

ISSN : 2667-8764

# IJEASED

ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN  
MÜHENDİSLİK VE TASARIM DERGİSİ

IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN  
ANATOLIA SCIENCE ENGINEERING AND  
DESIGN

YIL/YEAR : 2022 CİLT/VOLUME : 4 SAYI/ISSUE: 2



Genel Yayın Yönetmeni /Editor-in-Chief  
Selim TAŞKAYA

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>



**IJEASED**

**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM  
DERGİSİ / INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

**ISSN: 2667-8764**

**Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım  
Dergisi**  
**15 (Aralık 2022)**

**ISSN: 2667-8764**

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

**Uluslararası Doğu Anadolu  
Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi**

***International Journal of Eastern Anatolia Science  
Engineering and Design (IJEASED)***

**15**

**(Aralık / December 2022)**

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

---

**Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi**  
***International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design***  
**(IJEASED)**

---

**ISSN: 2667-8764**

**Sayı / Issue: 2**

**Cilt / Volume: 4**

**Aralık / December 2022**

**Altı ayda bir yayımlanır (elektronik) / Published every six months (electronic)**

---

**Genel Yayın Yönetmeni ve Dergi Editörü / Editor-in-Chief and Journal Editor**

---

*Öğr. Gör. / Instructor Selim TAŞKAYA, Artvin Coruh University, TR*

---

---

**Dergi Müdürü / Journal Manager**

---

*Yük. Müh. / MSc. Semih Taşkaya, Fırat University, TR*

---

---

**Baş Editör / Lead Editor**

---

*Yük. Müh. / MSc. Semih Taşkaya, Fırat University, TR*

---

---

**Uluslararası Editör / International Editor**

---

*Prof. Dr. Subramaniam SHANKAR, Kongu Engineering College, EN*  
*Assoc. Prof. Dr. Firas ALMAHMOUD, University of Lorraine, EN*  
*Assoc. Prof. Dr. George WARDEH, Université de Cergy-Pontoise, EN*  
*Assist. Prof. Dr. Belal ALMASSRI, Palestine Polytechnic University, EN*  
*Assist. Prof. Dr. Abdulsamee HALAHLA, Fahad Bin Sultan University, EN*  
*Dr. Wei ZHOU, Deputy Director, Digital Engineering Centre – DEC, EN*  
*Dr. Mahdi HOSSEINI, Jawaharlal Nehru Technological University, EN*  
*Dr. Thangamuthu MOHANRAJ, Amrita Vishwa Vidyapeetham University, EN*  
*Dr. Alokesh PRAMANİK, Curtin University, EN*  
*Dr. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN*  
*Specialist Clarissa WRİGHT, University of Birmingham, EN*

---

---

**Yabancı Dil Editörleri / Foreign Language Editors**

---

*Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Özlem EMİR ÇOBAN, Fırat University, TR*  
*Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Hare KILIÇASLAN, Karadeniz Teknik University, TR*  
*Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Munise Didem DEMİRBAŞ, Erciyes University, TR*  
*Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Şehriban ERASLAN, Suleyman Demirel University, TR*  
*Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK, Istanbul Aydin University, TR*  
*Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Gamze AYDIN ERYILMAZ, Ondokuz Mayıs University, TR*  
*Dr. Fulya ERDEMİR, Gazi University, TR*  
*Dr. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN*

---

---

**Editör Yardımcısı / Associate Editor**

---

*Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Hare KILIÇASLAN, Karadeniz Teknik University, TR*

---

---

**Editör-Yayın ve Bilim Kurulu / Editor-Publications and Scientific Committee**

---

*Prof. Dr. / Professor Dr. Niyazi ÖZDEMİR, Fırat University, TR*  
*Prof. Dr. / Professor Dr. Mustafa TAŞKIN, Mersin University, TR*  
*Prof. Dr. / Professor Dr. Fatma MEYDANERİ TEZEL, Karabuk University, TR*  
*Prof. Dr. / Professor Dr. Yasin VAROL, Fırat University, TR*  
*Prof. Dr. / Professor Dr. Mahmut DOĞAN, Erciyes University, TR*  
*Prof. Dr. / Professor Dr. Hakan Fehmi ÖZTOP, Fırat University, TR*  
*Prof. Dr. / Professor Dr. Murat Yavuz SOLMAZ, Fırat University, TR*  
*Prof. Dr. / Professor Dr. Arzu ERENER, Kocaeli University, TR*  
*Prof. Dr. / Professor Dr. Vedat Veli ÇAY, Dicle University, TR*  
*Prof. Dr. / Professor Dr. Ali Kaya GÜR, Fırat University, TR*  
*Prof. Dr. / Professor Dr. Cafer EKEN, Aydin Adnan Menderes University, TR*

Prof. Dr. / Professor Dr. Yahya Hışman ÇELİK, Batman University, TR  
Prof. Dr. / Professor Dr. Çetin ÖZAY, Fırat University, TR  
Prof. Dr. / Professor Dr. Levent Cenk KUMRUOĞLU, İskenderun Teknik University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Özlem EMİR ÇOBAN, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Hare KILIÇASLAN, Karadeniz Teknik University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mehmet Zülfü ÇOBAN, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ayhan ORHAN, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Cihat AYDIN, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Munise Didem DEMİRBAŞ, Erciyes University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Canan BAŞLAK, Selcuk University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ömer GÜLER, Mersin University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Asif YOKUŞ, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. İhsan KIRIK, Bingöl University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Soner BUYTOZ, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Fethi DAĞDELEN, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. İlyas SOMUNKIRAN, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mehmet AKKAŞ, Kastamonu University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Halil DİKBAŞ, Fırat University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Şükrü Taner AZGIN, Erciyes University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Azize DEMİRPOLAT, Bingöl University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Gülşah KARYAĞDI, Beykent University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Ali GÜRBÜZ, Recep Tayyip Erdoğan University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Lütfiye SİRKA, Çankiri Karatekin University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Saliha KARADAYI USTA, İstinye University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Şehriban ERASLAN, Suleyman Demirel University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Merve TUNA KAYILI, Karabuk University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Beyza ONUR IŞIKOĞLU, Karabuk University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK, Istanbul Aydin University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Dilek ŞENTÜRK DEMİREL, Dicle University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Abdullah ELEN, Bandirma Onyedi Eylül University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Tayfun ÇETİN, Hakkari University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Gamze AYDIN ERYILMAZ, Ondokuz Mayıs University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Pelin YILMAZ SANCAR, Fırat University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Esra TUĞRUL TUNÇ, Fırat University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Mustafa TUNÇ, Fırat University, TR  
Dr. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN  
Araş. Gör. / Research Assist. Burcu SARI, Orta Doğu Teknik University, TR  
Araş. Gör. / Research Assist. Mine DOĞAN, Fırat University, TR  
Araş. Gör. / Research Assist. Mehmet Akif KARAGÖL, Ordu University, TR  
Öğr. Gör. / Instructor Selim TAŞKAYA, Artvin Coruh University, TR  
Öğr. Gör. / Instructor Elif Işıl ÜNLÜ, Fırat University, TR  
Öğr. Gör. / Instructor Sümeyye ERDEM, Karamanoğlu Mehmetbey University, TR  
Öğr. Gör. / Instructor Umut SARAY, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR  
Öğr. Gör. / Instructor Süleyman Emre DAĞTEKE, Fırat University, TR  
Yük. Müh. / MSc. Semih TAŞKAYA, Fırat University, TR  
Yük. Müh. / MSc. Fulya ERDEMİR, Gazi University, TR  
Yük. Müh. / MSc. Muhammed Fatih CAN, Gazi University, TR  
Yük. Müh. / MSc. Samet GÜL, Yıldız Technical University, TR  
Yük. Müh. / MSc. Tansu YEŞİLKAYA, Bülent Ecevit University, TR  
Yük. Müh. / MSc. Neslişah ULUTAŞ, Selcuk University, TR

---

**Dergi Yazı İşleri Müdürü ve Mizanpaj Editörü / Editorial Jobs Journal Manager  
and Layout Editor**

---

*Yük. Müh. / MSc. Semih TAŞKAYA, Fırat University, TR*

**Yayın Türü / Publication Type**

*Elektronik (çevrimiçi) ve hakemli / Electronic (online) and refereed*

**Yayın Tarihi / Publication Date**

**15 / 12 / 2022**

*Hakemli bir dergi olan Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi altı ayda bir çevrimiçi olarak yayımlanmaktadır. Akademik usullere uygun atıf yapmak suretiyle dergide yapılan çalışmalardan yararlanılabilir. Her hakkı saklıdır. Yazıların her türlü sorumluluğu yazarlarına aittir. Dergiye yayımlanmak üzere gönderilen yazılar yayımlansın veya yayımlanmasın iade edilmez.*

---

**Haberleşme / Communication**

---

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, Elazığ/ Türkiye  
*International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design (IJEASED), Elazığ / Turkey*  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased> (ISSN: 2667-8764)





**IJEASED**

**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM  
DERGİSİ / INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

**ISSN: 2667-8764**

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi  
15 (Aralık 2022)

**ISSN: 2667-8764**

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

**Sayı / Issue: 2**

**Cilt / Volume: 4**

**Aralık / December 2022**

**Altı ayda bir yayımlanır (elektronik) / Published every six months (electronic)**

---

**Alan Editörleri / Expert Editors**

---

Prof. Dr. / Professor Dr. Fatma MEYDANERİ TEZEL, Karabuk University, TR  
Prof. Dr. / Professor Dr. Mahmut DOĞAN, Erciyes University, TR  
Prof. Dr. / Professor Dr. Arzu ERENER, Kocaeli University, TR  
Prof. Dr. / Professor Dr. Ali Kaya GÜR, Fırat University, TR  
Prof. Dr. / Professor Dr. Cafer EKEN, Aydın Adnan Menderes University, TR  
Prof. Dr. / Professor Dr. Levent Cenk KUMRUOĞLU, İskenderun Teknik University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Özlem EMİR ÇOBAN, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Hare KILIÇASLAN, Karadeniz Teknik University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mehmet Zülfü ÇOBAN, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ayhan ORHAN, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Cihat AYDIN, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Asif YOKUŞ, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Munise Didem DEMİRBAŞ, Erciyes University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Canan BAŞLAK, Selcuk University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ömer GÜLER, Mersin University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mehmet AKKAŞ, Kastamonu University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Şükrü Taner AZGIN, Erciyes University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Azize DEMİRPOLAT, Bingöl University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Şehriban ERASLAN, Suleyman Demirel University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Merve TUNA KAYILI, Karabuk University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Beyza ONUR IŞIKOĞLU, Karabuk University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Gülşah KARYAĞDI, Beykent University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Ali GÜRBÜZ, Recep Tayyip Erdoğan University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK, Istanbul Aydın University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Dilek ŞENTÜRK DEMİREL, Dicle University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Abdullah ELEN, Bandırma Onyedil Eylül University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Tayfun ÇETİN, Hakkari University, TR

Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Lütüye SİRKA, Çankiri Karatekin University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Saliha KARADAYI USTA, İstinye University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Gamze AYDIN ERYILMAZ, Ondokuz Mayıs University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Pelin YILMAZ SANCAR, Fırat University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Esra TUĞRUL TUNÇ, Fırat University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Mustafa TUNÇ, Fırat University, TR  
Öğr. Gör. (Dr.) / Dr. Instructor Murat YEŞİLKAYA, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR  
Dr. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN  
Dr. Gül USLU, Ondokuz Mayıs University, TR  
Araş. Gör. / Research Assist. Burcu SARI, Orta Doğu Teknik University, TR  
Araş. Gör. / Research Assist. Mine DOĞAN, Fırat University, TR  
Araş. Gör. / Research Assist. Mehmet Akif KARAGÖL, Ordu University, TR  
Öğr. Gör. / Instructor Selim TAŞKAYA, Artvin Coruh University, TR  
Öğr. Gör. / Instructor Elif Işılay ÜNLÜ, Fırat University, TR  
Öğr. Gör. / Instructor Sümeyye ERDEM, Karamanoğlu Mehmetbey University, TR  
Öğr. Gör. / Instructor Umut SARAY, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR  
Öğr. Gör. / Instructor Süleyman Emre DAĞTEKE, Fırat University, TR  
Yük. Müh. / MSc. Semih TAŞKAYA, Fırat University, TR  
Yük. Müh. / MSc. Fulya ERDEMİR, Gazi University, TR  
Yük. Müh. / MSc. Muhammed Fatih CAN, Gazi University, TR  
Yük. Müh. / MSc. Samet GÜL, Yıldız Technical University, TR  
Yük. Müh. / MSc. Tansu YEŞİLKAYA, Bülent Ecevit University, TR  
Yük. Müh. / MSc. Neslişah ULUTAŞ, Selcuk University, TR



**IJEASED**

**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM  
DERGİSİ / INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

**ISSN: 2667-8764**

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi  
15 (Aralık 2022)

**ISSN: 2667-8764**

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

**Sayı / Issue: 2**

**Cilt / Volume: 4**

**Aralık / December 2022**

---

**İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS**

---

**Araştırma Makalesi / Research Article**

**Uçak-Havacılık-Uzay Mühendisliği / Aircraft-Aviation-Space Engineering**

|                         |  |    |
|-------------------------|--|----|
| Muhammet ÖZBEK          | <b>Bir Turboprop Motorda Kirlenmenin ve Yıkama Yöntemlerinin<br/>DeneySEL İncelenmesi</b>        | 77 |
| Bilge ALBAYRAK<br>ÇEPER | <i>Experimental Investigation of Contamination and Washing Methods in<br/>a Turboprop Engine</i> |    |

**Ziraat, Bitki Bilimi / Agriculture, Plant Science**

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| Mehmet ATAY  | <b>Ticari Tohumluk Patates Yumrularında Görülen Bazı Fungal<br/>Etmenlerin Yaygınlıklarının Belirlenmesi</b><br><i>Determination of the Prevalence of Some Fungal Agents in<br/>Commercial Seed Potato Tubers</i> | 93 |
| Meltem AVAN  |   |    |
| Şaban KARAAT |   |    |

**Malzeme Bilimleri, Kompozitler / Materials Sciences, Composites**

|                                 |   |     |
|---------------------------------|---|-----|
| Mehmet AKKAŞ                    | <b>TiB2 Parçacık Takviyeli AlCuMg Kompozitlerin<br/>Üretilebilirliğinin Araştırılması</b>   | 118 |
| Abdelsalam Mohamed A.<br>ELFGHI | <i>Investigation of Manufacturability of TiB2 Particle Reinforced<br/>AlCuMg Composites</i> |     |



**Derleme Makalesi / Review Article**

**Mühendislik Bilimleri , Ortak Disiplinler / Engineering Sciences , Co-Disciplines**

|                 |   |            |
|-----------------|---|------------|
| Bilal KIZILELMA | <b>Kâğıt Tabanlı Mikro Akışkan Kolorimetrik Sensör Sistemleri</b> | <b>104</b> |
| Zülal BİLİCİ    | <i>Paper Based Microfluidic Colorimetric Sensor Systems</i>       |            |

**Araştırma Makalesi / Research Article**

**Mimarlık / Architecture**

|               |  |            |
|---------------|--|------------|
| Sahar ELYASI  | <b>Mimarlık ve İklim İlişkisi perspektifinde (İran) Yezd ve Masule Şehirleri Örneği</b>                    | <b>129</b> |
| Ruşen YAMAÇLI | <i>The Relationship Between Architecture and Climate: The Case of the Cities of Yezd and Masule (Iran)</i> |            |

**IJEASED****INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN***Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*

ISSN: 2667-8764 , 4(2), 77-92, 2022

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>Araştırma Makalesi / *Research Article*Doi: [10.47898/ijeased.1081563](https://doi.org/10.47898/ijeased.1081563)

## Bir Turboprop Motorda Kirlenmenin ve Yıkama Yöntemlerinin Deneysel İncelenmesi

Muhammet ÖZBEK <sup>\*1</sup>, Bilge ALBAYRAK ÇEPER <sup>2</sup><sup>1\*</sup> Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 38039, Türkiye.<sup>2</sup> Erciyes Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Kayseri, 38039, Türkiye.

| Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)  | Makale Süreci / Article Process  |
|---|--|
| *Sorumlu Yazar / Corresponding author :<br><a href="mailto:elektron0342@gmail.com">elektron0342@gmail.com</a><br> <a href="https://orcid.org/0000-0001-9647-489X">https://orcid.org/0000-0001-9647-489X</a> , M. Özbek<br> <a href="https://orcid.org/0000-0001-5556-5170">https://orcid.org/0000-0001-5556-5170</a> , B.A. Çeper | Geliş Tarihi / Received Date : 02.03.2022<br>Revizyon Tarihi / Revision Date : 29.06.2022<br>Kabul Tarihi / Accepted Date : 29.07.2022<br>Yayım Tarihi / Published Date : 15.12.2022 |
| Alıntı / Cite : Özbek, M., Albayrak Çeper, B., (2022). Bir Turboprop Motorda Kirlenmenin ve Yıkama Yöntemlerinin Deneysel İncelenmesi, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi , 4(2), 77-92.  |  |

### Özet

Bu çalışmada, T56-A-15 turboprop motorun servis sürecinde bünyesinde meydana gelen kirlenme ve motor yıkamasının deneysel incelemesi gerçekleştirilmiştir. Meydana gelen kirlenmeler ile bu kirlenmeler sonucunda fiziksel dayanımı zayıflayan malzemelerin hasarlanması sorunu, bünyesel anlamda ele alınmıştır. Yapılan yanma odası ve türbin yıkaması ile sıcak bölge hasarlarının azaltılması, malzeme ömrünün ve motor revizyon süresinin artırılması amaçlanmıştır. Motor yıkaması yapılırken kompresör yıkamasının yanında yanma odası ve türbin yıkamasının da etkili olduğunu görülmüştür. T56 turboprop motoruna ait Tork, Türbin giriş sıcaklığı ve performans parametreleri analiz edilmiştir. Yakıt nozulları vasıtasıyla yapılan motor yıkaması sayesinde yıkama sıvısının kompresör haricinde yanma odası ve türbin kanatçıklarına etkin ulaştığı görülmüştür. Motor tork değerinin artması sonucu motor performans değerleri artmıştır. Kompresör ve yakıt nozulları ile yıkamada yıkamasız duruma göre yaklaşık %3,39 iyileşme elde edilmiştir. Yapılan araştırmanın gaz türbin motorlarında yapılacak motor yıkama analizi çalışmalarına referans olacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Turboprop, Kirlenme, Motor Yıkama.

## ***Experimental Investigation of Contamination and Washing Methods in a Turboprop Engine***

### **Abstract**

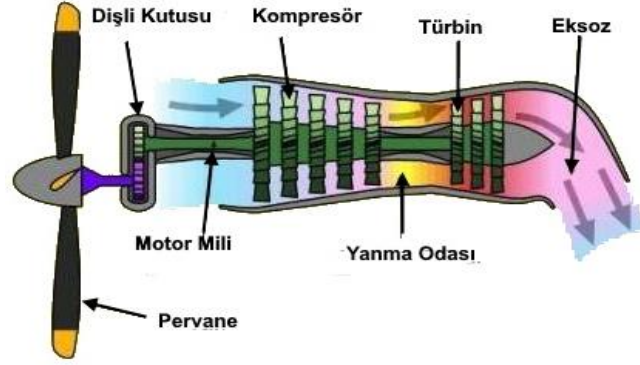
*In this study, an experimental investigation of the contamination and engine washing that occurs during the service process of the T56-A-15 turboprop engine was carried out. The problem of the pollution that occurs and the damage of the materials whose physical strength is weakened as a result of these pollutions are handled in an inherent sense. With the combustion chamber and turbine washing, it is aimed to reduce the damages of the hot zone, to increase the material life and the engine overhaul time. It has been observed that the combustion chamber and turbine washing are also effective in addition to the compressor washing while washing the engine. T56 turboprop engine data Torque, Turbine inlet temperature and performance parameters are analyzed. Thanks to the engine washing done through the fuel nozzles, it was observed that the washing liquid reached the combustion chamber and turbine blades completely, except for the compressor. As a result of the increase in the engine torque value, the engine performance values have increased. Approximately 3.5% improvement was obtained in washing with compressor and fuel nozzles compared to the case without washing. It is thought that the research will be a reference to the engine wash analysis studies to be made in gas turbine engines.*

**Keywords:** Turboprop, Contamination, Engine Wash.

### **1. Giriş**

Günümüzde uçaklar yolcu taşıma, kargo ve askeri amaçlarla kullanılmakta olup, bu kullanım talebi her geçen gün artmaktadır. Bu talebin karşılanması esnasında çeşitli uçak türleri ve bu uçaklara ait farklı motor türleri kullanılmaktadır. Uçaklarda kullanılan gaz türbin motorlarının uzun süre kullanıcıya hizmet verebilmesi için belirli periyodlarla serviste bakım ve revizyonunun yapılması gerekmektedir. Bir uçak görev türüne göre zorlu iklim koşullarında, kumlu ve deniz aşırı görevler icra edebilir. Bu görevlerde uçak tuz, kum zerreleri vb. harici malzemelere maruz kalabilir. Ayrıca gaz türbin motoru çalışma esnasında yüksek sıcaklık, korozyon, titreşim gibi mekanik yükler altında çalışabilir.

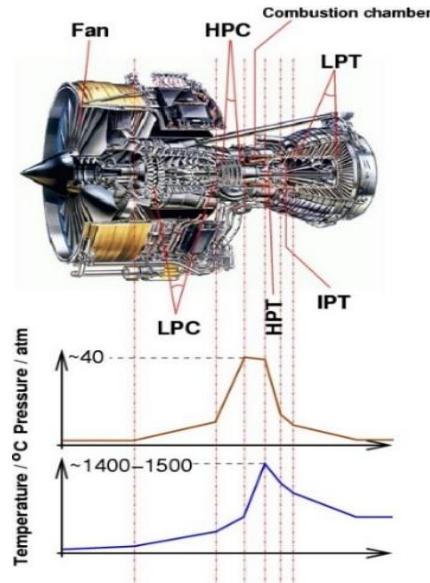
Gaz türbin motorların çoğu aynı mantık ile çalışmaktadır. Temelde gaz türbin motorlar kompresör, yanma odası ve türbin kısımlarından oluşur. Basit olarak bir turboprop motorun çalışması incelendiğinde hava alığından giren hava kompresörde sıkıştırılarak yüksek sıcaklık ve basınçlı hava elde edilir. Isınan hava kompresörden yanma odasına iletilir, yakıt nozullarından püskürtülen yakıt ile hava belli oranda karışır ve yanma odasında bulunan bujilerin ateşlemesi vasıtasıyla yanma gerçekleşir. Yanma odasının buradaki asıl görevi kompresör içerisinde sıkıştırılarak ısınan havanın, yanma sayesinde çok yüksek sıcaklıklara çıkmasını sağlamaktır. Yüksek sıcaklıklara çıkan basınçlı hava yanma odasından sonra türbin kanatlarına çarparak türbinin dönmesini ve temelde motorun itki kuvvetinin oluşmasını sağlar. Şekil 1’de turboprop motorun hava akış şeması gösterilmektedir.



Şekil 1. Turboprop Motor Hava Akış Şeması (URL-1).

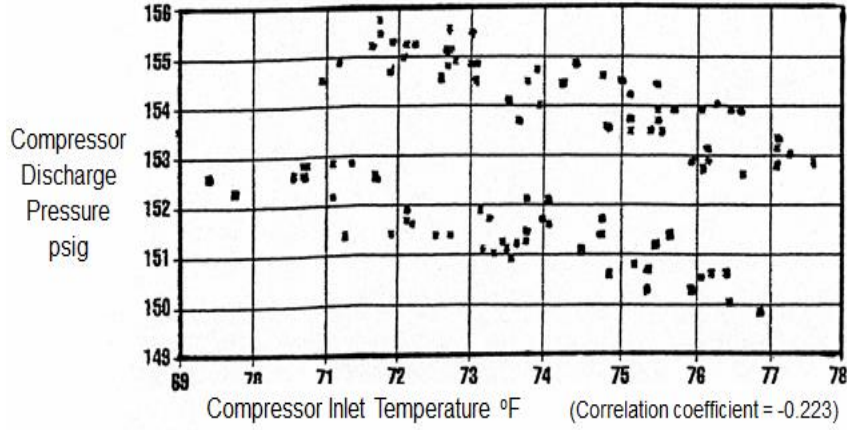
Motor çalıştığı sürece hava alığından giren hava kompresör üzerinden akarak, yanma ve basınçlı sıcak havanın sirkülasyonu devam eder. Bu döngünün devamlılığını sağlayan temel malzeme kompresördür. Bu sebeple kompresör üzerinden kesintisiz hava akışının olması ve kompresör kanatçıklarının aerodinamik yapısının bozulmaması gerekir. Ayrıca motor performansının üretici tarafından istenen değer aralığında olması için yanma odası ile türbin kanatçıklarının da temiz ve aerodinamik yapısının bozulmaması istenmektedir.

Motor üzerinde sıcak bölge olarak tabir edilen bölgeler kompresör, yanma odası ve türbin kısımlarıdır. Özellikle yanma odası 1100°C'lere kadar dayanıklı yapıya sahiptir (Aydınmakina, 2014). Motor sıcak bölgelerinde, artan sıcaklık ve kirlenme olduğundan yorulmalar ve kılcal aşınmalar meydana gelecektir. Şekil 2'de gaz türbinli motorun kademeleri ve maruz kaldıkları sıcaklık/basınç grafikleri verilmiştir.



Şekil 2. Farklı kademelerdeki farklı sıcaklık ve basınç değişimleri (Aydınmakina, 2014).

Dusatko (2015), kompresör üzerinden yapılan yıkamanın etkisini, “Gaz Türbini Performansı İzleme” konulu makalesinde gaz türbinli bir Frame 7EA motoru üzerinde analiz etmiştir. Bu ölçümde uygun yazılım kullanılarak kompresör giriş sıcaklığı (CIT) ve kompresör çıkış basıncı (CDP) değerlerinin yer aldığı karşılaştırmalı bir grafik elde etmiştir (Şekil 3).

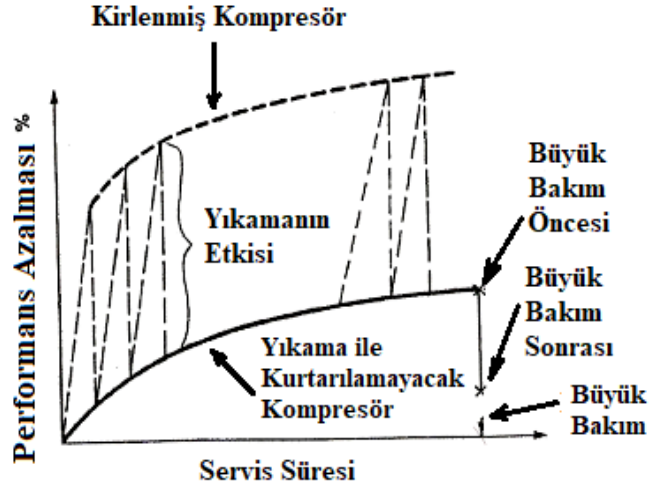


Şekil 1. Kompresörü yıkanmamış ve yıkanmış gaz türbin motoru değerleri (Dusatko,1995).

Dusatko'nun elde ettiği grafikte aynı CIT değerinde yıkanmış kompresör ile yıkanmamış kompresörün CDP değerleri arasındaki fark 0.138bar (2psig) civarındadır. Çalışması sonucunda, sabit kompresör giriş sıcaklığında yıkanmamış kompresörün daha düşük gaz basıncına sahip olduğu görülmüştür.

Varelis (2007), tez çalışması kapsamında Askeri gaz türbini motorları için motor bozunması ve kompresör yıkamasının teknoekonomik incelemesini gerçekleştirmiştir. Çalışmasında T56–A-15 ve F110–GE–129 olmak üzere daha çok askeri sektörde kullanılan gaz türbinli motorlardaki verim ve performans üzerindeki düşmeyi incelemiştir. Motorlardaki kirlenme sebepleri olarak korozyon, termal bozulma, yabancı madde hasarı ve motor çalışma koşulları olacağını ifade etmiştir. Bu kirlenmenin etkileri olarak kompresör akış kapasitesi, türbin kanatçıklarının akış kapasitesi, yanma verimliliği ve egzoz akış kapasitesinin olumsuz etkileneceğini, kirlenme sonucunda ise motorun shaft gücünde, yakıt akışında ve motor parçalarında aşırı sıcaklık/basınç farklılıkları meydana gelebileceğini ifade etmiştir.

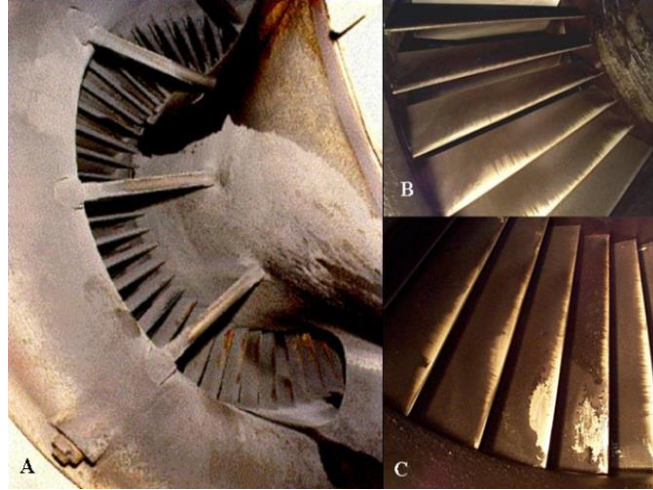
Şekil 4'de Li ve Singh'e gelişmiş bir gaz türbini gaz yolu teşhis sistemi- PYTHIA konulu çalışmalarında servis süresi ve performans eğrileri üzerine araştırma yapmışlardır (Li ve Singh, 2005).



Şekil 2. Bir Gaz Türbin Motorunun Tipik Kirlenme-Performans Eğrisi (Li ve Singh, 2005).

Şekil 4 dikkate alındığında kirli kompresör, büyük bakıma kadar zamanında yıkanırsa performanstaki azalma istenilen seviyelerde korunabilirken, büyük bakım sonrasında yıkama yapılmayan motorda ise servis süresinin kısalmaya başladığını göstermektedir. Bu durum motor yıkamasının önemini ifade etmektedir.

Meher-Homji ve ark.(2013), Gaz türbini performans bozulması ve kompresör yıkamasını ele almışlardır. Çalışmalarına ait Şekil 5’de farklı kirlilik durumlarındaki kompresörler görülmektedir.

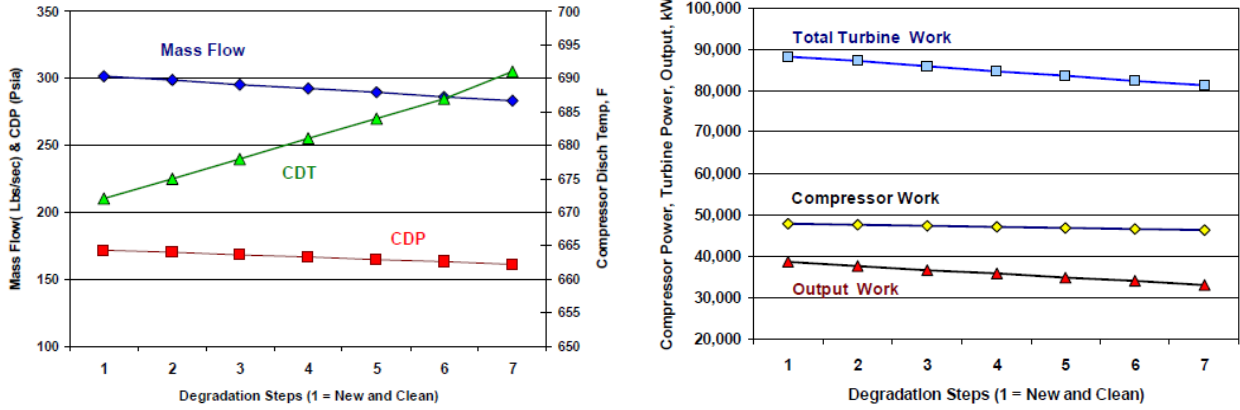


Şekil 3. A) kirli havanın olduğu ortamda çalışan bir kompresör, B) bünyesel yağ kaçaklarının olduğu kompresör, C) Tuzlu hava ve yağ karışımı sonrasında meydana gelen kompresör kirlenmesi (Meher-Homji ve ark.(2013))

Gaz türbini performansı üzerinde kompresör kirlenmesinin etkilerini araştırmak için 40 MW’lık gaz türbininde GTPRO yazılımı kullanarak simülasyon çalışmalarını tamamlamışlardır. Çalışma sonucunda, kirlenme ile kompresör içerisindeki akan hava kütlelerinin azaldığı, kompresör



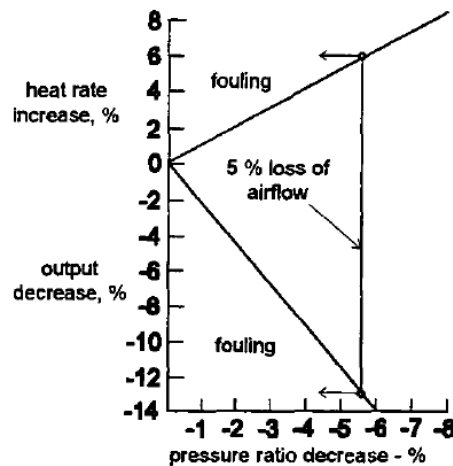
çıkış sıcaklığının arttığı ve kompresör çıkış basıncının azaldığını gözlemlemiştir. Şekil 6'da çalışmalarında yaptıkları simülasyon sonrasında elde edilen grafikler görülmektedir.



Şekil 4. GTPRO simülasyon sonuçları (Meher-Homji ve ark., 2013).

Tarabrin ve ark. (2014), farklı ortam ve farklı başlangıç parametreleri ile aksel kompresör tıkanmasının gaz türbini ünite performansına etkisini ele almışlardır. Çalışmalarında kompresör kirlenmesine sebep etkenleri toprak tozu, nehir, deniz, polen ve tohumlar, trafikten kaynaklanan atık ürünler, motora ait bünyesel yataklardan gelen yağ kaçaqları vb. şeklinde olabileceğini ifade etmişlerdir. Kompresörde meydana gelen kirlenme sonrasında hava akış kütlelerinin azaldığı, basınç oranının azaldığı akabinde türbin veriminin düşeceğini ifade etmişlerdir. Türbin veriminin düşmesi sonucunda yakıt tüketiminin artacağını belirtmişlerdir.

Şekil 7'de, Hoeft'in çalışması sonucunda elde ettiği kompresör kirlenme etkileri görülmektedir (Hoeft, 1993). Çalışmasında, kirlenme ile beraber ısı oranındaki artışın ve çıkıştaki azalmanın basınç oranındaki düşüşe göre değişimi ifade edilmiş ve %5 hava akış kaybı için değerler işaretlenmiştir.



Şekil 5. Kompresör kirlenmesinin etkileri (Hoeft, 1993).

Igie (2017), Gaz türbini kompresörü, güç ve havacılık tahrikinde kirilenme ve yıkama konulu çalışmasında gaz türbinli motorlardaki kirilenmeyi, kirilenmeye sebep olan etkenleri ve kompresör yıkama çeşitlerini incelemiştir. Motorda ki kirilenme sebebi olarak; uçağın uçtuğu havaalanının konumu (çöl/deniz kıyısı), kalkış/iniş sayısı, atmosferik ve mevsimsel değişiklikler, uçuş yolu rotasının etken olabileceğini dile getirmiştir. Kirilenme sonrasında yakıt akışının artacağı, gerekli itme kuvvetinin ve kompresör çıkışındaki basıncın düşeceği, türbin girişindeki sıcaklığın aşırı artacağı ve türbin kanatçıklarının ömrünün azalacağını ifade etmiştir.

Motordaki bu kirilenmeler için Igie çeşitli motor yıkama türlerini incelemiştir. Bunlardan ilki motor sadece marş motoru vasıtasıyla maksimum devrin %10-20' si kadar dönüş sağlanarak kompresör girişinden yıkama yapılmasıdır. Bunun adı sıvı enjeksiyonlu yıkamadır. Sıvı enjeksiyonlu yıkamada, yıkama sıvısı bir enjektör vasıtasıyla kompresör girişine püskürtülerek yapılmaktadır (URL-2). Şekil 8'de sıvı enjeksiyonlu yıkama görülmektedir.



**Şekil 6.** Sıvı Enjeksiyonlu Motor Yıkaması (URL-2)

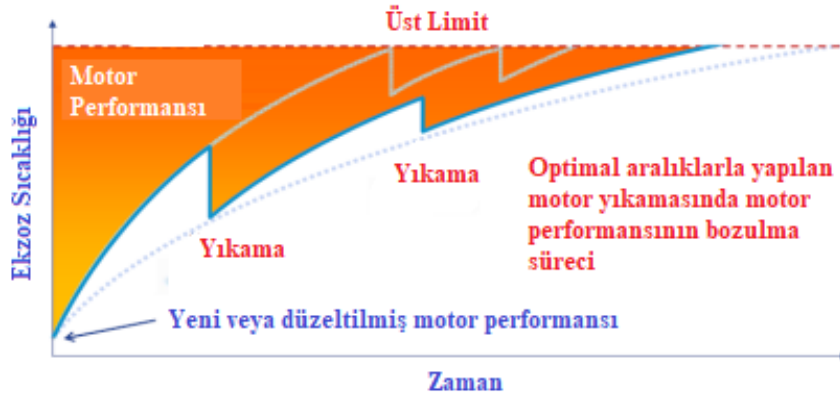
Diğer yıkama yöntemi ise aşındırıcı püskürtülmesiyle yapılan yıkama yöntemidir (Abrasive Blasting). Bu yöntemde aşındırıcı olarak pirinç, fındık kabuğu, ceviz kabuğu veya sentetik reçine parçacıkları kullanılabilir (Igie, 2017). Şekil 9'da aşındırıcı püskürtme yöntemi gösterilmektedir.



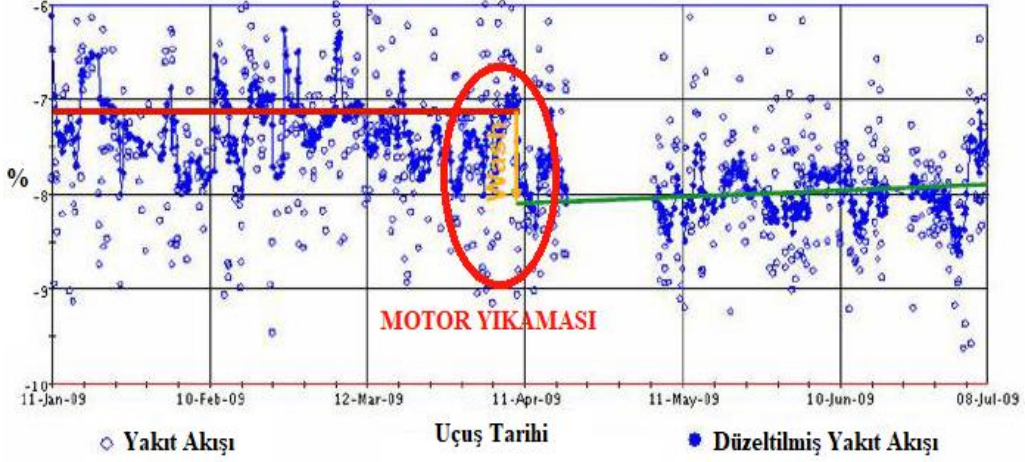
**Şekil 7.** Aşındırıcı Püskürtme Yöntemi (Igie, 2017).

Naeem (2008), Turbofan motora sahip askeri uçağa ait düşük basınçlı (LP) kompresör kirlenmesinin operasyonel etkinliğini irdelemiştir. Çalışmasında bir askeri uçağın görev profiline göre bilgisayar simülasyonu kullanarak alçak basınç kompresöründe kirlenme meydana gelen motorun karışılacağı sonuçları incelemiştir. Gaz türbin motorlarda meydana gelen kirlenmelerin %70-85'i kompresöre atfedilirken meydana gelen kirlenme kompresör sıcaklığını 15°C'ye kadar artmasına neden olabilmektedir. Kompresör kanatçıklarında meydana gelen kirlenmeler aerodinamik yapıyı bozarak hava akış kapasitesini azaltacaktır. Bu bağlamda motordan elde edilen güç azalacak, verim düşecek ve yakıt tüketimi artacaktır. Verimlilik ve akan hava kütlelerinde meydana gelen azalma motor performansının azalmasına sebep olacaktır. Azalan performans sonrasında motor türbin giriş sıcaklığı değerini koruyabilmek için dönüş hızını arttırmaya çalışarak kendi ömrünü ve işletme maliyetini arttıracaktır (Naeem, 2008).

Akkor (2015), yüksek lisans tezinde Jet motoru hava kanalları yıkama sistemi tasarımı ve otomasyonu isimli çalışmayı tamamlamıştır. Çalışmasında kompresör üzerinden yapılan yıkama yöntemleri ile yakıt sarfiyatının ve egzoz gaz sıcaklığının (EGT) düşeceğini dile getirmiştir. Tezinde vermiş olduğu CleanCore firmasına ait yıkama sistemi sonrası EGT ve Cyclean yıkama sistemi kullanıldıktan sonra Airbus firmasına ait yakıt sarfiyatındaki azalma eğrileri Şekil 10 ve 11'de gösterilmektedir.



Şekil 80. Cleancore Firmasına ait Yıkama Sistemi Sonrası EGT (Akkor, 2015).



**Şekil 91.** Airbus Firmasına ait Yakıt Sarfiyatı (Akkor, 2015).

Bu çalışmada literatürden farklı olarak, T56 turboprop motor ele alınmış ve yıkama yönteminde 3 farklı durum olan: yıkama yapılmadan, kompresör önünden sıvı enjeksiyonlu ve hem kompresör hem de yakıt nozulları vasıtasıyla sıvı enjeksiyonlu yıkama işleminin deneysel sonuçları irdelenmiştir. Çalışma sonuçları ile literatürdeki bu yöndeki eksiklikleri giderilmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

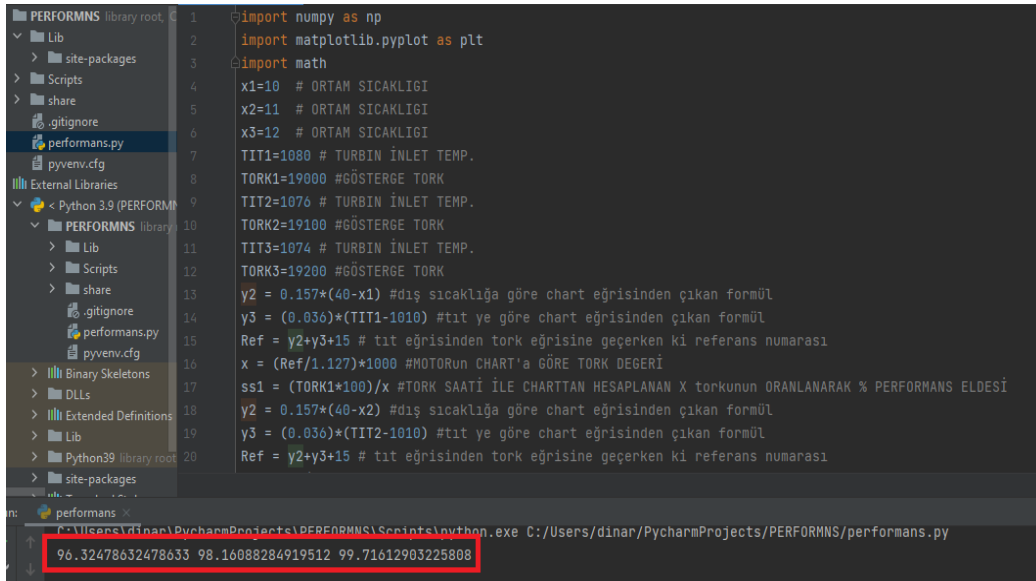
Araştırma esnasında havacılık sektöründe yaygın olarak kullanılan, Şekil 12'de ki yıkama cihazı kullanılmıştır. Kullanılan motor yıkama cihazı, basit olarak hava kompresörü, yıkama sıvısı ve durulama sıvısını içeren depodan oluşmaktadır. Basıncılı bir tank vasıtasıyla basınçlandırılan yıkama sıvısı bir nozul vasıtasıyla kompresöre püskürtülmektedir. Çalışma esnasında uçak motor yıkama cihazı ile yakıt nozulu hattının bağlantısı için ara adaptör malzemesi kullanılmıştır. Ara adaptör, motor yıkama cihazı çıkış hattı ve yakıt nozullarının tümünün ortak noktası olan yakıt pompasına uyacak şekilde temin edilmiştir.



**Şekil 102.** Araştırmada Kullanılan Motor Yıkama Cihazı.

Yıkama cihazında basınçlandırılan yıkama sıvısı, yakıt pompasına ve buradan tüm yakıt nozullarına basınçlı şekilde dağıtılmaktadır. Yıkama esnasında motor kuru start yapılmış ve yakıt pompasının yakıt hattı ayrılmıştır. Yakıt yerine yıkama sıvısı nozullardan yanma odasına püskürtülmüştür. Kuru start esnasında kompresörden gelen basınçlı hava sayesinde yıkama mayisi türbin pallerinin tüm yüzeylerine kadar erişmiştir.

Araştırma esnasında türbin giriş sıcaklıkları T56 turboprop motor üzerinde kompresör çıkışı-türbin girişinde bulunan sıcaklık sensörleri vasıtasıyla ölçülmüştür. Motora ait tork değeri ise motor tork sensörü vasıtasıyla elde edilmiştir. Motor performans değeri ise Python yazılımı vasıtasıyla, T56 üretici firması tarafından yayınlanan performans tablosuna göre hesaplanmıştır. Maksimum performansı için %100 oranı referans alınmıştır. Bu oran üretici firmanın sağladığı performans chartına göre ortam sıcaklığı Türbin giriş sıcaklığı, tork değerleri kullanılarak hesaplanır. Performans tablosunda türbin giriş sıcaklığı, ortam sıcaklığı ve motor tork değerleri kullanılmış, % Performans elde edilmiştir. Şekil 13'de python yazılımı ile yapılan performans hesabı ara yüzü görülmektedir. Python yazılım versiyonu olarak Python 3.9 çalışmada kullanılmıştır.



```
1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3 import math
4 x1=10 # ORTAM SICAKLIĞI
5 x2=11 # ORTAM SICAKLIĞI
6 x3=12 # ORTAM SICAKLIĞI
7 TIT1=1080 # TURBIN İNLET TEMP.
8 TORK1=19000 #GÖSTERGE TORK
9 TIT2=1076 # TURBIN İNLET TEMP.
10 TORK2=19100 #GÖSTERGE TORK
11 TIT3=1074 # TURBIN İNLET TEMP.
12 TORK3=19200 #GÖSTERGE TORK
13
14 y2 = 0.157*(40-x1) #dış sıcaklığa göre chart eğrisinden çıkan formül
15 y3 = (0.036)*(TIT1-1010) #tit ye göre chart eğrisinden çıkan formül
16 Ref = y2+y3+15 # tit eğrisinden tork eğrisine geçerken ki referans numarası
17 x = (Ref/1.127)*1000 #MOTORun CHART'a GÖRE TORK DEĞERİ
18 ss1 = (TORK1*100)/x #TORK SAATİ İLE CHARTTAN HESAPLANAN X torkunun ORANLANARAK % PERFORMANS ELDESİ
19 y2 = 0.157*(40-x2) #dış sıcaklığa göre chart eğrisinden çıkan formül
20 y3 = (0.036)*(TIT2-1010) #tit ye göre chart eğrisinden çıkan formül
21 Ref = y2+y3+15 # tit eğrisinden tork eğrisine geçerken ki referans numarası
```

Şekil 113. Python Performans Hesaplaması.

Araştırma esnasında üzerinde çalışılan T56 turboprop motora yapılan rutin baroskop kontrolünde yanma odası çıkış kısmının çatlak olduğu ve yanma odası, yakıt püskürtme nozulu ile türbin palelerinin çeşitli bölgelerinde kirlenmeler olduğu gözlemlenmiştir.

Bahse konu motor revizyondan yeni çıkmış, revizyona girmeden önce sadece kompresör üzerinden motor yıkaması yapılmış ve bakım çıkışı sonunda 47 saat çalıştırılmıştır. 47 saatlik bir motor çalışması, yıkaması yapılan ve 6000-8000 saat ömrü olan bir motor için çok az bir rakam



olması sebebiyle şüphe oluşturmuştur. Müteakiben hasar tespit edilen motorun geçmiş kayıtları incelendiğinde motorun limit harici yüksek sıcaklıkta çalıştırılmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca motor yıkamasının kompresör üzerinden sıvı enjeksiyon yöntemiyle yapılması ve servis süresince limit harici yüksek sıcaklıkta çalıştırılmaması etkin yıkama yapılamadığını göstermiştir.

Deneysel çalışmada kullanılan T56 turboprop motorunun muadil görseli Şekil 14’de sunulmuştur. T56 turboprop motor sabit devirli bir gaz türbini motorudur. T56 turboprop motorunun dakikadaki devri 13820 rpm, hava akışı 14,75 kg/sn’dir. Take off modunda motor 13820 rpm’de dönerken maksimum 2214,50 Nm tork sağlar. T56 turboprop motor çalışma esnasında hava alığından giren havanın 25%’ini yanma odasına ulaştırır, %47,6 yakıt hava karışımı oranı ile yanmayı gerçekleştirir (Lepourry, 1990). Geriye kalan 75%’lik hava ise 1080°C’ye ulaşan yanma odası ile yanma odası dış karteri arasında soğutma işlevi görmektedir.



**Şekil 124.** Araştırmada Kullanılan T56 Turboprop (URL-3).

Bu sebeple kompresör hava alığından gönderilen yıkama sıvısının 25%’lik kısmı yanma odası, püskürtme nozulları ve türbin kısmına ancak ulaşmaktadır. Bu oranlara göre sıvı enjeksiyonlu yıkama yönteminde 20lt sıvı kullanılmakta olduğunu varsayarsak bu sıvının ancak 5lt’si 6 adet yanma odasına ulaşabilmektedir. 5lt yıkama sıvısı 6 adet yanma odasına ayrıldığında bir yanma odasına sadece 0.83lt sıvı düşmektedir. Bu sıvı miktarının oluşan kirlenmeyi çözmek için yetersiz kaldığı görülmüştür.

Bunun üzerine yıkama yöntemi farklılaştırılarak hem kompresör hem de yakıt nozulları vasıtasıyla yanma odası ve türbine kadar yıkama sıvısı ulaştırılmıştır. Yakıt nozullarına bağlanan yıkama cihazı bünyesinde bulunan kompresör vasıtasıyla yıkama sıvısını basınçlandırarak yanma odasına göndermiştir. Bunun sonucunda her bir yanma odasına ve türbin kanatçıklarına oradan da egzoz kısmına kadar yıkaması sıvısı ulaşarak başarılı sonuç elde edilmiştir.



Yeni uygulanan sıvı enjeksiyonlu yıkama sonrası yapılan baroskop kontrollerinde türbin kanatçıkları ile yanma odaları görsel olarak kontrol edilmiş, kurum ve sülfidasyon atıklarının temizlendiği tespit edilmiştir. Kompresör önünden yapılan sıvı enjeksiyonlu yıkama esnasında yakıt nozulları neredeyse temizlenememekte bu durumda motor yakıt tüketimi artmaktadır. Şekil 15’de kompresör önünden yapılan sıvı enjeksiyonlu motor yıkamasına ilaveten yakıt nozullarına bağlanarak yapılan yıkama tekniği sonrası yakıt nozulları durumlarının temizlendiği görülmektedir.



Şekil 135. Yıkama yöntemi öncesi ve sonrası yakıt nozulları.

Şekil 16’de kirli/kurumlu yanma odasının baroskop görüntüleri ve yakıt nozullarından basınç altında gönderilen yıkama sıvısının yanma odasındaki kurum ve kiri çözdüğü görülmüştür.

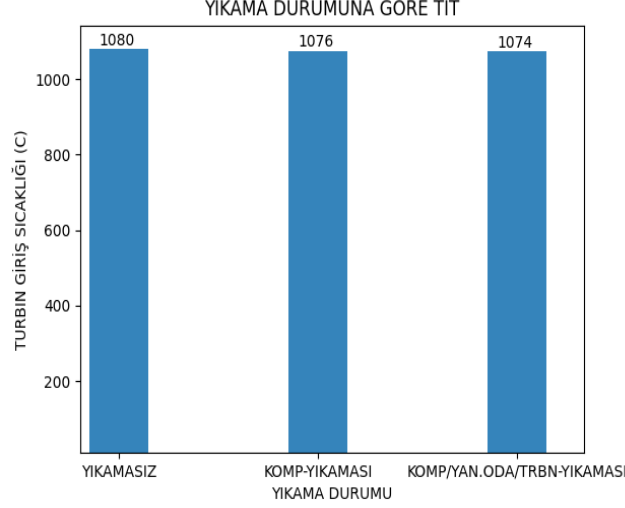


Şekil 146. Yıkama yöntemi sonrası yanma odası.

### 3. Bulgular

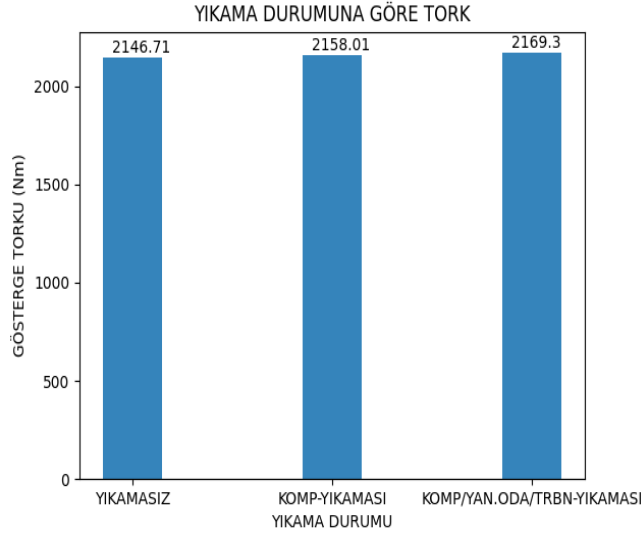
Çalışmada T56 turboprop motor yıkama yapılmadan, kompresör önünden sıvı enjeksiyonlu ve hem kompresör hem de yakıt nozulları vasıtasıyla sıvı enjeksiyonlu yıkama yapılarak üç farklı yıkama şekli için kıyaslanmıştır.

Motor take off pozisyonunda çalıştırılmış, farklı ortam sıcaklıkları ve aynı irtifa değerlerinde Türbin giriş sıcaklığı ve tork değerleri elde edilmiştir. Şekil 17’de motor yıkaması yapılmadan, sadece kompresör önünden sıvı enjeksiyonlu yıkama ve hem kompresör önünden hem de yakıt nozulları ile sıvı enjeksiyonlu yıkama yapılarak türbin giriş sıcaklığı ölçülmüştür.



**Şekil 17.** Yıkama-Türbin Giriş Sıcaklığı (TIT)Grafığı.

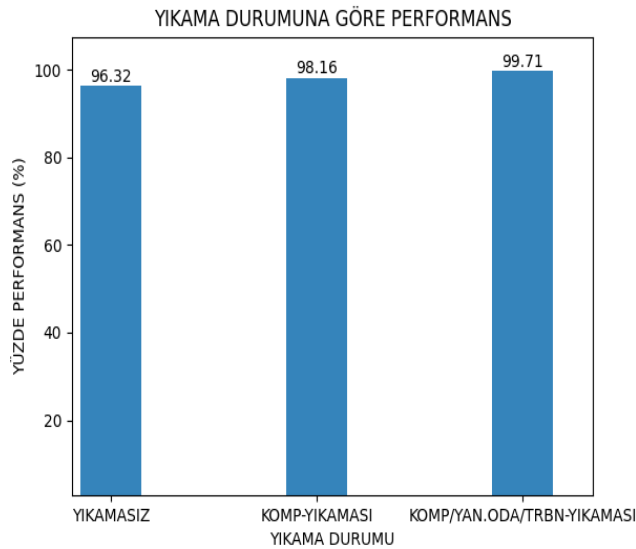
Yapılan yıkama konfigürasyonları kıyaslandığında yıkaması yapılmayan motorda türbin giriş sıcaklığı 1080°C iken kompresör yıkamasında 1076°C hem kompresör hem de yakıt nozulları ile yapılan motor yıkamasında ise 1074°C’ye düştüğü görülmüştür. Bunun sebebi kompresör, yanma odası ve türbinin üzerinde bulunan kirlenme, sülfidasyon vb. dış etkenlerin yıkama ile giderilmesi sonucu hava akış debisinin düzenli ve yeterli olmasıdır. Hava akışının düzenli olması sonucunda yanma odasında ki yanma reaksiyon verimi istenilen seviyede olmuştur. Bu düzenli hava akışı sonrasında istenilen tork değeri elde edilmiştir. Hava akış debisinin artması sonrasında soğutma havası artmış türbin giriş sıcaklığı değeri düşmesine sebep olmuştur.



Şekil 158. Yıkama-Tork Grafiği.

Şekil 18’de üç yıkama durumu için tork değerleri elde edilmiştir. Tork değerleri yıkama sonrasında artış göstermiştir. Bunun sebebi yıkaması yapılmayan motorda türbin giriş sıcaklığının yüksek olması sonucunda yakıtın motor kontrol ünitesi tarafından azaltılmasıdır. Bununla birlikte, kompresör ve türbin yıkaması yapılan motorda kanatçıklardaki hava akışının korunması sayesinde, türbin giriş sıcaklığının düşük olması sonucunda tork 2146,71 Nm’den 2169,3 Nm’ye yükselmiştir. Tork değerleri motor üzerindeki tork sensörü vasıtasıyla elde edilmiştir.

Şekil 19’de yıkama performans grafiği görülmektedir. Motor yıkaması sonrasında motor tork değerinin artması ve tork değeri ile motor performansının doğru orantılı olması sebebiyle %99,71 değerine kadar ulaşılmıştır.



Şekil 19. Yıkama-Performans Grafiği.

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Motor üzerindeki kirilenmeler motoru bünyesel etkilediği gibi çevresel olarak da emisyon değerlerini, uçuş emniyetini negatif etkileyebilmektedir. Kompresör, türbin, yanma odası değişimlerinden başlayarak devam eden negatif etkiler motor değişimine kadar gidebilmektedir. Öte yandan kirilenme sonucu dayanımı azalan bir türbin parçası motorun kâl olmasına sebebiyet verip kaza-kırım durumlarına dahi sebebiyet verebilir.

Motordaki kirilenme, motorun verimi ve yakıt sarfiyatı üzerinde olumsuz etki oluşturabilmektedir. Meher-Homji et.al.(2013), kompresör önünden yapılan sıvı enjeksiyonlu motor yıkama yöntemi ile kompresörün ancak 6. kademesine kadar yıkama sıvısının erişebileceğini belirtmiştir. Ayrıca, Literatürdeki çalışmalardan işletme ve motorun görev profiline bağlı olarak belli periyotlarla yapılan motor yıkamasının yakıt sarfiyatı ve motor performansı üzerine olumlu etkileri olduğu görülmektedir (Meher-Homji, 2013; Igie, 2017; Varelis, 2013).

Bu çalışmada literatürden farklı olarak motor yıkama yönteminde kompresör, yanma odası, yakıt nozullarının püskürtme noktaları, yanma odası ve türbin paleleri etkin bir şekilde yıkanabilmektedir. Elde edilen sonuçlar T56 turboprop motor üreticisine ait performans tablosu (URL-4) referans alınarak Tablo 1’de üç farklı durum için sunulmuştur.

**Tablo 1.** T56 Motoruna Ait Değerler.

| Paremetreler                | Yıkamasız | Kompresör ile Yıkama | Kompresör ve Yakıt Nozulları ile Yıkama |
|-----------------------------|-----------|----------------------|---|
| Dış Sıcaklık (°C)           | 10        | 11                   | 12                                      |
| İrtifa(Ft)                  | 3500      | 3500                 | 3500                                    |
| Türbin Giriş Sıcaklığı (°C) | 1080      | 1076                 | 1074                                    |
| Tork (Nm)                   | 2146,71   | 2158,01              | 2169,3                                  |
| Performans (%)              | 96,32     | 98,16                | 99,71                                   |

Yakıt nozulları vasıtasıyla yapılan motor yıkaması sayesinde yıkama sıvısının kompresör haricinde yanma odası ve türbin kanatçıklarına tam ulaştığı görülmüştür. Motor türbin giriş sıcaklığı değerinin düşmesi sonucu sıcak yüzey malzemeleri ısıl strese maruz kalmayacak ve ömürleri uzayacaktır. Motor tork değerinin artması sonucu motor performans değerleri artacaktır. Kompresör ve yakıt nozulları ile yıkamada yıkamasız duruma göre yaklaşık %3.39 iyileşme elde edilmiştir.

### **Yazarların Katkısı**

Çalışmada her iki yazar da eşit oranda katkı sunmuştur.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

### **Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı**

Yapılan çalışmada, araştırma ve yayın etiğine dikkat edilmiştir.

### **Kaynaklar**

- Akkor, H., (2015). Jet motoru hava kanalları yıkama sistemi tasarımı ve otomasyonu. *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aydinmakina, F., (2014). Jet Motoru Türbin Kanatçıklarının Alüminit Kaplamalarının Element Hareketlerinin İncelenmesi. *Doktora Tezi*, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir
- Dusatko, R.A., (1995). Monitoring Gas Turbine Performance. *Power Engineering*, Cilt 99, Sayı 10.
- Hoefl, R.F. (1993). Heavy Duty Gas Turbine Operating and Maintenance Considerations. *GER-3620B*, GE I&PS.
- Meher-Homji, C., Bromley, A.F., Stalder, J.P., (2013). Gas turbine performance deterioration and compressor washing. *In Proc. of the 2nd Middle East Turbomachinery Symposium*, Doha, Qatar. Texas A&M Üniversite Kütüphanesi.
- Igie, U., (2017). Gas turbine compressor fouling and washing in power and aerospace propulsion. *Journal Engineering for Gas Turbines Power*, Cilt 139, Syf. GTP-17-1147.
- Lepourry, P., (1990), Le Turbopropulseur, 3rd ed. *Ecole Nationale De L'Aviation Civile (ENAC)*, Fransa, 172. Syf.
- Li, Y.G. & Singh R., (2005). An advanced gas turbine gas path diagnostic system- PYTHIA, *in 17th International Symposium on Air Breathing Engines*, Munich, Germany
- Naeem, M (2008). Impacts of low-pressure (LP) compressors' fouling of a turbofan upon operational-effectiveness of a military aircraft. *Applied Energy*, Cilt 85, Syf. 243-270.
- Tarabrin, A. P., Schurovsky, V. A., Bodrov, A. I., Stalder, J.-P., (2014). Influence of axial compressor fouling on gas turbine unit performance based on different schemes and with different initial parameters. *The American society of mechanical engineers*, Cilt 4, Syf. 98-GT-416.
- Varelis, A.G., (2013). Techno economic study of engine deterioration and compressor washing for military gas turbine engines. *Thesis*. Cranfield University.
- URL-1: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Turboprop> (Erişim Tarihi: 01 Haziran 2021).
- URL-2: <https://sassofia.com/blog/aircraft-core-engine-washing/> (Erişim Tarihi: 13 Ocak 2021).
- URL-3: <https://assets.skiesmag.com/wp-content/uploads/2017/01/T56-on-wing-c-Vector-resized-768x510.jpg> (Erişim Tarihi: 12 Ocak 2021).
- URL-4: <https://www.scribd.com/document/507728960/1C-130H-2-70GS-00-1-8> (Erişim Tarihi: 05 Haziran 2021).

**IJEASED****INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**




*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 4(2), 93-103, 2022  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

**Araştırma Makalesi / Research Article****Doi: [10.47898/ijeased.1142789](https://doi.org/10.47898/ijeased.1142789)**

## **Ticari Tohumluk Patates Yumrularında Görülen Bazı Fungal Etmenlerin Yaygınlıklarının Belirlenmesi**

Mehmet ATAY <sup>1\*</sup>, Meltem AVAN <sup>1</sup>, Şaban KARAAT <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Adıyaman Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adıyaman, Türkiye.

| <b>Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)</b>   | <b>Makale Süreci / Article Process</b>   |            |
|---|--|------------|
| <b>*Sorumlu Yazar / Corresponding author :</b><br><a href="mailto:mamatay@adiyaman.edu.tr">mamatay@adiyaman.edu.tr</a><br> <a href="https://orcid.org/0000-0001-5751-4764">https://orcid.org/0000-0001-5751-4764</a> , M. Atay<br> <a href="https://orcid.org/0000-0002-2939-8177">https://orcid.org/0000-0002-2939-8177</a> , M. Avan<br> <a href="https://orcid.org/0000-0002-3736-4436">https://orcid.org/0000-0002-3736-4436</a> , Ş. Karaat | <b>Geliş Tarihi / Received Date</b> :    | 09.07.2022 |
|   | <b>Revizyon Tarihi / Revision Date</b> : | 26.07.2022 |
|   | <b>Kabul Tarihi / Accepted Date</b> :    | 30.07.2022 |
|   | <b>Yayın Tarihi / Published Date</b> :   | 15.12.2022 |
| <b>Alıntı / Cite :</b> Atay, M., Avan, M., Karaat, Ş. (2022). Ticari Tohumluk Patates Yumrularında Görülen Bazı Fungal Etmenlerin Yaygınlıklarının Belirlenmesi, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 4(2),93-103.   |  |            |

### **Özet**

Tohumluk seçimi, tarımsal üretimde verim ve kaliteyi etkileyen en önemli hususlardan biridir. Bu çalışmada, ticari olarak tohumluk patates yumrusu üretimi ve satışı yapan bazı firmalardan alınan farklı çeşit patates numunelerinde görülen fungal hastalık etmenlerinden *Rhizoctonia solani* Kühn ve *Fusarium* spp. nin yaygınlık oranları araştırılmıştır. Bu amaçla, özellikle ülkemizde çok sık yetiştiricilikleri yapılan bazı çeşitlerinden olan Marabel, Agria, Madeleine ve Marfona'dan oluşan toplam 48 parti patates temin edilmiş, bunlar fungal etmenlerin varlığı açısından değerlendirilmiştir. Tesadüfi olarak seçilmiş 90'ar adet patates yumrusundan oluşan partilerden analizler yapılarak etmenlerin yaygınlıkları belirlenmiştir. Yapılan izolasyon ve karakterizasyon çalışmaları sonrası incelenen tüm örneklerin %3.87'sinin *Fusarium* spp., %0.11'inin ise *R. solani* ile bulaşık oldukları tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Patates, *Solanum tuberosum*, Fungus, *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*.

## **Determination of the Prevalence of Some Fungal Agents in Commercial Seed Potato Tubers**

### **Abstract**

Seed selection is one of the most important issues affecting yield and quality in agricultural production. In this study, the prevalence rates of *Rhizoctonia solani* and *Fusarium* spp., which are fungal disease agents, seen in different varieties of potato samples taken from some companies that commercially produce and sell seed potato tubers were investigated. For this purpose, a total of 48 batches of potatoes, consisting of Marabel, Agria, Madeleine and Marfona, which are some



commercial varieties that are grown very frequently in our country, were obtained and evaluated in terms of the presence of fungal agents. The prevalence of the agents was determined by analyzing the randomly selected 90 potato tubers. After the isolation and characterization studies, it was determined that 3.87% of all samples examined were contaminated with *Fusarium spp.* and 0.11% with *Rhizoctonia solani*.

**Keywords:** Potato, *Solanum tuberosum*, Fungi, *Fusarium spp.*, *Rhizoctonia solani*.

## 1. Giriş

Tek yıllık bir kültür bitkisi olan patates (*Solanum tuberosum* L.), çeşitli iklim bölgelerine kolaylıkla adaptasyon sağlayan, yumrularında oldukça fazla karbonhidrat, protein, vitamin ve Fe minerali gibi önemli besin maddelerini içeren, dünyada doğrudan mutfakta ya da endüstride hammadde olarak bir kısmı da hayvan yemi olarak değerlendirilen temel bitkilerden biridir. Patates, besin değerinin oldukça yüksek ve kullanım alanlarının geniş olması nedeniyle az gelişmiş ülkelerde açlık sorununu giderebilecek en değerli gıda maddelerinin başında gelmektedir. 100 g'lık patatesten bir insanın günlük protein ihtiyacının %7'si, C vitamininin %20-50'si, Fe'nin %10'u, B1 vitamininin %10'unu ve enerjinin %3'ünü karşılayabilmektedir (Arioğlu, 2002).

Dünyanın birçok yerinde yaygın bir şekilde yetiştiriciliği yapılan patates bitkisi 2020 yılında en fazla Çin, Hindistan ve Ukrayna'da yetiştirilmiş olup bu 3 ülkede 150 milyon tonun üzerinde patates üretimi gerçekleştirilmiştir. Hemen hemen her ilinde patates yetiştiriciliği yapılan ülkemizde ise 2021 yılında 1.389.175 da alanda toplam 5 milyon tonun üzerinde patates üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu yıl içerisinde yetiştirilen tüm patatesin tek başına 622.435 tonunu üreten Konya en fazla patates üreten il olurken bunu sırasıyla Niğde, Afyonkarahisar, Kayseri ve İzmir illeri takip etmiştir (Anonim, 2022; Anonymous, 2022).

Patatesten verim ve kalite için yetiştirilecek bölgenin seçimi oldukça önem taşımaktadır. Bunların yanı sıra, toprak hazırlığı, gübreleme, uygun patates çeşidinin seçilmesi, münavebe, sulama, hastalık ve zararlılarla mücadele gibi yetiştirme tekniklerini doğru bir şekilde uygulamak önem taşımaktadır.

Bitki yetiştiriciliğinde verimi etkileyen faktörlerden biri de tohumluk olarak kullanılan üretim materyalinin durumudur. Kaliteli tohumluk kullanımı, verim üzerinde oldukça etkili olmakta, hatta bu durum ürün verimi %90'a kadar çıkarabilmektedir. Eğer iyi bir tohumluk tercih edilmemişse en iyi yetiştirme teknikleri bile tohumluğun veriminde artışa sebep olmamaktadır (Kara, 2012).

Ekonomik açıdan ülkemiz için önemli bir yeri olan patates bitkisinin verim ve kalite kayıplarına sebep olan en önemli hususlardan biri de toprak kökenli fungal hastalık etmenleridir. Patates yumruları, yumru kalitesini ve verimini etkileyen farklı türlerde toprak kaynaklı patojenlerle enfekte

olabilmektedirler (Tsrör ve ark., 1999; Koike ve ark., 2007). Dünyada ve ülkemizde yapılan bazı çalışmalarda *Fusarium sambucinum* Fuckel, *Geotrichum candidum* Link, *Verticillium dahliae* Kleb., *Phytophthora cryptogea* Pethybr. & Laff., *Rhizoctonia solani* Kühn, *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival ve *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary gibi farklı fungal etmenlerin, patates yetiştiriciliğinde hastalık oluşturabilen önemli toprak ve depo patojeni fungal etmenler oldukları bildirilmiştir (Çakır ve Demirci, 2012; Gore ve ark., 2015; Aydın ve ark., 2016; Soylu ve ark., 2021). Bitki patojeni *Fusarium* türlerinden bazıları üretim aşamasında bitkilerde solgunluğa neden olabildiği gibi depolama aşamasında yumrulara çürüklüklere de sebep olabilmektedirler. *F. sambucinum*, *F. oxysporum*, *F. solani* ve *F. culmorum* gibi bazı *Fusarium* türlerinin özellikle depolama aşamasında yumrulara önemli derecede kayıplara neden olduğu bildirilmiştir (Eken ve ark., 2000; Bojanowski ve ark., 2013; Tiwari ve ark., 2020).

Ülkemizde tohumluk veya yemeklik olarak üretilen patateslerin depolama alanlarının en sık bulunduğu illerin başında Nevşehir ili gelmektedir. Özellikle çok sayıda büyük hacimli doğal yer altı depolarının bu ilde yer alması, patates depolanmasında Nevşehir'i bir merkez haline getirmiştir. Bu durum patates depolanması ve satışı yapan büyük firmaların Nevşehir ilinde lokalize olmasına, bir bakıma ilin bir tohumluk ve yemeklik patates dağıtım merkezi haline gelmesine neden olmuştur.

Bu çalışmada, patates yetiştiriciliğinde önemli derecede verim ve kalite kayıplarına neden olan fungal etmenlerden *R. solani* ve *Fusarium* spp'nin, Nevşehir ilinde ticari olarak satışı yapılan bazı patates çeşitlerinin (Marabel, Agria, Madeleine ve Marfona) tohumluk yumrularındaki yaygınlıkları belirlenmeye çalışılmıştır.

## **2. Materyal ve Metot**

### **2.1. Materyal**

Çalışmanın bitkisel materyalini oluşturan tohumluk patates yumruları, 2022 yılında Nevşehir ilinde ticari olarak sertifikalı tohumluk patates yumrusu üretimi ve satışı yapan farklı firmalardan temin edilmiştir. Bu amaçla, ülkemizde çok sık yetiştiriciliği yapılan patates çeşitlerinden olan Marabel, Agria, Madeleine ve Marfona çeşitlerinden oluşan toplam 48 parti tohumluk patates yumrusu temin edilmiştir. Tesadüfi olarak seçilen 90'ar adet yumrudan oluşan her bir partideki örnekler analizleri yapılmak üzere laboratuvara getirilmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1.** Hastalık etmenlerinin belirlenmesi amacıyla seçilen farklı çeşitlere ait tohumluk patates yumruları

| Çeşitler      | Temin edilen parti sayısı (adet) | Temin edilen yumru sayısı (adet) | İncelenen yumru oranı (%) |
|---------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| Marabel       | 3                                | 990                              | % 100                     |
| Agria         | 33                               | 2970                             | % 100                     |
| Madeleine     | 11                               | 270                              | % 100                     |
| Marfona       | 1                                | 90                               | % 100                     |
| <b>Toplam</b> | 48                               | 4320                             | % 100                     |

Çalışmanın diğer materyallerini ise Adıyaman Üniversitesi Fitoklinik Laboratuvarında yer alan bazı laboratuvar araç-gereçleri ile çeşitli sarf ve kimyasallar oluşturmuştur.

## 2.2. Metot

### 2.2.1. Yumrulara Analizler Öncesi Yapılan İşlemler

Laboratuvara gelen numuneler, bilgileri kaydedildikten sonra alınan her partideki tüm yumrular küvetlere yerleştirilmiş ve etiketleri yazılmıştır. Küvetlere alınan patatesler, akan musluk suyu ile üzerlerinde bulunan çamur, toprak ve kaba kirlerinden arındırmak amacıyla yumuşak bir sünger yardımı ile yıkanmıştır. % 2'lik NaOCl'de 3 dk. yüzey dezenfeksiyonu işlemleri yapılmış ve daha sonra saf sudan geçirilerek kurutma kâğıtları üzerinde kurumaya bırakılmıştır. Kurmasına ve bazı belirtilerin gelişimine izin vermek için yumrular 48 saat boyunca oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir.

### 2.2.2. Fungal Etmenlerin İzolasyonu ve Teşhis Çalışmaları

Ön dezenfeksiyon ve kurutma işlemleri tamamlanan farklı çeşitlere ait tüm patates yumruları öncelikle morfolojik olarak incelenmiş, ardından stereo mikroskop yardımıyla tekrar incelenerek yumrulara fungal etmenlerin tipik hastalık belirtilerinin olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Makroskobik ve mikroskobik olarak incelenen patateslerdeki hastalık belirtileri ve yumrulardaki bulunma oranları kaydedilmiştir (Şekil 1 A, B, C).



**Şekil 1.** Analiz edilmek amacıyla laboratuvara getirilen farklı partilere ait patates numuneleri (A,B) ve bu numunelerdeki hastalık belirtileri gösteren bazı yumrular (C).

Ön incelemeleri yapılan yumrulardan *R. solani* ve *Fusarium* spp. varlığından şüphelenilen yumrulardan Patates Dekstroz Agar (PDA, Merck, Darmstadt, Germany) besiyeri üzerine alınarak izolasyon çalışmaları yapılmıştır. Bu amaçla, seçilen yumruların hastalıklı ve sağlıklı dokularını bir arada bulunduran kısımlarından bistüri yardımıyla önce 3-5 mm büyüklüğünde parçalar kesilmiştir. *R. solani* şüphesi ile izolasyonu yapılan yumrulardan ise yumrular üzerinde yer alan sklerot yapılarını içeren kısımlardan izolasyonlar yapılmıştır. Dokulardan alınan bu kesitler daha sonra yüzey dezenfeksiyonu amacıyla %2'lik sodyum hipoklorit (NaOCl) çözeltisinde 2 dakika bekletilmiş ve ardından 2'şer dk ara ile 3 kez steril saf sudan geçirilmiştir. Sudan geçirilen örnekler steril kurutma kağıtları üzerine alınarak kurumaya bırakılmıştır. Son olarak, kuruyan doku parçaları 50 µg ml<sup>-1</sup> streptomisin sülfat içeren PDA besiyeri içeren petrilere yerleştirilmiş ve 25°C'de 5-7 gün süre boyunca inkübasyona bırakılmıştır.

İnkübasyon sonrası misel gelişimi gözlenen petrillerdeki fungal izolatların koloni rengi, koloni morfolojisi ile makro ve mikro konidi yapıları gibi bazı morfolojik özellikleri ışık mikroskobu altında incelenmiş, teşhis kriterleri referans alınarak (Booth, 1971; Ellis, 1971; Sneh, 1991; Dugan, 2006; Al-Fadhal ve ark., 2019) elde edilen izolatlar tanımlanmıştır.

### 2.2.3. Fungal Etmenlerin Yaygınlıklarının Belirlenmesi

Analiz yapılmak amacıyla seçilen herhangi bir yumruda yapılan makroskopik ve mikroskopik teşhis çalışmaları sonrası *R. solani* veya *Fusarium* spp. etmenlerinden herhangi birine rastlanmışsa, incelenen yumrunun o etmen ile bulaşık olduğu kabul edilmiştir.

Bununla beraber bir partideki yumruların fungal etmenler ile bulaşık olma oranları, aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Bora ve Karaca, 1970).

$$\text{Hastalık Yaygınlık Oranı (\%)} = \frac{\text{Hastalıklı Yumur Sayısı}}{\text{Toplam Yumur Sayısı}} \times 100$$

Buna göre, bir partideki hastalıklı tüm yumru sayısının partide yer alan toplam yumru sayısına oranlamasıyla o partideki görülme oranı belirlenmiştir.

Bir çeşitteki hastalığın yaygınlık oranı ise benzer şekilde, bir çeşide ait tüm partilerde yer alan tüm hastalıklı yumruların sayısının, o partilerdeki toplam yumruların sayısına oranlanmasıyla bulunmuştur.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Fungal Etmenlerin İzolasyonu, Tanınması ve Yaygınlıkları

*Fusarium* spp. ve *R. solani*'nin tohumluk patates yumrularındaki yaygınlıklarını belirlemek amacıyla yumruların yapılan izolasyon ve teşhis çalışmaları sonrası partilerin bu etmenlerle farklı oranlarda bulaşık oldukları belirlenmiş, elde edilen bulgular Tablo 2 ve Tablo 3'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Nevşehir ilinde ticari olarak satışı yapılan bazı tohumluk patates çeşitlerinin *Rhizoctonia solani* ve *Fusarium* spp. ile yaygınlık oranları

| Çeşitler      | İncelenen Yumur Sayısı | Çeşitlere göre yaygınlık oranı (%) |                      |
|---------------|------------------------|------------------------------------|----------------------|
|               |                        | <i>R. solani</i>                   | <i>Fusarium</i> spp. |
| Marabel       | 270                    | 0.33                               | 6.67                 |
| Agria         | 2970                   | 0.10                               | 3.60                 |
| Madeleine     | 990                    | 0.10                               | 3.78                 |
| Marfona       | 90                     | 0                                  | 7.77                 |
| <b>Toplam</b> | <b>4320</b>            | <b>0.11</b>                        | <b>3.87</b>          |

Tablo 2'deki veriler değerlendirildiğinde, incelenen patates çeşitlerinin hastalık etmenleri ile farklı oranlarda bulaşık oldukları tespit edilmiştir. Buna göre; *Fusarium* spp. ile en çok bulaşık olan

çeşitlerin sırasıyla %7.77 ve % 6.67 oranlarıyla Marfona ve Marabel çeşitleri oldukları tespit edilirken, Agria'nın tüm çeşitler arasında *Fusarium* spp. ile en az oranda bulaşık çeşit olduğu tespit edilmiştir. Benzer hesaplama göre *R. solani* ile en çok bulaşık olan çeşidin % 0.33 oranla Marabel olduğu belirlenirken Marfona'nın bu etmen ile bulaşık olmadığı saptanmıştır.

Çeşit farkı gözetmeksizin tüm partiler arasında hastalık görülme oranı açısından bir değerlendirme yapıldığında temin edilen toplam 4320 adet patates yumrusunun %3.87'sinin *Fusarium* spp. ile % 0.11'inin ise *R. solani* ile bulaşık oldukları tespit edilmiştir.

Patates çeşitlerinin hastalık etmenleri ile farklı oranlarda bulaşık oldukları tespit edilmiş olmasına rağmen bazı partilerin etmenlerin biri veya her ikisi ile de herhangi bir şekilde bulaşık olmadıkları da belirlenmiştir (Tablo 3).

**Tablo 3.** Farklı patates çeşitlerinin *Rhizoctonia solani* ve *Fusarium* spp. ile bulaşık olan ve olmayan parti sayıları

| Çeşitler      | Analiz yapılan parti sayısı | Partilerin etmenlerle bulaşık olma durumu (adet) |          |                  |           | *        |
|---------------|-----------------------------|--|----------|------------------|-----------|----------|
|               |                             | <i>Fusarium</i> spp.                             |          | <i>R. solani</i> |           |          |
|               |                             | (+)  | (-)      | (+)              | (-)       |          |
| Marabel       | 3                           | 3  | -        | 1                | 2         | 0        |
| Agria         | 33                          | 30   | 3        | 1                | 32        | 3        |
| Madeleine     | 11                          | 11   | -        | 1                | 10        | 0        |
| Marfona       | 1                           | 1  | -        | -                | 1         | 0        |
| <b>Toplam</b> | <b>48</b>                   | <b>44</b>  | <b>3</b> | <b>3</b>         | <b>45</b> | <b>3</b> |

(+) Fungal etmenle bulaşık olan

(-) Fungal etmenle bulaşık olmayan

\* Her iki etmen ile herhangi bir şekilde bulaşık olmayan

Tablo 3'deki veriler incelendiğinde analizleri yapılan tüm partilerin büyük kısmının fungal etmenlerin biri veya ikisi ile çok az da olsa bulaşık olduğu tespit edilmiş olmakla beraber bazı partilerin bu etmenlerden ikisi ile de herhangi bir şekilde bulaşık olmadıkları da belirlenmiştir. Örneğin; Agria çeşidine ait toplam 33 partinin 3'ünün hem *Fusarium* spp. hem de *R. solani* ile herhangi bir şekilde bulaşık olmadığı tespit edilmiştir.

Büyük çoğunluğunun bulaşık olduğu partilere ait verilere göre;

Marabel çeşidinin toplam 3 partisinin tümünün *Fusarium* spp. ile sadece 1 partisinin ise *R. solani* ile bulaşık olduğu belirlenmiştir. Agria çeşidinin toplam 33 partinin 30 partisinde *Fusarium* spp. ile sadece 1 partide ise *R. solani* ile bulaşık olduğu belirlenmiştir. Madeleine çeşidinin toplam



11 partisinin tamamının *Fusarium* spp. ile 1 partinin ise *R. solani* ile bulaşık olduğu belirlenmiştir. Sadece 1 partisi olan Marfona çeşidinin analizler sonrası *Fusarium* spp. ile bulaşık olduğu *R. solani* ile bulaşık olmadığı belirlenmiştir.

Bitkisel üretimin başlıca girdilerinden biri olan tohumluk üretim materyali, kaliteli tohumluk üretimi verimi artırmanın en önemli yollarından biridir. Başta virüsler olmak üzere çok sayıda fitopatojen bakteri ve fungus türünün patates yumruları ile kolay şekilde taşınabildikleri bildirilmiştir (Yıldırım ve Yıldırım, 1986; van der Wolf ve ark., 2007; Soylu ve ark., 2021). Yapılan literatür araştırmasına göre; ülkemizde patatesteki yeşil aksam gerekse de yumrulara hastalık etmeni olan fungal türlerin belirlenmesine yönelik farklı çalışmalar mevcuttur (Çakır ve Demirci, 2012; Eken ve ark., 2000; Gore ve ark., 2015; Aydın ve ark., 2016). Buna karşın hastalık etmenlerinin hastalıklarının belirlenmesine yönelik sınırlı çalışmaların olduğu görülmüştür. Bu amaçla yapılan bir çalışmada *Spongospora subterranea*'nin bazı patates çeşitlerindeki yakalanma oranı, hastalık şiddeti ve yaygınlık oranları gibi konular araştırılmıştır (İçen, 2018). Ülkemizde bildiğimiz kadarıyla *Fusarium* spp. ve *R. solani*'nin tohumluk patates yumrularındaki yaygınlıklarının belirlenmesine yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanmamış, bu etmenlerin ticari tohumluk yumrularında görülme oranları ilk kez bu çalışmada ortaya konulmuştur.

*Fusarium* cinsine ait türler birçok kültür bitkisinde hastalık oluşturabilmekle beraber patates yumrularında oluşturmuş olduğu hastalık kuru çürüklük (dry rot) adı ile bilinmektedir. Yumrulara enfeksiyonlara neden olmanın yanı sıra *Fusarium* türlerinin oluşturduğu mikotoksinler insan ve hayvanlarda ciddi sağlık sorunlarına sebep olmaktadır (Senter ve ark. 1991). Bu hastalık dünya çapında yaygın olup *Fusarium eumartii*, *F. sambucinum*, *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. coeruleum*, *F. oxysporum*, *F. oxysporum f.sp. tuberosi*, *F. solani*, *F. graminearum* ve *Gibberella cyanogena* (= *F. sulphureum*), buna neden olan önemli *Fusarium* türlerindedir (Hooker, 1981; Smith ve ark. 1988; Oerke ve ark., 1994; Du ve ark., 2012; Gachango ve ark., 2012; Heltoft ve ark., 2016; Stefańczyk ve ark., 2016).

Patatesteki *Fusarium* kaynaklı kayıpların ortalama %6 seviyelerinde olduğu bildirilmekle beraber %25'e kadar varan kayıplar da rapor edilmiştir (Chelkowski, 1989). Bu çalışmadaki sonuçlara da bakıldığında etmenlerin tüm yumruların % 3.87'ini enfekte etmiş olduğu saptanmıştır.

Laboratuvarda yapılan analiz ve teşhis çalışmaları sonrası *Fusarium* spp.'nin test edilen birçok partide *R. solani*'ye kıyasla daha fazla oranda var olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeninin özellikle bir depo patojeni de olan *Fusarium*'un farklı türlerinin gerek tarla da gerekse de depolama aşamasında çok kolay bir şekilde patates yumrularını enfekte ettiğinden ileri geldiği düşünülebilmektedir.

Nitekim farklı *Fusarium* türlerinin hem tarlada hem de hasat sonrası dönemde birçok bitkide ekonomik kayıplara sebep olduğu bildirilmektedir (Nelson ve ark., 1993; McKee, 1995). *Fusarium* spp.'ye kıyasla *R. solani*'nin enfekte etmiş olduğu parti sayısı daha az olsa da bu patojenle bulaşık yumruların tarlaya ekilmesi, patates yetiştiriciliğinde önemli derece verim kayıplarına sebep olabilir. *R. solani* dünya çapında yaygın olan ve birçok bitki türünde hastalık oluşumuna sebep olan önemli bir bitki patojenidir (Hooker, 1981; Oerke ve ark., 1994). Toprak kaynaklı bir etmen olan *R. solani*, patates bitkinin erken dönemde gövde ve stolonlarını enfekte edebilen, bitkinin hasada yakın zamanında yumruların yüzeylerinde siyah renkli sklerot yapılarının oluşumuna neden olur. Hastalık, dünya çapında yetiştiriciler tarafından önemli bir sorun olarak kabul edilmektedir. Yumruda şekil bozukluklarına sebep olma durumundan ötürü de hastalığa bağlı ekonomik kayıpların şiddeti farklılık gösterir. (Carling ve ark, 1989; Banville, 1989; Tsrör, 2010). Yumrularda gelişen sklerotlar yumrunun pazar değerini düşürebildiği gibi tohumluk olarak üretilen yumruların tohumluk değerlerini de olumsuz etkilemektedir (Jager ve ark., 1991).

#### **4. Sonuçlar ve Öneriler**

Sonuç olarak, yapılan izolasyon çalışmaları sonrası tohumluk olarak satışı yapılan bazı ticari çeşitlerin değişen oranlarda *Fusarium* spp. ve *R. solani* ile enfekte oldukları saptanmıştır. *Fusarium* spp. gerek tarla da gerekse de depolama aşamasında meydana getirdiği enfeksiyondan dolayı yumrularda ciddi kayıplara sebep olabilir. Bununla beraber *R. solani* ile bulaşık yumruların dikilmesi sonrası oluşacak yumruların pazar değerlerinin düşmesi de üreticiler açısından olumsuzluk yaratacaktır. Ciddi derecede sorun yaratan fungal etmenlerin ülkemizde önemli düzeyde yetiştiriciliği yapılan tohumluk patates yumrularındaki mevcut durumlarının araştırılması, tohumluk üretiminde kullanılan alanların yeniden gözden geçirilmesi, verim ve kalite kayıplarını azaltılması adına büyük önem arz etmektedir.

#### **Yazarların Katkısı**

Çalışmada her üç yazar da eşit oranda katkı sunmuştur.

#### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### **Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı**

Yapılan çalışmada, araştırma ve yayın etiğine dikkat edilmiştir.

## Kaynaklar

- Al-Fadhal, F. A., AL-Abedy, A. N., and Alkhafije, D. A. (2019). Isolation and molecular identification of *Rhizoctonia solani* and *Fusarium solani* isolated from cucumber (*Cucumis sativus* L.) and their control feasibility by *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis*. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29(1), 1-11.
- Anonim, (2022). TÜİK, Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 01.07.2022)
- Anonymous, (2022). FAOSTAT, Word Production data. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim Tarihi 27.07.2022)
- Arioğlu, H. H., İncikli, H., Zaimoğlu, B., ve Güllüoğlu, L. (2002). Çukurova bölgesinde turfanda patates yetiştiriciliği üzerine araştırmalar. III. Ulusal Patates Kongresi, 23(27), 117-123.
- Aydın M. H., Pala F. and Kaplan, C. (2016). Potato Tuber Sprout Rot Caused by *Fusarium sambucinum* in Turkey. *Scientific Papers - Series A Agronomy* 59: 189-193.
- Banville, G. J. (1989). Yield losses and damage to potato plants caused by *Rhizoctonia solani* Ktihn. *American Potato Journal* 66: 821-834.
- Bojanowski, A., Avis, T. J., Pelletier, S. and Tweddell, R. J. (2013). Management of potato dry rot. *Postharvest Biology And Technology*, 84, 99-109.
- Booth, C. (1971). *The Genus Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, pp. 237.
- Bora, T. and Karaca, İ. (1970). Kültür Bitkilerinde Hastalığın ve Zararın Ölçülmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitabı. Bornova/İzmir Yayın no: 167. 43s.
- Carling, D. E., Leiner R. H. and Westphale P. C. (1989). Symptoms, signs and yield reduction associated with *Rhizoctonia* disease of potato induced by tuber-borne inoculum of *Rhizoctonia solani* AG-3. *American Potato Journal* 66: 693-701.
- Chełkowski, J. E. (1989). Formation of mycotoxins produced by Fusaria in heads of wheat, triticale and rye. In *Fusarium* (pp. 63-84). Elsevier.
- Çakır, E. and Demirci, F. (2012). First Report of *Phytophthora cryptogea* on Potato Tubers in Turkey. *Plant Disease* 96: 1224-1225.
- Du, M., Ren, X., Sun, Q., Wang, Y. And Zhang, R. (2012) Characterization of *Fusarium* spp. causing potato dry rot in China and susceptibility evaluation of Chinese potato germplasm to the pathogen. *Potato Res* 55:175–184.
- Dugan, F. M. (2006). The Identification of Fungi, An Illustrated Introduction With Keys Glossary and Guide to Literature. APS. Press, St. Paul. Minnesota, USA. pp. 176.
- Eken, C. Demirci, E. and Şahin, F. (2000). Pathogenicity of the Fungi Determined on Tubers from Potato Storages in Erzurum. *Journal of Turkish Phytopathology* 29: 61-69.
- Ellis, M. B. (1971). Dematiaceous hyphomycetes. Dematiaceous hyphomycetes.
- Gachango, E., Hanson, L. E., Rojas, A., Hao, J. J., Kirk, W. W. (2012). Fusarium spp. Causing dry rot of seed potato tubers in Michigan and their sensitivity to fungicides. *Plant Dis* 96:1767–1774.
- Gore, M. E. Senkal, B. C. Berk, S. K. Onaran, H. Altin, N. Ay, E. Tuna, S. and Zencirci, N. (2015). Recovery of *Verticillium dahliae* from Commercially Available Potato Seed s Planted in Turkey and Characterization of Isolates by Vegetative Compatibility and Aggressiveness. *Phytoparasitica* 43: 241-251.
- Heltoft, P., Brurberg, M. B., Skogen, M., Le, V. H., Razzaghian, J. and Hermansen, A. (2016). Fusarium spp. causing Dry Rot on potatoes in Norway and development of a Real-Time PCR method for detection of *Fusarium coeruleum*. *Potato research*, 59(1), 67-80.
- Hooker, W. J. (1981). Compendium of potato diseases. American Phytopathological Society.
- İçen, E. (2018). Ticari patates tohum partilerinde, *Spongospora subterraneanın* neden olduğu tozlu uyuz hastalığının yaygınlığı, yakalanma oranı ve hastalık şiddetinin belirlenmesi ve etmenin morfolojik ve moleküler teşhisi (Yüksek lisans tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Jager, G., Velvis, H., Lamers, J. G., Mulder, A. and Roosjen, J. (1991). Control of *Rhizoctonia solani* in potato by biological, chemical and integrated measures. *Potato-Res.* 34: 269-284.

- Kara, K. (2012). Tohumluk Patates Yetiştiriciliği. Lisans Üstü Ders Notları. Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi, Erzurum
- Koike, S. T., Gladders, P. and Paulus, A. O. (2007). *Vegetable Diseases: A Colour Handbook*. Manson Publishing, London, pp. 95-115.
- McKee, L. H. (1995). Microbial Contamination of Spices and Herbs, A Review. *Lebensm. Wiss. U. Technol.*, 28, 1-11.
- Nelson, P. E., Desjardins, A. E., Plattner, R. D. (1993). Fumonisin, mycotoxins produced by *Fusarium* species: biology, chemistry and significance. *Annual Review of Phytopathology.*, 31:233–252.
- Oerke, E. C., Dehne, H. W., Schonbeck, F. and Weber, A. (1994). *Crop Production and Crop Protection: Estimated Losses in Major Food and Cash Crops*. Amsterdam: Elsevier
- Senter, L. H., Sanson, D. R., Corley, D. G., Tempesta, M. S., Rottinghaus, A. A. and Rottinghaus, G. E. (1991). Cytotoxicity of trichothecene mycotoxins isolated from *Fusarium sporotrichioides* (MC-72083) and *Fusarium sambucinum* in baby hamster kidney (BHK-21) cells. *Mycopathologia*, 113(2), 127-131.
- Smith, I. M., Dunez, J., Phillips, D. H., Lelliott, R. A. and Archer, S. A. (1988). *European handbook of plant diseases*. Blackwell, London.
- Sneh, B., Burpee, L., and Ogoshi, A. (1991). Identification of *Rhizoctonia* species. APS press.
- Soylu, S., Kara, M., Toketti, O., Soylu, E.M., Uysal, A. and Kurt, Ş. (2021). Konya İlinde Yetiştirilen Patates Yumrularında Lastik Çürüklük Hastalık Etmeni *Geotrichum candidum*'un İzolasyonu, Morfolojik ve Moleküler Karakterizasyonu. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 24 (2): 353-361. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.714056>.
- Stefańczyk, E., Sobkowiak, S., Brylińska, M. and Śliwka, J. (2016). Diversity of *Fusarium* spp. associated with dry rot of potato tubers in Poland. *European Journal of Plant Pathology*, 145(4), 871-884.
- Tiwari, R. K., Kumar, R., Sharma, S., Sagar, V., Aggarwal, R., Naga, K. C. and Kumar, M. (2020). Potato dry rot disease: current status, pathogenomics and management. *3 Biotech*, 10(11), 1-18.
- Tsrör, L. (2010). Biology, epidemiology and management of *Rhizoctonia solani* on potato. *Journal of Phytopathology*, 158(10), 649-658.
- Tsrör, L., Erlich, O., and Hazanovsky, M. (1999). Effect of *Colletotrichum coccodes* on potato yield, tuber quality, and stem colonization during spring and autumn. *Plant Dis.* 83:561-565.
- van der Wolf, J. M., and De Boer, S. H. (2007). Bacterial pathogens of potato. *In Potato biology and biotechnology* (pp. 595-617). Elsevier Science BV.
- Yıldırım, M. B. ve Yıldırım, Z. (1986). Tohumluk Patates Yetiştiriciliği. 74 s., Bornova-İzmir.

**IJEASED****INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 4(2), 104-117, 2022  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

**Derleme Makalesi / Review Article****Doi: [10.47898/ijeased.1132323](https://doi.org/10.47898/ijeased.1132323)**

## **Kâğıt Tabanlı Mikro Akışkan Kolorimetrik Sensör Sistemleri**

Bilal KIZILELMA<sup>1\*</sup>, Zülal BİLİCİ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ASELSAN Araştırma Merkezi, İstanbul, 34906, Türkiye.

| <b>Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)</b>  | <b>Makale Süreci / Article Process</b>   |            |
|--|--|------------|
| *Sorumlu Yazar / Corresponding author :<br><a href="mailto:bkizilelama@aselsan.com.tr">bkizilelama@aselsan.com.tr</a>  | <b>Geliş Tarihi / Received Date</b> :    | 17.06.2022 |
|  <a href="https://orcid.org/0000-0002-2220-0850">https://orcid.org/0000-0002-2220-0850</a> , B. Kızılelma | <b>Revizyon Tarihi / Revision Date</b> : | 25.07.2022 |
|  <a href="https://orcid.org/0000-0002-1957-5758">https://orcid.org/0000-0002-1957-5758</a> , Z. Bilici    | <b>Kabul Tarihi / Accepted Date</b> :    | 01.08.2022 |
|  | <b>Yayın Tarihi / Published Date</b> :   | 15.12.2022 |

**Alıntı / Cite** : Kızılelma, B., Bilici, Z. (2022). Kâğıt Tabanlı Mikro Akışkan Kolorimetrik Sensör Sistemleri, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 4(2), 104-117.

### **Özet**

Kimyasal sensör sistemleri, bilim ve teknolojideki ilerlemenin güzel bir örneği olarak karşımıza çıkan multidisipliner bir alandır. Kimyasal sensörler, algılayıcı tabaka, iletim sistemi ve sinyal okuma sistemlerinin entegre halde bulunduğu analitik cihazlardır. Hassasiyeti ve seçiciliği yüksek, düşük maliyetli, kullanımı kolay, taşınabilirlik gibi kriterlere sahip olmak zorundadır. Kriterleri sağlayabilmek için temel bilim ve mühendislikten faydalanılmaktadır. Multidisipliner çalışmaların ürünü ve sensör sistemlerinde büyük avantaj sağlayan önemli yapılardan biri de mikro akışkan sistemlerdir. Mikro akışkan sistemler, polidimetilsiloksan (PDMS), cam, kâğıt gibi farklı malzeme türleriyle 100 nm-100 µm arasında değişebilen kanal yapıların üretilebilme teknolojisidir. Her malzemenin kendine has avantaj ve dezavantajı bulunmakla beraber Whitesides Grubu'nun 2007 yılında Kâğıt Tabanlı Mikro akışkan (µPAD) Sensörlerle yapmış olduğu çığır açıcı çalışmalarla, µPAD kimyasal sensörlerin giyilebilir, klinik, gıda ve çevre gibi farklı alanlarda uygulamalarının her geçen gün arttığı görülmektedir. Bu derleme makalede, kâğıt tabanlı mikro akışkan sistemlerin tarihçesi, kâğıdın desenlendirmesi ve kimyasal sensör uygulamaları aktarılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kâğıt, Mikro akışkan, Kimyasal Sensör, Biyosensör, Kolorimetrik.

## ***Paper Based Microfluidic Colorimetric Sensor Systems***

### **Abstract**

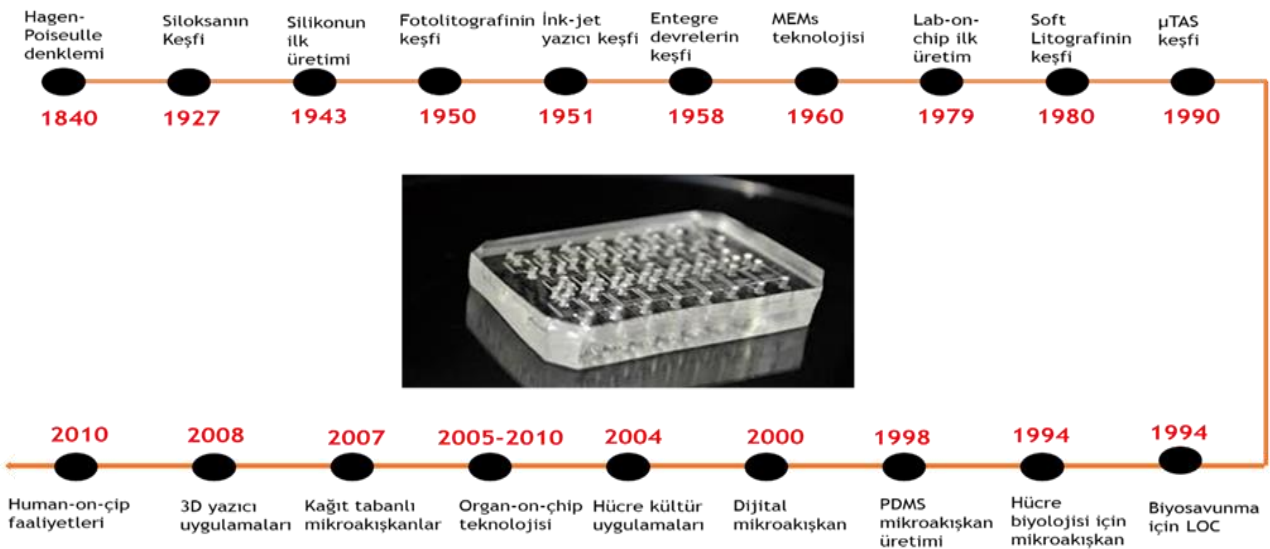
*Chemical sensor systems is a multidisciplinary field that stands out as a good example of progress in science and technology. Chemical sensors are analytical devices in which the sensing layer, transmission system and signal reading systems are integrated. It has to have criteria such as high sensitivity and selectivity, low cost, easy to use, portability. Basic science and engineering are used to meet the criteria. One of the important structures that provide great advantages*

in sensor systems and the product of multidisciplinary studies is microfluidic systems. Microfluidic systems are the technology of producing channel structures ranging from 100 nm to 100  $\mu$ m with different material types such as polydimethylsiloxane (PDMS), glass, and paper. Although each material has its own advantages and disadvantages, it is seen that the applications of  $\mu$ PAD chemical sensors in different fields such as wearable, clinical, food and environment are increasing day by day with the breakthrough studies carried out by the Whitesides Group with Paper-Based Microfluidic ( $\mu$ PAD) Sensors in 2007. In this review article, the history of paper-based microfluidic systems, patterning of paper and chemical sensor applications are presented.

**Keywords:** Paper, Microfluidics, Chemical Sensors, Biosensors, Colorimetric.

## 1. Mikro akışkan Sistemlerin Tarihçesi

Mikro akışkan sistemler, polidimetilsiloksan (PDMS), cam, kâğıt gibi farklı malzeme türleriyle 100 nm-100  $\mu$ m arasında değişebilen kanal yapıların üretilebilme teknolojisidir. Mikro akışkan sistemler; siloksanın (PDMS'in ham maddesi) keşfi, yarı iletken alanındaki gelişmeler ve akışkanların mikrometre ve nanometre boyutlarındaki davranışlarının açığa çıkarılmasına bağlı olarak gelişen bir teknolojidir (Berlanda ve ark., 2020; Cate ve ark., 2015). Mikro akışkan sistemler bilimsel ve endüstriyel yaşamda oyun değiştirici olarak kabul edilmektedir. Son yıllarda yapılan yoğun çalışmalara rağmen bilim otoriteleri tarafından, mikro akışkan sistemlerin adeta “gençlik dönemini” yaşadığı kabul edilmektedir. Mikro akışkan teknolojilerinde yenilikçi çalışmaların artması gerekliliği bir kez daha karşımıza çıkmaktadır. 30 yıl öncesine kadar laboratuvar ortamında yapılan analiz işlemleri, günümüzde kullanımı kolay, taşınabilir, hassasiyeti yüksek ve az miktarda örneklerle minyatür sistemler kullanılarak yapılabilmektedir. Minyatürleşme süreci, yani metrenin milyonda/milyarda biri boyutlarında işlemler yapılabilmesi, mikro akışkan sistemlerde yapılan gelişmelere borçludur (Convery ve ark., 2019).



Şekil 1. Mikro akışkan sistemlerin tarihsel gelişimi (Convery ve ark., 2019).

Dünya genelinde, bilim insanlarının hammadde ve teknik alt yapıya ulaşılabilirliğinin artması ile mikro akışkan sistemlerin tasarlanması, üretilmesi ve farklı alanlarda kullanılması imkânı doğurmuştur. Bu durum mikro akışkan sistemlerin, kimyasal sensör alanında uygulama potansiyelini ortaya çıkarmıştır (Berlanda ve ark., 2020). Mikro akışkan sistemlerin oluşum ve farklı alanlardaki uygulama süreçleri Şekil 1’de gösterilmektedir (Convery ve ark., 2019). Mikro akışkan sistemler; PDMS, cam, silikon, kâğıt gibi birçok malzemenin litografi yöntemleri kullanılarak sub-mikron boyutlarında oluşturulabilmekte ve birçok uygulamada karşımıza çıkmaktadır (Dincer C ve ark., 2019).

Kâğıt her yerde bulunabilen, uygun maliyetli bir malzemedir. Kâğıdın ana yapısını selülozik fiberler oluşturmaktadır ki bu durum hidrofilik yapıdaki sıvıların dışarıdan pompa ya da herhangi bir kuvvet uygulanmadan fiberler yardımıyla akmasını sağlar. Kâğıdın depolanabilmesi ve transfer işlemleri, ince ve hafif olması sebebiyle oldukça kolaydır. Biyoyumlu olmasının yanı sıra DNA, antikör gibi biyolojik moleküllerin immobilizasyonu için selülozik fiber yapıların geçirgenlik, reaktivite, hidrofobik gibi özellikleri kimyasal modifikasyonla değiştirilebilmektedir. Kolorimetrik testlerde beyaz rengi sayesinde güçlü kontrast oluşturabilmektedir. Kâğıt hamurunun işleme süreçlerine bağlı olarak ince, hafif ve esnek kâğıt eldesi yapılabilmektedir. Bu nedenle kâğıt, geleneksel silikon, plastik ve cam gibi materyallere göre özellikle gelişmekte olan ülkelerde geliştirilen biyosensör sistemlerinde daha fazla tercih edilmektedir (Dixit C.K ve ark., 2016; Martinez A ve ark., 2010; Liana D ve ark., 2012).

Hazırlanan bu derleme makalede 2007 yılından itibaren çalışmaların sıklığı kâğıt tabanlı mikro akışkan sensör sistemlerinin tarihçesi, malzeme seçimi, fabrikasyon yöntemleri ve kimyasal sensör uygulamaları ( $\mu$ PADs) aktarılmaktadır.

## **2. Mikro akışkan Sistemlerde Kâğıdın Serüveni**

Kâğıt, yüzyıllardır analitik testler için materyal olarak kullanılmaktadır. 17. yüzyılda turnusol kağıdının analiz çalışmalarında kullanılması bunun ilk örneğidir. 1866’da Hugo Schiff tarafından yapılan ilk yayında, ürik asidin gümüş karbonat emdirilmiş turnusol kağıdıyla kolorimetrik olarak tespiti aktarılmaktadır. Bayley tarafından 1878 yılında kadmiyumun tespiti, 1883’te Oliver tarafından idrarda glikoz tespiti gibi uygulamaların ortaya konulduğu bilinmektedir. 1937 yılında Yagoda tarafından filtre kağıdında parafin kullanılarak yapılan hidrofobik yollarla hedef bölgenin sınırlandırıldığı bir kâğıt analiz sistemi ortaya konmuştur. Yagoda günümüz mikro akışkan kâğıt



sistemlerinin başlangıç hareketi olarak şu cümleleri kullanmıştır (Martinez A ve ark., 2010; Liana D ve ark., 2012).

*“Kâğıdın liflerine gömülü bir su itici bariyer yardımı ile lekenin geniş bir yüzeye yayılmasından dolayı duyarlılık kaybı olmadan, olağan gözenekliliğe sahip filtre kâğıdında deney yapmak mümkün hale gelir. Aynı zamanda hem alandaki hem de lekenin tonundaki homojenlik sonucu, iyon konsantrasyonunu çözeltinin damlası tarafından üretilen renklenme yoğunluğundan yaklaşık olarak belirlemek mümkündür.”*

Yagoda'nın çizmiş olduğu geniş vizyona rağmen, kâğıt temelli sistemlerin ilk uygulamaları 1949 yılında kromatografi alanında yapılan gelişmelerle yaşanmıştır. Uzun süre kâğıt sistemlerin mikro akışkan yapılarda örneklerine rastlanmamıştır. Whitesides ve grubu tarafından 2007 yılında, kâğıda hidrofobik kanallar kazandırılarak sıvı akışının kolaylıkla sağlanması ve hassas, taşınabilir, düşük maliyetli bir kimyasal sensör geliştirmesi dönüm noktası olmuştur. Bu tarihten itibaren farklı analiz teknikleriyle birleştirilerek kâğıt temelli mikro akışkan tespit sistemleri üzerine çalışmaların arttığı gözlemlenmektedir (Liana D ve ark., 2012).

## **2.1. Kâğıt Temelli Mikro akışkan Sensörlerde Kâğıt Seçimi**

Mikro akışkan sistemlerde kullanılmak üzere kâğıt seçiminde performans, sıvı akış oranı, esneklik, fabrikasyon metodu gibi parametrelerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Son yıllarda mikro akışkan teknolojisi ve sensörlerin gelişimine bağlı olarak esneklik özelliğinden dolayı kâğıt temelli sensörlerin üretiminde filtre kâğıtları çok yaygın şekilde kullanılmaktadır. Whatman® No.1 filtre kâğıdının ortalama akış oranı ve sıvıyı tutma oranı yüksek olduğu için birçok çalışmada kullanılmaktadır. Bununla birlikte çalışmanın amacına bağlı olarak filtre kâğıdının çeşidi değiştirilebilmektedir (Koczula K ve ark., 2016).

Kâğıt türünün değiştirilmesinin yanı sıra kâğıt üzerinde modifikasyon da yapılabilmektedir. Bu sayede immobilizasyon yapılacak enzim, DNA ve proteinlerin daha stabil bir halde kâğıtta kalabilmesi adına birçok farklı kimyasal reaksiyon geliştirilmiştir (Ahmed S ve ark., 2016).

Filtre ve nitroselüloz membranların dışında parlak kuşe kâğıt temelli sistemler de günümüzde kullanılmaktadır. Parçalanabilirliğinin düşük olması ve görece olarak daha düzgün bir yüzeye sahip olmasından dolayı parlak kâğıdın, sensör sistemleri için özellikle yüzeyin modifiye edilmesine ihtiyaç duyulan çalışmalarda daha uygun bir materyal olduğu bilinmektedir (Koczula K ve ark., 2016; Ahmed S ve ark., 2016).

## **2.2. Kâğıt Temelli Mikro akışkan Sensörlerin Fabrikasyon ve Desenlendirme Yöntemleri**

Kâğıt temelli biyosensörlerin fabrikasyonunda sıvı taşıma sisteminin oluşturulması, bir dönüştürücü yöntemin seçilmesi ve spesifik reseptör-ligand etkileşimi için yüzey işlevselleştirmesi önemlidir. Sıvı Taşıma Sistemi için, kâğıtta hidrofobik kanalların oluşturulması gerekmektedir. Hidrofobik kanal sayesinde sıvının istenmeyen alanlara akması engellenebilmektedir. Aynı zamanda verilecek şekle bağlı olarak tek bir kâğıt üzerinde farklı test bölgeleriyle aynı anda farklı moleküllerin tespitini yapma imkânı oluşturulabilmektedir (Ahmed S ve ark., 2016).

Desenlendirme işlemi ile selüloz kâğıdın belirli alanların hidrofilikten hidrofobik hale dönüşümü sağlanmaktadır. İki paralel hidrofobik çizgi kanal görevi görür, çünkü hidrofilik numune çözeltisi hidrofobik çizgiye veya bariyere nüfuz edemez, sonuç olarak sıvı, kılcal hareket nedeniyle kanallardan akabilmektedir. Kâğıdın fabrikasyon ve desenlendirilmesinde, düşük maliyet, üretim kolaylığı ve verimli üretim imkânı kriterlerini karşılayan malzemelerin seçilmektedir (Ahmed S ve ark., 2016; Xia Y ve ark., 2016).

Kâğıdın özelliklerini ayarlamak için kullanılacak kimyasal modifikasyon ve/veya fiziksel biriktirmeyi içeren çeşitli teknikler ve işlemler vardır. Literatürde fotolitografi, analog çizim, mürekkep püskürtmeli yazıcı, fleksografi baskı türü, bal mumu serigrafı, plazma uygulaması, kâğıt kesme, bal mumu baskı, lazer uygulaması, serigrafı gibi uygulamalar mevcuttur (Ahmed S ve ark., 2016).

Fotolitografi, kromatografik kâğıdı modellemek ve iyi kontrol edilen, yüksek hassasiyette yapılar oluşturmak için yaygın olarak kullanılan konvensiyonel bir fabrikasyon metodu olup istenen desen için fotorezist ve UV kullanılmaktadır (Ahmed S ve ark., 2016; Xia Y ve ark., 2016). Ticari fotorezist olarak SU-8 kullanılmaktadır. SU-8 diğer fotorezistlerden daha iyi performans göstermektedir ve 1 µm altında kanal genişliği oluşturma imkânı sağlamaktadır. Bu yöntemin iki büyük problemi vardır. Bunlardan birincisi, fotorezist bariyerlerin sertleşmesine, kolay çatlamasına, bükülme esnasında hasara sebep olmaktadır. Bu problemin üstesinden gelmek için bir işaretleyici kullanılarak kâğıt üzerine elastomerik PDMS baskılaması gösterilmiştir (Xia Y ve ark., 2016). Bu teknik kullanılarak geliştirilen kâğıt tabanlı sensörlerin kanal bozulmadan katlanabildiği gözlemlenmektedir. Ayrıca, bu teknik ucuz malzemeler kullanıldığı için en temel araştırma laboratuvarlarında ve yaklaşık 1 mm hassasiyet gereken kâğıt tabanlı cihazlarda uygulanmaktadır. İkinci olarak, fotolitografi işlemi pahalı ekipmanlara ve çok fazla işlem adımına ihtiyaç duymaktadır.

Litografi işlemi dışında bir diğer desenlendirme yöntemi olarak karşımıza balmumu baskı sistemi çıkmaktadır. Bu yöntem kolay, hızlı, düşük maliyetli ve büyük miktarlarda üretim için kolay

bir şekilde uygulanabilmektedir. Uygulama sonrası oluşan kanal genişlikleri 1-5 mm olarak görünmektedir. Ayrıca balmumunun kâğıda nüfuz ettirilmesi çoğu durumda zor olsa da tek bir kâğıt tabakası içinde 3D ve çok katmanlı yapılar elde edebilmek için hala kullanılabilir (Ahmed S ve ark., 2016; Xia Y ve ark., 2016).

Liao ve arkadaşlarının püskürtmeli mürekkep yöntemi, mürekkep yazıcının kâğıt temelli mikro akışkan sensör geliştirilmesi amacıyla kullanılması işlemini kapsamaktadır. Bu yöntem, viskoz çözelti içerisinde bulunan çeşitli hidrofobik materyallerin yaygın kullanılan alkil keten dimer, polistiren, poliakrilat içeren yazıcı mürekkebiyle yer değiştirmesini kapsamaktadır. Abe ve arkadaşları polistiren içeren tolüen kullanarak kâğıdı hidrofobik hale dönüştürmüştür. Diğer yandan Li ve arkadaşları, plazma işlemi kullanarak kâğıt yüzeyini modifiye etmiştir. (Hossain ve ark., 2009).

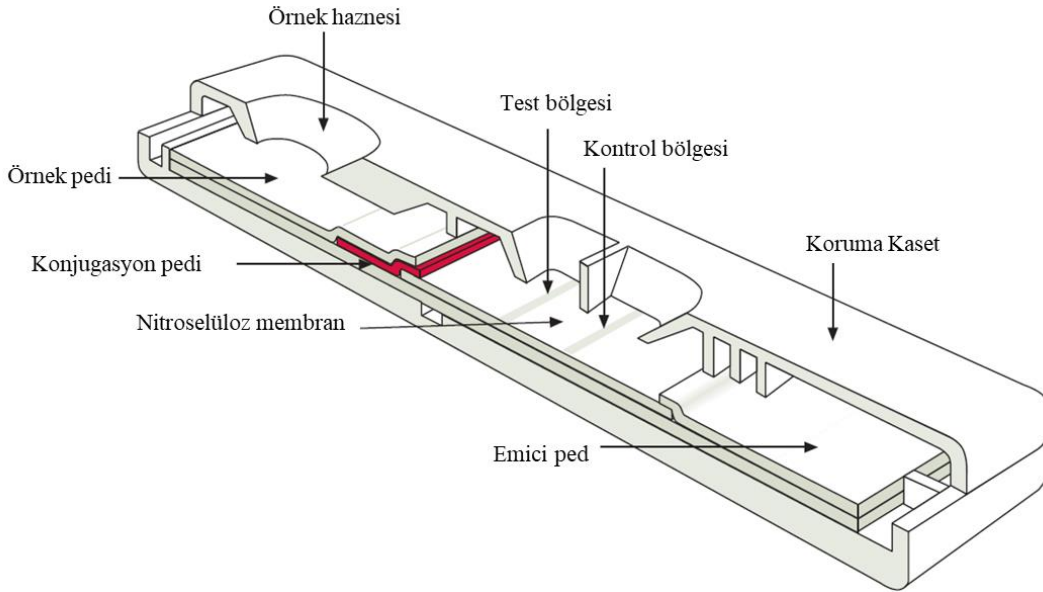
Sıvı materyalin otomatik veya manuel bir alet yardımıyla sabitlenen şablon üzerine eklenerek hidrofobik kanalların oluşturulduğu çok yönlü tekniğe serigrafi denilmektedir. Çok eski tarihlere dayanan serigrafi yöntemi diğer yöntemlere göre daha hızlı fabrikasyona uyum sağlar ve daha az maliyetlidir. Bu teknik ile konvensiyonel yöntemlerde olduğu gibi şablon üzerine maskeyi dökmek yerine püskürtmeli işlem uygulamaları da yapılabilir. Bu yöntem, ayrıca kâğıtta elektrotlar oluşturmak için yaygın şekilde uygulanmaktadır (Noviana E ve ark., 2021).

Fleksografik baskı, sıvı mürekkep ve desen içeren esnek bir plaka kullanılarak uygulanan ve endüstriyel ortamlarda yaygın olarak tercih edilen serigrafi tekniğinin bir başka çeşididir. Çeşitli mürekkepler ve yüzeyler için uygundur (Noviana E ve ark., 2021).

Mikro akışkan kâğıt temelli sistemler tek tabakadan oluşmaktadır ve 2B (iki boyutlu) olarak üretilmektedir. Geleneksel mikro akışkan sistemlerde gösterildiği gibi 3B mikro akışkan yapılar uygulamalarda daha kullanışlı olabilmektedir. 2B  $\mu$ PADs yapılarıyla yapılamayan uygulamaların 3B kâğıt mikro akışkan cihazlar kullanılarak yapılabileceği öngörülmektedir. Tek tabakalı desenli bir kâğıdın, origami tekniği kullanılarak 3B yapılar elde edilmektedir. Bu sistem sayesinde farklı kâğıtların aynı anda kullanılması fırsatı ortaya çıkmaktadır. Bu sistemlerin yapışkan bant ve lazer kesme ihtiyacını başarıyla ortadan kaldırdığı bilinmektedir (Martinez A ve ark., 2010; Martinez ve ark., 2008). Kâğıt tabanlı mikro akışkan kimyasal sensör üretiminde en önemli basamak; kanalların düşük maliyetle, hassas ve istenilen boyutlarda oluşturulabilmesidir.

### 2.3. Kâğıt Tabanlı Kolorimetrik Sensör Sistemlerinin Çalışma Prensibi

Kâğıt tabanlı kolorimetrik sensör sistemleri; örnek pedi (selüloz), konjugasyon pedi (cam fiberi), membran (nitroselüloz), absorban ped (selüloz) ve kaset olmak üzere Şekil 2’de gösterildiği gibi 5 parçadan oluşmaktadır. Analiz edilecek örnek, örnek pedi aracılığı ile test sistemine ait bölgelere doğru kapiller akış sayesinde ilerlemektedir. Konjugat pedinde nanoparçacıklar ile işaretlenmiş yakalayıcı biyolojik moleküller (genellikle antikorlar) bulunmaktadır. Test ve kontrol çizgilerine tespit için kullanılacak biyolojik moleküller hapsedilmiştir. Örnek pedinin ardından konjugat pedine ulaşan örnek içindeki analit, nanoparçacıklar ile işaretlenmiş antikorlar ile bağlanarak test ve kontrol çizgilerine doğru ilerlemektedir. Test çizgisinde ilgili analite spesifik antikorlar, kontrol çizgisinde ise sistemin çalıştığını göstermek üzere antikorlar immobilize halde bulunmaktadır. Nanoparçacık işaretli antikor ile bağlanmış analit; test çizgisindeki ikincil antikorlar ile bağlanarak bu bölgede renk değişimi oluşturarak tespiti mümkün kılmaktadır. Kontrol çizgisindeki antikorlar herhangi bir analite bağlanmamış nanoparçacık işaretli antikorları bağlayarak sistemin doğru çalıştığını göstermektedir.



Şekil 2. Kâğıt Tabanlı sensör sistemlerinin şematik gösterimi (Rapid Lateral Flow Test Strips, 2013).

### 2.4. Mikro akışkan Kâğıt Temelli Sensör Sistemleri ve Uygulama Örnekleri

Gelişen teknolojiyle birlikte biyolojik moleküllerin nitel/nicel analizleri için gaz kromatografisi, sıvı kromatografisi, UV-Vis Spektrofotometre, Sodyum Sodesil Sülfat Poliakrilamid

Jel Elektroforezi (SDS-PAGE), Western Blot, Southern Blot, Enzim Tabanlı İmmun Analizi (ELİZA), Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) gibi laboratuvar yöntemleri kullanılmaktadır.

Analizler için gerekli laboratuvar aletlerinin büyük ve pahalı olması, eğitimli personele ihtiyaç duyulması ve özellikle kan numunelerinin kişi tarafından alınamaması gibi nedenler bu yöntemlerin evde bakım hizmetlerinde, acil durumlarda veya az gelişmiş ülkelerde kullanım şansını azaltmaktadır (Koczula K ve ark., 2016; Noviana E ve ark., 2021). Bu nedenle özellikle az gelişmiş ülkelerde kullanılmak üzere  $\mu$ PAD tabanlı sensör alanında yapılan çalışmalar sıklaşmış durumdadır.  $\mu$ PAD tabanlı sensör sistemlerinin avantaj-dezavantajları şu şekildedir:

***Avantaj;***

- Düşük maliyet,
- Düşük miktarlarda örnek kullanımı,
- Cihazın yapım ve üretim kolaylığı,
- Çoklu tespit yapabilme yeteneği,
- Sıvı transferi için ekstra bir kuvvete gerek olmaması,
- Kullanım kolaylığı,
- Hafif, esnek ve ince olması,
- Yüksek sinyal/gürültü oranına sahip olması,

***Dezavantaj;***

- Çoklu testler için hassasiyetin düşük olması,
- Mevcut analiz formatında kantitatif analiz yapılamaması,
- Kantitatif sonuçlar elde edilmek için harici okuma sistemlerine ihtiyaç duyması,

Yukarıda ifade edildiği gibi kâğıdın düşük maliyeti, pasif olarak sıvı akışına izin vermesi, biyolojik/kimyasal moleküllerle uyumluluğu olması nedeniyle  $\mu$ PAD tabanlı sensör sistemleriyle yapılan çalışmalar artmaktadır (Koczula K ve ark., 2016). Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre teşhis cihazları; düşük maliyet, hassas, özgül, kullanıcı dostu, hızlı ve dayanıklı, herhangi bir ek ekipmana ihtiyaç duymadan son kullanıcıya ulaştırılabilme özelliğine sahip olmalıdır (Noviana E ve ark., 2021).

Kâğıt temelli mikro akışkan sensörlerin; patojen tespiti, çevre analizi, gıda kalite kontrolü, biyomedikal uygulamalar, biyolojik ve kimyasal harp maddelerinin tespiti gibi farklı konu başlıklarında uygulamaları görülmektedir.

Whitesides ve arkadaşları 2007 yılında çoklu analit tespiti için, kâğıt tabanlı mikro akışkan analitik cihazların ( $\mu$ PADs) fabrikasyonu fikrini ortaya atmıştır. Yapılan ilk çalışmada algılama yöntemi olarak, analitin konsantrasyonuyla değişen renk yoğunluğunu ölçen kolorimetri metodu esas

alınmıştır. Kolorimetri yöntemi artan teknolojik görüntüleme sistemleri (dijital kamera, cep telefonu kamerası ve dijital tarayıcı) sayesinde yaygın şekilde uygulanmaktadır. Bunun yanı sıra, yeni araştırmalar sonucunda elektrokimyasal, kemilüminesans, elektrokemilüminesans ve elektriksel yöntemler kullanan sensör sistemleri geliştirilmiştir (Martinez A ve ark., 2010).

Xiao ve arkadaşları 2019 yılında terden ölçüm yapabilen giyilebilir kolorimetrik glikoz sensörü geliştirme çalışmalarını paylaşmıştır. Epidermisten salgılanan terden düşük miktarda örnek 5 farklı mikro kanal aracılığı ile alınarak tespit bölgesindeki 5 farklı mikro hazneye taşınır. Bu haznelerdeki tek yönlü valf sistemleri ölçüm için gerekli olan bileşenlerin geri akmasını önlemektedir. Giyilebilir glikoz sensörünün yapımında polimetisiloksan (PDMS) malzeme kullanılmıştır. Renk değişimi ile kolorimetrik ölçüm sağlayacak glikoz oksidaz (GOD)-peroksidaz-o-dianisidine molekülü kullanılmıştır. Örnekteki glikoz varlığı durumunda glikoz oksidaz enzimi glikozu parçalayarak glukonik asite çevirir ve ortama hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) açığa çıkarır. Renksiz bir molekül olan o-dianisidine  $H_2O_2$  ile reaksiyona girerek kırmızı renk oluşturarak ölçüm mümkün hale gelir. Sonuçlar mikro akışkan temelli giyilebilir sensör sisteminin düşük miktarda örnek alma ve terden glikoz ölçümü için kullanılabilir olduğunu göstermiştir (Xiao ve ark., 2019).

İnsanoğlu var olduğu günden bu yana hemcinsleri üzerine sürekli olan üstünlük kurabilmek adına Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik ve Nükleer silahları kullanmaktan geri durmamıştır (Kılıç S., 2006). Örnek vermek gerekirse; I. Dünya savaşında, II. Dünya savaşında ve son olarak 2013 yılında Suriye’de kimyasal ve biyolojik saldırıların uygulandığı bilinmektedir. KBRN silahları içerisinde özellikle Kimyasal ve Biyolojik harp silahlarının uygulandığı anda tespit edilmesi, silahların uygulandığı bölgenin tecriti ve bölgede bulunan insanların sağlığının denetiminin sağlanması açısından oldukça önem arz etmektedir (Hugh Fan Z., 2013). Bu kapsamda kâğıt tabanlı mikro akışkan kâğıt temelli sensör sistemlerini kolorimetrik ölçüm metoduyla birleştirerek sırasıyla 20–100 mM, 10–75 mM hassasiyete sahip sarin ve hardal gazlarının tespiti gerçekleştirilmiştir (Pardasani ve ark., 2012).

Afrika, Hindistan ve Uzakdoğu’da özellikle bu bölgelerin kaynak kısıtı olan kesimlerinde dang humması (DENV) ve chikungunya (CHIKV) hastalıklarının tespit edilmesi maksadıyla kâğıt tabanlı kolorimetrik hızlı biyosensör platformu geliştirilmiştir. Kâğıt yüzeyinde meydana gelebilecek renk değişiminin ölçülmesi amacıyla hızlı, kalem pille çalışabilen okuyucu cihaz tasarlanmıştır. Geliştirilen sistemle 30 dakika içerisinde kandan aynı anda ilgili hastalıkların IgG/IgM tespiti kalitatif olarak yapılmaktadır. 100 ng/mL DENV ve 10 µg/mL CHIKV düşük konsantrasyonlarda tespiti gerçekleştirilmiştir (Wang R ve ark., 2019).

$\mu$ PAD'ler, gıda sektöründe bir çok kullanım alanına sahiptir. Hossain ve arkadaşları elma yüzeyinde pestisit olarak bilinen paraksonu kolorimetrik iletim sistemine sahip  $\mu$ PAD ile 10 nM düzeyinde tespit etmiştir (Hossain ve ark., 2009). Ayrıca Zhang grubu gıda yüzeyinde bulunan antibiyotik kalıntılarını tespit etmek maksadıyla floresan özelliğe sahip moleküllerle  $\mu$ PAD sistemleri birleştirilerek Hg(II) ve Ag(I) tespit çalışması yapmıştır (Zhang ve ark., 2015).

Çevre analizi sürecinde, ağır metallerin ve diğer kirlilik oluşturan etmenlerin gerçek zamanlı tespiti önemlidir. Ancak halihazırda yapılan çalışmalara bakıldığında örnekler araziden toplandıktan sonra laboratuvara taşınıp analiz edilmektedir. Bu durum hem zaman kaybı hem de ölçümlerin düşük nitelikte oluşmasına sebebiyet vermektedir. Bu doğrultuda sahada tespit imkânı sunan kimyasal sensör sistemleri geliştirilmesi elzemdir (Hossain ve ark., 2011; Zhang ve ark., 2013). Hossain ve Brennan, kolorimetrik ölçüm yöntemi kullanılarak aynı anda birden fazla ağır metalin Ag(I) = 0.002 ppm, Cu(II) = 0.020 ppm, Cd(II) = 0.020 ppm, Hg(II) = 0.001 ppm, Pb(II) = 0.140 ppm, Ni(II) = 0.230 ppm, Cr(VI) = 0.150 ppm düzeyinde ölçülebilen bir kâğıt tabanlı mikro akışkan kimyasal sensör geliştirmiştir (Hossain ve ark., 2011). Bir başka çalışmada Zhang ve arkadaşları göl suyunda sırasıyla 10 pM and 0.2 nM konsantrasyon düzeyinde Hg(II) ve Pb(II) iyonlarını tespit eden elektrokemilüminesans iletim sistemine sahip  $\mu$ PAD tabanlı kimyasal sensör geliştirmiştir (Zhang ve ark., 2013).

Li ve arkadaşları 2019 yılında yayınladıkları çalışmada prostat kanseri belirteçlerinden birisi olan Prostate Specific Antigen (PSA) yatay akış testi cetveli (LFA Ruler) adını verdikleri hızlı ve kantitatif ölçüm yapabilen bir hasta başı test sisteminin geliştirilmesi bilgisini paylaşmıştır. Yatay akış sisteminde yapılan ölçümün miktar tayini yapılabilir bir sisteme dönüştürülebilmesi için reaksiyon sonucu oluşan ürünlerin ilerlemeleri miktar ile ilişkilendirilerek sisteme özgünlük katmıştır. Prostat spesifik antijen tespiti için yatay akış test ve kontrol bölgelerinde kullanılan antikorlar platin nanoparçacıklar ile işaretlenmiştir. LFA Ruler sisteminin deteksiyon limiti 0,54 ng/mL olarak hesaplanmıştır (Li ve ark., 2019).

## **2.5. Yatay Akış Testlerinde Hassasiyetin Artırılmasına Yönelik Örnek Çalışmalar**

Yatay akış testlerinde sinyal ve hassasiyetin artırılması üzerine çeşitli yaklaşımlar uygulanmaktadır. Farklı malzemelerden üretilmiş karbon türevi nanoparçacıkların, enzim, protein, biyotin gibi biyolojik moleküller ile konjuge edilmesi, kuantum noktalar veya ikili altın kullanılması gibi yaklaşımlar bulunmaktadır. İkili altın kullanarak sinyal artırılması için yapılan çalışmalarda birinci set altın nanoparçacıklar analiti yakalarken, ikinci set farklı büyüklükteki altın nanoparçacığın



birinci set altın nanoparçacık ile bağlanması sonrası sinyal artımı sağlanmaktadır. İki farklı altın nanoparçacığın birbirine bağlanması antijen-antikor ilişkisi, biyotin-streptavidin gibi birbirine afinitesi olan farklı moleküllerin kullanılması ile sağlanmaktadır.

Choi ve arkadaşları, 2010 yılında yayınladıkları çalışmada kalp krizi belirteçlerinden olan troponin 1 tespiti için ikili altın sistemini kullanan bir yatay akış testi geliştirilmesi üzerine sonuçları paylaşmıştır. Bu çalışmada birinci set için 10 nm ve ikinci set için 40 nm büyüklüğe sahip altın nanoparçacıklar kullanılmıştır. Bu sistem ile klasik yöntemle göre hassasiyette 100 kat daha artışla 0,01ng/mL troponin 1'in tespit edilebildiği gösterilmiştir (Dong ve ark., 2010).

Shen ve arkadaşları, 2019 yılı yayınlarında Hepatit B yüzey antijen (HBsAg) molekülünün tespiti için gerçekleştirdikleri çalışmaları paylaşmıştır. İkili altın nanoparçacık kullandıkları sistemde birinci set altın nanoparçacık HBsAg antikor ve biyotin ile işaretlenmiştir. İkinci set altın nanoparçacık ise biyotine yüksek afinitesi olan streptavidin ile işaretlenmiştir. Hepatit B yüzey antijeni ile yapılan deney sonucunda 0,1–30 ng/mL aralığında yaklaşık 10 dakika test süresi içerisinde tespit yapılabildiği gösterilmiştir (Youming ve ark., 2019).

### **3. Sonuçlar**

Analitik analiz işlemi; örneğin toplanması, hazırlanması, ayırım, ölçüm ve elde edilen bilginin yorumlanmasını kapsamaktadır. Bu işlem adımları uzun, zor, uzmanlık gerektiren ve pahalı sistemler olmakla beraber hassasiyeti ve seçiciliği oldukça yüksektir. Hassasiyeti ve seçiciliği yüksek, düşük maliyetli, kullanımı kolay, örnek hazırlığı içermeyen, taşınabilir kimyasal sensör geliştirme fikri 1990'lı yıllarda gelişen teknolojiyle birlikte ortaya atılan bir fikirdir. Bu fikrin desteklenmesi ve hayata geçirilmesi noktasında nanoteknoloji, mühendislik bilimleri, biyoteknoloji gibi birçok bilim dalından faydalanılmıştır. Sağlık, gıda, çevre ve KBRN konularında az numune ve operasyon sahasında istenilen hassasiyet ve seçicilikte kimyasal sensör oluşturulmasında mikro akışkan teknolojisi faydalanılan teknolojilerin başını çekmektedir.

Bu derleme makalede kâğıt tabanlı mikro akışkan sistemlerin büyüyen ve gelişen dünyadaki önemini gösterebilmek için kâğıt tabanlı kimyasal sensör üretim ve uygulamaları aktarılmıştır. Bu kapsamda fabrikasyon, malzeme süreci, sensör iletim sistemleri ve uygulamaya dair bilgiler verilmiştir. Bu çerçevede bakıldığında kolay ulaşılabilen, maliyeti uygun olan kâğıt tabanlı geliştirilecek kimyasal sensörlerin popülerliğini hiçbir zaman kaybetmeyeceği düşünülmektedir.

Kâğıt tabanlı kolorimetrik biosensör sistemlerinde renk değişimine dayalı nitel bir ölçüm yapılabilmektedir. Bu nedenle özellikle düşük konsantrasyonların tespitinde problemler

yaşanmaktadır. Akıllı telefonların kamerası ve özel olarak tasarlanmış mobil uygulamalar birleştirilerek taşınabilir, hassasiyeti yüksek sistemler geliştirebilmek mümkün görünmektedir. Renk değişimi için genelde koloidal altın nanoparçacıklar, lateks boncuk, floresan moleküller, kuantum noktalar kullanılabilir. Farklı konjugasyon moleküllerinin aynı anda kullanılabilmesi tasarımlar geliştirilerek yüksek hassasiyette farklı moleküllerin tespitinin mümkün hale gelebileceği öngörülmektedir. Sağlık sistemlerinde takip sistemleri yaygınlaşmış durumdadır. Bu konuda en önemli pay sahibi kişiselleştirilmiş sensör sistemleridir. Akış kontrollü kâğıt temelli sistemleri kullanarak ortaya çıkan ürünler bu alana olan ilgiyi gün geçtikçe artırmaktadır.

Kâğıt temelli sistemler kullanılarak geliştirilen ticari ürün sayısı şu an için az sayıdadır. Yakın gelecekte endüstriyel üretiminde yaşanacak gelişmelerle ticari ürünlerin sayısının artması beklenmektedir. Bu çerçevede, kâğıt temelli sistemlerin birçok analizde kullanılabilmesi öngörülmektedir.

#### **Yazarların Katkısı**

Çalışmada her iki yazar da eşit oranda katkı sunmuştur.

#### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### **Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı**

Yapılan çalışmada, araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

#### **Teşekkür**

ASELSAN Araştırma Merkezi ailesine teşekkürü bir borç biliriz.

#### **Kaynaklar**

- Ahmed S ve ark. (2016). Biosensors and Bioelectronics Paper-based chemical and biological sensors: Engineering aspects. *Biosensors and Bioelectronics*, 77, 249-263.
- Berlanda ve ark. (2020). Recent Advances in Microfluidic Technology for Bioanalysis and Diagnostics. *Analytical Chemistry*, 66.
- Cate ve ark. (2015). Recent Developments in paper-based microfluidic devices. *Analytical Chemistry*, 87-1, 19-41.
- Convery ve ark. (2019). 30 Years of Microfluidics. *Micro and Nano Engineering*, 2, 76-91.

- Dincer C ve ark. (2019). Disposable Sensors in Diagnostics, Food and Environmental Monitoring. *Advanced Materials*, 1806739(31,1806739), 1-28.
- Dixit C.K ve ark. (2016). *Fundamentals of Fluidics*. Springer.
- Dong ve ark. (2010). A dual gold nanoparticle conjugate-based lateral flow assay (LFA) method for the analysis of troponin I. *Biosensors and Bioelectronics*, 25, 1999-2002. doi:10.1016/j.bios.2010.01.019
- Hossain ve ark. (2009). Reagentless bidirectional lateral flow bioactive paper sensors for detection of pesticides in beverage and food samples. *International Pest Control*, 296-304.
- Hossain ve ark. (2011). B-Galactosidase-based colorimetric paper sensors for determination of heavy metals. *Analytical Chemistry*, 8772-8778.
- Hugh Fan Z. (2013). Chemical Sensors and Microfluidics. *Journal of Bioensors & Bioelectronics*, 1-2.
- Jingyu ve ark. (2019). Microfluidic Chip-Based Wearable Colorimetric Sensor for Simple and Facile Detection of Sweat Glucose. *Analytical Chemistry*, 91, 14803-14807. doi:10.1021/acs.analchem.9b03110
- KILIÇ, S. (2006). Biyolojik Silahlar ve Biyoerörizm. *Türk Hij Den Biyol Derg*, 1-20.
- Koczula K ve ark. (2016). Lateral Flow Assays. *Essay in Biochemistry*, 60, 111-120.
- Kosack ve ark. (2017). A guide to aid the selection of diagnostic tests. *World Health Organisation*, 95, 639-645.
- Li ve ark. (2019). Lateral Flow Assay Ruler for Quantitative and Rapid Point-of-care Testing. *Analyst*, 140, 3314-3322. doi:10.1039/c9an00374f
- Liana D ve ark. (2012). Recent Advances in Paper-Based Sensors. *SENSORS*, 11505-11526.
- Martinez A ve ark. (2010). Diagnostics for the Developing World: Microfluidic Paper-Based Analytical Devices. *Analytical Chemistry*, 3-10.
- Martinez ve ark. (2008). Simple Telemedicine for Developing Regions: Camera Phones and Paper-Based Microfluidic Devices for Real-time, Off-Site Diagnosis. *Analytical Chemistry*, 3699-3707.
- Martinez ve ark. (2008). Three-dimensional microfluidic devices fabricated in layered paper and tape. *PNAS*, 105(50), 19606-19611.
- Moerner ve ark. (1999). Illuminating Single Molecules in Condensed Matter. *Science*, 283, 1670.
- Noviana E ve ark. (2021). Microfluidic Paper-Based Analytical Devices: From Design to Applications. *Chemical Reviews*.
- Pardasani ve ark. (2012). u-PADs for detection of chemical warfare agents. *Analyst*, 137(23), 5648-5653.
- Rapid Lateral Flow Test Strips. (2013). Germany: Merck Millipore.
- Sharma ve ark. (2021). Wearable Biosensors: An Alternative and Practical Approach in Healthcare and Disease Monitoring. *MDPI*, 26(478).
- Wang R ve ark. (2019). Rapid Diagnostic Platform for Colorimetric Differential Detection of Dengue and Chikungunya Viral Infections. *Analytical Chemistry*, 91, 5415-5423.
- Xia Y ve ark. (2016). Fabrication techniques for microfluidic paper-based analytical devices and their applications for biological testing. *Biosensors and Bioelectronics*, 77, 774-789.
- Xu ve ark. (2021). Wearable Biosensors for Non-Invasive Sweat Diagnostics. *MDPI*, 11(245).
- Youming ve ark. (2019). Signal-Enhanced Lateral Flow Immunoassay with Dual Gold Nanoparticle Conjugates for the Detection of Hepatitis B Surface Antigen. *ACS Omega*, 4, 5083-5087. doi:10.1021/ascomega.8b03593

- Zhang ve ark. (2013). Three-dimensional paper-based electrochemiluminescence device for simultaneous detection of Pb<sup>2+</sup> and Hg<sup>2+</sup> based on potential control technique. *Biosensors and Bioelectronics*, 41(1), 544-550.
- Zhang ve ark. (2015). A low-cost and simple paper-based microfluidic device for simultaneous multiplex determination of different types of chemical contaminants in food. *Biosensors and Bioelectronics*, 14-19.

**IJEASED****INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 4(2), 118-128, 2022  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

**Araştırma Makalesi / Research Article****Doi: [10.47898/ijeased.1137236](https://doi.org/10.47898/ijeased.1137236)**

## **TiB<sub>2</sub> Parçacık Takviyeli AlCuMg Kompozitlerin Üretilirliğinin Araştırılması**

Mehmet AKKAŞ<sup>1\*</sup>, Abdelsalam Mohamed A. ELFGHI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kastamonu, 37150, Türkiye.

<sup>1</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya ve Metalurji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 34467, Türkiye.

<sup>2</sup> Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Anabilim Dalı, Kastamonu, 37150, Türkiye.

| <b>Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)</b>   | <b>Makale Süreci / Article Process</b>              |
|---|---|
| <b>*Sorumlu Yazar / Corresponding author :</b><br><a href="mailto:mehmetakkas@kastamonu.edu.tr">mehmetakkas@kastamonu.edu.tr</a>  | <b>Geliş Tarihi / Received Date :</b> 28.06.2022    |
|  <a href="https://orcid.org/0000-0002-0359-4743">https://orcid.org/0000-0002-0359-4743</a> , M. Akkaş                                      | <b>Revizyon Tarihi / Revision Date :</b> 29.07.2022 |
|  <a href="https://orcid.org/0000-0003-1932-3072">https://orcid.org/0000-0003-1932-3072</a> , A.M.A. Elfghi                                 | <b>Kabul Tarihi / Accepted Date :</b> 21.09.2022    |
|   | <b>Yayın Tarihi / Published Date :</b> 15.12.2022   |
| <b>Alıntı / Cite :</b> Akkaş, M., Elfghi, A.M.A. (2022). TiB <sub>2</sub> Parçacık Takviyeli AlCuMg Kompozitlerin Üretilirliğinin Araştırılması, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 4(2), 118-128. |   |

### **Özet**

Al ve alaşımları otomotiv, havacılık, biyomedikal ve uzay gibi çeşitli endüstrilerde sahip oldukları özelliklerinden (yüksek korozyon direnci, ısı direnci, elektriksel özellikler, mukavemet ve tokluk gibi) dolayı çeşitli endüstrilerde kompozit malzemeler olarak kullanılmaktadır. Ancak, Al ve alaşımlarının sanayide kullanımında mekanik özellikleri bakımından problemlerle karşılaşmaktadır. AlCuMg ve alaşımlarının mekanik özelliklerini arttırmaya yönelik çalışmalara literatürde çok az bir çalışma olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada TiB<sub>2</sub> parçacıkları, AlCuMg matrisi içerisine farklı oranlarda ilave edilerek üç boyutlu turbula ile 1 saat süre ile karıştırılmıştır. Deneysel çalışmalar sonucunda mikroyapı ve mekanik özellikleri bakımında AlCuMg matrisli kompozit malzemelerinin üretilirliği amaçlanmıştır. Numuneler üretim aşamasında Al, Cu, Mg ve TiB<sub>2</sub> tozları farklı kimyasal bileşim oranlarında karıştırılarak toz metalurjisi ve erimiş tuz korumalı sentez yöntemi ile üretilmiştir. Üretilen numunelerin oksitlenmesini engellemek ve sinterleme esnasında sentezleme işlemi için erimiş tuz korumalı sinterleme işlemi tercih edilmiştir. Bu erimiş tuz korumalı yöntemde, tuz olarak KBr (potasyum bromür) tercih edilmiştir. Üretim sonrasında numunelerin karakterizasyon işlemleri için taramalı elektron mikroskopu (SEM), enerji dispersiv spektrum (EDS) ve X-Işını kırınım (XRD) analizleri uygulanmıştır. Üretilen numunelerin mukavemet ve mekanik karakterizasyonu için mikrosertlik ölçümleri uygulanmıştır. TiB<sub>2</sub> parçacıkları yüksek ergime sıcaklığı, yüksek mukavemet ve yüksek mekanik özellikleri gibi değerlere sahip oldukları için AlCuMg alaşımının mikroyapı ve mekanik özelliklerini arttırdığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Toz Metalurjisi, Kompozit Malzeme, TiB<sub>2</sub> Takviye, Erimiş Tuz Korumalı Sentez, AlCuMg.

## **Investigation of Manufacturability of TiB<sub>2</sub> Particle Reinforced AlCuMg Composites**

### **Abstract**

Al and its alloys are used as composite materials in various industries due to their properties (such as high corrosion resistance, heat resistance, electrical properties, strength and toughness) in various industries such as automotive, aerospace, biomedical and aerospace. However, in the industrial use of Al and its alloys, problems are encountered in terms of their mechanical properties. It has been determined that there are very few studies in the literature on studies to increase the mechanical properties of AlCuMg and its alloys. In this study, TiB<sub>2</sub> particles were added to the AlCuMg matrix at different rates and mixed with three-dimensional turbula for 1 hour. As a result of experimental studies, it was aimed to produce composite materials with AlCuMg matrix in terms of microstructure and mechanical properties. The samples were produced by powder metallurgy and molten salt protected synthesis method by mixing Al, Cu, Mg and TiB<sub>2</sub> powders at different chemical composition ratios during the production phase. The molten salt protected sintering process was preferred to prevent oxidation of the produced samples and for the synthesis process during sintering. In this molten salt protection method, KBr (potassium bromide) is preferred as the salt. Scanning electron microscopy (SEM), energy dispersive spectrum (EDS) and X-Ray diffraction (XRD) analyzes were applied for the characterization processes of the samples after production. Microhardness measurements were applied for the strength and mechanical characterization of the produced samples. Since TiB<sub>2</sub> particles have high melting temperature, high strength and high mechanical properties, it has been determined that AlCuMg alloy increases the microstructure and mechanical properties.

**Keywords:** Powder Metallurgy, Composite Material, TiB<sub>2</sub> Reinforcement, Molten Salt Shielded Synthesis, AlCuMg.

### **1. Giriş**

Toz metalurjisi yöntemi ile üretim metodu güncel literatür çalışmalarında uygulanan metotlar içerisinde önem kazanmaya başlamıştır. Bu yöntem ile üretilen kompozit malzemeler endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Toz metalurjisi yönteminin en önemli avantajlarından biri üretilen kompozit malzemenin kimyasal bileşiminin kontrolünün yapılabilmesidir (Akçay ve ark., 2022; Sun ve ark., 2022). Toz metalurjisi yöntemi ile üretim metodu geleneksel üretim yöntemlerine (talaşlı imalat, döküm, sıcak ve soğuk şekillendirme gibi) alternatif olarak geliştirilmiş ve geliştirilmeye devam etmektedir (Gökçe ve ark., 2017; Varel ve Güral, 2016; Şap ve ark., 2021). Bu yöntem ile üretilen kompozit malzemelere kullanım alanlarına göre; korozyon direnci, aşınma mukavemeti, sürtünme direnci ve yüzey gerilmeleri gibi özelliklerin kazandırılması mümkündür. Kompozit malzemeler her geçen gün mühendislik malzemeleri içerisinde vazgeçilmez bir yere sahiptir. Buna ek olarak, kompozit malzemeler mukavemet özelliklerinin artması ile birlikte daha ince ve hafif olarak üretilirliği neticesinde üretim ve işletme giderleri maliyetinin düşürülmesini sağlamaktadır (Shakil ve ark., 2022; Özgün ve Erçetin, 2017). Yoğunluğu düşük ve mukavemeti yüksek olan AlCuMg alaşımları takviye parçacıkları ile üstün mekanik özelliklere sahip kompozit malzemeler üretilmektedir. Bu alaşımlar, yüksek korozyon direnci, ısı direnci, elektriksel özellikler, mukavemet ve tokluk gibi üstün özelliklerinden dolayı otomotiv, havacılık, biyomedikal ve uzay endüstrisinde yüksek mühendislik malzemeleri olarak kullanılmaktadır (Shakil ve ark., 2022; Ma ve ark., 2020; Mısırlı, 2011). Bunun yanısıra, AlCuMg ve alaşımları yapı malzemeleri, makine parçaları,

teçhizat işleri, medikal aygıtlar ve araçlar gibi tıbbi ve endüstri uygulamalarına ek olarak uzay araçları ve elektronik aygıtlar gibi ileri düzey uygulamalarda kullanımı her geçen gün artmaktadır. Ancak, AlCuMg ve alaşımlarının sanayide kullanımında mekanik özellikleri bakımından problemlerle karşılaşmaktadır. Karşılaşılan bu gibi mekanik sorunlardan dolayı bu alaşımların mekanik özelliklerini iyileştirmek amacıyla, bu alaşıma TiB<sub>2</sub> parçacıklarını takviye edilerek imal edilmiştir. İmal edilen kompozit malzemelerin iyileştirilmiş özelliklerinden dolayı sanayide arzu edilen bir ihtiyacın kapatılacağı düşünülmektedir (Kösedağ ve Ekici, 2019; Indriyati ve ark., 2014; Li ve ark., 2022).

Bu çalışmanın amacı, AlCuMg alaşımına farklı oranlarda TiB<sub>2</sub> takviyesinin, toz metalurjisi ve erimiş tuz korumalı sentez yöntemi ile üretilebilirliğinin araştırılmasıdır. Bu çalışmada, üretilen kompozit malzemelerde artan TiB<sub>2</sub> parçacıklarına bağlı olarak mikroyapı karakterizasyonu ve mekanik özelliklerinin değişimi karşılaştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Kompozit malzemelerin üretiminde kullanılmak üzere 4 (dört) çeşit karışım, toz metalurjisi ve erimiş tuz korumalı sentez yöntemi ile üretilmiştir. Numunelerin üretim aşamasında kullanılan tozların özellikleri %99,9 saflıkta ve 325 mesh tane iriliğinde Al, Cu, Mg ve TiB<sub>2</sub> tercih edilmiştir. Deneysel çalışmalarda % 5, 10 ve 15 oranlarında TiB<sub>2</sub> tozu AlCuMg matrisine ilave edilerek toz metalurjisi ve erimiş tuz korumalı sentez yöntemi ile imal edilmişlerdir. Deneysel çalışmalarda kullanılan tozların kimyasal bileşimleri Tablo 1’de verilen değerlere göre hassas tartı ile tartılarak hazırlanmıştır.

**Tablo 1.** Üretilen deney numunelerinin kimyasal bileşimleri

| Numune No | Al (%) | Cu (%) | Mg (%) | TiB <sub>2</sub> (%) |
|-----------|--------|--------|--------|----------------------|
| 1         | 85     | 5      | 5      | 5                    |
| 2         | 80     | 5      | 5      | 10                   |
| 3         | 75     | 5      | 5      | 15                   |

Yukarıda Tablo 1’de belirtilen kimyasal bileşim oranları verilen tozların homojen olarak karışabilmesi için üç boyutlu turbulada karışım işlemi yapılmıştır. Bu işlem sonrasında, kimyasal bileşimi ayarlanan numunelere presleme işlemi uygulanmıştır. Presleme basıncı olarak ise 600 MPa basınç altında yapılmıştır. Presleme yapılan numunelere sinterleme işlemi uygulanmıştır. Sinterleme işlemi Argon atmosferi altında boru tipi fırında 60 dakika sürede ve 550 °C sıcaklıkta yapılmıştır. Sinterleme işlemi sonrasında karakterizasyon işlemleri (SEM ve EDS) için numunelere zımpara,

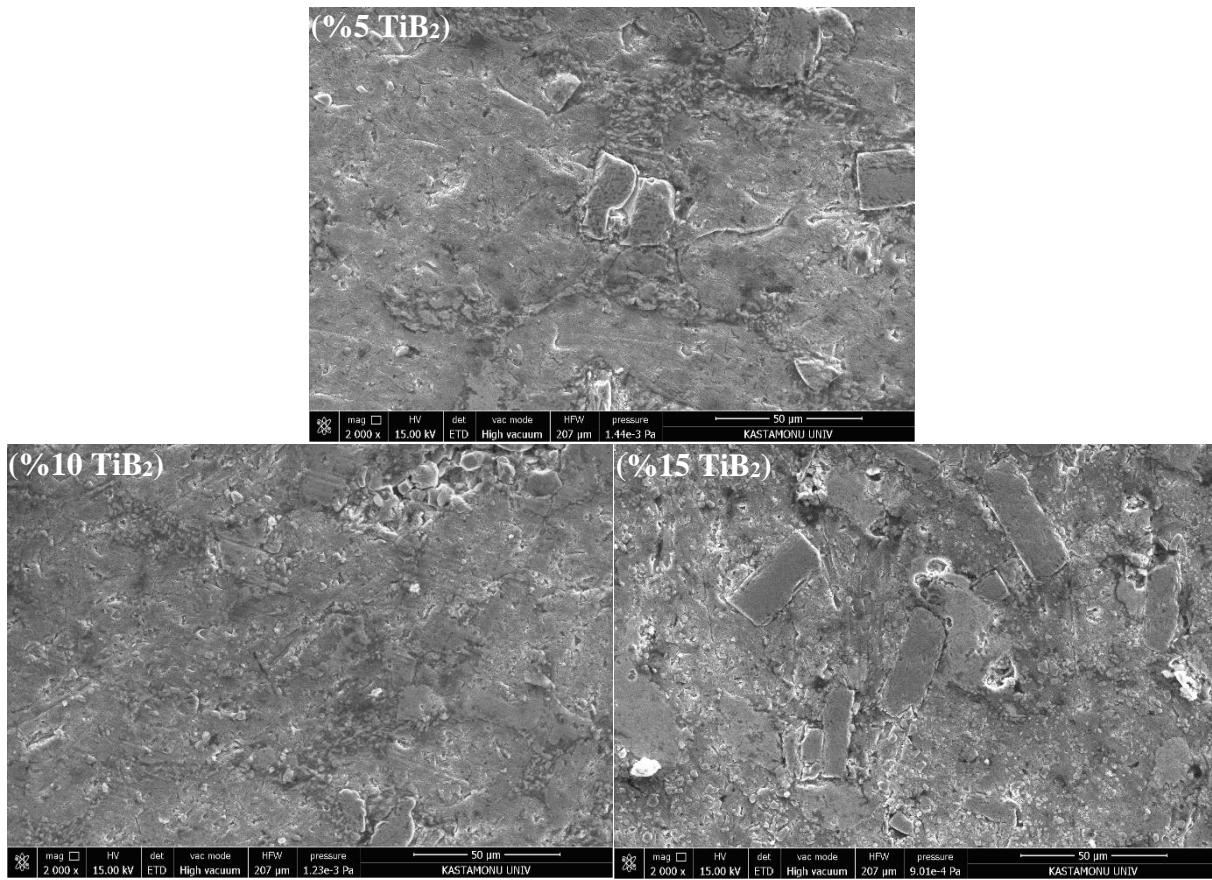


parlatma ve dağlama işlemleri uygulanmıştır. Üretilen kompozit numunelerde artan  $TiB_2$  oranına bağlı olarak mekanik özellikleri belirlemek için mikrosertlik ölçüm analizleri yapılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. SEM Analiz Sonuçları

Farklı oranlarda  $TiB_2$  takviye edilerek toz metalurjisi ve erimiş tuz korumalı sentez yöntemi ile üretilmiş olan AlCuMg kompozit numunelerin taramalı elektron mikroskobu analizleri yapılmıştır (Şekil 1). Bu analiz sonucuna göre elde edilen verilerden değerlendirmeler yapılmıştır.



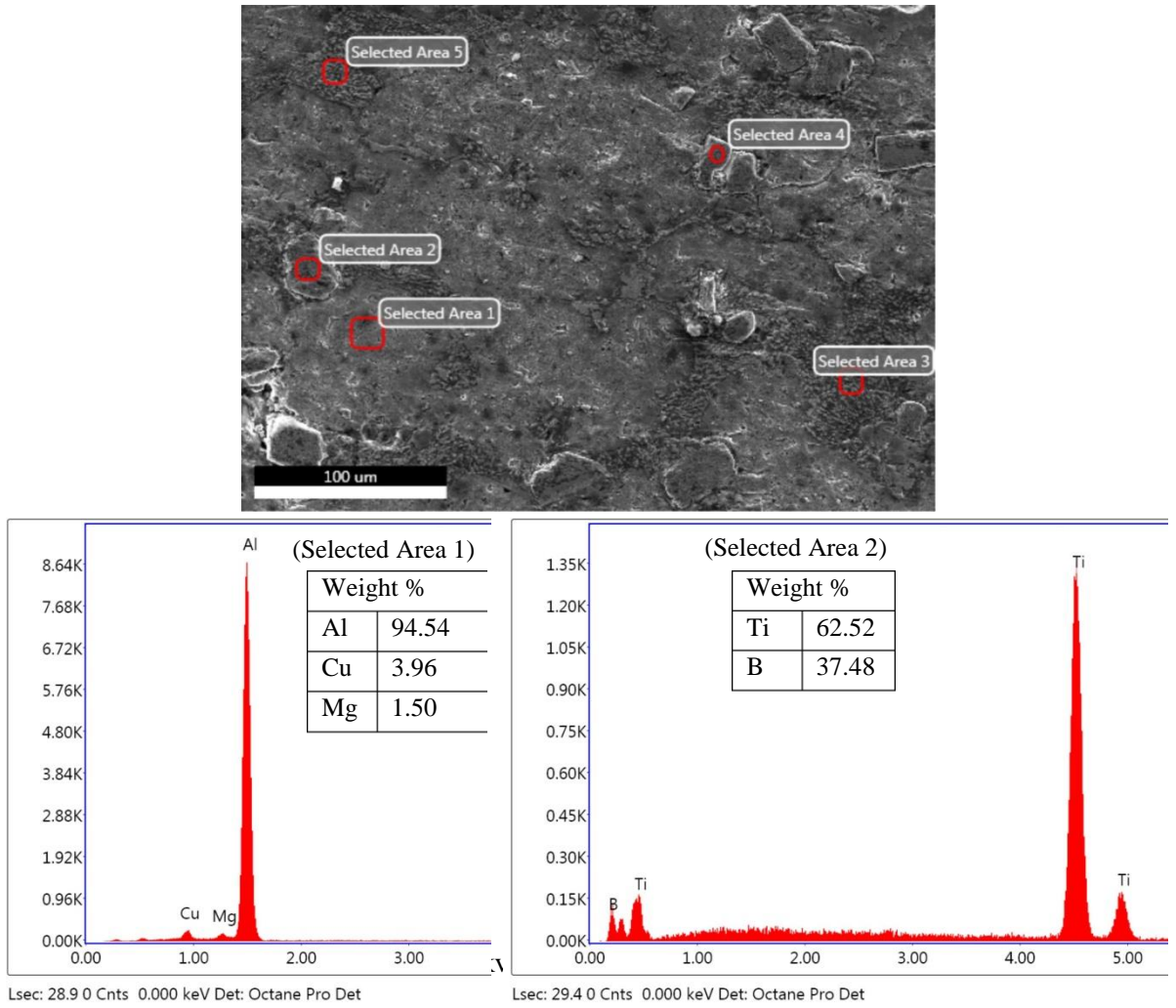
Şekil 1. Üretilen Kompozitlerin SEM görüntüleri.

AlCuMg bileşiğinin ana yapısı Şekil 1'de verilen SEM görüntülerinde açık bir şekilde görülmektedir. Bu ana yapı içerisinde farklı oranlarda takviye parçacığı olarak ilave edilen  $TiB_2$  homojen olarak dağıldığı net bir şekilde gözlemlenmektedir (Çelik ve ark., 2018; Aksöz ve ark., 2013; Akkaş ve Boushiha, 2021). Yukarıda verilen SEM görüntüleri incelendiğinde üretilen numunelerde kısmen çatlaklar ve gözenekler tespit edilmiştir. Buna ek olarak, verilen SEM görüntüleri incelendiğinde gözenek miktarının azalması,  $TiB_2$  ilave oranı bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir. Ana yapıda  $TiB_2$  malzemesinin homojen olarak yayılması, üretim aşamasında tozların karıştırılmasına ve sinterleme işleminin doğru yapılmasına bağlı olduğu belirlenmiştir. Bu belirlenen

durum, literatürde mevcut çalışmalar tarafından desteklenmektedir. Ayrıca, farklı oranlarda ilave edilen TiB<sub>2</sub> takviye parçacıklarının genel olarak düzensiz formda, keskin köşeli ve birbirine benzer formda olduğu tespit edilmiştir (Varma ve ark., 2001; Aslan ve ark., 2020; Shen ve ark., 2001; Tosun ve Kurt, 2020; Chawla, 2012).

### 3.2. SEM-EDS Analiz Sonuçları

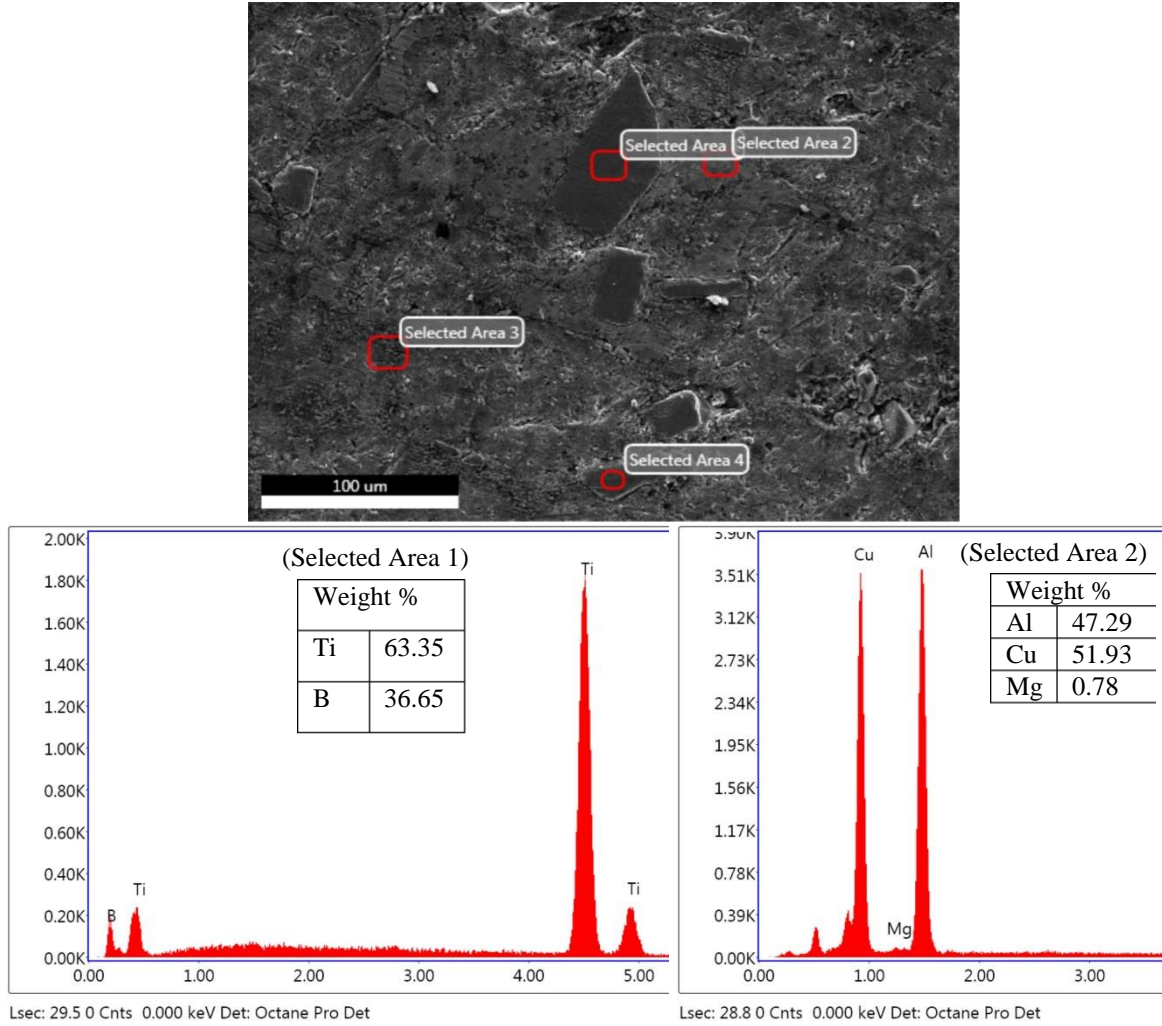
Toz metalurjisi ve erimiş tuz korumalı sentez yöntemi ile üretilen AlCuMg-TiB<sub>2</sub> kompozit numunelerinin SEM-EDS analizleri sırasıyla Şekil 2, 3 ve 4'te verilmiştir.



Şekil 2. Üretilen % 5 TiB<sub>2</sub> takviyeli numunenin SEM-EDS analiz sonucu.

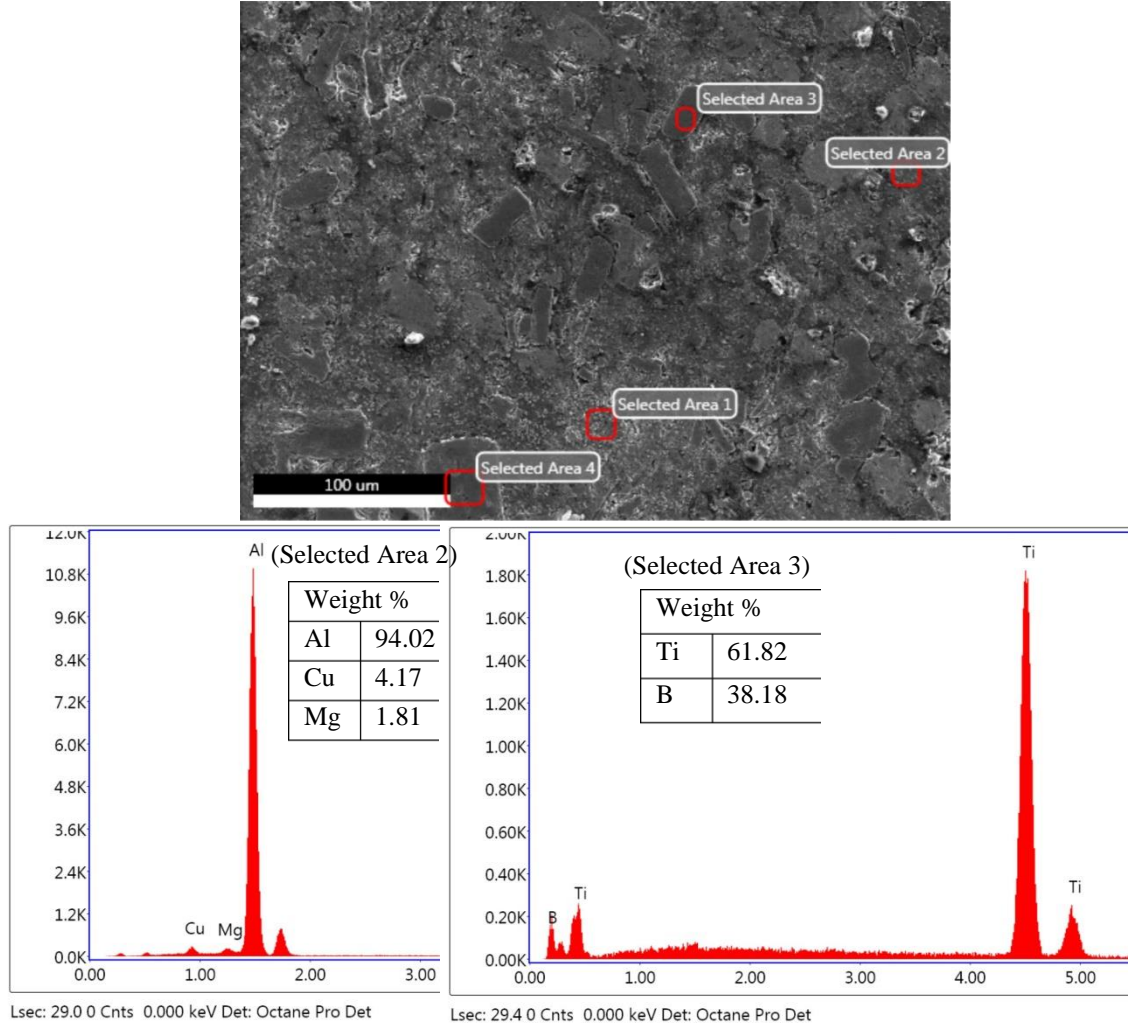
Yukarıda verilen % 5 TiB<sub>2</sub> takviyeli numunenin analiz sonucu incelendiğinde, üretilen kompozit numunenin üretim esnasında verilen kimyasal oranları desteklediği belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, % 5 TiB<sub>2</sub> takviyeli numunenin karakterizasyonu sonucunda, seçili alan 1 olarak belirtilen bölgeden alınmış EDS analiz sonucuna göre % 94.54 Al, % 3.96 Cu ve % 1.50 Mg olduğu tespit edilmiştir. Buna ek

olarak seçili alan 2 olarak belirtilen bölgeden alınmış EDS analiz sonucuna göre % 62.52 Ti ve % 37.48 B olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3. Üretilen % 10 TiB<sub>2</sub> takviyeli numunenin SEM-EDS analiz sonucu.

Yukarıda verilen % 10 TiB<sub>2</sub> takviyeli numunenin analiz sonucu incelendiğinde, üretilen kompozit numunenin üretim esnasında verilen kimyasal oranları desteklediği belirlenmiştir. Bunun yanısıra, % 10 TiB<sub>2</sub> takviyeli numunenin karakterizasyonu sonucunda, seçili alan 1 olarak belirtilen bölgeden alınmış EDS analiz sonucuna göre % 63.35 Ti ve % 36.65 B olduğu belirlenmiştir. Buna ek olarak seçili alan 2 olarak belirtilen bölgeden alınmış EDS analiz sonucuna göre % 47.29 Al, % 51.93 Cu ve % 0.78 Mg olduğu tespit edilmiştir.



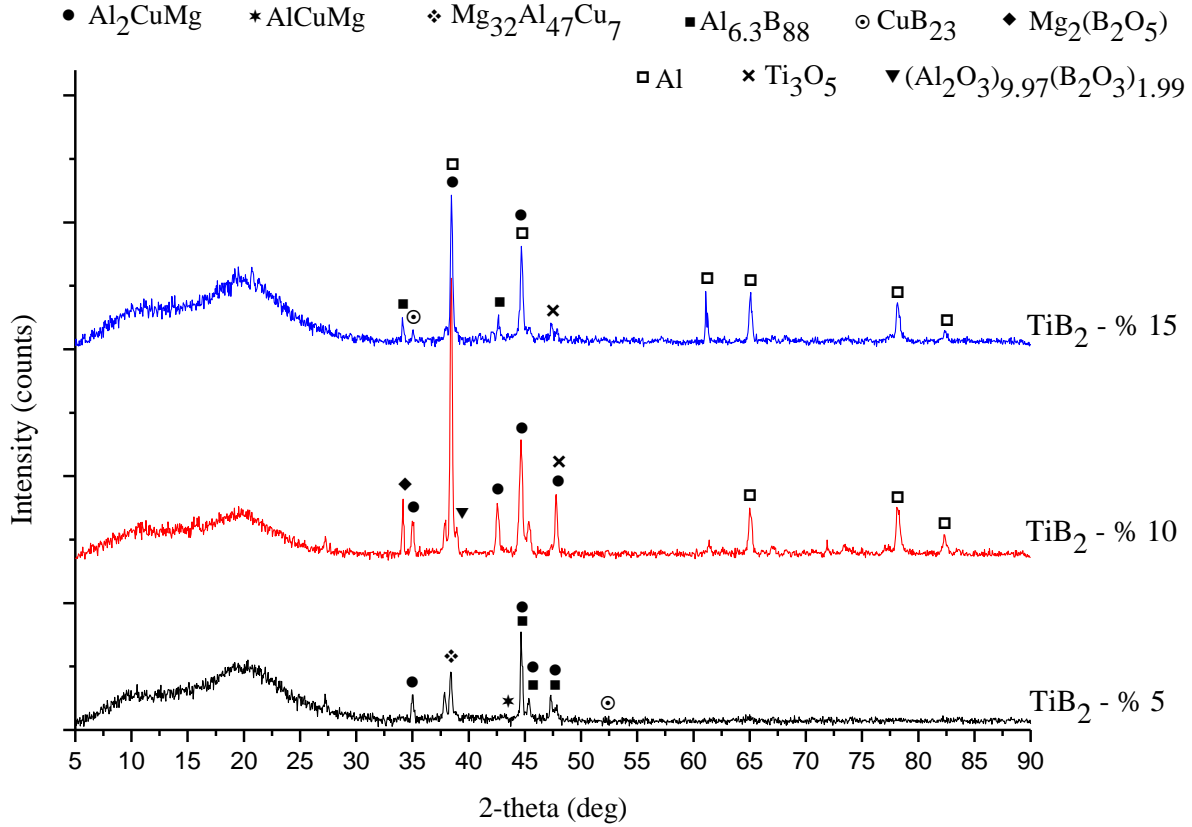
Şekil 4. Üretilen % 15 TiB<sub>2</sub> takviyeli numunenin SEM-EDS analiz sonucu.

Yukarıda verilen % 15 TiB<sub>2</sub> takviyeli numunenin analiz sonucu incelendiğinde, üretilen kompozit numunenin üretim esnasında verilen kimyasal oranları desteklediği belirlenmiştir. Bunun yanısıra, % 15 TiB<sub>2</sub> takviyeli numunenin karakterizasyonu sonucunda, seçili alan 2 olarak belirtilen bölgeden alınmış EDS analiz sonucuna göre % 94.02 Al, % 4.17 Cu ve % 1.81 Mg olduğu belirlenmiştir. Buna ek olarak seçili alan 3 olarak belirtilen bölgeden alınmış EDS analiz sonucuna göre % 61.82 Ti ve % 38.18 B olduğu tespit edilmiştir.

### 3.3. XRD Analiz Sonuçları

Toz metalurjisi ve erimiş tuz korumalı sentez yöntemi ile üretilen AlCuMg-TiB<sub>2</sub> kompozit numunelerin XRD grafikleri Şekil 5'te verilmiştir. Verilen XRD grafiği incelendiğinde Al<sub>2</sub>CuMg, AlCuMg, Mg<sub>32</sub>Al<sub>47</sub>Cu<sub>7</sub>, Al<sub>6.3</sub>B<sub>88</sub>, CuB<sub>23</sub>, Mg<sub>2</sub>(B<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), Al, Ti<sub>3</sub>O<sub>5</sub> ve (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>9.97</sub>(B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>1.99</sub> fazlarının ortaya çıktığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, baskın fazlar olarak Al<sub>2</sub>CuMg ve AlCuMg bileşiklerinin

varlığı olmuştur. Bu çalışmamızda tespit ettiğimiz fazları güncel literatür çalışmalarında da olduğu belirlenmiştir (Kumar ve ark., 2021; Feng ve ark., 2022; Farajollahi ve ark., 2022; Liu ve ark., 2021).

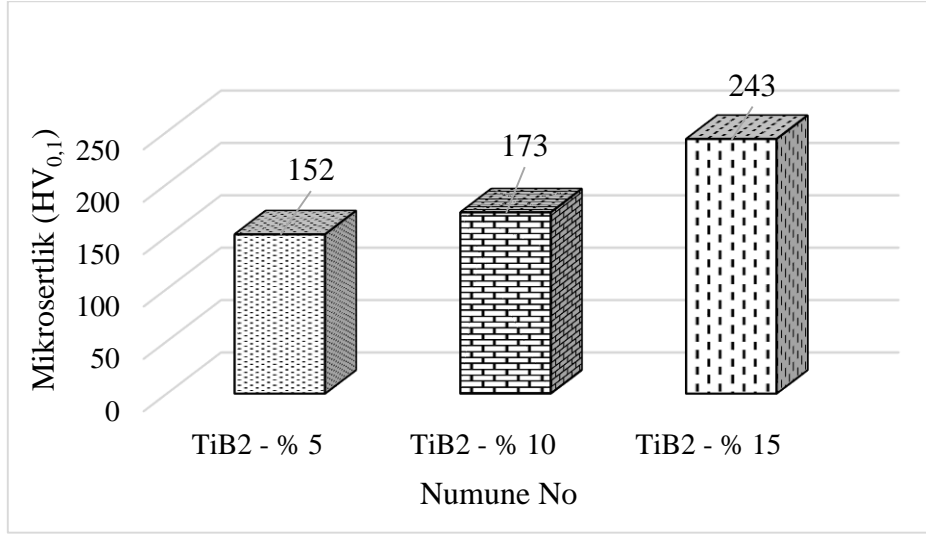


Şekil 5. Üretilen Kompozitlerin XRD grafikleri.

Şekil 5’te verilen grafikler incelendiğinde, sinterleme prosesi süresince Al, Cu, Mg, Ti ve B elementleri ile kimyasal bir etkileşim sonucunda tespit ettiğimiz fazların oluştuğu XRD analizleri sonucunda tespit edilmiştir. Farklı oranlarda TiB<sub>2</sub> ilave edilerek üretilen kompozit numunelerin, TiB<sub>2</sub> oranlarının artması ile birlikte Ti ve B ile etkileşime giren bileşiklerin fazlarının pik şiddetlerinin yükseldiği belirlenmiştir. Bu çalışmamızda tespit ettiğimiz fazların pikleri güncel literatür çalışmalarında da olduğu belirlenmiştir ve literatür ile desteklenmiştir.

### 3.4. Mikrosertlik Analiz Sonuçları

Üretilen kompozit numunelerin mikrosertlik grafiği Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 6. Üretilen kompozitlerin mikrosertlik değerleri.

Üretilen numunelerin mikrosertlik ölçümleri 100 µm aralıklarla bir çizgi hat boyunca numune yüzeyinden alınmıştır. Yukarıda verilen mikrosertlik grafiği incelendiğinde % 5, 10 ve 15 TiB<sub>2</sub> takviyesine göre numunelerin sertliği sırasıyla 152, 173 ve 243 HV<sub>0,1</sub> olduğu tespit edilmiştir. Üretilen numunelerin sinterleme esnasında oluşan karbür ve sert fazların varlığı bu sertlik artışını ortaya çıkarmıştır (Hassan ve Aigbodion, 2015; Aigbodion ve ark., 2010; Duan ve ark., 2020).

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada, farklı oranlarda TiB<sub>2</sub> ilave edilerek toz metalurjisi ve erimiş tuz korumalı sentez yöntemi ile üretilen AlCuMg matrisli kompozitler imal edilmiştir. Deneysel parametreler olarak; 600 MPa presleme basıncı, 550 °C sinterleme sıcaklığı ve 1 saat sinterleme süresi uygulanmıştır. Kompozit olarak üretilen bu numunelere, analiz olarak SEM, SEM-EDS, XRD ve mikrosertlik testleri yapılmıştır.

- ✓ SEM görüntülerinde üretilen numunelerde kısmen çatlaklar ve gözenekler tespit edilmiştir. Buna ek olarak, verilen SEM görüntülerinde gözenek miktarının azalması, TiB<sub>2</sub> ilave oranı bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir. Ana yapıda TiB<sub>2</sub> malzemesinin homojen olarak yayılması, üretim aşamasında tozların karıştırılmasına ve sinterleme işleminin doğru yapılmasına bağlı olduğu belirlenmiştir.
- ✓ Farklı oranlarda TiB<sub>2</sub> takviye edilen numunelerin SEM-EDS analiz sonucunda, üretilen kompozit numunelerin üretim esnasında verilen kimyasal oranları desteklediği belirlenmiştir.



- ✓ XRD sonucunda  $Al_2CuMg$ ,  $AlCuMg$ ,  $Mg_{32}Al_{47}Cu_7$ ,  $Al_{6.3}B_{88}$ ,  $CuB_{23}$ ,  $Mg_2(B_2O_5)$ ,  $Al$ ,  $Ti_3O_5$  ve  $(Al_2O_3)_{9.97}(B_2O_3)_{1.99}$  fazlarının olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, baskın fazlar olarak  $Al_2CuMg$  ve  $AlCuMg$  bileşiklerinin varlığı olmuştur.
- ✓ % 5, 10 ve 15  $TiB_2$  takviyesine göre numunelerin sertliği sırasıyla 152, 173 ve 243  $HV_{0.1}$  olduğu tespit edilmiştir. Üretilen numunelerin sinterleme esnasında oluşan karbür ve sert fazların varlığı bu sertlik artışını ortaya çıkarmıştır.

### **Yazarların Katkısı**

Çalışmada her iki yazar da eşit oranda katkı sunmuştur.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

### **Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı**

Yapılan çalışmada, araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

### **Teşekkür**

Bu çalışma Kastamonu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenen KÜ-BAP01/2020-8 numaralı proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

### **Kaynaklar**

- Aigbodion, V. S., Hassan, S. B., and Oghenevweta, J. E. (2010). Microstructural analysis and properties of Al–Cu–Mg/bagasse ash particulate composites. *Journal of Alloys and Compounds*, 497(1-2), 188-194.
- Akçay, S. B., Varol, T., Güler, O., ve Aksa, H. C., (2022). Bor Karbür Takviyeli Al Esaslı Kompozitlerin Özellikleri Üzerine Bor Karbür Takviye Miktarının Etkisi. *El-Cezeri*, 9(2), 869-881.
- Akkaş M, Boushiha, K. F. I., (2021). Investigation of WC Reinforced CuNiSi Composites Produced by Mechanical Alloying Method. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 8(2), 592-603.
- Aksoz, S., Ozdemir, A. T., Çalm, R., Altinok, Z., and Bostan, B. (2013). Effects of sintering, ageing and cryogenic treatments on structural and mechanical properties of AA2014-B4C composite.
- Aslan, M., Ergül, E., Kaya, A., Kurt, H. İ., ve Yılmaz, N. F. (2020). Toz Metalurjisi Yöntemiyle Üretilen Al-MgO Kompozitlerin Özelliklerine Sinterleme Sıcaklığının Etkisi. *El-Cezeri*, 7(3), 1131-1139.
- Chawla, K. K. (2012). Metal matrix composites. In *Composite materials* (pp. 197-248). Springer, New York, NY.
- Çelik, Y. H., Kılıçkap, E., ve Yenigün, B. (2018). TM yöntemi ile üretilmiş Al matrisli kompozitlerde presleme basıncının ve B4C oranının sertlik ve aşınma davranışı üzerine etkisi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 30(1), 33-40.
- Duan, X. Z., Xin, B. D., Miao, T. J., Xie, J. F., Yang, H. Y., Han, X., and Li, X. J. (2020). Microstructural and performance characterization of in-situ biphasic micro-nano scale ( $TiB_2$ - $TiCx$ )/Al-Cu-Mg composites



- with different ceramic and metal ratios designed for compact integration. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(3), 3418-3429.
- Farajollahi, R., Aval, H. J., and Jamaati, R. (2022). Effect of friction surfacing on the microstructural and wear characteristics of Al-Cu-Mg alloy coating reinforced by nickel aluminide. *Intermetallics*, 142, 107440.
- Feng, Y., Chen, X., Hao, Y., and Chen, B. (2022). Characterization and energy calculation of the S/Al interface of Al-Cu-Mg alloys: Experimental and first-principles calculations. *Vacuum*, 202, 111131.
- Gökçe, A., FINDIK, F., ve Kurt, A. O., (2017). Alüminyum ve alaşımlarının toz metalurjisi işlemleri. *Mühendis ve Makina*, 58(686), 21-47.
- Hassan, S. B., and Aigbodion, V. S. (2015). Effects of eggshell on the microstructures and properties of Al-Cu-Mg/eggshell particulate composites. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, 27(1), 49-56.
- Indriyati, M., Janik, V., and Dashwood, R. J. (2014). Elevated Temperature Deformation Behavior of High Strength Al-Cu-Mg-Ag Based Alloy Reinforced By TiB<sub>2</sub> Particles. In *Light Metals 2014* (pp. 1353-1358). Springer, Cham.
- Kumar, K. C. K., Kumar, B. R., and Rao, N. M. (2021). Fabrication and Corrosion Characterization of AZ31 Mg Alloy SiC Reinforced Composites. *Design Engineering*, 2556-2570.
- Kösedağ, E., ve Ekici, R. (2019). Partikül Takviyeli Metal Matrisli Kompozitlerin Darbe Davranışları Üzerine Bir Derleme. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8(1), 384-393.
- Li, N., Zhang, F., Yang, Q., Wu, Y., Wang, M., Liu, J., and Wang, H. (2022). Microstructure and Mechanical Properties of In Situ TiB<sub>2</sub>/2024 Composites Fabricated by Powder Metallurgy. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 1-9.
- Liu, Z., Yu, J., Wang, X., Zhang, X., Wang, J., Jia, D., and Ma, B. (2021). Molten-salt assisted synthesis and characterization of Mg<sub>2</sub>B<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and Al<sub>18</sub>B<sub>4</sub>O<sub>33</sub> whiskers. *Journal of Asian Ceramic Societies*, 9(3), 1298-1309.
- Ma, S., Wang, Y., and Wang, X. (2020). Microstructures and mechanical properties of an Al-Cu-Mg-Sc alloy reinforced with in-situ TiB<sub>2</sub> particulates. *Materials Science and Engineering: A*, 788, 139603.
- Mısırlı, C. (2011). *5083 kalite alüminyum alaşımının homojenize edilerek sertlik değerlerinin ve mikroyapılarının incelenmesi* (Master's thesis, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Özgün, Ö., ve Erçetin, A. (2017). Toz metalurjisi yoluyla üretilen Cr-C takviyeli Cu matrisli kompozitlerin mikroyapı ve mekanik özellikleri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 6(2), 1-6.
- Shakil, S. I., Zoeram, A. S., Pirgazi, H., Shalchi-Amirkhiz, B., Poorganji, B., Mohammadi, M., and Haghshenas, M., (2022). Microstructural-micromechanical correlation in an Al-Cu-Mg-Ag-TiB<sub>2</sub> (A205) alloy: additively manufactured and cast. *Materials Science and Engineering: A*, 832, 142453.
- Shakil, S. I., Zoeram, A. S., Avateffazeli, M., Roscher, M., Pirgazi, H., Shalchi-Amirkhiz, B., and Haghshenas, M. (2022). Ambient-temperature time-dependent deformation of cast and additive manufactured Al-Cu-Mg-Ag-TiB<sub>2</sub> (A205). *Micron*, 156, 103246.
- Shen, Y. L., Williams, J. J., Piotrowski, G., Chawla, N., and Guo, Y. L. (2001). Correlation between tensile and indentation behavior of particle-reinforced metal matrix composites: an experimental and numerical study. *Acta Materialia*, 49(16), 3219-3229.
- Sun, T., Wang, H., Chen, J., Wu, Y., Wang, M., Fu, Y., and Wang, H. W., (2022). Achieving Excellent Strength of the Lpbf Additively Manufactured Al-Cu-Mg Composite Via In-Situ Mixing Tib<sub>2</sub> and Solution Treatment. *Available at SSRN 4100288*.
- Şap, S., Değirmenci, Ü., Usca, Ü. A., ve Uzun M., (2021). Hibrit Takviyeli Bakır Matrisli Kompozitlerin Üretimi ve Mekanik Özellikleri Üzerine Bir Derleme. *Bingöl Üniversitesi Teknik Bilimler Dergisi*, 2(2), 35-46.
- Tosun, G., ve Kurt, M., (2020). SiC Takviyeli Al-Mg Kompozitlerin Yoğunluğunun ve Mikroyapısının İncelenmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(1), 589-597.
- Varel, G., ve Güral, A. (2016). Eş Kanallı Açısız Presleme ve Toz Metalurjisi Yöntemiyle İşlenmiş Elementel Tozlardan Yaşlandırılabilir Al-% 4Cu Alaşımların Üretimi Üzerine Bir Çalışma. *Politeknik Dergisi*, 19(3), 333-341.
- Varma, V. K., Kamat, S. V., Mahajan, Y. R., and Kutumbarao, V. V. (2001). Effect of reinforcement size on low strain yielding behaviour in Al-Cu-Mg/SiCP composites. *Materials Science and Engineering: A*, 318(1-2), 57-64.

**IJEASED****INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 4(2), 129-140, 2022  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

**Araştırma Makalesi / Reserch Article****Doi: [10.47898/ijeased.1057452](https://doi.org/10.47898/ijeased.1057452)**

## **Mimarlık ve İklim İlişkisi perspektifinde (İran) Yezd ve Masule Şehirleri Örneği**

Sahar ELYASI <sup>1\*</sup>, Ruşen YAMAÇLI <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mimarlık Doktora Programı, Eskişehir, 26200, Türkiye.

<sup>2</sup> Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Eskişehir, 26200, Türkiye.

| <b>Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)</b>  | <b>Makale Süreci / Article Process</b>   |            |
|--|--|------------|
| <b>*Sorumlu Yazar / Corresponding author :</b><br><a href="mailto:elyasiisahar@yahoo.com">elyasiisahar@yahoo.com</a><br> <a href="https://orcid.org/0000-0002-9982-2770">https://orcid.org/0000-0002-9982-2770</a> , S. Elyasi<br> <a href="https://orcid.org/0000-0001-9659-9246">https://orcid.org/0000-0001-9659-9246</a> , R.Yamaçlı | <b>Geliş Tarihi / Received Date</b> :    | 14.01.2022 |
|  | <b>Revizyon Tarihi / Revision Date</b> : | 15.05.2022 |
|  | <b>Kabul Tarihi / Accepted Date</b> :    | 21.10.2022 |
|  | <b>Yayın Tarihi / Published Date</b> :   | 15.12.2022 |
| <b>Alıntı / Cite :</b> Elyasi, S., Yamaçlı, R. (2022). Mimarlık ve İklim İlişkisi perspektifinde (İran) Yezd ve Masule Şehirleri Örneği , Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 4(2), 129-140.   |  |            |

### **Özet**

İnsanların yoğun olarak yaşadığı şehirlerde doğal kaynakların hızlı ve kontrolsüz tüketimi ve çevreye verilen zararın yüksek düzeyde olması insanlığın geleceğini tehdit etmektedir. Bu durum hayati alanlarda bireylerin yaşam kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. İklim değişikliği konusu, özellikle son yıllarda, ön plana çıkmıştır. Eski kentlerde ve kırsal alanlarda var olan geleneksel mimari incelendiğinde, insanların yeni bir yapıyı çevresiyle nasıl bağdaştırdığı görülmektedir. Dünya nüfusunun yarısından fazlası kentlerde yaşamakta olduğundan kentsel mimari, enerji kullanımı ve sürdürülebilirlik konuları önemli bir rol oynamaktadır. Bu makalenin amacı, İran'ın Yezd ve Masule şehirlerindeki farklı iklim parametrelerinin arka planına karşı, geleneksel mimarinin sürdürülebilirlik kavramındaki rolünü ortaya koymak ve günümüzde iklim değişikliğini tartışmaktır. Ardından bina özellikleriyle en iyi şekilde uyum sağlamasına yardımcı olan mimari fikirlerden bahsedilmiştir. Bu çalışma, günümüz kentlerinde ağırlıklı olarak yeniden yapılanmaya yönelik olan bu sürdürülebilirlik konusunu, kentlerin ve yerel yönetimlerin iklim değişikliğine karşı mücadelesi bağlamında ele almayı amaçlamaktadır. Bu makalenin çalışma yöntemi analitik bir ektir. Kütüphane ve dijital kaynaklar daha çok kullanılmıştır. Kent iklimi dikkate alınarak geleneksel konutların özelliklerine etkisi analiz edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İran 1, İklim değişikliği 2, Geleneksel İran Evleri 3, Geleneksel Mimari 4.

## ***The Relationship Between Architecture and Climate: The Case of the Cities of Yazd and Masule (Iran)***

### **Abstract**

*The future of humanity is in danger due to the quick and unchecked use of natural resources, as well as the severe environmental degradation occurring in densely populated cities. People's quality of life is substantially impacted by this circumstance in important areas. Particularly in recent years, the topic of climate change has been more prominent. Examining the historic architecture in quaint towns and rural places reveals how people relate a new structure to its environment. Since cities are where more than half of the world's population resides, urban design, energy consumption, and sustainability challenges are significant. By addressing current climate change, this paper seeks to illuminate the significance of traditional architecture in the notion of sustainability against various climate factors in the Iranian cities of Yazd and Masule. Then, architectural suggestions that make it match the building's attributes the best are made. In the context of cities and local governments fight against climate change, this study seeks to address the sustainability issue, which focuses mostly on restructuring in contemporary cities. This article uses an analytical supplement as its primary working technique. Digital and library resources were primarily used. The effects on the characteristics of the traditional homes were examined in light of the climatic conditions of the city.*

**Keywords:** *Iran one, Climate change two, Traditional Iranian Houses three, Traditional Architecture four.*

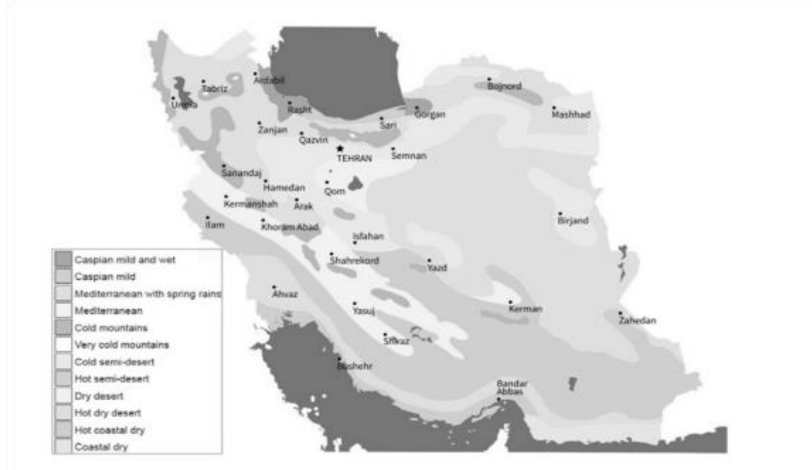
### **1. Giriş**

İlk çağlardan bugüne kadar insanlar konforlu koşulların sağlanması konusunda iklim faktörlerini kontrol etmek için yapay ortamlara ihtiyaç duymuşlardır. Sosyal hayatın her aşamasında insanlar barınaklarını inşa ederken önce iklim faktörlerini göz önünde bulundurmuşlardır (Oral ve Manioğlu, 2005). İklim, bölgelerin bir fonksiyonudur ve zamana bağlı değildir. Dolayısıyla bir bölgenin iklimi, zaman değişiklikleri ile birlikte her bölgenin kendine özgü koşullarını değiştiren, bölgedeki atmosferik koşulların sonuçlarıdır (Shakiba manesh ve Ghorbanian, 2015) Genel olarak iklim, bir bölgenin coğrafi özelliklerini oluşturan, bir çevrenin fiziksel ve atmosferik faktörlerinin etkisidir (Hashemi, 2014). İklim, hava ve arazi faktörleri olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır. Tasarımın temelini oluşturan arazi faktörleri ve meteorolojik özellikleri içeren hava faktörleri bu kapsamda değerlendirilmektedir.

Geleneksel kentsel ve kırsal doku, çevre dostu ve düşük enerji tüketimi olan pratik çözümleri geçmişten günümüze kadar taşımayı başarmıştır. Bu anlamda geleneksel İran evleri, çatı ve cephe sistemlerindeki ekolojik hassasiyetle çevresel kaynakları korumak, araziye uyumlu çözümler sunmak, konforlu iç hacimler yaratmaktan sorumlu bir anlayışla tasarlanmıştır (Yalçınlar Ercoskun, 2016).

İran farklı iklim tiplerine sahiptir: Hazar Denizi kıyısında ılıman ve oldukça yağışlı, platoda karasal ve kurak, yüksek dağlarda soğuk, güney kıyısında ve güneydoğuda ise çöl ve sıcak iklim hakimdir. (Şekil 1)

Geniş bir ülke olan İran'da farklı iklim tiplerinin görülmesinin sebebi topraklarının 1.648 milyon km<sup>2</sup> civarındaki geniş bir coğrafyaya yayılmasıdır. Zagros ve Alborz gibi büyük sıradağlar İran'dan geçer ve İran Platosu'nun merkezinde Kevir çöl arazisi vardır.



**Şekil 1.** İran İklim Bölgeleri (Ashraf vaghefi ve ark., 2019)

İran'ın geleneksel mimarisinde tasarımı oluşturan temel etkenlerden biri iklimdir. Bu tasarım türünde ana enerji kaynağı güneş enerjisidir ve bina tasarım yöntemleri güneş enerjisinin doğrudan alınmasına dayanmaktadır. İklim tasarımı; iç mekânda optimum koşulları ve konforu sağlamayı, maliyeti ise en aza indirmeyi amaçlar. Evlerin mimari tasarımı bölgesel ve kültürel açılardan insanların ihtiyaçları ile tam bir uyum göstermektedir (Pirnia ve Memarian, 2016). Mevcut verilere göre ilk İran evlerinin mimarisi, bir dış gövde ve iç avlu şeklindedir. İçe kapanıklık olarak adlandırılan bu özellik; iklim, güvenlik, mahremiyet gibi çeşitli nedenlerden dolayı oluşmuştur (Asgari, 2014). Özellikle sıcak ve kurak alanlardaki iklim koşulları, bölgedeki yeşil alanları minimuma indirmiştir. Bu durum evlerin içe dönük şekilde tasarlanmasına neden olmuştur (Pirnia ve Memarian, 2005).

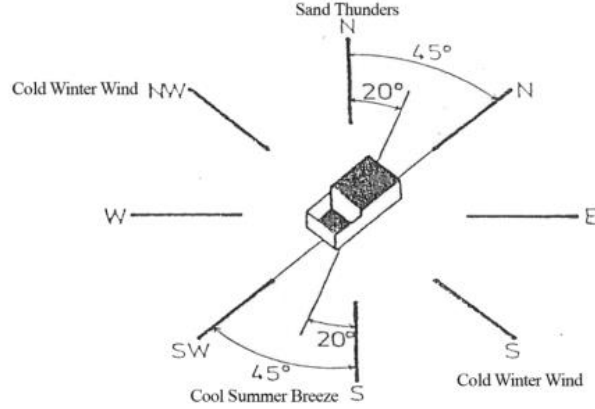
Bu araştırmada, İran'ın iklim bölgeleri koşullarında konforlu çevreler oluşturmak için önemli iklim parametreleri incelendikten sonra, geleneksel Yazd ve Masule evlerinin karakteristik özellikleri analiz edilerek, bölgenin dış çevreye ilişkin verileri sıcaklık, güneş ışınımı, dış hava nemliliği ve rüzgâr olarak analiz edilmiştir. Bu koşullara uyum sağlayan geleneksel konutlarda kullanılan tasarım kriterleri, yerleşme ve yapı ölçeği detaylı olarak açıklanmıştır (Erdemir, 2014).

## **2. Kuru ve sıcak iklim için örnek olarak Yazd şehri**

Ağırlıklı olarak İran'ın ortasında yer alan Yazd, Kerman, Şiraz ve Kaşan gibi şehirler kuru ve sıcak iklime sahiptir. Bu iklimin başlıca özellikleri; gündüz ve gece arasında sıcaklık farkının yüksek

olmasıdır. Yazlar sıcak, kışlar ise soğuk geçer. Kuru hava ve yağış oranında azalma gözlemlenir. Kum ve toz fırtınaları çok sık gerçekleşir (Sajjadzadeh ve ark., 2015).

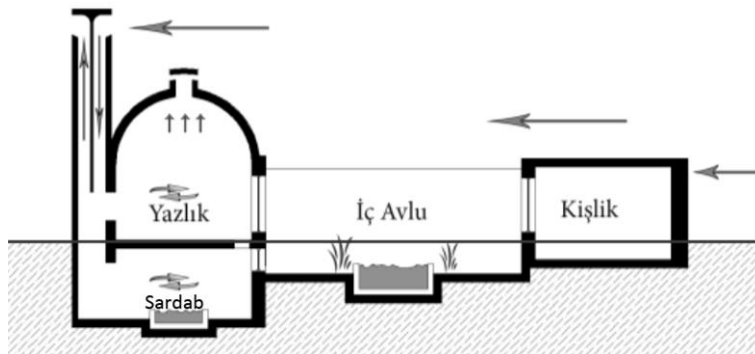
En önemli yapı özelliği ise evlerin yaz esintisini almak ve soğuk rüzgârı engellemek için kuzeydoğu- güneybatı doğrultusunda inşa edilmesidir (Şekil 2).



Şekil 2. İran Merkezde Rüzgâr Yönü (Hasan pourlamar ve Raitzadeh, 2017)

Binalar genellikle iklim koşullarından en az etkilenmek için çok katmanlı olarak inşa edilir. Dış yüzeylerde gölge oluşturmaya yarayan yapı elemanları bulunur (Kasmaei, 2003) (Kasmaei, 2003) Şehirlerin çöl kenarındaki sıcak ve kurak bölgelerdeki konumu, uzun sıcak yaz günleri ve özellikle sonbaharda tozlu yerel rüzgarların varlığı, onları korunma amaçlı vernik kullanmaya zorlamıştır (Farrokh yar ve ark., 2011). Bu binalar kış şartlarından dolayı doğu- batı yönünde uzanmaktadır ve yaz şartlarından dolayı da binalar kompakt ve kübiktir (Kasmaei, 2003).

Binaların planı olabildiğince yoğun ve sıkıştırılmıştır ve mümkün olduğunca binanın dış yüzeyi hacmine göre küçüktür (Şekil 3). Kat planlarının kompaktlığı hem yaz hem de kışın binanın dış duvarlarından ısı alışveriş miktarını en aza indirir ve bunun sonucunda yazın bina içerisine ısı girişini, kışın ise ısı kaybını büyük ölçüde engeller (Kasmaei, 2003). Doğu ve batı yönlerinde güneş ışığının yoğunluğundan dolayı binanın formu doğu ve batı yönleri doğrultusundadır.



Şekil 3. Sıcak ve kuru iklimde yapı şekli (Yardımlı ve ark., 2018)

Sokaklar, istenmeyen rüzgarların eve kolayca girmemesi için dar ve kıvrımlıdır. Bu özellik eski zamanlarda şehrin savunmasına da yardımcı olmuştur. Yazd evlerinin yapımında farklı duvar kalınlıkları kullanılarak da yalıtım sağlanmıştır. Odaların konumu da kullanım mevsimine göre farklılık göstermektedir. Bu nedenle enerji israfı olmadan doğal yöntemlerin avantajı ile ısıtma ve soğutma sistemleri oluşturulmuştur. Böylece kışın sıcak, yazın serin yerler elde edilmiştir. Benzer özellikler sadece mekânda değil, avlu ve sokak sistemlerinde de görülmektedir.

Konut yapımında ve sokak planlarında hâkim rüzgâr yönleri bile dikkate alınmaktadır. Böylece doğal ve iklimsel özelliklerden yararlanılarak insan hayatı biraz daha kolaylaştırılmıştır.

İklim, arazi, gelenekler, yaşam tarzları ve benzeri faktörler hemen her bölgede konut tasarımında belirleyici rol oynar (Özbek, 2010). Evlerin mimarisinde ailenin konforu ve huzuru ön planda tutulmuştur. “Yaşam süreci açısından ev adeta tüm hayatını evde geçiren kadın için yaratılmış bir mekândır ve bu mekânda dış dünyanın bir modeli oluşturulmaktadır. Kapalı "ev" in tek açık alanı olan avlu, sadece gökyüzüne açıktır. Dört tarafı çevrili ve sokaktan izole olan hane, evrenle sadece avluda iletişim kurar (Kuban, 1968).

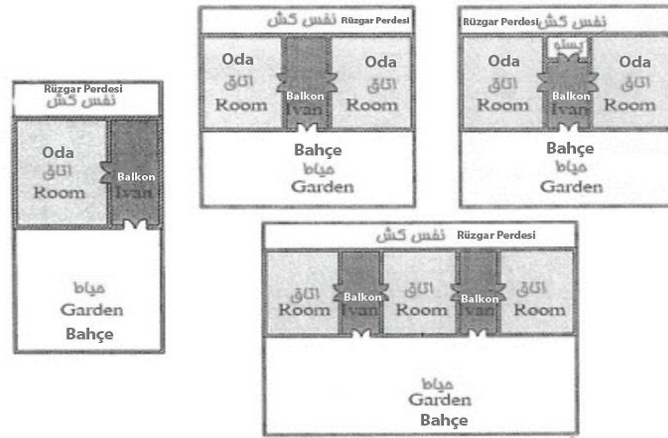
Yezd'in sokak, cadde ve çıkmaz sokak sistemleri iklimi ve topografyayı güzel bir şekilde tasvir eder. Tarihi zamanlarda şehir, sıkışık görünümüyle dikkat çeker. Bu sıkışıklıkta etkili olan faktör iklim ve ulaşım araçlarının yetersizliğidir. Kent dokusunun en önemli unsuru olan konutlar, Yazd'de iklim faktörü ve kültürün etkisiyle şekillenmiştir.

Kentin yeni mahallelerinde oluşturulan konutlar, günümüzde doğal sisteme uygun olmayan bir şekilde inşa edilmektedir. Daha da önemlisi, yeni yapılan yüksek yapılar tarihi dokuyu oluşturan konutları da tehdit etmektedir. Hâkim rüzgâr yönünde yapılan binalar şehrin havasını keserek yüzlerce yıldır kullanılan doğal klima özelliklerini engellemeye başlamıştır. Ayrıca halkın tarihi mahallelerden çekilmesi ve yeni mahallelere yönelmesi bu tarihi evlerin bakımsız kalmasına ve yıkılmasına neden olmaktadır.

### **3. Ilıman ve nemli iklime örnek olarak Masule şehri**

İran'ın kuzeyinde Hazar Denizi yakınındaki Masule, doğudan batıya doğru ince bir şerit halinde uzanan bir şehirdir. Bu bölgede deniz ile Elburz Dağları arasındaki mesafenin kısa olması havanın hep nemli olmasına neden olmaktadır. Mazandaran, Golestan ve Guilan gibi şehirler bu iklim kuşağındadır. Bu iklimde yazlar sıcak ve nemli ve kışlar ılıman geçer. Yağışlı ve nemli bir hava hâkimdir. Gece ve gündüz yüksek sıcaklık farkı gözlemlenir (Gürcü Mahlbani ve Daneshvar, 2000).

En önemli yapı özellikleri ise oryantasyon (genelde doğu-batıya uzanan ev planları), açıklıklar (evin her tarafında yüksek açıklıklar vardır), temel inşasının bulunmaması (zemin nemli olduğu için çoğunlukla ahşap temel üzerine inşa edilir), malzeme (ahşap, çimento, taş ve pirinç filizi gibi malzemeler kullanılır), beşik çatılar (denize yakın binaların tavanı daha yüksek ve üçgen çatılar daha keskindir), dışa dönük evler ve eyvan (eyvanlar en önemlisidir) şeklinde sıralanabilir. Nem, sakinlerin zamanlarının çoğunu bina dışında geçirmelerine neden olur ve bu nedenle eyvanlar hem rüzgâr hem de yağmura karşı barınak sağlayabilir (Şekil 4)



Şekil 4. Eyvan'ın Kuzey Evlerinde Önemli Rolü, İran (Baghaiepoor, 2019)

Masule mimarisi kültürel dokulara sahiptir. Cepheler ve çatılar kaldırım olarak kullanılmaktadır. Masule'nin mimari dokusu Zandieh döneminde oluşmuştur. Küçük sokaklar ve birçok merdiven herhangi bir motorlu taşıtın girmesine izin vermemektedir. Masule'nin mimarisi özetle şöyle ifade edilebilir. Üst binanın avlusu, alt binanın çatısıdır. Binalar genellikle iki katlıdır (Hasan purlamar ve Raitzadeh, 2017). Masule'nin öne çıkan en önemli özelliği, kesin sınırları olmayan kamusal alanın akıllıca kullanılmasıdır. Tüm çatılar, üst evlerin sakinleri için aslında avlu, yeşil alan ve kamusal alanlardır.



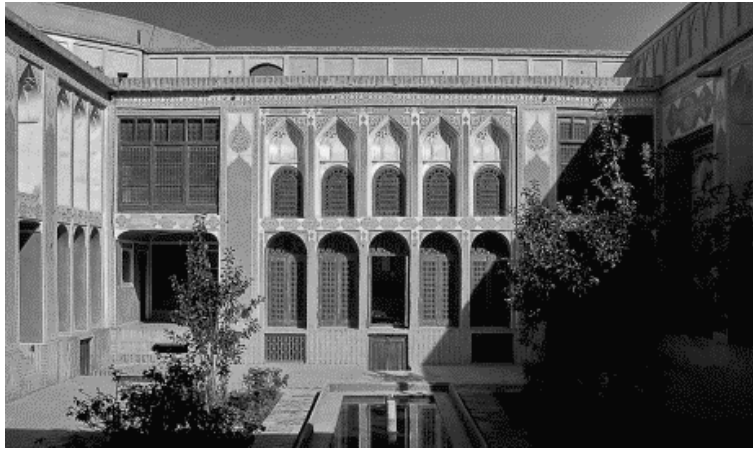
Şekil 5. Masule Şehri (Najjari, 2021)



## 4. Geleneksel Evler

### 4.1. Malzemeler

Kuru ve sıcak iklimde şehir içinde ulaşılabilir ve ısı kapasitesi yüksek malzemelerin kullanılması çok önemlidir. Dolayısı ile evleri inşa etmek için ana malzemeler “kil” ve “kerpiç”tir. Kerpiç malzeme sadece yüksek bir ısı kapasitesine sahip olmakla kalmaz, aynı zamanda parlak renkleri de binanın yazın daha az ısıyı emmesine ve kışın daha az ısı açığa çıkmasına yardımcı olur. Ayrıca insanlar duvarlarda alçı gibi parlak renkli kaplamalar kullanmaya çalışırlar. (Şekil 6)



Şekil 6. Ana Malzeme Olarak Tuğla ve Kerpiç (Baghaiepoor, 2019)

Ilıman ve nemli iklimde binanın farklı bölümlerinde kullanılan malzemeler farklıdır ve tümü çevre dostu (yerel) olan kil, taş ve ahşap kombinasyonudur. Yerel mimarlar, yekpare kayayı asla kırmazlar, bu nedenle binalar iki veya üç katlı doğal bir zemin eğimi ile inşa edilir. Bölgedeki mimari çevrenin doğal topografyası ile uyum içerisindedir. Tüm sınıf ve mekânlarda insanlara mükemmel bir görünüm sağlar.

Çevrede bulunan ve fush adı verilen bir çeşit gri toprak, ısı ve nem yalıtımında da kullanılmaktadır. İlginç olan bu toprak ne kadar ezilirse o kadar yalıtımlı hale gelir. Bu nedenle konut sakinlerinin evlerin çatılarını yaya yolu olarak kullanmaları, binanın çatılarının yalıtılmasına yardımcı olur.

### 4.2. Pencere ve Açıklıklar

Kuru ve sıcak iklimde binaların pencere sayısı ve alanı minimuma indirilerek çevre zeminden yansıyan ışınların içeri girmesi önlenmiştir. Aynı amaçla pencereler duvarların üst kısımlarına



yerleştirilmiştir (Tahbaz, 2017). Renkli cam kullanımı bir yandan radyasyonun ışığını ve yoğunluğunu kontrol ederken diğer yandan yapıya estetik kazandırır.

Masule ustaları, evlerin ana ve güneşli cephelerinde zevklerini kullanarak renkli camlı ve aynı zamanda farklı, estetik, uyumlu ahşap pencereler yaratmışlardır. Zanaatkarların el becerileri; pencereler, kapı ve ahşap dolaplarıyla sınırlıdır. Bu ustalar, bölgedeki orman ağaçlarına dair kesin bilgileri ile her birini belirli amaçlar için kullanır. Bu sanatlarda kullanılan tasarımlar ve çizimler, kapı ve pencere tiplerine ve sahiplerinin ekonomik koşullarına bağlı olarak farklılık gösterir. Bu tasarımların tamamına yakını geometriktir ve bazıları İran'ın orta bölgelerindeki seramik tasarımlarından esinlenmiştir. Orsi şeklinde inşa edilen büyük evlerin bazı pencerelerinde de kırmızı, yeşil, mavi ve sarı renkli cam kullanılmıştır (Sedaghat, 2021).

### **4.3. Binanın Çatısı**

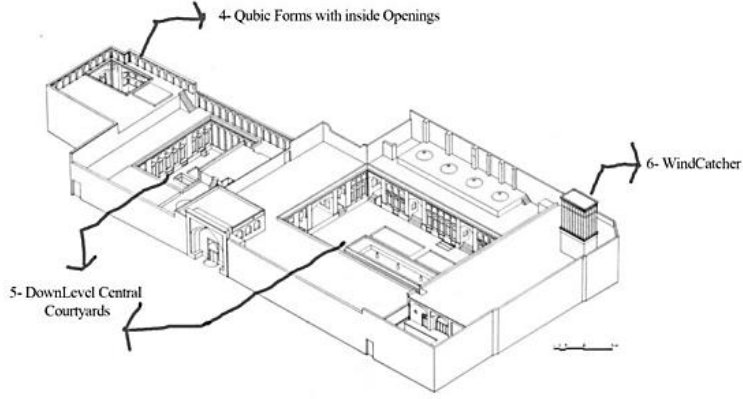
Kuru ve sıcak iklimin çoğu bölgelerinde, az yağış ve yeşil alan eksikliği nedeniyle binaların çatıları makas, kemer veya kubbe şeklinde ve herhangi bir ham kil ve çamur iskeleti olmadan yapılır. Yarı çöl alanlarında, havanın göreceli olarak ılık olması ve nispeten yeterli ahşabın varlığı nedeniyle çoğu çatı ahşaptan yapılmıştır ve düzdür (Kasmaei, 2003). Kubbe çatılarda doğal ışık yoğunluğu aynı değildir ve çatının bir kısmı her zaman gölgede kalır.

### **4.4. Binanın Planı**

Kuru ve sıcak iklimde belirtilen evlerin tam bir örneği:

Isıyı korumak için kalın ve doğal malzemeler ile küçük ve çift cam kullanılmalıdır. Kompakt malzemeli yapılar nemi arttırır. Konutlar arasında iç avlular ve yeşil alanlar tasarlanmalıdır. Düz çatılar güneş ışınlarını emmek için daha uygundur. Yüksek güneş ışığından korunmak için renkler açık ve beyaza yakın seçilmelidir. Mümkünse pencereler yüksek olmalı ve güneşlik kullanılmalıdır. Bu iklim bölgesinin başlıca özelliklerinden biri yerleşim yerlerinin yoğun olmasıdır.

Sokaklar dardır ve birbirini gölgeler. Amaç, evleri yüksek güneş ışığının etkilerinden korumaktır. Kısacası sıcak kuru iklim kuşağında asıl amaç, yerleşimin tüm açık ve kapalı alanlarında istenilen gölgeleme ve rüzgârın en üst düzeyde sağlanmasıdır denilebilir. (Şekil 7)



Şekil 7. Lari'nin İran'daki Yazd şehrindeki Evlerine örnek (Hasan pourlamar ve Raitzadeh, 2017)

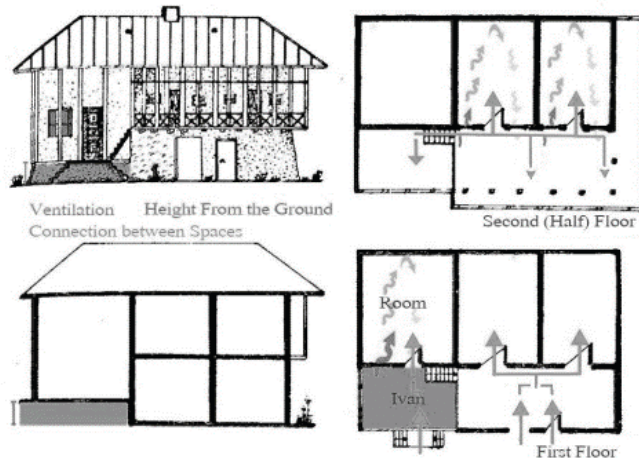
Ilıman ve nemli iklimde belirtilen evin tam bir örneği:

Birçok ılıman iklim yerleşiminde yaz ve kış sıcaklık farkları nedeniyle iklimle dengelenme sorunları yaşanmaktadır. Baharda sıcaklık değişimi çok azdır. Ortalama dış sıcaklık insan konforuna yakın olduğu için önemli bir ısı gereksinimi yoktur.

Bölgeye bağlı olarak yaz ve kış sıcaklık farklarının az ve çok olması bu bölgelerdeki kentsel mimariyi etkilemiştir. Kışın soğuktan, yazın sıcaktan korunma ihtiyacı binalara net bir şekilde yansımış ve bu iklimde şehirlerde ayırt edici bir özellik olarak ortaya çıkmıştır.

İklim özelliklerine bağlı olarak avlu kullanımına özen gösterilir. Kullanılan malzemelerin ve duvar kalınlıklarının da bölgeye göre değişebileceği bilinmektedir.

Bu bölgelerdeki yapıların en belirgin özelliği yüksek neme karşı tasarlanmış olmalarıdır. Genellikle dağınık ve ayrık nizam yapılarda rüzgârın verimi artar ve buna bağlı olarak nem seviyesi düşer. İki veya üç katlı olarak yapılacak yapıların alt katları taş (nemden korumak için), üst katları ise yazın nemi azaltmak için ahşap olarak tasarlanmalıdır (Şekil 8.).



Şekil 8. Kuzey Ev İşlevselliği (Baghaiepoor, 2019)

## 5. Sonuçlar ve Öneriler

Bu makalede, İran'daki iki ana farklı iklim türü incelenmiştir. Aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi, ülkenin ortasındaki kuru havanın (soğuk/ sıcak) kuzeydoğu- güneybatı kat planlarında daha yoğun şehir dokusuna sahip içe dönük evlere yol açtığını görebiliriz; kuzeye ve güneye yaklaştıkça Hazar Denizi ve Basra Körfezi etkileri sonucu daha fazla nem alır ve bu nedenle evler en iyi rüzgârı almak için doğu- batı kat planları ile dışa bakma eğilimindedir ve şehir dokusu daha fazla yayılır.

Genel olarak, yerel malzemenin kullanımı eski Pers mimarisinde önemli bir unsurdur ve binaların doğaya nasıl uyarlandığı ve insanların evlerini çevreleriyle tam bir saygı ve iş birliği içinde inşa etmeleri, farklı iklimler için özel fikirler üretmeleri, bir özellik olarak tasvir edilmiştir. Günümüz mimarisi özellikle son dönemdeki iklim değişikliği sorunları açısından oldukça eksik olduğumuz bir konudur.

**Tablo 1:** Geleneksel İran evlerinde iklim farklılıklarına göre değişken özellikleri (Yazarlar)

| İKLİM                                      | KURU VE SICAK İKLİM   | ILIMAN VE NEMLİ İKLİM  |
|--|---|--|
| Yıllık yağmur                              | Çok düşük yıllık yağmur   | Yüksek   |
| Gündüz/Gece sıcaklık dalgalanması          | Önemli dalgalanma kuru  | Küçük dalgalanma yüksek nem  |
| Yaz/Kış yoğunluğu                          | Sıcak yaz Soğuk kış   | Sıcak yaz ılıman kış   |
| Diğer özellikler                           | Kum ve toz fırtınaları  |  |
| Plan yönü                                  | Kuzeydoğu- güneybatı  | Doğu- Batı   |
| İçedönük/dışadönük mimari diğer özellikler | İçe dönük   | Dışa dönük   |
| Malzeme                                    | Kil kerpiç  | Taş, Ahşap, Çimento, Pirinç sürgünleri   |
| Mimari diğer özellikler                    | Alt kat avlular, Badgir, Düzleştirilmiş çatılar                             | Sayırsız Açıklık, Temel inşası yok, Beşik çatılar                                |
| Pencereler ve açıklıklar                   | pencereler duvarların üst kısımlarına yerleştirilmiştir ve sayısı minimumda | renkli camlı ve aynı zamanda farklı, estetik, uyumlu ahşap pencereler yaratılmış |
| Binanın çatısı                             | makas, kemer veya kubbe şeklinde  | çatı ahşaptan yapılmıştır ve düzdür  |
| Binanın planı                              | yerleşim yerlerinin yoğun olması  | Genellikle dağınık ve ayrık nizam yapılar  |

Doğal ya da beşerî kaynaklı olabilen iklim değişikliği tüm dünyada etkisini göstermektedir. İklim değişikliği, yaşadığımız çağda çoğunlukla beşerî kaynaklıdır ve ortaya çıkan zararlar dünya

ekosisteminin sürdürülebilirliğini ve dolayısıyla insan yaşamını olumsuz etkilemektedir. NASA'ya (Buis, 2014) göre, yeryüzünün en büyük 40 kenti, mevcut fosil yakıtlı CO<sup>2</sup> emisyonlarının üçte birinden sorumludur. Bu bakımdan, kentleşen dünyanın değişen iklime uyum sağlama zorunluluğu bulunmaktadır. Değişen iklimin özellikle bu yaşam alanlarının altyapısını ve yerel yönetimlerce sunulan hizmetleri sekteye uğrattığından uyum zorunluluğu ortaya çıkarmaktadır (Castán Broto, 2017). Bu bakımdan iklim değişikliğine uyum sağlama dışında bir seçeneği bulunmayan günümüz kentlerinin kendi uyum stratejileri, politikaları ve önlemlerini bir an önce benimsemesi ve hayata geçirmesi elzemdir.

Kentin yerel yöneticileri, bugünden itibaren aldıkları önlem, yapacakları hazırlık ve müdahale standartlarını içeren planlar ve altyapı yatırımları ile kentlerini iklim değişikliğinin tehlikelerinden koruyabileceklerdir.

İklim değişikliği ile mücadeleye yönelik kentsel politikaların belirlenmesi ve planlanması, karar alınması ve uygulanması dahil tüm süreçlerde toplumun tüm paydaşlar ile koordinasyon ve aktif katılımın sağlanması beklenmektedir. Böylelikle, kentteki tüm kararların meşruluğunun yanı sıra, halk tarafından benimsenmesi ve bunların başarılı bir şekilde uygulanması sağlanacaktır.

Artık iklim değişikliğini engellemek yerine “yaşadığımız şehirleri” bu duruma nasıl adapte edebileceğimiz ve bunun olumsuz etkilerinden kendimizi nasıl koruyabileceğimiz tartışılmaktadır. Bu kanının bilim adamları tarafından da doğrulandığı görülmektedir. Şimdiye kadar yürütülen çaba ve kazanımların yerel düzeyde büyük ölçüde sağlandığı görülmektedir.

Çevreye ve doğal kaynaklara duyarlı, konfor şartlarını en üst düzeyde karşılayan, modern teknolojilerin kullanıldığı günümüz mimari ve inşaat yapım süreçlerinde:

- Güneş enerjisinden maksimum fayda sağlama yaklaşımının benimsenmesi,
- Mevcut topografya ile uyumlu bir tasarım anlayışının tercih edilmesi,
- Malzeme kullanımında çevresel faktörleri dikkate alarak seçim yapmak
- Geleneksel konutlarda mevcut doluluk/ boşluk oranlarının kullanılması
- İç mekânlarda doğal aydınlatma ve havalandırmaya olumlu katkı sağlanması çok önemlidir.

### **Yazarların Katkısı**

Her iki yazar da çalışmaya eşit katkıda bulunmuştur.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada, araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

## Kaynaklar

- Asgari, A. (2014). Genel Mimarlık Anlayışı. Tehran: Asr Kankash.
- Ashraf Vaghefi, S., Keykhai, M., Jahanbakhshi, F., Sheikholeslami, J., Ahmadi, A., Yang, H., ve Abbaspour, K. (2019). The future of extreme climate in Iran. *Scientific Reports*, 9(1464).
- Baghaiepoor, M. (2019). İran'da iklime uyarlanmış evler: Sıcak, soğuk ve nemli iklim. Facta üniversitesi, *Mimarlık ve İnşaat Mühendisliği dizisi*.
- Buis, A. (2014). NASA, Partners Target Megacities Carbon Emissions. Çevrimiçi Web sitesinden alındı: <https://www.jpl.nasa.gov/>
- Castán Broto, V. (2017). Urban governance and the politics of climate change. *World development*, 93(C), 1-15.
- Erdemir, İ. (2014). *Sıcak-kuru İklim Bölgelerinde enerji Korunumu-yerleşme Dokusu-form Etkileşimi: geleneksel Diyarbakır Evleri Örneği*. Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü Institute of Science And Technology.
- Farrokh yar, H., Karimian, H., ve Modareszadeh, A. (2011). Yüz ev, yüz plan (eski evlerin tarihsel bağlamda mimari özellikleri (sıcak ve kuru iklim)). *Kashan: Kashan Islamic Azad Üniversitesi*.
- Gürcü Mahlbani, Y., ve Daneshvar, K. (2000). Gilan'ın geleneksel mimari unsurlarının oluşumunda iklimin etkisi. *Armanşahr Mimarisi ve Kentsel Gelişim*, 3(4), 135-145.
- Hasan pourlamar, S., Raitzadeh, F. (2017). İran'ın incelenen dağlık bölgesinin geleneksel mimarisinden sürdürülebilirlik hakkında öğrenilen dersler: tarihi Masule şehri. *Kharazmi Bilim ve Teknoloji Enstitüsü*, 366.
- Hashemi, Y. (2014). Çevre koşulları düzenlemesi. Tehran: Sanei Shahmirzadi.
- Kasmaei, M. (2003). İklim ve Mimarlık (Ahmadi nejad b.). Tehran: khak.
- Kuban, D. (1968). Anadolu-türk şehri:tarihi gelişmesi,sosyal ve fiziki ozellikleri üzerinde bazı gelişmeler. *Vakıflar dergisi*, 7, 53-73.
- Najjari, Y. (2021). Masoleh, İran'ın en güzel ve ünlü teraslı köyü. Çevrimiçi Web sitesinden alındı: <https://seeiran.ir/>
- Oral, G., Manioğlu, G. (2005). İklimle Dengeli Tasarım: Mardin Antakya Örnekleri. *Tasarım Dergisi*, 136-142.
- Özbek, K. (2010). *Geleneksel Niğde evleri mekansal araştırması ve Kale Mahallesi konut yerleşimi ve tipoloji-morfoloji ilişkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Pirnia, M., Memarian, G. (2005). İran İslam Mimarisine Giriş. Tehran: Soroush Danesh.
- Pirnia, M., Memarian, G. (2016). İran Mimarisi. Tehran: Gholamhossein Memarian.
- Sajjadzadeh, H., Asilian Bidgoli, F., ve Chavoshizadeh, F. (2015). Yazd'daki geleneksel binaların mimarisinde iklimsel tasarım çözümleri. *Fuman: Sürdürülebilir kalkınma yaklaşımıyla ulusal inşaat mühendisliği ve mimarlık konferansı*.
- Sedaghat, S. (2021). Asemaneh Villa. Çevrimiçi Web sitesinden alındı: <http://www.caoi.ir/>
- Shakiba manesh, A., Ghorbanian, M. (2015). Çevre Koşullarının Düzenlenmesi. Tehran: Than.
- Tahbaz, M. (2017). İklim Bilgisi, Mimari Tasarım. Tehran: Shahid beheshti Üniversitesi.
- Yalçınlar Ercoskun, Ö. (2016). Geleneksel Türk Kentinden Sürdürülebilirlik Çıkarımları. 7(19), 522-549.
- Yardımlı, S., Shahriary, A., ve Güleç Özer, D. (2018). Sürdürülebilir Yapı Örneği Olarak Yazd'da Konut Analizi. *Online Journal of Art and Design*, 6(5), 39-53.



**IJEASED**

**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM  
DERGİSİ / INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

**ISSN: 2667-8764**



## 1. KAPSAM VE GENEL BİLGİ

Dergimiz 2019 yılının Mayıs ayında kurulmuş olup, dergi kapsamı konularında fen bilimleri, mühendislik ve tasarım teknolojisi alanlarında yapılan akademik çalışmalarını kapsamaktadır. Dergimizde Türkçe ve İngilizce dilinde makale yazımı imkanı bulunmaktadır. **Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi (IJEASED)**; dergi kapsamı alanlarında hazırlanmış özgün araştırma makalelerin, güncel derlemelerin, konferans bildirilerinin, teknik notların ve editöre mektupların yayımlandığı *uluslararası indeksli hakemli bir bilimsel dergidir*. IJEASED yılda iki kez elektronik ortamda yayımlanan, açık erişimli ve makale kabulünden sonra işlem ücreti olan, makalelerin en az iki hakem tarafından kör hakemlik uygulamasıyla değerlendirilen, yayın dili Türkçe ve İngilizce olan hakemli bir dergidir.

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi (IJEASED); bütün Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Tasarım alanlarında daha önce başka yerlerde yayınlanmamış, özgün araştırma makaleleri, güncel derlemeler, konferans bildirileri, teknik notlar ve editöre mektuplar yayınlanır. Dergi *bilimsel ve hakemli* bir dergi olup, *Temmuz ve Aralık* aylarında olmak üzere yılda *2 kez çevrimiçi* ortamda *elektronik* yayımlanır. Derginin amacı araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin bilimsel yayına dönüştürülmesi, ulusal ve uluslararası indekslere girerek evrensel bilime katkı sağlamaktır.

## 2. YAYIN DİLİ VE ANLATIM

Dergide yayınlanacak tüm yazılar için yayın dili 2019'dan itibaren olmak üzere Türkçe ve İngilizce'dir. Makale içerisinde yazar tarafından gerçekleştirilen çalışmalara yönelik (Deneysel çalışmalar, analizler vb) anlatımlarda üçüncü şahıs kullanılmaya özen gösterilmelidir.

## 3. ELEKTRONİK ORTAMDA BAŞVURU

Dergi ile ilgili *tüm yazışmalarda* DergiPark tarafından sağlanan arayüz kullanılmalıdır. Dergi *yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmış* makaleler, basılı kopyaya gerek olmaksızın, Ulakbim Dergipark üzerinden <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased> adresi kullanılarak

gönderilmelidir. Dergiye makale göndermek isteyen yazarların yazım kuralları ile birlikte "**Gönderi Kontrol Listesi**"ndeki her maddeyi de kontrol etmeleri gerekmektedir. Makaledeki bilgilerin doğruluğunun sorumluluğu yazar(lar)a aittir. Yayınlanacak makalelerde, araştırma ve yayın etiğine uygunluk esastır. "**Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Formu**" doldurulup bütün yazarlar tarafından imzalanmalıdır. Yayın ile ilgili işlemler bu formun tesliminden sonra başlar. Bu formun farklı kopyaları başka şehirlerde yaşayan yazar(lar) tarafından ayrı ayrı imzalanıp gönderilebilir. Hayvanların veya zararlı maddelerin kullanıldığı araştırmalarda "**Etik Kurul İzin Belgesi**"nin makaleye eklenmesi gerekir. İnsanların denek olarak kullanıldığı araştırma sonuçlarını içeren makalelerde yazar(lar), "insan denemeleri üzerinde yetkili kurul" etik standartlarına ve gözden geçirilmiş Helsinki bildirgesi 1983'e uygunluğunu belgelemeleri gerekir.

#### **4. DEĞERLENDİRME SÜRECİ**

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'ne iletilen yazılar öncelikle dergi baş editörünün yönlendireceği bölüm editörü tarafından konu başlığı ve anahtar kelimelere dayanılarak biçimsel açıdan değerlendirilir. Bu ön kontrol aşamasında öncelikle intihal tespit yazılımları kullanılarak benzerlik raporları oluşturulur. Aday yayının benzerlik raporu toplamda **%15**, tek bir kaynaktan ise **%5** oranından fazla olmamalıdır. Daha sonra incelenecek yayının dergi formatına uygun olup olmadığına karar verilir. "Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Formu" olmayan veya eksik olan aday yayınlar ile benzerlik oranı sınırlarını aşan aday yayınlar ön incelemeye alınmaz. Dergi yazım kurallarına uygun hazırlanmayan makaleler düzeltilmek üzere yazara geri gönderilir. Formata uygun olarak hazırlanan yazılar dergi baş editörü tarafından inceleme sürecinin gerçekleştirilmesi için ilgili bölüm editörüne yönlendirilir.

Bölüm editörü bilimsel içerik bakımından değerlendirilmek üzere aday yayını, konusuna uygun olarak en az üç hakeme yönlendirir. Hakem seçiminde öncelikle konu ile ilgili dergi yayın danışma kurulu üyelerinden ya da alanında uzman başka bir bilim insanından yararlanılır. Hakemler değerlendirmeleri sonucunda, uygun, düzeltilerek yayınlanabilir, düzeltildikten sonra tekrar görmek isterim, istediğim düzeltmelerin kontrolünü derginin uzman bilimsel ekibi tarafından yapılması uygundur veya yayınlanamaz şeklinde kararları verebilirler. Düzeltme istenen yazılarla ilgili olarak yazar gerekli düzeltmeleri yapar. Ayrıca katılmadığı hususlarla ilgili olarak gerekçeli yazısını dergiye gönderir. Hakem kurulu tarafından farklı türde değerlendirilen yazılar için bölüm editörü kendi görüşünü de ekleyerek değerlendirmenin sonuçlandırılması için baş editöre iletir. Değerlendirmede son karar baş editöre aittir. Baş editör gerekli görürse yeni bir hakem tayin eder veya yazı ile ilgili kararını sonuçlandırır. Tüm değerlendirmeler sonucunda kabul ya da red kararı gerekçeleri ile birlikte DergiPark üzerinden yazışmadan sorumlu yazara iletilir. Değerlendirme sonucu kabul edilen makaleler dergi sekreteryası tarafından esasa bağlı kalınarak yayına uygun formata dönüştürülür. Dergide yayımlanan makaleler başka hiç bir yerde yayımlanamaz veya bildiri olarak sunulamaz. Kısmen veya tamamen yayımlanan makaleler kaynak gösterilmeden hiçbir yerde kullanılamaz. Dergiye gönderilen makalelerin içerikleri özgün, daha önce herhangi bir yerde yayımlanmamış veya yayımlanmak üzere gönderilmemiş olmalıdır. Değerlendirmeye sunulacak çalışmaların bir başka dergiye gönderilmediği veya basılmadığı ön yazı ile belirtilmelidir. Makale basım için kabul edilmezse "Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Formu" nun yasal bir önemi kalmaz ve hükümsüz olarak kabul edilir. Bu Form'un

imzalanması ile yazarlar, makalenin “**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM DERGİSİ (IJEASED)**” web sayfasında yayınlamasına ilaveten makalenin tamamı veya bir kısmının yasal olarak çoğaltılması ve dağıtılması hakkını Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi’ne devrederek, kendi haklarından feragat etmektedirler.

**Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'**ne gönderilen çalışmalar aşağıdaki süreçlerden geçmektedir:

#### **Hakem değerlendirme öncesi süreç:**

- 1- Yazar(lar) çalışmalarını Dergipark platformu aracılığıyla dergiye gönderirler.
- 2- Editör kurulu 15 gün içerisinde, çalışmanın okunabilir, tamamlanmış, orijinal olup olmadığını, derginin yayın politikası doğrultusunda değerlendirirler.
- 3- Editör kurulu yukarıdaki özelliklere sahip olan çalışmaları **çift kör hakemlik sistemi** doğrultusunda değerlendirme aşamasına alır yada çalışmayı yazar(lar)a gerekçelerini sunarak Dergipark platformu üzerinden geri gönderirler.

#### **Hakem değerlendirme süreci:**

- 1- Editör kurulu, hakem değerlendirme sürecine girecek çalışmaları belirledikten sonra, **en az iki hakemin** değerlendirmesine sunulmak üzere çalışmayı hakeme iletirler.
- 2- Hakemlerin gönderilen davete yanıt vermeleri için 15 gün süreleri bulunmaktadır. Hakemlerin davete yanıt vermemeleri durumunda, 7 günlük ek zaman diliminde yanıt verebilmeleri için hakemlere davet yeniden gönderilir.
- 3- Davet hakemlerden biri ya da ikisi tarafından kabul edilmezse, çalışmanın iki hakem tarafından değerlendirilebilmesi için davet yeni hakemlere iletir.
- 4- Davet kabul edildikten sonra hakemlerin çalışmayı değerlendirme süresi 42 gündür. 42 gün içerisinde hakemler çalışmayı değerlendirmezse, 7 gün ek süre verilir. Hakemler değerlendirmelerini **Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'**nin yayın kurulu tarafından oluşturulmuş hakem değerlendirme formu üzerinden gerçekleştirirler.
- 5- Çalışma hakemler tarafından değerlendirildikten sonra, çalışma yazar(lar)a hakem adlarını görmeyecekleri biçimde iletir ve yazar(lar) gerekli düzenlemelerini gerçekleştirirler.
- 6- Hakemler arasında kabul-red uyuşmazlığı olması durumunda, çalışma editör kurulunun onayıyla yayınlanabilir, reddedilebilir ya da üçüncü bir hakeme iletilebilir.

#### **Hakem değerlendirme sonrası süreci:**

- 1- Editör hakemlerden gelen değerlendirme sonucuna göre, yazardan gerekli değişiklikleri yapmalarını ve revize edilmiş dosyayı yüklemelerini isterler veya değerlendirme sonuçlarının durumuna göre makaleye "**Red**" kararı verilebilir.
- 2- Yazım Kural Kontrolü bu adımda da yapılır.



3- Editör revizyondan sonra hakem değerlendirmesinin olumlu sonuçlanmasının ardından makaleyi kabul eder ve düzenlemeye geçer. Düzenleme işleminden sonra Dergi gelecek sayısında veya sayının Erken görünümünde yazar veya yazarların makalesini yayına alır.

## **5. ETİK SORUMLULUKLAR VE POLİTİKALAR**

### **Editörlerin Görevleri**

- Derginin editörü sunulan makalenin yayınlanma koşullarına, tek başına ve bağımsız olarak karar vermekten sorumludur. Nihai karara varılmadan önce, dergiye yüklenen makalenin geçerliliği, önemi ve yeniliği her zaman dikkate alınmalıdır.

- Editör ve alan editörleri, derginin yayın kurulunun ilkelerini izleyerek telif hakkı ihlali ve intihal gibi konuları bu ilkeler doğrultusunda değerlendirir. Editör, nihai karara varmak için alan editörleri veya hakemlerle de işbirliği yapabilir.

- Editör ve alan editörleri, ilgili alanda uzman hakemler aracılığıyla değerlendirme sürecinin eşit, adil ve zamanında tamamlanmasından sorumludur. Herhangi bir ek hakeme ihtiyaç duyulmadıkça, editör veya alan editörü, dergiye gönderilen makalenin en az iki harici ve bağımsız hakem tarafından değerlendirilmesini sağlar.

- Makaleler, yazarların ırk, cinsiyet, cinsel yönelim, dini inanç, etnik köken, vatandaşlık veya siyaset felsefesi dikkate alınmadan, editör veya alan editörü tarafından içeriklerine ve yeniliklerine göre değerlendirilmelidir.

- Derginin yayın politikaları şeffaf olmalı ve hakemler ve yazarlardan gelen dürüst raporlar içermelidir. Ayrıca, editör ve alan editörleri, herhangi bir teknik problem haricinde, tüm dergi iletişimleri için, dergi standart elektronik sistemini kullanmalıdır.

- Editör, editör kararlarının temyizinde, şeffaf bir açıklama süreci kullanacaktır.

- Editör, derginin sıralamasını etkilemeye çalışmamalı ve bu amaçla mantıklı bilimsel nedenler olmadıkça, yazarları editörün veya alan editörlerinin makalelerini eklemek için zorlamamalıdır.

- Dergiye gönderilen tüm makalelerin gizliliği, ilgili taraflarla iletişim ve hakemlerin kimlik bilgileri editör ve alan editörü tarafından korunmalıdır.

- Henüz basılmamış materyaller, gönderilen makalenin bilgi ve içerdiği fikirler, editör veya alan editörünün kendi araştırmasında, yazarın yazılı rızası olmadan kullanılmamalıdır.

- Yayıncının herhangi bir potansiyel editöriyel çıkar çatışması varlığında bilgilendirilmesi gerekir. Yayıncı, buna ilişkin bildirimleri dergide yayımlayabilir.

- Editör veya alan editörü, kendisi, aile üyesi veya meslektaşları tarafından yazılmış makaleler hakkında herhangi bir karar vermemelidir. Bu tür bir başvuru, derginin genel prosedürlerine tabi olmalı ve bu işlem ilgili yazar / editör ve araştırma grupları dahil edilmeden yapılmalıdır.

- Editör, şüpheli suistimali inceleyerek yayınlanan kaydın bütünlüğünü korumalıdır.

- Şüpheli bir durum varlığında, eğer gerekirse, editör makale yazarıyla bağlantıya geçmeli ve ilgili talepler hakkında kendisini bilgilendirmelidir. Ancak böyle bir durumda editör, ilgili kurumlar ve araştırma merkezleriyle de iletişim kurabilmelidir.

- İntihal durumunda, editör yayıncı ile birlikte hareket etmeli ve bu duruma ilişkin düzeltilme, geri çekilme veya açıklayıcı ifadenin derhal yayınlanmasını sağlamalıdır.

### **Hakemlerin Görevleri**

- Hakem değerlendirmesi sürecinde hakemlerin yukarıda belirtilen etik durumlara dikkat etmesi ve makaleyi nesnel olarak ele alması beklenir.

- Makalenin konusu, hakemlerin alanlarıyla ilgili değilse veya hakem makaleyi zamanında değerlendiremeyecekse, hakemin değerlendirme sürecini reddetmesi ve editörü derhal bilgilendirmesi beklenir.

- Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'ne (IJEASED) gönderilen tüm makaleler gizlidir. Hakemler ayrıca, makale hakkındaki herhangi bir inceleme veya bilgiyi kimseyle paylaşmamalıdır. Ayrıca hakemler editörden izin almadan yazarlarla iletişim kurmamalıdır.

- Hakem tarafından gözden geçirilen makalede sunulan bilgi veya fikirler, hakemlerin kişisel faydalarına yönelik kullanılmamalıdır.

- İnceleme yapıcı olmalı, intihal gibi etik konular konusunda çok dikkat edilmelidir. Herhangi bir intihal durumunda, hakem editörü derhal uymalıdır.

-Yorumlar objektif olmalı ve herhangi bir kişisel eleştiriyi içermeyen argümanlarla desteklenmelidir.

- Herhangi bir potansiyel çıkar çatışması olması durumunda, hakem editörü veya alan editörünü uymalı ve makale değerlendirmeyi reddetmelidir.

- Makaleyi değerlendirmek üzere atanan hakemin, hakemlerin (veya ortaklarının) çalışmalarının refere edilmesine ilişkin önerisi, hakemin alıntı sayısının arttırılması niyeti olmadan bilimsel olarak makul olmalıdır.

## **Yazarların Görevleri**

- Dergiye, bir araştırma makalesi veya kısa bir makale (short communication) gönderen yazarlar, makalenin içeriğinde, çalışmanın önemini vurgulayan orijinal sonuçlar ve tartışmaların olmasına dikkat etmelidir. Yüklenen makale derleme veya diğer türde bir makaleyse, içeriklerinin somut ve nesnel olması gerekmektedir.
- Dergiye gönderilen makaleler yeterince referans içermeli ve ayrıntılı bir şekilde yazılmalıdır.
- Çalışmanın destek kaynaklarından tümünün, makalenin teşekkür kısmında belirtilmesi gerekir.
- İntihal ve tartışmalı, yanlış ifadeler gibi etik olmayan konular, bir makale içeriğinde asla kabul edilemez.
- Bir yazar aynı makaleyi kısmen (bir özet veya yayımlanmış bir dersin veya akademik tezin veya elektronik bir basımın dışında) veya tamamen birden fazla dergiye göndermemelidir. Bu tür bir davranış etik değildir ve dergi tarafından kabul edilmez.
- Çalışmanın oluşturulmasında içeriğe entelektüel açıdan katkı sağlamayan kişiler, yazar olarak belirtilmemelidir.
- Yayınlanmak üzere gönderilen tüm çalışmaların varsa çıkar çatışması teşkil edebilecek durumları ve ilişkileri açıklanmalıdır.
- Bir ortak yazar olmak için, makalenin içerik, tasarım ve uygulama alanlarına önemli katkılarda bulunulmalıdır. Dil editörleri veya tıbbi yazarlar, teşekkür bölümünde belirtilmelidir.
- Yazar(lar)ın yayınlanmış, baskıda veya değerlendirme aşamasındaki çalışmasıyla ilgili bir yanlış ya da hatayı fark etmesi durumunda, dergi editörünü veya yayıncıyı bilgilendirme, düzeltme veya geri çekme işlemlerinde editörle işbirliği yapma yükümlülüğü bulunmaktadır.
- Değerlendirme süreci başlamış bir çalışmanın yazar sorumluluklarının değiştirilmesi (Yazar ekleme, yazar sırası değiştirme, yazar çıkartma gibi) teklif edilemez.
- Makalenin İlgili yazarı, uygun ve uygunsuz ortak yazarlardan sorumludur. Ayrıca ilgili yazar, makalenin son hali ve gönderildiği dergi konusunda tüm ortak yazarlardan ilgili onayları almalıdır.
- Tüm yazarlar, makalenin tüm bölümlerinden sorumludur.
- Eğer makale, hayvan veya insan deneklerin kullanımını içeriyorsa, uygun kurumsal komite (ler) in onayı gibi gerekli belgeler ve bununla ilgili bir ifade yazısı, yazar tarafından dergiye sağlanmalıdır.

- Yazarın fark ettiği tüm önemli hataların derhal editöre bildirilmesi gerekir. Herhangi bir düzeltme yapılması durumunda, yazar, editör veya alan editörü tarafından istenen kanıtları sağlamakla yükümlüdür.

- Geliştirme, yer değiştirme, herhangi bir kısmın çıkartılması gibi orijinalliğine zarar verecek karmaşık değişiklikler, makale içinde yer alan görüntüler ve resimler için kabul edilemez. Bu tür değişiklikler etik dışı olarak algılanır ve gerekli önlemler alınır.

- Sorumlu yazar, bütün yazarların adına yetkili kişidir. Yazar(ları) makale sürecinden bilgilendirmesi kendi sorumluluğundadır. Dergi kurulu çalışması kabul edilen yazar(lar) arasında yaşanan çıkar çatışmazlığından sorumluluk kesinlikle kabul etmez.

### **Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler**

**Uydurma:** Bir bilimsel araştırma yapılmadan yapılmış gibi veriler uydurmak, bunları rapor etmek veya yayınlamak,

**Çarpıtma:** Araştırma kayıtları ve elde edilen verileri tahrif etmek, araştırmada kullanılmayan yöntem, cihaz ve materyalleri kullanılmış gibi göstermek, araştırma hipotezine uygun olmayan verileri değerlendirmeye almamak, ilgili teori veya varsayımlara uydurmak için veriler ve/veya sonuçlarla oynamak, destek alınan kişi ve kuruluşların çıkarları doğrultusunda araştırma sonuçlarını tahrif etmek veya şekillendirmek,

**İntihal (Aşırma):** Başkalarının fikirlerini, yöntemlerini, verilerini, uygulamalarını, yazılarını, şekillerini veya eserlerini sahiplerine bilimsel kurallara uygun biçimde atıf yapmadan kısmen veya tamamen kendi eseriymiş gibi sunmak,

**Sahtecilik:** Araştırmaya dayanmayan veriler üretmek, sunulan veya yayınlanan eseri gerçek olmayan verilere dayandırarak düzenlemek veya değerştirmek, bunları rapor etmek veya yayınlamak, yapılmamış bir araştırmayı yapılmış gibi göstermek,

**Tekrar yayım (Dublikasyon):** Bir araştırmanın sonuçlarını, ilk yayınlandığı derginin editöründen izin almaksızın başka dergide tekrar yayınlamak,

**Dilimleme:** Bir araştırmanın sonuçlarını araştırmanın bütünlüğünü bozacak şekilde, uygun olmayan biçimde parçalara ayırarak ve birbirine atıf yapmadan çok sayıda yayım yaparak doçentlik sınavı değerlendirmelerinde ve akademik terfilerde ayrı eserler olarak sunmak,

**Haksız yazarlık:** Aktif katkısı olmayan kişileri yazarlar arasına dâhil etmek, aktif katkısı olan kişileri yazarlar arasına dâhil etmemek, yazar sıralamasını gerekçesiz ve uygun olmayan bir biçimde değerştirmek, aktif katkısı olanların isimlerini yayım sırasında veya sonraki baskılarda eserden çıkarmak, aktif katkısı olmadığı halde nüfuzunu kullanarak ismini yazarlar arasına dâhil ettirmek,

**Diğer etik ihlali türleri:** Destek alınarak yürütölen araştırmaların yayımlarında destek veren kişi, kurum veya kuruluşlar ile onların araştırmadaki katkılarını açık bir biçimde belirtmemek, insan ve hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalarda etik kurallara uymamak, yayımlarında hasta haklarına saygı göstermemek, hakem olarak incelemek üzere görevlendirildiği bir eserde yer alan bilgileri yayımlanmadan önce başkalarıyla paylaşmak, bilimsel araştırma için

sağlanan veya ayrılan kaynakları, mekânları, imkânları ve cihazları amaç dışı kullanmak, tamamen dayanaksız, yersiz ve kasıtlı etik ihlali suçlamasında bulunmak.

## **6. ÜCRETLENDİRME POLİTİKASI**

### **6.1. Açık Erişim (Open Access) Yayın Modeli Nedir?**

Günümüzde okuyucular bilimsel içerikli makalelere erişmek amacıyla ya abonelik için ya da bir makaleyi her indirdiklerinde bir ücret ödemek durumundadırlar. Dergi abonelik ücretlerinin artmasıyla birlikte, kütüphaneler daha az dergiye abone olabilir ve bu da okuyuculara sunulan makale çeşitlerini sınırlayabilir. Açık erişimli yayın modeli, ilgili tüm okuyucuların herhangi bir makaleyi abonelik olmadan görüntülemesine, indirmesine, yazdırmasına ve yeniden dağıtmasına izin verir; bu, bir yazarın çalışmasının çok daha fazla dağıtımını sağlayabilir. Açık erişim modeli ile bilim camiası ve ilgili paydaşlar dergilerde yayınlanan tüm içeriklere internette yayınlanır yayınlanmaz ücretsiz olarak anında erişebilmektedir.

### **6.2. Makale işlem ücreti (article processing charge; APC) nedir?**

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'nde (IJEASED); (e-ISSN 2667-8764 ) dergisi açık erişim modeli kapsamında yayınlanmaktadır. Ancak, açık erişim yayıncılığı maliyetsiz değildir. Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'nde (IJEASED) çevrimiçi abonelik veya makalelere erişim ücretlendirilmediğinden editöryal ve yayım maliyetlerini karşılanması için, hakem değerlendirmesinden sonra yayımlanmak üzere kabul edilen makalelerden "Makale işlem Ücreti" (article processing charge; APC) talep edilmektedir. Bu ücret, bir makaleyi bitmiş bir makaleye dönüştürme maliyetlerini ve bir makaleyi barındırma, dağıtma, tanıtma, dizgi, düzenleme ve görevli personel maliyetlerini kapsar. Bu nedenle hakem değerlendirmesinden sonra 2022 yılının Temmuz 4 (1) sayısından itibaren yayımlanmak üzere kabul edilen makalelerden "Makale işlem Ücreti" (article processing charge; APC) alınacaktır.

### **6.3. Makale işlem ücreti (article processing charge; APC) süreç açıklaması**

Bir makale gönderildiğinde, makalenin kalite kontrolleri, hakem değerlendirmesi, mizanpaj ve tanıtımının zamanında ve yüksek standartta yapılmasını sağlamak için birçok farklı editöryal süreçten geçmektedir.

#### **Bu süreçler şunları içerir:**

- Editöryal Tarama - ilk teknik ve etik kontrolleri yapan kişi
- Editöryal İşlemler - derginin editörlerinin inceleme sürecini yönetmesine yardımcı olan
- Makale Mizanpajı - makaleyi profesyonel bir dizgi makalesine dönüştürenler
- Makale Düzeltme - yazarları ve editörleri destekleyen düzeltme sürecini koordine eden
- Editöryal Kalite Güvencesi - makalenin ve inceleme sürecinin derginin yönergelerine ve politikalarına uygun olduğundan emin olmak için son bir kontrol yapan kişi

- Dergi Geliştirme - yazarlarımızı, editörlerimizi ve hakemlerimizi destekleyen, derginin mümkün olduğunca geniş bir şekilde indekslenmesini ve yayınlanan makalelerin hak ettikleri ilgiyi görmesini sağlar.

**Makale İşlem Ücreti: 400.00 TL**

## **7. MAKALE GERİ ÇEKME POLİTİKASI**

**Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi (IJEASED)** yayım politikaları gereği, bir çalışma veya makalenin geri çekilmesi aşamasında yazar(lar)a ve yayım kuruluna düşen görev ve sorumluluklar aşağıda verilmiştir.

### **Yazarlar**

Yazar(lar)ın yayımlanmış, erken görünüm veya değerlendirme aşamasındaki **çalışmasıyla ilgili bir yanlış ya da hatayı fark etmesi durumunda**, geri çekme işlemlerinde dergi editörüyle işbirliği yapma yükümlülüğü bulunmaktadır. Değerlendirme aşamasındaki çalışmasını geri çekme talebinde bulunmak isteyen yazar(lar), **Makale Geri Çekme Formu- Article Withdrawal Form**'nu doldurarak her bir yazarın ıslak imzası ile imzalanmış ve taratılmış halini **Dergi Baş Editörü'ne [muh.semihtaskaya@gmail.com](mailto:muh.semihtaskaya@gmail.com)** adresi üzerinden e-posta aracılığıyla yayım kuruluna iletmekle yükümlüdür. Yayım Kurulu geri çekme bildirimini inceleyerek en geç 15 gün içerisinde dönüş sağlar. Yayım kurulu tarafından telif hakları **Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım (IJEASED) Dergisi'ne** gönderim aşamasında devredilmiş çalışmaların geri çekme isteği onaylanmadıkça yazarlar çalışmasını başka bir dergiye değerlendirme için gönderemezler.

### **Önemli Not:**

Yazar(lar) çalışmasıyla ilgili haklı bir gerekçe sunmadığı, değerlendirme görevinde bulunan hakemlerimizde kararlarıyla, keyfi sebeplere bağlı yazar(lar)ın isteğine göre makale geri çekme talebi bulunursa, Editör ve Yayın Kurulumuz **kesinlikle bu talebi kabul etmeyecektir**. Ayrıca dergi editörlük ve yayım kurulu yönetimini, hakemlerin değerlendirmelerini, dergi zamanını meşgul etme ve emeğe saygısızlık olarak nitelendirilecek; dergimize bu kasıtlı talepte bulunanlar yazar(lar)ın **2 yıl boyunca** dergimizden **men ettirileceği ve çalışma gönderemeyeceği** bilgilerine sunulacaktır.

### **Editörler**

**Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi (IJEASED)** yayım kurulu; yayınlanmış, erken görünümdeki veya değerlendirme aşamasındaki bir çalışmaya ilişkin telif hakkı ve intihal şüphesi oluşması durumunda çalışmayı ilişkin bir soruşturma başlatma yükümlülüğü taşır. Yayım kurulu yapılan soruşturma sonucunda değerlendirme aşamasındaki çalışmada telif hakkı ve intihal yapıldığını tespit etmesi durumunda çalışmayı değerlendirmeden geri çeker ve tespit edilen durumları detaylı bir şekilde kaynak göstererek yazarlara iade eder. Yayım kurulu, yayımlanmış veya erken görünümdeki bir çalışmada telif hakkı ihlali ve intihal yapıldığını tespit etmesi durumunda, en geç 15 gün içerisinde aşağıdaki geri çekme ve bildiri işlemlerini gerçekleştirir. Etik ihlali tespit edilen çalışmanın;

1. Elektronik gösterimdeki başlığının başına **“Geri Çekildi:”** ibaresi eklenir.

2. Elektronik gösterimdeki *Öz* ve *Tam Metin* içerikleri yerine çalışmanın geri çekilme gerekçeleri, detaylı kanıt kaynakları varsa yazar(lar)ın bağlı olduğu kurum ve kuruluşların konu hakkındaki bildirimleri ile birlikte yayınlanır.

3. Dergi web sitesinin ana sayfasından geri çekme bildirimini ilan edilir.

4. Geri çekme tarihinden itibaren ilk yayınlanacak sayının elektronik ve basılı kopyasının içindekiler listesine “**Geri Çekildi: Çalışma Başlığı**” şeklinde eklenir, birinci sayfasından başlamak koşuluyla geri çekme nedenleri ve buna kaynak gösterilen orijinal alıntıları kamuoyu ve araştırmacılarla paylaşılır.

5. Yazar(lar)ın bağlı olduğu kuruluş(lar)a yukarıdaki geri çekme bildirimleri iletilir.

6. Yukarıda sıralanan geri çekme bildirimleri Derginin dizinlendiği kurum ve kuruluşlar ile Milli Kütüphane Başkanlığı'na izin sistemleri ve kataloglara kaydedilmesi için iletilir.

Ayrıca yayım kurulu etik ihlalde bulunan çalışma yazar(lar)ının daha önce yayınlanmış çalışmalarının yayım evlerine veya yayım kurullarına, yayımlanan çalışmaların geçerlik ve güvenilirliğini güvence altına almalarını veya geri çekmelerini önerebilir.

## 8. MAKALE TÜRLERİ

**Dergide yayınlanan farklı yayın formatları ile ilgili bilgiler ve yazı türlerine göre yazarların dikkat etmeleri gereken hususlar şu şekildedir:**

- **Araştırma Makaleleri:** Türkçe Başlık, İngilizce Başlık, Yazarlar, Adresler, Türkçe Öz, Türkçe Anahtar Kelimeler, İngilizce Öz, İngilizce Anahtar Kelimeler, Giriş, Amaç, Gereç ve Yöntem, Bulgular, Tartışma ve Sonuçlar, gerekli ise Etik konular, Katkı Belirtme ve Teşekkür, Kaynaklar, Şekil ve Tablolarla ilgili açıklamalar içermelidir. Makale konunun uzmanları tarafından tekrarlanabilecek şekilde yeterli bilgiyi içermelidir. **Bu tür makalelerde ana metin 3500-4000 kelime arası olmalı, kaynak sayısı 40’ı aşmamalıdır.**
- **Derlemeler:** Yazar(lar)ın uzmanlık alanında yapılmış eski araştırmaların derlenip eleştirel bir şekilde yorumlanıp ortaya yeni bir görüş ileri süren çalışmaları kapsmalıdır. Derlemeler, Türkçe Başlık, İngilizce Başlık, Yazarlar, Adresler, Türkçe Öz, Türkçe Anahtar Kelimeler, İngilizce Öz, İngilizce Anahtar Kelimeler, Giriş, Ana Bölümler, Alt Bölümler, Sonuç, Katkı Belirtme, Kaynaklar, Şekil ve Tablolarla ilgili açıklamalar içermelidir. **Ana metin en fazla 5000 kelime olup kaynak sayısında bir kısıtlama yoktur.**
- **Editöre Mektup:** Dergide yayınlanmış makaleler hakkında veya ilgili diğer konularda soru sormak, görüş bildirmek isteyenlerin yazıları bu türde değerlendirilir. Bu tür yazılarda kapsam ve etik kavramlar göz önünde bulundurulur. **Ana metin en fazla 1000 kelime olup kaynak sayısı 10’u geçmemelidir.**

## 9. MAKALENİN HAZIRLANMASI

### Makale Başlığı

Türkçe makaleler için hem Türkçe hem de İngilizce olarak makale konusuna uygun, amacı ve sonucu anlatan kısa ve yalın bir başlık olmalıdır. Makale başlığı koyu, ilk harfleri büyük ve ortalanarak 14 punto Times New Roman fontu ile yazılmalıdır. Türkçe makalelerde İngilizce başlık, İngilizce özetten önce verilmelidir.

### Yazar İsimleri ve Adresleri

İsimler kısaltılmadan soy isimler büyük harfle başlığın altına yan yana ortalanarak yazılır. Adreslerde kısaltma kullanılmamalıdır. Farklı adreslere sahip yazarlar için rakamlı üst indis kullanılmalıdır. İsimler Times New Roman 12 punto, düz; adresler ise Times New Roman 10 punto, düz olmalıdır. **İsimlerden önce Ünvan yazılmamalıdır.** Ayrıca sorumlu yazarın telefon ve e-posta adresi 10 punto Times New Roman fontunda Sorumlu Yazar kısmına yazılmalıdır.

### Özet

Bu Microsoft Word belgesi Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'ne gönderilecek olan makaleler için örnek olması amacıyla hazırlanmıştır. Dergimize gönderilmek üzere hazırlanan makalelerin bu şablona bağlı olarak hazırlanması makalenin düzenlenme, değerlendirilme ve yayımlanma aşamalarını hızlandıracaktır. Özet kısmında çalışmanın yenilikleri ve temel bulguları vurgulanmalıdır. Türkçe ve İngilizce özet kısımları Times New Roman yazı tipi ile yazılmalıdır ve 10 punto büyüklüğü seçilmelidir. Özet kısmının yazımında tek satır aralığı seçilmelidir. Makale özetinin en fazla 200 kelime olmasına dikkat edilmelidir. Türkçe ve İngilizce özetlerin 1 (bir) sayfayı geçmemesi önerilmektedir. Anahtar kelime sayısı en az 3 en fazla 6 olmalıdır.

### İngilizce Başlık

Makale başlığı koyu, ilk harfleri büyük ve ortalanarak 14 punto Times New Roman fontu ile yazılmalıdır.

### Abstract

Bu Microsoft Word belgesi Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisine gönderilecek makaleler için örnek olması amacıyla hazırlanmıştır. Dergimize gönderilmek üzere hazırlanan makalelerin bu şablona bağlı olarak hazırlanması makalenin düzenlenme, değerlendirilme ve yayımlanma aşamalarını hızlandıracaktır. Özet kısmında çalışmanın yenilikleri ve temel bulguları vurgulanmalıdır. Türkçe ve İngilizce özet kısımları Times New Roman yazı tipi ile yazılmalıdır ve 10 punto büyüklüğü seçilmelidir. Özet kısmının yazımında tek satır aralığı seçilmelidir. Makale özetinin en fazla 200 kelime civarında olmasına dikkat edilmelidir. Türkçe ve İngilizce özetlerin 1 (bir) sayfayı geçmemesi önerilmektedir. Anahtar kelime sayısı en az 3 en fazla 6 olmalıdır.



## 1. Giriş

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi tarafından 6 ayda bir (yılda iki kez) yayınlanan ulusal hakemli bir dergidir. Dergi, Fen Bilimleri Mühendislik ve Tasarım sahasında uluslararası düzeyde yapılan bilimsel çalışmaları bilim adamlarına, uzmanlara ve kamuoyuna duyurmayı amaçlar.

Ana metin, A4 kağıt boyutuna 2 cm kenar boşlukları ile 12 punto yazı büyüklüğünde Times New Roman yazı tipi ile 1,5 satır aralığı ve her iki yana yaslı şekilde yazılmalıdır. Ana bölüm başlıkları numaralandırılmalı, kelimelerin ilk harfleri büyük olmalı ve **koyu (bold)** karakterde yazılmalıdır. Ana bölüm başlığından sonra 1,5 satır aralıklı bir satır boşluk bırakılarak metne geçilmelidir. Başlıkla üst metin arasında da bir satır boşluk bırakılmalıdır. Paragraflar 1 cm içerden başlamalıdır. Paragraflar arasında boşluk bırakılmamalıdır.

Bu bölümde çalışmayla ilgili yeterli literatür taraması verilmeli, çalışmanın amaçları ve literatürdeki yeri vurgulanmalıdır. Detaylı literatür incelemesinden ve sonuçların özetinin verilmesinden kaçınılmalıdır.

## 2. Materyal ve Metot

Bu bölümde çalışmada kullanılan materyal ve metotlar detaylı ve açık bir şekilde anlatılmalıdır.

### 2.1. Alt Başlık

Ana başlıklar alt başlıklar içerebilir.

### 2.2. Şekiller, Tablolar ve Denklemler

Şekiller grafik, diyagram fotoğraf, resim, harita olabilir. Şekil yazısı şeklin alt kısmına yazılmalıdır. Hem şekil hem de şekil yazısı sayfaya ortalanmalıdır. Şekil yazılar okunaklı olmalıdır. Şekil ile üst metin arasında 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Şekil yazısı ile alt metin arasında da 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Şekil yazısı 11 punto olarak yazılmalıdır. Şekil yazılarına atıfta bulunulmalıdır.

Tablolar açık çerçeveli tercih edilebilir. Tablo yazısı tablonun üst kısmına yazılmalıdır. Hem tablo hem de tablo yazısı sayfanın soluna hizalanmalıdır. Tablo yazısı ile üst metin arasında 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Tablo ile alt metin arasında 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Tablo yazıları tercihen 11 punto ile ya da 10 punto ile yazılmalıdır ve tek satır aralığı seçilmelidir. Tablo yazılarına atıfta bulunulmalıdır.

Denklem ekleme ihtiyacı duyulduğunda denklemler sırasıyla 1'den başlanarak numaralandırılmalıdır. Denklem paragraftan başlanarak yazılır. Denklem numarası sağ kenara yerleştirilmelidir. Denklem ile metin arasında üstten ve alttan bir satır boşluk bırakılır. Denklemler resim formatında olmamalıdır. Word denklem düzenleyicisi tercih edilebilir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde çalışma sonucunda elde edilen bulgular verilmelidir. Elde edilen bulgular ile ilgili literatür çalışmaları yapılarak karşılaştırmalar yapılabilir.

#### 4. Sonuçlar ve neriler

Bu bölümde çalışmadan elde edilen sonuçlar verilmelidir. Okuyucular için öneriler ve görüşler belirtilebilir.

#### Teşekkür

Bu kısımda çalışmada yardımları ya da destekleri bulunan kişi veya kişilere ya da kurumlara teşekkür edilebilir.

#### Kaynaklar

Kaynaklar yazar soyadına göre dizini hazırlanmalıdır ve sayfanın sol kenar boşluğu hizasından başlanarak yazılmalıdır. Metin içindeki literatür açıklamaları soyadı ve tarih verilmek suretiyle (Soyadı, 2017), (Soyadı ve Soyadı, 2017) şeklinde düzenlenmelidir. İkidenden fazla yazar olması durumunda birinci yazardan sonra "ark." kısaltılması yapılmalıdır (Soyadı ve ark., 2017). Birden fazla kaynak belirtilmek istendiğinde bunlar noktalı virgl ile ayrılmalıdır (Soyadı, 2017; Soyadı ve Soyadı, 2017). Kaynaklar APA formatından esinlenerek hazırlanmıştır. Aşağıda rnek olabilecek kaynaklar verilmiştir.

#### Periyodik yayınlar:

Soyadı, A., Soyadı, B. B., ve Soyadı, C., (2017). Yayınlanan Makalenin Adı. *Makalenin Yayınlandığı Dergi Adı*, 7(1), 1-12.

Harlow, H. F. (1983). Fundamentals for preparing psychology journal articles. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 55, 893-896.

Kernis, M. H., Cornell, D. P., Sun, C. R., Berry, A., Harlow, T., and Bach, J. S. (1993). There's more to self-esteem than whether it is high or low: The importance of stability of self-esteem. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65, 1190-1204.

Scruton, R. (1996). The eclipse of listening. *The New Criterion*, 15(3), 5-13.

Henry, W. A., III. (1990, April 9). Making the grade in today's schools. *Time*, 135, 28-31.

Schultz, S. (2005, December 28). Calls made to strengthen state energy policies. *The Country Today*, pp. 1A, 2A.

Moller, G. (2002, August). Ripples versus rumbles [Letter to the editor]. *Scientific American*, 287(2), 12.

Baumeister, R. F. (1993). Exposing the self-knowledge myth [Review of the book *The self-knower: A hero under control*, by R. A. Wicklund and M. Eckert]. *Contemporary Psychology*, 38, 466-467.

Brownlie, D. (2007). Toward effective poster presentations: An annotated bibliography. *European Journal of Marketing*, 41, 1245-1283. doi:10.1108/03090560710821161

Wooldridge, M.B., and Shapka, J. (2012). Playing with technology: Mother-toddler interaction scores lower during play with electronic toys. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 33(5), 211-218. <http://dx.doi.org/10.1016/j.appdev.2012.05.005>

Kenneth, I. A. (2000). A Buddhist response to the nature of human rights. *Journal of Buddhist Ethics*, 8. Retrieved from <http://www.cac.psu.edu/jbe/twocont.html>

Smyth, A. M., Parker, A. L., and Pease, D. L. (2002). A study of enjoyment of peas. *Journal of Abnormal Eating*, 8(3), 120-125. Retrieved from

<http://www.articlehomepage.com/full/url/>

### **Kitaplar:**

Soyadı, A. A., (2017). *Kitap adı*. Kitabın basıldığı yer: Yayınevi.

Mayer, D. (2010). *Essential evidence-based medicine* (2nd ed.). Cambridge, England: Cambridge University Press.

Glasgow, N. A., McNary, S. J., and Hicks, C. D. (2006). *What successful teachers do in diverse classrooms*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Calfee, R. C., and Valencia, R. R. (1991). *APA guide to preparing manuscripts for journal publication*. Washington, DC: American Psychological Association.

Duncan, G. J., and Brooks-Gunn, J. (Eds.). (1997). *Consequences of growing up poor*. New York, NY: Russell Sage Foundation.

Plath, S. (2000). *The unabridged journals*. K. V. Kukil (Ed.). New York, NY: Anchor.

Laplace, P. S. (1951). *A philosophical essay on probabilities*. (F. W. Truscott and F. L. Emory, Trans.). New York, NY: Dover. (Original work published 1814)

Helfer, M. E., Kempe, R. S., and Krugman, R. D. (1997). *The battered child* (5th ed.). Chicago, IL: University of Chicago Press.

O'Neil, J. M., and Egan, J. (1992). Men's and women's gender role journeys: A metaphor for healing, transition, and transformation. In B. R. Wainrib (Ed.), *Gender issues across the life cycle* (pp. 107-123). New York, NY: Springer.

Wiener, P. (Ed.). (1973). *Dictionary of the history of ideas* (Vols. 1-4). New York, NY: Scribner's.

### **Sempozyum, Kongre, Bildiri:**

Soyadı, A., Soyadı, B. B., ve Soyadı, C., (2017, Ay). Yayımlanan Bildirinin Adı. *Bildirinin Yayınlandığı Sempozyum, Kongre, Toplantı ya da Konferans Adı* (s. 1-12). Şehir: Varsa Üniversite veya Kuruluş.

Schnase, J. L., and Cunnius, E. L. (Eds.). (1995). *Proceedings from CSCL '95: The First International Conference on Computer Support for Collaborative Learning*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Armstrong, D. B., Fogarty, G. J., and Dingsdag, D. (2007). Scales measuring characteristics of small business information systems. In W-G. Tan (Ed.), *Proceedings of Research, Relevance and Rigour: Coming of age: 18th Australasian Conference on Information Systems* (pp. 163-171). Toowoomba, Australia: University of Southern Queensland.

Green, D. B. and DeSilva, A. (2015, June). *The toxicity levels of household chemicals*. Paper presented at the National Symposium on Air Pollution, University of Southern California, California.

Taylor, J. A. (2006, November). *Assessment: a tool for development and engagement in the first year of university study*. Paper presented at the Engaging Students: 9th Pacific Rim in Higher Education (FYHE) Conference, Griffith, Australia. Retrieved from [http://www.fyhe.com.au/past\\_papers/2006/Papers/Taylor.pdf](http://www.fyhe.com.au/past_papers/2006/Papers/Taylor.pdf)

#### **Tez:**

Soyadı, A. A., (2017). *Yüksek Lisans veya Doktora Tezinin Adı*. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.

Yoshida, Y. (2001). *Essays in urban transportation*. Dissertation Abstracts International, 62, 7741A.

Considine, M. (1986). *Australian insurance politics in the 1970s: Two case studies*. (Unpublished doctoral dissertation). University of Melbourne, Melbourne, Australia.

Kassover, A. (1987). *Treatment of abusive males: Voluntary vs. court-mandated referrals* (Unpublished doctoral dissertation). Nova University, Fort Lauderdale, FL.

Biswas, S. (2008). *Dopamine D3 receptor: A neuroprotective treatment target in Parkinson's disease*. Retrieved from ProQuest Digital Dissertations. (AAT 3295214)

Cooley, T. (2009). *Design, development, and implementation of a Wireless Local Area Network (WLAN): The Hartford Job Corps Academy case study* (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 3344745)

Adams, R. J. (1973). *Building a foundation for evaluation of instruction in higher education and continuing education* (Doctoral dissertation). Retrieved from <http://www.ohiolink.edu/etd/>

#### **Diğer Kaynaklar:**

Bergmann, P. G. (1993). Relativity. In *The New Encyclopedia Britannica*. (Vol. 26, pp. 501-508). Chicago, IL: Encyclopedia Britannica.

Bernstein, M. (2002). 10 tips on writing the living Web. A List Apart: For People Who Make Websites, 149. Retrieved from <http://www.alistapart.com/articles/writeliving>

Hallam, A. Duality in consumer theory [PDF document]. Retrieved from Lecture Notes Online Web site: <http://www.econ.iastate.edu/classes/econ501/Hallam/index.html>

URL-1: <http://www.giresun.edu.tr>, (Erişim Tarihi: 22 Mart 2017).

## 10. İNTİHAL DENETİMİ POLİTİKASI

**Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi (IJEASED)** yayın etiği gereği "**Kör Hakemlik Değerlendirme Süreci**"nden geçmiş her çalışmanın bütünlüğünü korumak adına intihal denetiminden geçirilmesini zorunlu kılar. Bu kapsamda her çalışmanın Türkçe ve İngilizce nüshaları yayın kurulunun uygun bulduğu bir firma tarafından intihal denetiminden geçirilir. Denetim kapsamında oluşan maddi sorumlulular yazar(lar)a aittir.

İntihal denetimi **Turnitin, İntihal.net ve iThenticate** yazılımları aracılığıyla gerçekleştirilir. Her çalışmanın yazılımlar aracılığıyla ortaya çıkan eşleşmeleri derinlemesine incelenerek gönderme ve atıfı doğru olan eşleşmeler ayıklanır. Ayıklama sonucunda kalan eşleşmeler incelenerek hatalar tespit edilir ve yayın kurulu için raporlaştırılır. Yayın kurulu her çalışmanın intihal denetim raporu ışığında çalışma hakkında nihai kararını verir. Raporla yer alan hataların yazarlar tarafından düzeltilmesi istenebilir veya çalışma yazarlara iade edilebilir, "**Red**" kararı verilebilir.

## 11. SORUMLULUK REDDİ

**IJEASED – ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM DERGİSİ** kapsamında yayınlanan bütün eserlerin "**Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi**" hükümlerine ve ilgili mevzuata uygunluğu **tamamen yazarın sorumluluğundadır.** Söz konusu yönetmeliğin bütün hükümleri saklı kalmak üzere özellikle:

- Aktif katkısı olan kişileri yazarlar arasına dahil etmemek,
- Destek alınarak yürütülen araştırmalar sonucu yapılan yayınlarda destek veren kişi, kurum veya kuruluşlar ile bunların katkılarını belirtmemek
- Etiğe aykırı eylemlerin gerçekleşmesi halinde asıl müellif, zarar gören veya hakları olumsuz etkilenen kişi ve kuruluşların rıza göstermesi ilgililerin sorumluluğunu ortadan kaldırmaz.

hususlarının etik ihlali teşkil etmesi nedeniyle yazarlar lisansüstü tezlerinden yaptıkları yayınlarda, tez çalışmasının yapıldığı kurum ve tez danışmanının bilgilerine eser künyesinde yer vermek zorundadır.

**“Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi”** ve ilgili mevzuatın hükümlerinin ihlalinden doğabilecek bütün yasal yükümlülükler **tamamen yazarlara aittir.**



**IJEASED**

**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM  
DERGİSİ / INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

**ISSN: 2667-8764**

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi  
15 (Aralık 2022)

**ISSN: 2667-8764**

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

**Sayı / Issue: 2**

**Cilt / Volume: 4**

**Aralık / December 2022**

---

**İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS**

---

|  |                |
|--|----------------|
| <b>ÖZBEK, M., ALBAYRAK ÇEPER, B.;</b> Bir Turboprop Motorda Kirlenmenin ve Yıkama Yöntemlerinin Deneysel İncelenmesi / <i>Experimental Investigation of Contamination and Washing Methods in a Turboprop Engine</i> .....                      | <b>77-92</b>   |
| <b>ATAY, M., AVAN, M., KARAAT, Ş.;</b> Ticari Tohumluk Patates Yumrularında Görülen Bazı Fungal Etmenlerin Yaygınlıklarının Belirlenmesi / <i>Determination of the Prevalence of Some Fungal Agents in Commercial Seed Potato Tubers</i> ..... | <b>93-103</b>  |
| <b>KIZILELMA, B., BİLİCİ, Z.;</b> Kâğıt Tabanlı Mikro Akışkan Kolorimetrik Sensör Sistemleri / <i>Paper Based Microfluidic Colorimetric Sensor Systems</i> .....   | <b>104-117</b> |
| <b>AKKAŞ, M., ELFGHI, A.M.A.;</b> TiB <sub>2</sub> Parçacık Takviyeli AlCuMg Kompozitlerin Üretilirliğinin Araştırılması / <i>Investigation of Manufacturability of TiB<sub>2</sub> Particle Reinforced AlCuMg Composites</i> .....            | <b>118-128</b> |
| <b>ELYASI, S., YAMAÇLI, R.;</b> Mimarlık ve İklim İlişkisi perspektifinde (İran) Yezd ve Masule Şehirleri Örneği / <i>The Relationship Between Architecture and Climate: The Case of the Cities of Yezd and Masule (Iran)</i> .....            | <b>129-140</b> |