cross-sectional properties can be estimated according to the changing glass ratio. it was observed that the component with a low sound insulation level in composite wall systems significantly affected composite wall sound insulation level. Even if the component with low sound insulation performance is found very little ratio in composite wall system, it can significantly reduce the sound insulation level. In this context, it is more logical to primarily improve the components, which have low sound insulation performance than other components.

References

Barron, R. F., (2003), Industrial Noise Control and Acoustics, Marcel Dekker Inc., Newyork, Basel. ISBN:0-8247-0701-X

Bozkurt, T.S., Preparation of Industrial Noise Mapping and Improvement of Environmental Quality, Curr Pollution Rep 7, 325–343 (2021), https://doi.org/10.1007/s40726-021-00195-3

Mehta, M., Johnson, J. and Rocaford J., (1999), Architectural Acoustics Principles and Design, Prentice Hall, ISBN: 0-13-793795-4

Regulation on Assessment and Management of Environmental Noise, Dated 04/06/2010 and numbered 27601

Regulation on the Protection of Buildings Against Noise, Dated 31/5/2017 and numbered 30082

TS EN ISO 717-1, Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Airborne sound insulation (ISO 717-1:2013)

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Akyaka' dan (Muğla-Türkiye) Yakalana Çipura (*Sparus aurata*) tüketimine bağlı Metal Kaynaklı Sağlık Risk Değerlendirmesi

(Tuncer Okan Genç)

Akyaka' dan (Muğla-Türkiye) Yakalana Çipura (*Sparus aurata*) tüketimine bağlı Metal Kaynaklı Sağlık Risk Değerlendirmesi

Tuncer Okan Genç
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü,
E-mail: tuncerokangenc@gmail.com

Özet: *Gökova Körfezine bağlı Akyaka ilçesi Ülkemizin en önemli sulak alanları arasında yer almaktadır. Körfezde pek çok ekonomik balık türü yaşamakta olup, ticari balıkçılık ta oldukça gelişmiş bir sektör konumundadır. Böyle önemli bir ekosistem üzerinde yapılan olan bu çalışma sonucunda, Akyaka'da yaşayan ekonomik özelliğe sahip çipura (Sparus aurata) dokularında (karaciğer, kas ve solungaç) mevsimsel olarak ağır metal (Cu, Fe, Cd, Ni ve Pb) kirliliğinin tüm boyutlarıyla ortaya konulması hedeflenmiştir. Araştırma süresince her mevsim 6 adet olmak üzere toplam 24 adet balık Akyaka Su Ürünleri Kooperatifinden alınmış, balık örneklerinde analizler yapılmış ve ICP-OES (Inductively Coupled Plasma- Atomic Emission Spectrometry) cihazında metaller okutulmuştur. Sonuçlar, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) sınır değerlere göre ve istatistiksel metotlar kullanılarak sağlık risk değerlendirmeleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre tüm metaller için en fazla birikim gösteren doku karaciğer iken bunu sırasıyla solungaç ve kas takip etmektedir. Dokularda birikim gösteren metaller sırasıyla Fe>Cu>Ni>Cd>Pb olarak analiz edilmiştir. Bakır (Cu) ve Nikel (Ni) yaz mevsimlerinde yüksek değerlerde tespit edilmişken demir (Fe), kadmiyum (Cd) ve kurşun (Pb) ilkbahar mevsiminde yüksek değerlere ulaşmıştır. Tahmini günlük alım değeri (EDI)0.0114 ila 9.123 arasında değişim göstermektedir. Ayrıca hedef tehlike oranı (THQ) 0.0005 ile 0.0130 değerleri arasında hesaplanmıştır. Toplam tehlike katsayısı (TTHQ) ise1 den düşük 0.0344 olarak bulunmuştur. Tüm sağlık risk hesaplamaları göstermektedir ki Akyaka'dan yakalanan çipura tüketimi sonucu ağır metal kaynaklı düşük sağlık riski bulunmaktadır. Dünyada yaşayan tüm canlıların ortak serveti olan su kaynakları ve içindeki canlılar, kaliteli protein arayışı içinde olan toplumların gıda deposudur. Endüstrileşmenin kaçınılmaz olduğu yüzyılımızda, yaşam kalitesini bozmadan, taze ve temiz ürünlerle sağlıklı beslenme olanaklarını korumak tüm toplumların ana hedefi olmalıdır.*

Anahtar Kelimeler: *metal, balık, akyaka, sağlık riski*

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Ses Kontrollü Robot El

(Türkay Özkan, Hakan Işık)

Ses Kontrollü Robot El

Türkay Özkan[1], Hakan Işık[2]
[1]*Mekatronik Mühendisliği / Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Türkiye,*
E-mail: turkay.zkn@gmail.com
[2]*Elektrik Elektronik Mühendisliği / Teknoloji Fakültesi, Selçuk Üniversitesi, Türkiye,*
E-mail: hisik@selcuk.edu.tr

Özet – *Sürekli olarak yaşanan teknolojik gelişmelerde temel amaç insan hayatının kolaylaştırılmasıdır. Bu amaçla yapılan çalışmaların ciddi bir kısmını engelli bireylerin sosyal hayata katılımı ve engellerinin teknoloji sayesinde ortadan kaldırılması amacı oluşturmakta. .Engelsiz Yaşam Derneğinin verilerine göre dünya üzerinde bir milyar doğuştan veya sonradan engelli birey yaşamakta. Her insanın bir engelli adayı olduğu gerçeğini düşündüğümüzde bu alanda yapılacak çalışmalar her dönem önemini koruyacaktır.*
Araştırmacıların üzerinde çalışmakta olduğu diğer bir konu insan hayatının korunmasıdır. Uzaktan yapılan tıbbi müdahaleler, insan hayatının riskli olduğu işlerde insan faktörünü ortadan kaldırmak bu araştırmaların temelini oluşturmakta. Geliştirilen laparoskopik cihazlar sayesinde uzaktan gerçekleştirilen ameliyatlar yaygın hale gelmeye başladı. Ayrıca insan sağlığını etkileyebilecek zararlı ortamlarda programlanabilir robotlar artık iş gücünü kolaylıkla karşılayabilir durumda.
Bu belgede bahsi geçen çalışmada tasarlanan mekanik el öncelikli olarak engelli bireylerin gündelik işlerinde hayatlarını kolaylaştırmayı amaçlamaktadır. Ayrıca tasarımın ileri ki versiyonlarında yapılacak geliştirmeler ve değişikliklerle, yukarıda bahsi geçen diğer araştırma konuları için gerekli durumlarda uzaktan cerrahi müdahale, insan hayatının tehlikede olduğu alanlarda çalışma ve akademik araştırmalar vb. alanlarda kullanılması amaçlanmaktadır. Çalışmamız sesli bir şekilde kablosuz olarak kontrol edilebilmektedir. Tasarım yapılırken insan eli ölçüleri referans alınmış olup, beş parmak ve her parmak iki serbestlik derecesine sahip olacak şekilde tasarlanmıştır.

Anahtar Kelimeler *–Robotik, protez el, sesli kontrol, uzaktan kontrol, programlanabilir el.*

1. Giriş

Engelli bireyler için engel teşkil eden durumlarının ortadan kaldırılması amacıyla yapılan çalışmalar çok uzun yıllar öncesine dayanmakta. Finch(2011) yapmış olduğu çalışmada bulduğu bir protezden bahsetmiş ve protezin milattan önce ki yıllara ait olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca yine bu tarihten önce yaşayan bilginlerin kitaplarında protezlere ait çizimlere rastlanmıştır. Bizim çalışmamıza benzer protezler üzerine çalışmaların yapılması ve kullanılmaya başlaması ise 16. yüzyılda olmuştur.

Yapılan çalışmalar her geçen yıl gelişerek devam ettiği için literatür çalışması son dönemlerde yapılan çalışmalara odaklanarak yapılmıştır. Tasarımımız ses ile kontrol edildiği için benzer kontrollü ve çalışma mantığı aynı olan protez el dışında ki çalışmalar ayrı incelenmiş, ses ile kontrol edilmese de farklı yaklaşımlara sahip protez el çalışmaları da ayrıca incelenmiştir.

Saravanan (2020) ve arkadaşları “Arduino Based Voice Controlled Robot Vehicle “ isimli çalışmalarında arduino uno ve hc05 bluetooth modülü kullanarak tasarlamış oldukları aracın kontrolünü android tabanlı cep telefonu arayüzü ile sesle kontrol etmişlerdir. Kullanmış oldukları android tabanlı “AMR_VOICE” isimli mobil uygulama bizim tezimizde de kullanılmıştır.[1]

Karaçizmeli (2014) ve arkadaşları “ Robotic Hand Project “ isimli çalışmalarında yapmış

olduğumuz protez ele benzer bir el yapılarak mikroişlemci olarak arduino uno kullanmışlardır. Esneklik sensörlerinin kullanılmış olduğu tezde , sensörler bir eldivene dikilerek bir operatörün eline giydirmek suretiyle hazırlanan el uzaktan kontrol edilmiştir.[2]

“ Design and Implementation of Artificial Upper Limbs Based on Arabic Speech Words “ isimli çalışmalarında Huseein (2020) ve arkadaşları arduino uno kullanılmış olup bizim çalışmamızdan farklı olarak sesli komutlar bilgisayar üzerinden mikroişlemciye aktarılarak yapılan el kontrol edilmiştir. Komut dili olarak Arapça kullanılmıştır.[3]

Gökbayrak (2016) ve arkadaşları yapmış oldukları “Esnek Algılayıcı Kontrollü Robot El Tasarımı ve Gerçeklenmesi Üzerine Bir Çalışma “ isimli çalışmada esnek sensörler kullanarak insan eline benzer bir el tasarlayarak kontrolünü uzaktan sağlamış ve her bir parmak için ayrı ayrı kinematik denklemlerini hesaplamışlardır.[4]

Endüstriyel tarzda tasarlamış olduğu robotla yapmış olduğumuz projeye çalışma mantığı olarak benzeyen makalede Naik (2020) arduino uno yardımıyla servo motorların kontrolünü sesli komutlar ile yapmıştır.[5]

“ Beş Parmaklı Protez Robot El “ isimli yüksek lisans tezi çalışmasında Arı (2016) , tasarlamış olduğu beş parmaklı protez elde amaç olarak ele piyano çaldırmış, bizim yapmış olduğumuz çalışmaya yakın çalışmasının detaylı bir araştırmasını yaparak her parmak için ayrı kinematik hesaplamalar yapmıştır. Tasarlamış olduğu elin parçalarını bizimde yapmış olduğumuz gibi 3D yazıcıdan çıkartarak bir araya getirmiştir. Yapmış olduğu tez çalışmasında parmakların kontrolü için işlemci olarak arduino mega kullanmış ve parmakların hareket etmesini servo motorlar aracılığı ile yapmıştır. El piyanonun ön kısmına yerleştirilen bir raylı sistem üzerinde hareket ederek belirlenen notalar üzerinde belirlenen parmaklar hareket ederek piyano çalma işlemi gerçekleştirilmektedir.[6]

“Design of an Automatic Voice Controlled System and Remote Control” isimli bir diğer çalışmada, bir üretim sisteminin, ses komutları ile uzaktan kontrolü gerçekleştirilmiştir. Farklı mobil platformlarda da çalışabilen bir uzaktan kumanda uygulaması oluşturulmuştur Bu uygulama ile araç türünü, motorun hızını, verici parçalarını ve renk seçimini yapmak için birtakım düğmeler mevcut kılınmıştır. Elektronik kontrol için Arduino kartı ve uzaktan kumanda uygulaması ile kontrol donanımı arasındaki kablosuz iletişimi sağlamak için Wi-Fi modülü kullanılmış. Ses tanıma sistemi olarak Arduino için konuşma tanıma aracı olan µSpeech tercih edilmiş. µSpeech kütüphanesi, Goertzel algoritması kullanılarak geliştirilmiş. Bu algoritma, Ayrık Fourier Dönüşüm (Discrete Fourier Transform-DFT) bir uyarlaması olarak elde edilebilir.[7]

González (2019) ve bir arkadaşı “Optimization of the Kinematic Chain of the Thumb for a Hand Prosthesis Based on the Kapandji Opposition Test” isimli çalışmalarında insan eline yakın

ölçülerde tasarlamış oldukları elin özellikle başparmak kısmına odaklanmışlardır. Kinematik hesaplamalarını yapmış oldukları başparmağın tasarımının uygunluğunu KOT ile başarılı bir şekilde test etmişlerdir.[8]

Zaidan (2021) , "Design and Implementation of Upper Prosthetic Controlled remotely by Flexible Sensor Glove " isimli makalesinde tasarlamış olduğu protez elin uzaktan kontrolünü sağlamıştır. Operatöre giydirilecek şekilde bir eldiven üzerine esneklik sensörleri yerleştirmiş ve operatörün hareketlerini bu sensörler yardımıyla veriye dönüştürmüştür. Esneklik sensörleri ile algılanan veriler arduino nano mikroişlemcisine aktarılmıştır. Mikroişlemcide incelenen veriler anlamlandırılarak karşılıkları HC-12 kablosuz modülü ile protez elde bulunan SG-90 servo motorlara aktarılarak parmakların operatörün parmak hareketlerini taklit etmesi sağlanmıştır. Ayrıca parmak uçlarında bulanan FSR400 ve MLX906 sensörleri ile temas edilen yüzeylerden geri bildirimler alınmıştır. Bu sensörler sayesinde temas edilen obejeye uygulanan basınç ve objenin sıcaklığı gibi veriler elde edilmiştir.[9]

"Design of a Robotic Hand With a Biologically-Inspired Parallel Actuation System for Prosthetic Applications " isimli makalede Crawford (2010) ve Perez-Gracia (2010) insan parmaklarının hareketini sağlayan Flexor Digitorum Profundus (FDP) ve the Flexor Digitorum Superficialis (FDS) isimli tendonların incelemelerini yaparak anatomik bir çalışma yapmışlardır. İki tendonun çalışmasına benzer bir mantıkla çalışan bir başparmak tasarımı yapmışlardır. Çalışma başparmak özelinde yapılmış olup belirli objelerin tutulması sağlanmıştır.[10]

Sakshi Sharma, Shubhank Sharma, Piyush Yadav (2017) yayınlamış oldukları "Design and Implementation of Robotic Hand Control Using Gesture Recognition " isimli çalışmada tasarlamış oldukları protez eli hareketli bir platform üzerine yerleştirmişlerdir. Eldiven üzerine konumlandırılmış esneklik sensörleri ve ivme ölçerler sayesinde eldiveni giyen operatörün parmak hareketlerine göre üç boyutlu yazıcıda basılan elin parmakları hareket etmektedir. Aynı zamanda operatörün elinin açısına göre platform ivme ölçerden gelen veri sayesinde konum değiştirmektedir. Veriler bluetooth modülü sayesinde aktarılmış ve mikroişlemci olarak arduino mega kullanılmıştır.[11]

2. Materyal ve Yöntem

Bu bölümde ses kontrollü robotik elin tasarım aşamalarından, tasarım yapılırken yararlanılan programlar ve malzemelerden detaylı olarak bahsedilmiştir.

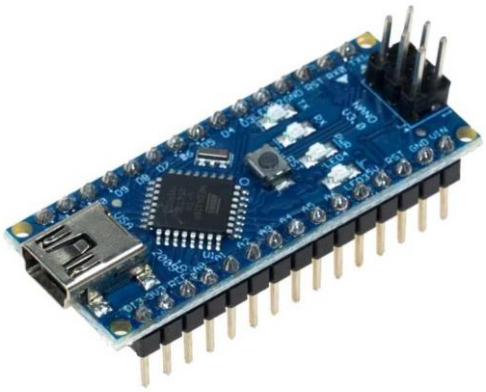
Mikroişlemci olarak arduino nano, parmak hareketlerini sağlamak amacıyla SG-90 servo motorlar kullanılmıştır. Elin parçalarının çizimleri gerçek bir insan elinden ölçüler alınarak SolidWorks programı üzerinden yapılmıştır. Solidworks üzerinden tasarlanan parçalar üç boyutlu yazıcıdan bastırılarak bir araya getirilmiştir. Sistemin çalışması için gerekli elektrik enerjisi lityum iyon pil ile sağlanmıştır.

A.Devre Elemanları

A.1. Arduino Nano

Arduino genel kullanım amacıyla bilgisayarımızda ki işlemciye benzeyen bir mikro kontrol ünitesidir. Kullanım amaçlarına göre ve ihtiyaçlara göre farklı çeşitleri bulunmaktadır. Her çeşidi farklı bir mikrodenetleyiciye sahiptir. Programlamak için Arduino IDE isimli kendi arayüzü kullanılır.

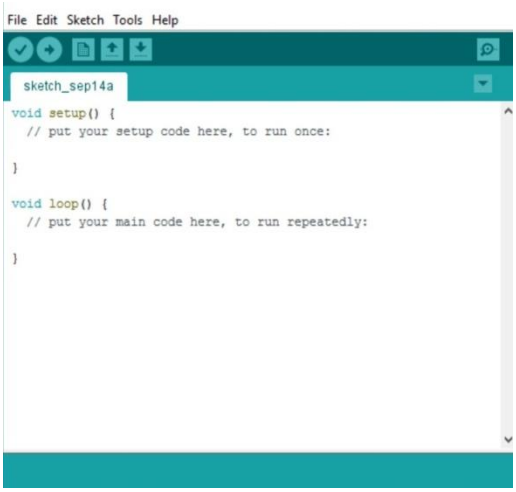
Çalışmamızda kullanacak olduğumuz arduino çeşidi arduino nanodur. Arduino nano kolaylıkla USB Mini-B kablosuyla bilgisayara bağlanabilir. Mikrodenetleyici olarak ATmega328 kullanır. Çalışma gerilimi 5V olan arduino nanonun önerilen besleme voltaj aralığı 7V-12V tur. Üzerinde 14 adet dijital giriş bulunmaktadır.



Şekil 1. Arduino Nano

A.2. Arduino IDE

Arduino IDE , arduino kitlerinin programlanması için geliştirilmiş bir arayüzdür. Bu arayüzde yazılan kodlar kolayca derlenerek bilgisayar usb portuna kablo ile bağlı olan arduino kitine kolaylıkla aktarılabilmektedir. C ve C++ programlama dillerini temel alan bir programlama diline sahiptir.



Şekil 2. Arduino IDE

A.3. SG-90 Servo Motor

Çalışmada on bir adet SG-90 servo motor kullanılmıştır. Tasarlanan elin eklem yerlerine gelecek şekilde montajlanan servo motorlar sayesinde baş parmak için üç , diğer dört parmak için iki farklı serbestlik derecesi elde edilmiştir. SG-90 servo motor 23.1 mm X12.2 mm X29 mm boyutlarına, 9 g ağırlığa sahiptir. 0°-180° arasında dönüş hareketi gerçekleştirebilir. Üzerinde bulunan üç ayrı kablo topraklama, güç ve sinyal kablosu olarak kullanılmaktadır.

Şekil 3. SG-90 Servo Motor

A.3. Lityum Polimer Pil

Devrenin çalışması için besleme lityum polimer pil ile yapılmıştır. Lityum polimer piller normal pillerde kullanılan sıvı elektrolit yerine, polimer bir elektrolit kullanılmaktadır.

Tercih etmiş olduğumuz pil yirmi hücreli bir pil. Her bir hücreden anlık 800 mAh çekebiliyoruz. Konfigürasyon olarak iki seri ve bir paralel bağlanmış hücreden oluşan pilimizde gerilim değeri 7.4 V'tur.

Şekil 4. Lityum Polimer Pil

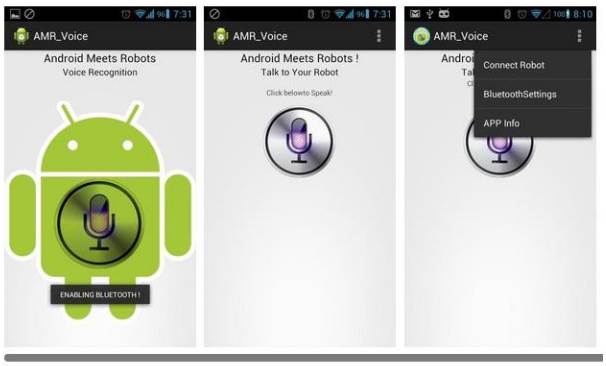
A.4. HC-05 Bluetooth Modülü

Uzaktan kontrolü HC-05 isimli bluetooth modulü sayesinde mobil telefondan arduino nano mikroişlemcisine aktaracağız.

Şekil 5. HC-05 Bluetooth Modülü

A.5. AMR Voice Uygulaması

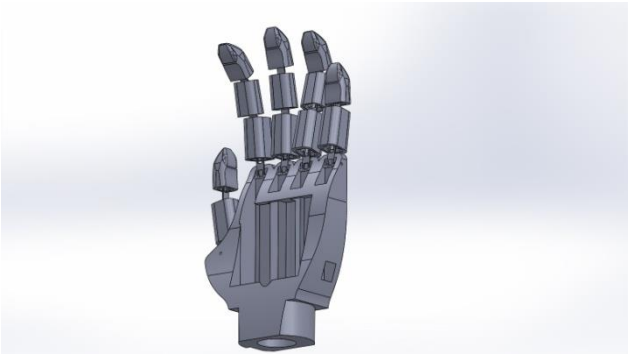
Elin ses komutlarını algılamak ve bluetooth modülü aracılığı ile işlemciye aktarılmasını sağlamak amacıyla AMR Voice isimli uygulamadan yararlanılmıştır. AMR Voice uygulaması sesi google aracılığıyla harflere çevirir ve blurtooth üzerinden bluetooth modülüne yollar. AMR kod gönderime başlarken "*" ifadesi, bitirirken "#" ifadesi kullanıldığı için konuşma komutlarımızı arduino kartta denetlerken başına "*" ve komutun bittiği anlam için "#" ifadesini kullanırız.



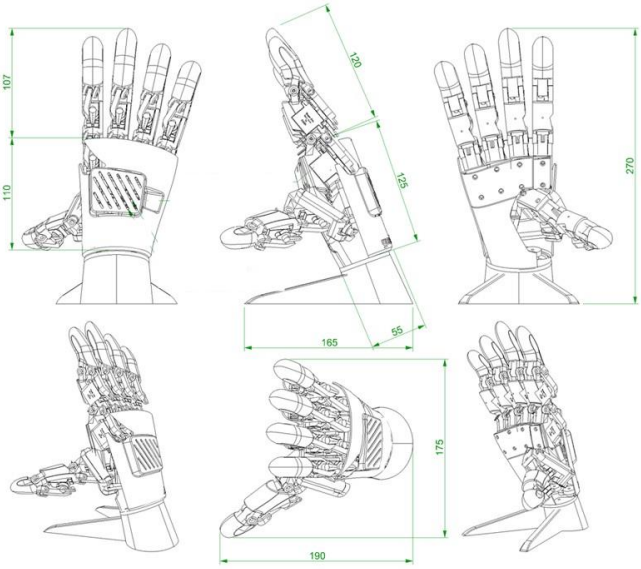
Şekil 6. AMR Voice Uygulama Arayüzü

B.Tasarım ve Montaj

Çalışmanın her bir parçasının tasarımı SolidWorks programı kullanılarak yapılmıştır. Parçalar daha sonra üç boyutlu yazıcıdan bastırılarak bir araya getirilerek montaj işlemi tamamlanmıştır.



Şekil 7. SolidWorks Tasarımı 1



Şekil 8. SolidWorks Tasarımı 2

C.Programlama ve Komutlar

Çalışmanın temelinde tasarlanan elin sesli komutlar ile tanımlanan temel komutları yerine getirmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda komutlar şunlardır ;

- Baş parmak
- İşaret parmağı
- Orta parmak
- Yüzük parmağı
- Serçe parmağı
- Bütün parmaklar
- Yakala
- Bırak

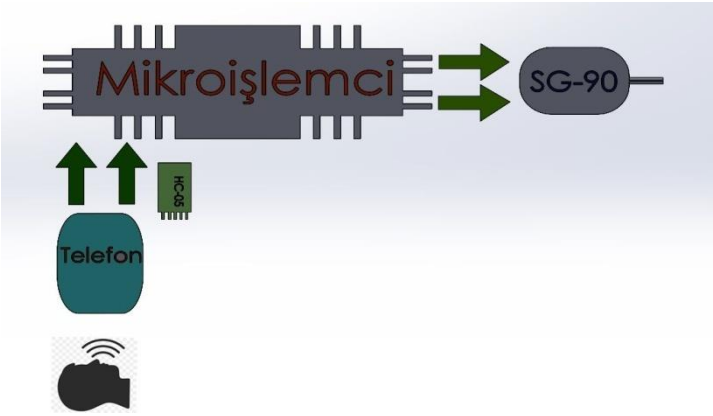
3. Bulgular

Sonuç olarak protez ele ayrı ayrı hedeflenen tüm temel komutlar verilerek komutları yerine getirdiği gözlemlenmiştir. Çapı 60 mm olan sert bir cismi(Şekil 9) ve çapı 50 mm olan yumuşak bir cismi(Şekil 10) yakalaması istenmiş ve bu işlemleri başarıyla tamamlamıştır.

Sesli komutlar on farklı kişi tarafından ayrı ayrı mobil telefona söylenmiş ve elin temel komutların tamamını yerine getirdiği görülmüştür.

Sessiz bir oda da desibel değeri 27 db iken telefondan 25 cm uzaklıkta komutlar verilmiş ve konutların algılandığı desibel değeri aralıkları belirlenmiştir (Tablo 1).

Temel komutların tepki süreleri ölçülerek gözlemler kaydedilmiştir (Tablo 2).



Şekil 9. Çalışma Şeması

Şekil 10. Cisim1 Yakala Komutu

Şekil 11. Cisim2 Yakala Komutu

Tablo 1. Komutlar ve Algılama Desibel Aralığı

Komutlar	En düşük (DB)	En Yüksek(DB)
Baş parmak	32	73
İşaret parmağı	45	79
Serçe parmağı	39	76
Yüzük parmağı	34	75
Orta Parmak	42	79
Yakala	33	74

Tablo 2. Komutlara Tepki Süresi

Komutlar	En düşük (sn)
Baş parmak	3
İşaret parmağı	4
Serçe parmağı	3
Yüzük parmağı	2
Orta Parmak	4
Yakala	5

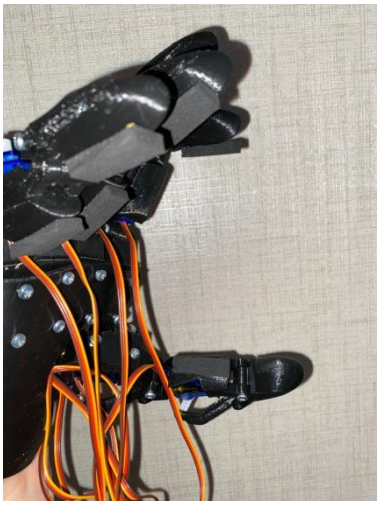
Tablo 3. Komutlar ve Görüntüsü

Komutlar	Görüntü
Bir	Şekil 12. Bir Komutu Görüntüsü
İki	Şekil 13. İki Komutu Görüntüsü
Üç	Şekil 14. Üç Komutu Görüntüsü
Dört	Şekil 15. Dört Komutu Görüntüsü
Beş	Şekil 16. Beş Komutu Görüntüsü

4. Tartışma

Yapılan literatür çalışmasında ses ile kontrol edilebilen el dışında çalışmaların veya çalışmanın temelini oluşturan protez ele farklı yöntemler ile yaklaşan çalışmalar olduğunu gördük. Protez el araştırmalarında bizim yaklaşımımıza benzer sınırlı sayıda çalışma olduğunu tespit ettik. Ses ile kontrol edilebilen protez ellerden farklı bir tasarım anlayışı ile çalışmamızı tamamladık. Tasarım sürecinde elin ölçülerini birebir belirlemiş olduğumuz bir bireyin el ölçülerini alarak ortaya çıkardık ve Şekil 8'de ölçülerini detaylandırdık. Parmak uçlarına yerleştirmiş olduğumuz kauçuk malzeme (Şekil 17) sayesinde kavrama kabiliyetini artırdık (Şekil 18). Protez eli kumaş ile birleştirerek günlük hayatta kullanımını test ettik(Şekil 19). Ortaya çıkarmış olduğumuz ses ile kontrol edilebilen protez elin benzerlerinden daha etkili bir şekilde günlük hayatta kullanılabileceği ve görsel olarak insan eli görünüşüne çok daha yakın bir görüntü ortaya koyduğu düşüncesindeyiz.

Şekil 17. Kauçuk Malzeme



Şekil 18. Parmak Uçlarına Kauçuk Uygulaması

Şekil 19. Protez El İle Kumaş Birleşimi

5. Sonuçlar

OECD-AB ve Türkiye verilerine göre, dünya nüfusunun yaklaşık %15'i engelli bireylerden oluşuyor [12]. Bu sayının gün geçtikçe artıyor olması hepimiz açısından üzücü olmakla birlikte, hayatında bir gerçeği. Engelli bireylere yönelik araştırmaların ilerleyen dönemlerde çok daha etkili sonuçlar ortaya koyacağı kesin. Bu çalışmada bizde engelli bireylerin sosyal hayata katılımları ve günlük işlerinde kullanabilecekleri temel komutları yerine getiren bir el yaptık. Çalışmamız kapsamında tasarlamış olduğumuz el ses ile kontrol edilebilir durumdadır. Yapılan çeşitli denemeler sonucunda hedeflenen komutların başarıyla yerine getirildiğini gözlemledik. Tepki süresini (Tablo 2) ve çalışma desibel aralıklarını (Tablo 1) ölçerek belirledik. Yapılan literatür çalışmalarında, benzerlerinden farklı olarak ses ile kontrol edilebilir oluşu veya tasarım farklılıkları açısından çalışmamızı ayrıştırdık. Yapılan çalışmanın geliştirilebilir olduğu ve ileride yapılacak çalışmalar için bir kaynak olacağı düşüncesindeyiz.

Kaynaklar

[1] M. Saravanan, B. Selvababu, A. Jayan, A Anand and A. Raj, '' Arduino Based Voice Controlled Robot Vehicle,'' *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 993 , no. , 2020, doi:10.1088/1757-899X/993/1/012125.

[2] C. Karaçizmeli, G. Çakır, D. Tükel, ‘’Robotik El Projesi,’’ *22th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, 2014.

[3] J. S. Huseein , T. R. Saeed , and A. H. Ali, ‘’ Design and Implementation of Artificial Upper Limbs Based on Arabic Speech Words,’’ *Kerbala Journal for Engineering Science*, vol. 00, no. 2, 2020.

[4] İ. Gökbayrak, S. S. Özkan, D. Karayel ve G. Atalı, ‘’ Esnek Algılayıcı Kontrollü Robot El Tasarımı ve Gerçeklenmesi Üzerine Bir Çalışma,’’ *4th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science(ISITES)*, 2016.

[5] A. Naik, A. Abraham, ‘’ Arduino based Voice controlled Robotic Arm,’’ 2020.(yayınlanmamış.)

[6] A. Arı, ‘’Beş Parmaklı Protez El,’’ Yüksek Lisans Tezi,

[7] J. P. V. Alfonso, P. Jhonatan, G. A. L. Felipe, ’’ Design of an automatic voice controlled system and remote control,’’ *2014 III International Congress of Engineering Mechatronics and Automation (CIIMA)*, 14826847, 2014, doi: 10.1109/CIIMA.2014.6983461.

[8] A. Pérez-González, I Llop-Harillo, ‘’ Optimization of the Kinematic Chain of the Thumb for a Hand Prosthesis Based on the Kapandji Opposition Test,’’ *In book: Computer Methods, Imaging and Visualization in Biomechanics and Biomedical Engineering (pp.271-287)*, 2020, doi:10.1007/978-3-030-43195-2_22.

[9] A. H. Zaidan[1], Mousa K. Wail , A. A. Yasee, ‘’ Design and Implementation of Upper Prosthetic Controlled remotely by Flexible Sensor Glove,’’ *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, The Fifth Scientific Conference for Engineering and Postgraduate Research (PEC 2020*, vol. 1105, 2021, doi:10.1088/1757-899X/1105/1/012080.

[10] A. L. Crawford, A. Perez-Gracia, ‘’ Design of a Robotic Hand With a Biologically-Inspired Parallel Actuation System for Prosthetic Applications,’’ *ASME 2010 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference(DETC/CIE 2010*), 2010, doi:10.1115/DETC2010-28418.

[11] S. Sharma, S. Sharma, P. Yadav, ‘’ *Design and Implementation of Robotic Hand Control Using Gesture Recognition, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, vol. 06, no. 04, 201, doi: 10.17577/IJERTV6IS040352.

[12] (2021) The EyDer website. [Online].Available : https://ey-der.com/

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

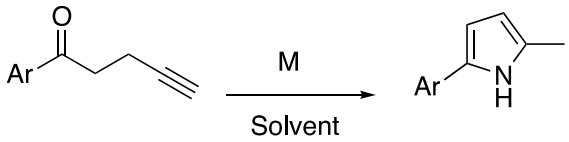
Metal-Catalyzed Synthesis of Pyrrole Derivatives From α-Propargyl Acetophenone Derivatives

(Volkan Taşdemir)

Metal-Catalyzed Synthesis of Pyrrole Derivatives From α-Propargyl Acetophenone Derivatives

Volkan Taşdemir
Van Yüzüncü Yil University/ Muradiye Vocational School, Van,
E-mail:volkantasdemir@yyu.edu.tr

Abstract:
α-Propargyl acetophenone derivatives are compounds that contain a carbonyl group and an alkyne group in their structure. It is possible to define these compounds as unconjugated ynone compounds. The use of propargyl acetophenone derivatives as starting compounds in the synthesis of heterocyclic compounds has attracted and continues to attract the attention of researchers.The synthesis of pyrrole derivatives which are in the class of heterocyclic compounds, can be carried out by the reaction of α-propargyl acetophenone derivatives with ammonium acetate in the presence of various metal catalysts.



Scheme 1. Cyclization reactions

In this study, β-ketoester derivatives were obtained from the reaction of acetophenone derivatives and diethyl carbonate. The acidic CH_2 proton in β-ketoester derivatives was removed with the help of a suitable base and α-propargyl-β-ketoester was obtained by reaction with propargyl bromide. By removing the ester group in the structure of α-propargyl-β-ketoester derivatives under appropriate conditions, α-propargyl acetophenone derivatives were obtained. Obtained α-propargyl-β-ketoester and α-propargyl acetophenone derivatives will be used as starting compounds for the synthesis of pyrrole derivatives to be obtained. In this study, the reactions of α-propargyl-β-ketoester or α-propargyl acetophenone derivatives with ammonium acetate under various metal catalysis will be investigated for the synthesis of pyrrole derivatives.

Keywords: *alkyne, α-propargyl acetophenone,cyclizations, pyrrole.*

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Weight Reduction in Automotive Plastic Underbody Parts by Using Plume Technology (Chemical Foaming Agent and Core-back Technology)

(Yasemin Gültekin)

Weight Reduction in Automotive Plastic Underbody Parts by Using Plume Technology (Chemical Foaming Agent and Core-back Technology)

Yasemin Gültekin
Novares Turkey Otomotiv A.Ş., Kocaeli, Turkey;
E-mail: ygultekin@novaresteam.com

Abstract: *In January 2020, Regulation (EU) 219/631 entered into force, setting CO_2 emission performance standards for new passenger cars. The Regulation sets EU fleet-wide CO_2 emission targets applying from 2020, 2025, 2030 and includes a mechanism to incentivize the uptake of zero and low emission vehicles. Known that passenger cars are responsible for around 12% of total EU emissions of CO_2 which is the main greenhouse gas. This is the main reason why automotive manufacturers focused on alternative solutions for reducing the weight of cars.*

In this study, it was theoretically calculated that the weight of the plastic rear axle cover part located underbody of the car and has 2.0 mm thickness could be reduced up to 25% by applying plume technology. Plume technology is NOVARES's patented weight reduction solution for plastic injection parts. With this technology, a chemical foaming agent added raw material is injected inside the mold. During the molding, the core side of the mold pulls back to give more space to the melt. This space helps the chemical agent to produce more and uniformer gas bubbles. First injection trials show that the theoretically calculated 25% weight reduction target is reachable with this technology.

The main aim of this study is not only reduction of the weight but also to keep the mechanical strength and impact resistance of the part same or better.

Keywords: *Chemical Foaming Agent, chemical blowing agent, Core-back technology, plastic injection, weight reduction*

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Improving Sound Absorption Performance by a Helmholtz Resonator in Wheel Arch Liner

(Yasemin Gültekin, Thomas Jean)

Improving Sound Absorption Performance by a Helmholtz Resonator in Wheel Arch Liner

Yasemin Gültekin[1*], Thomas Jean[2]
[1]*Novares Turkey Otomotiv A.Ş., Kocaeli, Turkey;*
E-mail: ygultekin@novaresteam.com
[2] *Novares France, Lens, France;*
E-mail: tjean@novaresteam.com

Abstract: *The wheel arch liner part protects the body in white from road and gravel noise. Noise that comes from the engine through the transmission area cannot be treated with a plastic wheel arch liner (WAL). This noise represents a significant potential of engine and tire noise reduction on pass-by-noise position.*
The project aims to decrease the noise with a plastic called Acoustic WAL. The solution uses a cavity already existing between the wheel arch liner and body in white. Plastic wheel arch liner presents holes that allow air connection between cavity and tire area, this connection gives sound absorption, and the idea is based on the Helmholtz Resonator effect. A micro-perforated surface itself has a relatively low sound absorption. However, the sound absorption drastically increases at the resonance frequencies due to the air layer between the micro-perforated surface, which is wheel arch liner, and rigid backing material, which is the body in white in this project; such a system becomes a kind of resonance system.

Keywords: *Wheel arch liner, Helmholtz Resonator, Sound Absorption, Acoustic performance, Micro-perforated surface.*

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Isıl İşlem Uygulamalarının Biyoaktif Anne Sütü Proteinlerine Etkisi

(Ferhan Yapar)

Isıl İşlem Uygulamalarının Biyoaktif Anne Sütü Proteinlerine Etkisi*

Ferhan Yapar
Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü, Ankara,
E-mail: fyapar@ankara.edu.tr:

Özet: *Laktoferrin, lizozim ve osteopontin gibi anne sütü bileşiminde bulunan biyoaktif proteinler, bebeğin beslenmesi, büyümesi ve gelişimi, bağışıklığının düzenlenmesi, bilişsel ve fiziksel gelişiminin desteklenmesi ve enfeksiyonlara karşı koruma gibi pek çok aktiviteye sahiptir. Anne sütü farklı nedenlerle ısıl işlem ya da soğukta muhafaza işlemlerine maruz kalabilmektedir. Uygulamada daha çok anne sütünün belirli sürelerde oda sıcaklığında (21 °C), buz dolabı sıcaklığında (+4 °C) veya derin dondurucuda (-18 °C) saklanması veya pastörizasyon (62,5 °C, 30dk) gibi yüksek ısılara maruz bırakılması söz konusu olabilmektedir. Uzun süreli saklama, ısıtma, pastörizasyon, dondurma ve çözünme döngüleriyle sütün bileşimindeki biyoaktif proteinler önemli miktarda kayba uğrayabilmekte ve işlevleri azalabilmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalarda genellikle ısıl işlem uygulamasının ardından, enzim aktivitesi (lizozim, laktoperoksidaz), demir ve vitamin bağlama kapasitesi (laktoferrin, haptokorrin), immünoglobülin (sIgA) ve antimikrobiyal aktivite tespiti (laktoferrin, lizozim), protein konsantrasyonlarının takibi ve süt proteinlerinin modifikasyonlarının değerlendirilmesine odaklanılmıştır. Pastörizasyonun biyoaktif proteinlerin etkinliğini düşürdüğü, laktoferrin ve salgısal IgA'nın konsantrasyonlarını sırasıyla %66 ve %25,9 oranında azalttığı gösterilmiştir. Ayrıca, iki haftadan daha uzun süre dondurulan sütün, 72 saat soğutulan sütten daha az protein içerdiği görülmüştür. Bu alanda yapılan çalışmalar biyoaktif proteinler hakkında ve dolayısıyla sütün besinsel ve immünolojik içeriğini koruyabilmesi için önemli olup, konu hakkında halihazırda yeni çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu da göstermektedir.*

Anahtar Kelimeler: *anne sütü, biyoaktif protein, ısıl işlem, pastörizasyon, saklama*

**Bu çalışma birinci yazarın devam etmekte olan yüksek lisans tezinden üretilmiştir.*

Giriş

Anne sütü, immünolojik, fizyolojik, nütrisyonel özellikleri sebebiyle bebekler için altın standart bir gıdadır. Emzirme ile ilgili yapılan birçok çalışmaya göre, anne sütü ile beslenen bebekler formül mama ile beslenenlere göre daha az hastalığa yakalanmakta ve 1 yaşında daha iyi bilişsel gelişim göstermektedir (1). Bebekler için mükemmel bir protein kaynağı olan anne sütü, içerisinde bulunan biyoaktif bileşenler sayesinde bebeğin beslenmesine, bağışıklığına, büyümesine ve sağlıklı mikrobiyal gelişimine katkı sağlamaktadır (2). Bununla birlikte anne sütün alan bebeklerin ilerleyen yaşamlarında obezite, diyabet ve kardiyovasküler hastalık risklerinin daha düşük olduğu gözlenmiştir. Anne sütü ile beslenmenin bebeğe sağladığı bu faydalı sonuçların anne sütündeki birkaç bileşen sayesinde olduğu düşünülmekte ve içeriğinde yer alan biyoaktif proteinler/peptitler bununla ilişkilendirilmektedir (1,3).

Anne sütü proteinleri üç gruba ayrılır; peynir altı suyu proteinleri, kazeinler ve süt yağı globül membran proteinleri (SYGM). SYGM proteinleri, müsinler olarak da bilinir ve anne sütü protein içeriğinin çok az bir yüzdesini oluşturur. Esas büyük yüzde, peynir altı suyu proteinleri ve kazeinlerden oluşmaktadır. Kazein/peynir altı suyu protein oranları laktasyon boyunca

değişmektedir; kolostrum döneminde 20/80 olan oran laktasyon ilerledikçe birbirine yaklaşmaktadır. Yeni doğanların, özellikle prematüre bebeklerin ihtiyaç duydukları bağışıklık ve büyüme faktörleri kolostrum döneminde daha yüksektir (4–6).

Şüphesiz anne sütü proteinleri, beslenme desteğinin ötesinde zengin bir esansiyel aminoasit kaynağıdır. Aynı zamanda bir çok fizyolojik faaliyetlerde bulunurlar; besin emilimini kolaylaştırıp(α-laktalbumin (7,8), haptokorrin (9), laktoferrin (10), β-kazein (11)) besinlerin sindirimine yardım ederler(amilaz(12), α_{1-} antitripsin(13) ve safra tuzu ile uyarılmış lipaz(14)), bağışıklık modüle ederler(laktoferrin (15), osteopontin (16) ve sitokinler (17)), anti bakteriyel aktivite (laktoferrin(18), lizozim(19), sIgA(20), κ-kazein(21))ve sağlıklı mikrobiyataya katkı sağlarlar (laktoferrin(22) ve k-kazein (23)) (Tablo 1.).

Tablo 11. Anne sütündeki önemli biyoaktif proteinler ve etki mekanizmaları

Protein	**Etki mekanizması**	**Referans**
Laktoferrin	Antibakteriyel, antiviral, antifungal aktivite, demir bağlama, antioksidan, bağışıklık uyarıcı, prebiyotik etki	(15,18,22,24–29)
Lizozim	Antibakteriyel aktivite	(19,30,31)
Salgısal IgA	Anne bağışıklığının aktarılması, antibakteriyel aktivite	(20,32,33)
κ -kazein	Antibakteriyel aktivite	(21,34,35)
Haptokorrin	Antibakteriyel aktivite, B-12 bağlayıcı	(9)
Süt yağı globül membran proteinleri	Antibakteriyel aktivite, antiviral aktivite (laktaderin)	(36)
Osteopontin	İmmünomodülatör aktivite	(16)
α- laktalbumin	Fe, Zn bağlama, prebiyotik aktivite, immünomodülasyon, antibakteriyel aktivite	(37–39)
Safra tuzu ile uyarılmış lipaz	Lipit sindirimi ve emilimi,	(14,40)
β-kazein	Ca, Zn emilimi	(41)

Bebek Bağırsak Mikrobiyotasını Şekillendirmede Biyoaktif Anne Sütü Proteinlerinin Rolü

Anne sütündeki bazı proteinler sindirim sisteminde yer alan enzimlere karşı nispeten dirençlidir ve bu nedenle gastrointestinal kanaldaki işlevlerini yapılarını koruyarak gösterebilirler. Diğer süt proteinleri ise, duedonumda kısmen metabolize olmakta ve bu sırada

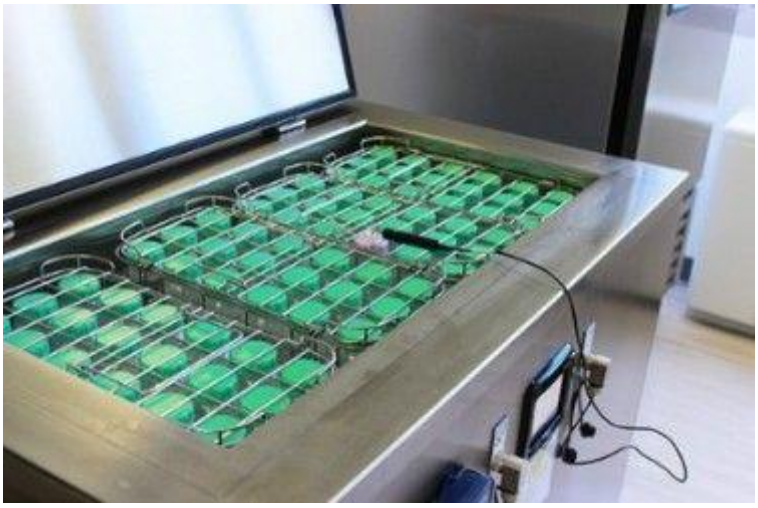
ortaya çıkan peptitler, ileumda aktivite gösterebilmektedir. Emzirilen bebeklerin dışkısında lizozim, laktoferrin, ve salgısal IgA bozulmamış olarak bulunmuştur ve bu nedenle bağırsakta proteolitik bozulmaya karşı dirençli proteinler oldukları bilinmektedir. Bu proteinlerin bebekleri enfeksiyolara karşı koruduğu ve immün sistemlerini destekledikleri bilinmektedir. α-laktalbümin, β-kazein, κ-kazein ve osteopontin, duedonumda kısmen sindirilen proteinlerin örnekleridir ve ortaya çıkan peptitler bağırsaktaki fonksiyonlarını etkilemektedir. Bu proteinlerin fonksiyonları arasında; bağışıklık işlevinin uyarılması, mineral emilimi ve enfeksiyonlara karşı savunma bulunmaktadır (3).

Anne sütü içeriği, bebeğin sağlığı üzerinde doğrudan etkili olan mikrobiyotanın (özellikle bağırsak mikrobiyotası) şekillenmesinde birincil faktörler arasındadır. Anne sütü, spesifik bakteri türlerinin büyümesini artırarak ya da diğerlerinin büyümesini sınırlayarak bebek mikrobiyota kompozisyonunu etkilemektedir. Emzirme döneminde şekillenen mikroflora bebeğin ilerleyen süreçte karşılaşacağı ve sağlığını etkileyen pek çok etken ile interaksiyon içerisinde olmaktadır (42).

Saklama koşulları ve pastörizasyon uygulaması dahil olmak üzere sağılmış sütün işlenmesi sütün bileşimini değiştirilebilir. Bu nedenle, sağılmış sütün tüketime kadar uygun koşullarda muhafazası çok önemlidir. Bu alanda yapılan çalışmalar biyoaktif proteinler hakkında ve dolayısıyla sütün besinsel ve immünolojik içeriğini koruyabilmesi için önemli olup bu inceleme kapsamında; anne sütü saklama koşullarının ve ısıl işlem uygulamalarının hem beslenme açısından hem de bebek sağlığı açısından değerlendirmek amaçlanmıştır.

Anne Sütü Saklama Koşulları

Anne sütünün, bebekler ve özellikle erken doğanlar için önemi çok iyi bilinmektedir (43). Bebeklerin beslenmesinde anne sütünün olabildiğince verimli kullanılabilmesi için emzirme dışında da saklanarak bebeklere verilmesi önem arz etmektedir. Emzirme, biyolojik olarak anne sütü proteinlerini korumanın en iyi yöntemi olsa da bebeğin anne sütü ile doğrudan beslenmesine engel olan durumlar söz konusu olabilmektedir. Bu gibi durumlarda anne sütü bebeğin beslenmesine kadar geçen süre zarfında soğutulup, tekrar ısıtılabilmektedir. Anne sütü oda koşullarında (21°C), buz dolabı sıcaklığında (+4°C) ya da uzun süre muhafaza edilmek üzere dondurularak (-20°C,-80°C) saklanabilmektedir (Tablo 2) (44). Dondurularak saklanan süt, çözüldükten ve yaklaşık 40–60°C sıcaklıkta ısıtıldıktan sonra da kullanılabilmektedir (34). Bazı durumlarda ise bebeklerin beslenmesinde, donör anne sütü kullanılabilmektedir. Anne Sütü Bankaları bu amaçla kurulmakta olup, bu bankalarda temin edilen sütler, viral ve bakteriyel ajanları etkisiz hale getirmek için pastörize edilmektedir (Şekil 1.). Halihazırda, tüm uluslararası anne sütü bankası kılavuzlarında anne sütlerinin soğukta saklanmadan önce 62,5 °C'de 30 dakika süreyle pastörize edilmesi (Holder pastörizasyonu, HoP) önerilmektedir (45,46).



Şekil 1. Anne sütü bankasında pastörizasyon işlemi (47)

Tablo 2. Anne sütü saklama koşulları (48)

	Depolama Yeri ve Uygulanan Sıcaklıklar		
Anne sütü türü	**Oda koşulları (25 C veya daha soğuk)**	**Buz dolabı (+4C)**	**Derin Dondurucu (-18C veya daha soğuk)**
Taze veya Sağılmış süt	4 saate kadar	4 güne kadar	İlk 6 ay optimum (12 aya kadar saklanabilir)
Çözündürülmüş süt, Önceden dondurulmuş süt	1-2 saat	1 gün (24 saat)	Çözündükten sonra tekrar dondurulmaz
Bebek beslendikten sonra kalan süt	2 saat içinde kullanılmalıdır		

Anne Sütüne Uygulanan Isıl İşlemleri Değerlendirme Yöntemleri

Anne sütüne uygulanan ısıl işlemler birçok süt bileşenine etki eder. Bu incelemenin konusu biyoaktif süt proteinlerinin ısıl işlemler sonrası değerlendirilmesidir. Bu konuda yapılan çalışmalar, genellikle ısıl işlem uygulamasının ardından, enzim aktivitesi (lizozim, laktoperoksidaz), demir ve vitamin bağlama kapasitesi (laktoferrin, haptokorrin), immünoglobülin (sIgA), antimikrobiyal aktivite tespiti (laktoferrin, lizozim), protein konsantrasyonlarının takibi ve süt proteinlerinin modifikasyonlarının belirlenmesi ile ilgilidir (49).

Anne Sütü Proteinlerinin Isıya ve Diğer Çevresel Etmenlere Duyarlılık Profili

Anne sütündeki biyoaktif proteinler, uzun süreli depolama süreci, pastörizasyon ve ısıl işlemden etkilenmektedir. Birçok süt proteini uygulanan ısıl işlemlerle parçalanmakta ve biyoaktivitesini koruyamamaktadır (1).

Yapılan bir çalışmada -20°C de uzun süre depolanan, pastörize ve taze sağılmış anne sütündeki başlıca biyoaktif proteinlerin (sIgA, laktoferrin, lizozim ve leptin) konsantrasyonları kıyaslanmış ve günlük uygulamada kullanılan iki farklı ısıl işlemden (40°C ve 60°C) sonra bu proteinlerdeki değişiklikler analiz edilmiştir. Sonuçlara göre yenidoğanlara verilmeden önce anne sütüne uygulanan çeşitli dondurma/ısıtma/pastörizasyon işlemleri, başta laktoferrin, salgısal immünoglobulin A ve lizozim olmak üzere immünomodülatör proteinlerin konsantrasyonunu etkileyebildiği leptinin ise uygulanan işleme süreçlerinden etkilenmediği görülmüştür (34).

Pastörizasyonun, anne sütünde bulunan çeşitli immünoaktif bileşiklerin konsantrasyonları üzerine etkisinin araştırıldığı diğer bir çalışmaya göre, sitokinler ve büyüme faktörleri dahil olmak üzere birçok bağışıklık faktörünün pastörizasyonla önemli ölçüde azaldığı gözlenmiştir (46).

Yapılan bir diğer çalışmada, saklama kabı, sütün ısıtılması, soğutulması ve dondurulmasının sütün bileşenlerine etkisi araştırılmıştır. Genel olarak, cam ortamda 72 saat süresince soğutularak saklanan sütün yapısını genel olarak koruduğu görülmüştür. Aynı çalışmada, dondurma işleminin hücresel aktiviteyi yok ettiği, B6 ve C vitaminlerinin konsantrasyonunu düşürdüğü kaydedilmiştir. Kaynatma işlemi uygulandığında ise sütte var olan lipazın yok olduğu, immünoglobulin A ve salgısal immünoglobulin A'nın etkinliğinin azaldığı görülmüştür (43).

Paulaviciene vd. (2020)'ye ait çalışmada dondurma ve holder pastörizasyonun, anne sütünün besin değeri üzerine etkisi araştırılmıştır. Dondurma ve pastörizasyonun besin değerini düşürmemesine rağmen önemli ölçüde laktoferrin ve lizozim kaybına neden olduğu gözlemlenmiştir (50).

Çözdürme ve ısıtmanın anne sütü bileşimine etkisini araştıran diğer bir çalışmada ise, oda sıcaklığında çözdürme, ısıtma, soğutma yapılmış ve anne sütünün bütünlüğü (pH, bakteri sayıları, konak savunma faktörleri ve besin maddeleri) değerlendirilmiştir. Çözülmüş sütün soğutulmasının, pH ve bakterilerde daha fazla düşüşe ve serbest yağ asitlerinde artışa neden olduğu görülmüştür. Ayrıca bakteri koloni sayısının ve serbest yağ asitlerinin, oda sıcaklığında arttığı tespit edilmiştir (51).

Sonuç ve Tartışma

Anne sütüne uygulanan ısıl işlemler sonrası süt proteinleri (özellikle peynir altı suyu proteinleri) ısıya en duyarlı bileşenler arasındadır. Pastörizasyon sonrası laktoferrin ve lizozim antibakteriyel etkilerini kaybetme eğilimindedir ve miktarlarında da ciddi oranda azalmalar meydana gelir. Pastörizasyon ayrıca sitokinler ve büyüme faktörleri dahil birçok bağışıklık faktörünü etkileyerek miktarlarında azalma meydana getirir. Kısa süreli soğutma, uzun süreli dondurmaya oranla protein miktarını daha iyi korumuştur. Anne sütünün dondurulduktan sonra bebeğe vermek için ısıtılması sütün immüno modülatör protein (laktoferrin, lizozim, sIgA) konsantrasyonlarını azaltmıştır. Yüksek sıcaklıkta kısa süreli ısıtma (HTST), holder pastörizasyona göre sütün bileşimini daha iyi korumuştur. Ancak yatırım maliyetleri yüksektir ve şu aşamada endüstiyel kullanım için uygundur.

Bilimsel literatüre göre birçok süt proteini ısıl işlemlerle parçalanır ve biyoaktivitesini koruyamaz. Sonuç olarak, gıda güvenliği ve ısıl işlemlerin zararları, anne sütünü saklamak ve korumak için hala büyük zorluklar arasındadır. Bu alanda yapılan çalışmalar biyoaktif proteinler hakkında ve dolayısıyla sütün besinsel ve immünolojik içeriğini koruyabilmesi için önemli olup, konu hakkında halihazırda yeni çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu da göstermektedir.

Kaynaklar

1. Stuebe A. The Risks of Not Breastfeeding for Mothers and Infants. Rev Obstet Gynecol [Internet]. 2009 [cited 2021 Oct 19];2(4):222. Available from: /pmc/ articles/ PMC2812877/

2. Ballard O, Morrow AL. Human Milk Composition: Nutrients and Bioactive Factors. Pediatr Clin North Am [Internet]. 2013 Feb [cited 2021 Oct 14];60(1):49. Available from: /pmc/articles/PMC3586783/

3. Lönnerdal B. Human Milk: Bioactive Proteins/Peptides and Functional Properties. Nestle Nutr Inst Workshop Ser [Internet]. 2016 [cited 2021 Oct 14];86:97–107. Available from: https://www.karger.com/Article/FullText/442729

4. Wada Y, Lönnerdal B. Bioactive peptides derived from human milk proteins — mechanisms of action. J Nutr Biochem. 2014 May 1;25(5):503–14.

5. Lönnerdal B, Erdmann P, Thakkar SK, Sauser J, Destaillats F. Longitudinal evolution of true protein, amino acids and bioactive proteins in breast milk: a developmental perspective. J Nutr Biochem. 2017 Mar 1;41:1–11.

6. Dvorak B, Fituch CC, Williams CS, Hurst NM, Schanler RJ. Increased epidermal growth factor levels in human milk of mothers with extremely premature infants. Pediatr Res [Internet]. 2003 Jul 1 [cited 2022 Feb 28];54(1):15–9. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12646719/

7. Lonnerdal B, Glazier C. Calcium binding by α-lactalbumin in human milk and bovine milk. J Nutr. 1985;115(9):1209–16.

8. Ren J, Stuart DI, Acharya KR. α-Lactalbumin possesses a distinct zinc binding site. J Biol Chem. 1993;268(26):19292–8.

9. Adkins Y, Lönnerdal B. Potential host-defense role of a human milk vitamin B-12–binding protein, haptocorrin, in the gastrointestinal tract of breastfed infants, as assessed with porcine haptocorrin in vitro. Am J Clin Nutr [Internet]. 2003 May 1 [cited 2021 Oct 17];77(5):1234–40. Available from: https://academic.oup.com/ ajcn/article/ 77/5/1234/ 4689828

10. Suzuki YA, Shin K, Lönnerdal B. Molecular Cloning and Functional Expression of a Human Intestinal Lactoferrin Receptor‡. Biochemistry [Internet]. 2001 Dec 25 [cited 2022 Jan 6];40(51):15771–9. Available from: https://pubs.acs.org/ doi/abs/10. 1021/bi0155899

11. Hansen M, Sandström B, Lönnerdal B. The effect of casein phosphopeptides on zinc and calcium absorption from high phytate infant diets assessed in rat pups and Caco-2 cells. Pediatr Res. 1996;40(4):547–52.

12. Heitlinger LA, Lee PC, Dillon WP, Lebenthal E. Mammary amylase: A possible alternate pathway of carbohydrate digestion in infancy. Pediatr Res. 1983;17(1):15–8.

13. Lindberg T, Ohlsson K, Weström B. Protease inhibitors and their relation to protease activity in human milk. Pediatr Res. 1982;16(6):479–83.

14. Williamson S, Finucane E, Ellis H, Gamsu HR. Effect of heat treatment of human milk on absorption of nitrogen, fat, sodium, calcium, and phosphorus by preterm infants. Arch Dis Child. 1978;53(7):555–63.

15. Lönnerdal B, Jiang R, Du X. Bovine lactoferrin can be taken up by the human intestinal lactoferrin receptor and exert bioactivities. J Pediatr Gastroenterol Nutr. 2011 Dec;53(6):606–14.

16. S A, GF W, V P, ME S, M J, S Z, et al. Eta-1 (osteopontin): an early component of type-1 (cell-mediated) immunity. Science [Internet]. 2000 Feb 4 [cited 2021 Oct 17];287(5454):860–4. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10657301/

17. Garofalo R. Cytokines in Human Milk. J Pediatr. 2010 Feb;156(2 SUPPL.).

18. Farnaud S, Evans RW. Lactoferrin - A multifunctional protein with antimicrobial properties. Mol Immunol. 2003;40(7):395–405.

19. RT E, TJ G. Killing of gram-negative bacteria by lactoferrin and lysozyme. J Clin Invest [Internet]. 1991 [cited 2021 Oct 17];88(4):1080–91. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1918365/

20. Goldman AS. The immune system of human milk: Antimicrobial, antiinflammatory and immunomodulating properties. Pediatr Infect Dis J. 1993;12(8):664–72.

21. Borén T, Falk P, Roth KA, Larson G, Normark S. Attachment of Helicobacter pylori to human gastric epithelium mediated by blood group antigens. Science (80-). 1993;262(5141):1892–5.

22. Liepke C, Adermann K, Raida M, Mägert H-J, Forssmann W-G, Zucht H-D. Human milk provides peptides highly stimulating the growth of bifidobacteria. Eur J Biochem [Internet]. 2002 Feb 1 [cited 2021 Oct 17];269(2):712–8. Available from: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.0014-2956.2001.02712.x

23. Azuma N, Yamauchi K, Mitsuoka T. Bifidus growth-promoting activity of a glycomacropeptide derived from human k-casein. Agric Biol Chem. 1984;48(8):2159–62.

24. RR A, M B, JJ G. Bactericidal activity of human lactoferrin: sensitivity of a variety of microorganisms. Infect Immun [Internet]. 1980 [cited 2021 Oct 5];28(3):893–8. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6772569/

25. D L. Lactoferrin, a key molecule in immune and inflammatory processes. Biochem Cell Biol [Internet]. 2012 Jun [cited 2021 Oct 5];90(3):252–68. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22136726/

26. King JC, Cummings GE, Guo N, Trivedi L, Readmond BX, Keane V, et al. A double-blind, placebo-controlled, pilot study of bovine lactoferrin supplementation in bottle-fed infants. J Pediatr Gastroenterol Nutr [Internet]. 2007 Feb [cited 2021 Oct 5];44(2):245–51. Available from: https://journals.lww.com/jpgn/Fulltext/ 2007/02000/A_ Double_ Blind,_Placebo_Controlled,_Pilot_Study_of.16.aspx

27. L B, BW van der S, HI B, C R-S, AM van L-W, FC W, et al. Inhibition of cytomegalovirus infection by lactoferrin in vitro and in vivo. Antiviral Res [Internet]. 2004 Sep [cited 2021 Oct 5];63(3):197–208. Available from: https://pubmed. ncbi.nlm.nih.gov/15451188/

28. Brines RD, Brock JH. The effect of trypsin and chymotrypsin on the in vitro antimicrobial and iron-binding properties of lactoferrin in human milk and bovine colostrum: Unusual resistance of human apolactoferrin to proteolytic digestion. Biochim Biophys Acta - Gen Subj. 1983 Sep 13;759(3):229–35.

29. Belizi S, Nazarova IA, Klimova IA, Prokof'ev VN, Pushkina N V. Antioxidant properties of lactoferrin from human milk. Bull Exp Biol Med 1999 1275 [Internet]. 1999 May 1 [cited 2021 Oct 5];127(5):471–3. Available from: https://link.springer. com/article/10.1007/BF02434942

30. JSTOR'da Lizozim Eylem Mekanizması [Internet]. [cited 2021 Oct 16]. Available from: https://www.jstor.org/stable/1727647?casa_token=enibP DEK9MUAAAAA%3A mA8zAYQzajbksPc2xRK5CE55hnVOR8bUZhoZyLLLx1g1Ajb1QB5lt-IV6SneFuC2bD HS1eAPI2BpQEKMc5X_U_D3lJkdp1Yw5BbZfnYaVG30gwEeX9so&seq=1#metadata_ info_tab_contents

31. Ellison RT, Giehl TJ. Killing of gram-negative bacteria by lactoferrin and lysozyme. J Clin Invest. 1991 Oct 1;88(4):1080–91.

32. Goldman AS. Evolution of the Mammary Gland Defense System and the Ontogeny of the Immune System. J Mammary Gland Biol Neoplasia 2002 73 [Internet]. 2002 Jul [cited 2021 Oct 17];7(3):277–89. Available from: https://link.springer.com /article/10. 1023/A:1022852700266

33. C C, R C, C R-S, FJ P-C, M C, MG M, et al. Premature delivery influences the immunological composition of colostrum and transitional and mature human milk. J Nutr [Internet]. 2011 Jun 1 [cited 2021 Oct 17];141(6):1181–7. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21508211/

34. Chang J-C, Chen C-H, Fang L-J, Tsai C-R, Chang Y-C, Wang T-M. Influence of Prolonged Storage Process, Pasteurization, and Heat Treatment on Biologically-active Human Milk Proteins. Pediatr Neonatol [Internet]. 2013 Dec 1 [cited 2021 Oct 16];54(6):360–6. Available from: http://www.pediatr-neonatol.com/article/ S18759572 13000715/fulltext

35. Lönnerdal B. Bioactive proteins in breast milk. J Paediatr Child Health [Internet]. 2013 [cited 2021 Oct 17];49(SUPPL. 1):1–7. Available from: https://onlinelibrary. wiley. com/doi/ full/10.1111/jpc.12104

36. AS K, LT P, CF A, S L, TE P, CW H, et al. Inhibitory effects of human and bovine milk constituents on rotavirus infections. J Dairy Sci [Internet]. 2004 [cited 2021 Oct 17];87(12):4088–96. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15545370/

37. Lönnerdal B. Infant formula and infant nutrition: bioactive proteins of human milk and implications for composition of infant formulas. Am J Clin Nutr [Internet]. 2014 Mar 1 [cited 2021 Oct 17];99(3):712S-717S. Available from: https://academic.oup. com/ajcn/ article/99/3/712S/4577485

38. Sandström O, Lönnerdal B, Graverholt G, Hernell O. Effects of α-lactalbumin–enriched formula containing different concentrations of glycomacropeptide on infant nutrition. Am J Clin Nutr [Internet]. 2008 Apr 1 [cited 2021 Oct 17];87(4):921–8. Available from: https://academic.oup.com/ajcn/article/87/4/921/4633327

39. Kelleher SL, Chatterton D, Nielsen K, Lönnerdal B. Glycomacropeptide and α-lactalbumin supplementation of infant formula affects growth and nutritional status in infant rhesus monkeys. Am J Clin Nutr [Internet]. 2003 May 1 [cited 2021 Oct 17];77(5):1261–8. Available from: https://academic.oup .com/ajcn/article/ 77/5/1261/4689837

40. Andersson Y, Sävman K, Bläckberg L, Hernell O. Pasteurization of mother's own milk reduces fat absorption and growth in preterm infants. Acta Pædiatrica [Internet]. 2007 Oct 1 [cited 2021 Oct 17];96(10):1445–9. Available from: https://onlinelibrary.wiley.com/ doi/full/10.1111/j.1651-2227.2007.00450.x

41. Mykkänen HM, Wasserman RH. Enhanced Absorption of Calcium by Casein Phosphopeptides in Rachitic and Normal Chicks. J Nutr [Internet]. 1980 Nov 1 [cited 2021 Oct 17];110(11):2141–8. Available from: https://academic.oup.com/ jn/article/110/11/2141/4770891

42. Lyons KE, Ryan CA, Dempsey EM, Ross RP, Stanton C. Breast Milk, a Source of Beneficial Microbes and Associated Benefits for Infant Health. Nutrients [Internet]. 2020 Apr 1 [cited 2021 Dec 21];12(4). Available from: /pmc/articles/PMC7231147/

43. Lawrence R. Storage of human milk and the influence of procedures on immunological components of human milk. Acta Pædiatrica [Internet]. 1999 [cited 2021 Oct 16];88(430):14–8. Available from: https://onlinelibrary. wiley.com/doi/full/ 10.1111/j.1651-2227.1999.tb01295.x

44. Howland V, Klaedtke M, Ruhnau J, Dhople VM, Grabe HJ, Völker U, et al. Impact of Storage Conditions on the Breast Milk Peptidome. Nutr 2020, Vol 12, Page 2733 [Internet]. 2020 Sep 8 [cited 2021 Oct 19];12(9):2733. Available from: https://www.mdpi.com/2072-6643/12/9/2733/htm

45. Peila C, Coscia A, Bertino E, Cavaletto M, Spertino S, Icardi S, et al. Effects of Holder pasteurization on the protein profile of human milk. Ital J Pediatr [Internet]. 2016 Apr 7 [cited 2021 Oct 16];42(1). Available from: /pmc/articles/PMC4823917/

46. Ewaschuk JB, Unger S, O'Connor DL, Stone D, Harvey S, Clandinin MT, et al. Effect of pasteurization on selected immune components of donated human breast milk. J Perinatol 2011 319 [Internet]. 2011 Feb 17 [cited 2021 Oct 16];31(9):593–8. Available from: https://www.nature.com/articles/jp2010209

47. Donor Milk Safety [Internet]. [cited 2022 Feb 27]. Available from: https://www.hmbana.org/our-work/milk-processing-safety.html

48. Eglash A, Simon L. ABM clinical protocol #8: Human milk storage information for home use for full-term Infants, Revised 2017. Breastfeed Med. 2017 Sep 1;12(7):390–5.

49. Ford JE, Law BA, Marshall VME, Reiter B. Influence of the heat treatment of human milk on some of its protective constituents. J Pediatr. 1977 Jan 1;90(1):29–35.

50. IJ P, A L, A E, A M, L T, V U. The Effect of Prolonged Freezing and Holder Pasteurization on the Macronutrient and Bioactive Protein Compositions of Human Milk. Breastfeed Med [Internet]. 2020 Sep 1 [cited 2021 Oct 16];15(9):583–8. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32856945/

51. Handa D, Ahrabi AF, Codipilly CN, Shah S, Ruff S, Potak D, et al. Do thawing and warming affect the integrity of human milk? J Perinatol 2014 3411 [Internet]. 2014 Oct 2 [cited 2021 Oct 16];34(11):863–6. Available from: https://www.nature. com/articles/ jp2014113

VIII. INSAC International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES-2022)

Logic-Based Classification Approach for Binary Classification Datasets

(Mohammed H. Ibrahim)

Logic-Based Classification Approach for Binary Classification Datasets

Mohammed H. Ibrahim
Department of Computer Engineering/Institute of Science, Necmettin Erbakan University, Turkey,
E-mail: mibrahim@erbakan.edu.tr

Abstract: *The rule-based classification that extracts rules from a dataset is one of the most popular types of machine learning classification algorithms. Unlike training-based classification algorithms, rule-based classification algorithms do not require an iteration-based training process. Rule-based classification algorithms generate certain rules for each class of the classification dataset by using relationships such as entropy among the data of the classes. In general, rule-based classification algorithms such as C4.5 and ID3 are used to generate ruleset from the classification datasets. However, the rules obtained with such rule-based classification algorithms may be complex rules with many unneeded terms. Moreover, complex rules may be revealed the overfitting and underfitting problems that effect negatively the performance of the classification algorithms. In this study, these problems are addressed by proposing a novel logic-based classification algorithm to classify binary classification datasets. The proposed logic-based classification algorithm generates the ruleset for each class with decoding and minimization processes. In the decoding process, the numerical values of the classification dataset's attributes convert to a binary number. On the other hand, in the minimization process, a Boolean function that uses theorems such as complements, association, distribution, independence, null elements, involution, absorption, and the consensus is used to generate the ruleset of each class in the classification dataset. In order to evaluate the performance of the logic-based classification algorithm, it was applied to 8 classification datasets and the obtained results are compared with C4.5 and ID3 rule-based classification algorithms. As a result of the comparison, the proposed logic-based classification algorithm demonstrates its superiority by producing not only fewer rules but also simpler rules.*

Keywords: *Decoding, Logic-based classification, Machine learning, Minimization, Rule-based classification.*

insac

insackongre@gmail.com

Konular

Biyoloji, Fizik, İstatistik, Kimya, Matematik, Moleküler Biyoloji ve Genetik, Atmosfer Bilimleri, Meteoroloji Mühendisliği, Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği, Biyomedikal Mühendisliği, Biyomühendislik, Çevre Bilimleri ve Mühendisliği, Deniz ve Gemi Mühendisliği, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Elektronik-Haberleşme Mühendisliği, Endüstri Mühendisliği, Enerji Sistemleri Mühendisliği, Gıda Bilimleri ve Mühendisliği, Harita Mühendisliği, İnşaat Mühendisliği, Kimya Mühendisliği, Maden Mühendisliği, Makine Mühendisliği, Malzeme ve Metalurji Mühendisliği, Mekatronik Mühendisliği, Nükleer Mühendisliği, Otomotiv Mühendisliği, Petrol Mühendisliği, Tekstil Bilimleri ve Mühendisliği, Uçak-Havacılık-Uzay Mühendisliği, Yer Bilimleri ve Mühendisliği

Bahçe Bitkileri, Yetiştirme ve Islahı Bitki Koruma, Biyosistem Mühendisliği, Orman Endüstri Mühendisliği, Orman Mühendisliği, Peyzaj Mimarlığı, Su Ürünleri, Tarım Ekonomisi, Tarımsal Biyoteknoloji, Tarımsal Mekanizasyon, Tarımsal Yapılar ve Sulama Tarla Bitkileri, Yetiştirme ve Islahı, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Zootekni

Topics

Biology, Physics, Statistics, Chemistry, Maths, Molecular Biology and Genetics, Atmospheric Sciences and Meteorological Engineering, Computer Science and Engineering, Biomedical Engineering, Bioengineering, Environmental Sciences and Engineering Marine and Marine Engineering, Electrical Engineering, Electronics and Communication Engineering, Industrial Engineering, Energy Systems Engineering, Food Science and Engineering, Map Engineering, Civil Engineering, Chemical Engineering, Mining Engineering, Mechanical Engineering, Materials and Metallurgical Engineering, Mechatronic Engineering, Nuclear Engineering, Automotive Engineering, Petroleum Engineering, Textile Sciences and Engineering, Aerospace Engineering, Earth Sciences and Engineering.

Horticulture, Breeding and Breeding Plant Protection, Biosystems Engineering, Forest Industry Engineering, Forest Engineering, Landscape Architectur,e Seafood Farming Economy, Agricultural Biotechnology, Agricultural Mechanization, Agricultural Structures and Irrigation Field Crops, Breeding and Breeding Soil Science and Plant Nutrition, Animal Science