

ISSN : 2667-8764

# IJEASED

ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN  
MÜHENDİSLİK VE TASARIM DERGİSİ

IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN  
ANATOLIA SCIENCE ENGINEERING AND  
DESIGN

YIL/YEAR : 2020 CİLT/VOLUME : 2 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 2020)**

**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 2020)**

<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: 2**

**Aralık / December 2020**

**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**

---

*PhD / Malz. Yük. Müh. / Materials Eng. MSc Semih Taşkaya, Fırat University, TR*

---

**Baş Editör / Lead Editor**

---

*PhD / Malz. Yük. Müh. / Materials Eng. MSc Semih Taşkaya, Fırat University, TR*

---

**Uluslararası Editör / International Editor**

---

*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*  
*PhD. 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. 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*  
*PhD. Fulya ERDEMİR, Gazi University, TR*  
*PhD. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN*

---

**Editör Yardımcısı / Associate Editor**

---

*PhD / Malz. Yük. Müh. / Materials Eng. MSc Semih Taşkaya, Fırat University, TR*

---

**Editör Kurulu / Editorial Board**

---

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. Muzaffer AŞKIN, Munzur University, TR  
Prof. Dr. / Professor Dr. Mustafa DÖRÜCÜ, 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. Arzu ERENER, Kocaeli University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Özlem EMİR ÇOBAN, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mehmet Zülfü ÇOBAN, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ali Kaya GÜR, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ayhan ORHAN, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Cihat AYDIN, Mersin University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Arzu ERENER, Kocaeli 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. Çetin ÖZAY, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Murat Yavuz SOLMAZ, 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. Vedat Veli ÇAY, Dicle University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Yahya Hışman ÇELİK, Batman University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Levent Cenk KUMRUOĞLU, Cumhuriyet 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. Mustafa SALTI, Mersin University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Oktay AYDOĞDU, Mersin University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Murat DAL, Munzur University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Hacı Mehmet BAŞKONUŞ, Harran University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Bilgin ZENGİN, Munzur University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ, Munzur University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Halil DİKBAŞ, Fırat University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Yakup SAY, Munzur 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. 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, Karabuk University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Mehmet AKKAŞ, Kastamonu 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  
PhD. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Esra TUĞRUL TUNÇ, Fırat University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Research Assist. Dr. Mustafa TUNÇ, Fırat University, TR  
Öğr. Gör. (PhD) / Instructor Sümeyye ERDEM, Karamanoğlu Mehmetbey University, TR  
Öğr. Gör. (PhD) / Instructor Kürşat KAYMAZ, Munzur University, TR  
Öğr. Gör. (PhD) / Instructor Murat YEŞİLKAYA, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR  
Öğr. Gör. / Instructor Selim TAŞKAYA, Artvin Coruh University, TR  
PhD / Malz. Yük. Müh. / Materials Eng. MSc Semih TAŞKAYA, Fırat University, TR  
Araş. Gör. (PhD) / Research Assist. (PhD) Mine DOĞAN, Fırat University, TR  
Öğr. Gör. / Instructor Elif Işılay ÜNLÜ, Fırat University, TR  
Öğr. Gör. / Instructor Umut SARAY, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR  
Makine Yük. Müh. (PhD) / Mechanical Eng. PhD Fulya ERDEMİR, Gazi University, TR  
Yüksek Mimar (PhD) / Architect MSc. Gülçin SÜT, Yıldız Technical University, TR  
Kimyager (PhD) / Chemist PhD Lutfiye SİRKA, Fırat University, TR  
Harita Yük. Müh. / Survey Eng. MSc Samet GÜL, Yıldız Technical University, TR  
Malz. Yük. Müh. / Materials Eng. MSc Tansu YEŞİLKAYA, Bülent Ecevit University, TR  
Harita Yük. Müh. / Survey Eng. MSc Neslişah ULUTAŞ, Selcuk University, TR



---

**Düzenleme (Mizanpaj) / Administrative Coordinator**

---

*PhD / Malz. Yük. Müh. / Materials Eng. MSc Semih TAŞKAYA, Fırat University, TR*

**Yayın Türü / Publication Type**

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

**Yayın Tarihi / Publication Date**

**15 / 12 / 2020**

*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 yayınlanmak üzere gönderilen yazılar yayınlansın veya yayınlanmasın 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 2020)

**ISSN: 2667-8764**

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

**Sayı / Issue: 2**

**Cilt / Volume: 2**

**Aralık / December 2020**

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

---

**Yayın ve Bilim Kurulu / Publication and Science 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. Muzaffer AŞKIN, Munzur University, TR  
Prof. Dr. / Professor Dr. Mustafa DÖRÜCÜ, 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. Arzu ERENER, Kocaeli University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Özlem EMİR ÇOBAN, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mehmet Zülfü ÇOBAN, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ali Kaya GÜR, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ayhan ORHAN, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Cihat AYDIN, Mersin University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Arzu ERENER, Kocaeli 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. Çetin ÖZAY, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Murat Yavuz SOLMAZ, 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. Vedat Veli ÇAY, Dicle University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Yahya Hışman ÇELİK, Batman University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Levent Cenk KUMRUOĞLU, Cumhuriyet 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. Mustafa SALTİ, Mersin University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Oktay AYDOĞDU, Mersin University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Murat DAL, Munzur University, TR

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Hacı Mehmet BAŞKONUŞ, Harran University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Bilgin ZENGİN, Munzur University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ, Munzur University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Halil DİKBAŞ, Fırat University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Yakup SAY, Munzur 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. 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, Karabuk University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Mehmet AKKAŞ, Kastamonu 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  
PhD. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Esra TUĞRUL TUNÇ, Fırat University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Research Assist. Dr. Mustafa TUNÇ, Fırat University, TR  
Öğr. Gör. (PhD) / Instructor Sümeyye ERDEM, Karamanoğlu Mehmetbey University, TR  
Öğr. Gör. (PhD) / Instructor Kürşat KAYMAZ, Munzur University, TR  
Öğr. Gör. (PhD) / Instructor Murat YEŞİLKAYA, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR  
Öğr. Gör. / Instructor Selim TAŞKAYA, Artvin Coruh University, TR  
PhD / Malz. Yük. Müh. / Materials Eng. MSc Semih TAŞKAYA, Fırat University, TR  
Araş. Gör. (PhD) / Research Assist. (PhD) Mine DOĞAN, Fırat University, TR  
Öğr. Gör. / Instructor Elif Işıluy ÜNLÜ, Fırat University, TR  
Öğr. Gör. / Instructor Umut SARAY, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR  
Makine Yük. Müh. (PhD) / Mechanical Eng. PhD Fulya ERDEMİR, Gazi University, TR  
Yüksek Mimar (PhD) / Architect MSc. Gülçin SÜT, Yıldız Technical University, TR  
Kimyager (PhD) / Chemist PhD Lutfiye SİRKA, Fırat University, TR  
Harita Yük. Müh. / Survey Eng. MSc Samet GÜL, Yıldız Technical University, TR  
Malz. Yük. Müh. / Materials Eng. MSc Tansu YEŞİLKAYA, Bülent Ecevit University, TR  
Harita Yük. Müh. / Survey Eng. 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 2020)

**ISSN: 2667-8764**

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

**Sayı / Issue: 2**

**Cilt / Volume: 2**

**Aralık / December 2020**

**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. Muzaffer AŞKIN, Munzur University, TR  
Prof. Dr. / Professor Dr. Mustafa DÖRÜCÜ, Fırat University, TR  
Prof. Dr. / Professor Dr. Mahmut DOĞAN, Erciyes University, TR  
Prof. Dr. / Professor Dr. Arzu ERENER, Kocaeli University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Özlem EMİR ÇOBAN, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mehmet Zülfü ÇOBAN, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ali Kaya GÜR, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ayhan ORHAN, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Cihat AYDIN, Mersin 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. Levent Cenk KUMRUOĞLU, Cumhuriyet University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mustafa SALTİ, Mersin University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Oktay AYDOĞDU, Mersin University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Murat DAL, Munzur University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Hacı Mehmet BAŞKONUŞ, Harran University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Bilgin ZENGİN, Munzur University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ, Munzur 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 İŞİKOĞLU, 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, Karabuk University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Mehmet AKKAŞ, Kastamonu 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  
PhD. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Esra TUĞRUL TUNÇ, Fırat University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Research Assist. Dr. Mustafa TUNÇ, Fırat University, TR  
Öğr. Gör. (PhD) / Instructor Sümeyye ERDEM, Karamanoğlu Mehmetbey University, TR  
Öğr. Gör. (PhD) / Instructor Kürşat KAYMAZ, Munzur University, TR  
Öğr. Gör. (PhD) / Instructor Murat YEŞİLKAYA, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR  
Öğr. Gör. / Instructor Selim TAŞKAYA, Artvin Coruh University, TR  
PhD / Malz. Yük. Müh. / Materials Eng. MSc Semih TAŞKAYA, Fırat University, TR  
Araş. Gör. (PhD) / Research Assist. (PhD) Mine DOĞAN, Fırat University, TR  
Öğr. Gör. / Instructor Elif Işıluy ÜNLÜ, Fırat University, TR  
Öğr. Gör. / Instructor Umut SARAY, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR  
Makine Yük. Müh. (PhD) / Mechanical Eng. PhD Fulya ERDEMİR, Gazi University, TR  
Yüksek Mimar (PhD) / Architect MSc. Gülçin SÜT, Yıldız Technical University, TR  
Kimyager (PhD) / Chemist PhD Lutfiye SİRKA, Fırat University, TR  
Harita Yük. Müh. / Survey Eng. MSc Samet GÜL, Yıldız Technical University, TR  
Malz. Yük. Müh. / Materials Eng. MSc Tansu YEŞİLKAYA, Bülent Ecevit University, TR  
Harita Yük. Müh. / Survey Eng. 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 2020)

**ISSN: 2667-8764**

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

## **Hakem Listesi / Reviewers List**

Dergimize yayınlanmak üzere gönderilmiş olan makaleleri titiz bir şekilde değerlendiren kıymetli hakem hocalarımıza, değerli katkılarından dolayı teşekkür eder, katkılarının devamını dileriz.

*We greatly appreciate the contributions made by the scientists, who worked as reviewers for International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design (IJEASED) and we expect their contributions to the following journal issues.*

**Sayı / Issue: 2**

**Cilt / Volume: 2**

**Aralık / December 2020**

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

---

### **Sayı Hakemleri / Referees Issue**

---

- Prof. Dr. Çiğdem POLATOĞLU, Yıldız Teknik University, TR
- Prof. Dr. Leman Figen GÜL, İstanbul Teknik University, TR
- Prof. Dr. Esin ÇEVİK, Yıldız Teknik University, TR
- Prof. Dr. Pinar DİNÇ KALAYCI, Gazi University, TR
- Prof. Dr. Neşe GURALLAR, Gazi University, TR
- Prof. Dr. Serap İNCAZ, Kırklareli University, TR
- Prof. Dr. Recep KOTAN, Atatürk University, TR
- Prof. Dr. Selma ÇELİKİYAY, Bartın University, TR
- Prof. Dr. Bilgin KAFTANOĞLU, Atılım University, TR
- Prof. Dr. İlker Bekir TOPÇU, Eskişehir Osmangazi University, TR
- Prof. Dr. Kaan MANİSA, Kütahya Dumlupınar University, TR
- Prof. Dr. Mehmet ERDOĞAN, Selçuk University, TR
- Prof. Dr. Kazım MAVİ, Hatay Mustafa Kemal University, TR
- Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Zeynep Yeşim İLERİSOY, Gazi University, TR
- Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Harun ÖZER, Ondokuz Mayıs University, TR
- Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Seda ÇALIŞIR HOVARDAOĞLU, Erciyes University, TR

- Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Kemal SAPLIOĞLU, Süleyman Demirel University, TR
- Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Atilla Gencer DEVECİOĞLU, Dicle University, TR
- Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Kemal ÖZKAN, Eskişehir Osmangazi University, TR
- Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Asena SOYLUK, Gazi University, TR
- Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Demet YILMAZ, Süleyman Demirel University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Buket ARIK, Pamukkale University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Sümeyye ÜSTÜNTAĞ, Erciyes University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Demet EROL, Gazi University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Emir ESİM, Erciyes University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Deniz ARSLAN BURAK, Istanbul Arel University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Tufan Öztürk, Istanbul Esenyurt University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Hasan ÜNVER, Eskişehir Osmangazi University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Zuhal ÖZÇETİN, Usak University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Nejla ÖZMEN, Düzce University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Gültekin KUVAT, Balıkesir University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Hakan KALKAN, Atılım University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Mümtaz MUTLUER, Necmettin Erbakan University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Şeyma ŞENGÜR, Ordu University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Emre PEŞMAN, Karadeniz Teknik University, TR
- Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Hüccet VURAL, Bingöl University, TR
- Arş. Gör. Dr. / Research Assist. Dr. Esra TUĞRUL TUNÇ, Fırat University, TR
- Arş. Gör. Dr. / Research Assist. Dr. Pelin YILMAZ SANCAR, Fırat University, TR
- Öğr. Gör. Dr. / Lecturer Dr. Can GÜNGÖR, Gazi University, TR
- Dr. Meltem AVAN, Ankara University, TR
- Dr. Filiz ÜNAL, Osmangazi University, TR
- Dr. Saeid FOROUGHİ, Selçuk University, TR
- Öğr. Gör. / Lecturer Sevtap TIRINK, Iğdir University, TR
- Arş. Gör. / Research Assist. Rabia İZOL, Harran 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 2020)

**ISSN: 2667-8764**

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

**Sayı / Issue: 2**

**Cilt / Volume: 2**

**Aralık / December 2020**

---

**İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS**

---

**Araştırma Makalesi / Research Article**

**Bilgisayar Mühendisliği / Computer Engineering**

- Erkan BAYRAM  
Ferhat BOZKURT
- Online Ödeme için Servis Odaklı Mimari Yaklaşımı Uygulaması: Atatürk Üniversitesi Bilgi Sistemi Örneği**
- An Application of Service Oriented Architecture Approach for Online Payment System: A Case of Information System of Atatürk University*
- 155

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

- Meltem AVAN  
Yakup Zekai  
KATIRCIOĞLU
- Bazı Fungisitlerin Şeker Pancarı Kök Çürüklüğü ve Çökerten Etmeni Rhizoctonia solani' ye Karşı Etkileri**
- The Effects of Some Fungicides against Rhizoctonia solani Causing Root Rot and Damping-off on Sugar Beet*
- 169

**Mekatronik Mühendisliği / Mechatronics Engineering**

- İbrahim  
KARAMAN  
Davut Erdem  
ŞAHİN
- Elektromekanik Yükle Tahrik Edilen Yumuşak Dielektrik Elastomerin Sıcaklık Karakterizasyonu**
- Temperature Characterization of Electromechanical Load Driven Soft Dielectric Elastomer*
- 190

**Derleme Makalesi / Review Article**

**Mimarlık / Architecture**

- Murat DAL  
Yasal ÖZDEMİR
- Dijital Çağda Neden Bir Kent Sürdürülebilir Akıllı Şehir Olmalıdır?**
- Why Should A City Be A Sustainable Smart City in The Digital Age?*
- 205

**Mühendislik, Ortak Disiplinler, Yeşil, Sürdürülebilir Bilim ve Teknoloji / Engineering, Multidisciplinary, Green, Sustainable Science and Technology**

- Özlem KORKUT  
Ezgi GEREZ
- Doğada Kendiliğinden Yetiştirebilen Bitkilerden Doğal Kauçuk Üretimi: Derleme**
- Natural Rubber Production from Plants Growing in Nature: Review*
- 216

**Araştırma Makalesi / Research Article**

**Bilgisayar Bilimleri, Yapay Zeka, Robotik (Elektrik ve Elektronik Mühendisliği) / Computer Science, Artificial Intelligence, Robotics (Electrical and Electronics Engineering)**

- Kaya TURGUT  
Burak KALECİ
- İç Ortamlarda Robot Konumlarının Anlamsal Sınıflandırılması için 2B Lazer Verisi ile PointNet++ Uygulaması**
- An Application of PointNet++ for Semantic Classification of Robot Locations via 2D Laser Data in Indoor Environments*
- 229

**Derleme Makalesi / Review Article**

**Gemi ve Yat Tasarımı (Denizcilik), Mimarlık ve Tasarım / Ship and Yacht Design (Marine), Architecture and Design**

- Uğursal DEMİR
- Use of Anti Rolling Gyro (ARG) Optimization Systems For Planing Boats**
- Kayıcı Tekneler İçin Yalpa Sönümleyici Cayro Sistemlerinin Kullanımı*
- 247

**Araştırma Makalesi / Research Article**

**Fen Bilimleri (Fizik) / Science (Physics)**

- Hüseyin ŞİRİN  
Abdullah Engin  
ÇALIK
- Yaşamın Farklı Alanlarında Mittag-Leffler Fonksiyonu**
- Mittag-Leffler Function in different areas of life*
- 262

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

- Meltem AVAN  
Yakup Zekai  
KATIRCIOĞLU
- Bazı Dayanıklı Şeker Pancarı Çeşitlerinin Rhizoctonia spp.'ye Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi**
- Determination of Reactions of Some Resistant Sugar Beet Varieties against Rhizoctonia spp.*
- 275

**Derleme Makalesi / Review Article**

**İnşaat Mühendisliği / Civil Engineering**

- Esin ACAR
- Doğu Karadeniz Bölgesindeki Hidroelektrik Santrallerin (HES) Kapasite Faktörlerinin Değerlendirilmesi**
- Determination Of The Capacity Factors Of Dam Hydroelectric Power Plants (HEPP) In Eastern Black Sea Region*
- 296

**Araştırma Makalesi / Research Article**

**Peyzaj Mimarlığı / Landscape Architecture**

- İpek KARAALİ  
Ebru ERSOY  
TONYALOĞLU  
Birsen KESGİN  
ATAK  
Engin NURLU
- Alan Kullanımı/Arazi Örtüsü Değişiminin Mekansal ve Zamansal Analizi: İzmir/Türkiye Örneği**  
*Analysis of Spatio-temporal Land Use/Land Cover Change: Case of Izmir, Turkey*
- 308

**Makina Mühendisliği / Mechanical Engineering**

- Batuhan ÖZAKIN  
Naci KURGAN
- DC04 Kalite Sac Malzemelere Temper Haddeme ile Pürüzlülük Transferinde Yağlayıcının Etkisinin İncelenmesi**  
*Investigation of the Effect of Lubricant on Roughness Transfer with Temper Rolling to DC04 Grade Sheet Materials*
- 325

**İnşaat Mühendisliği / Civil Engineering**

- Ayşe BİÇER
- Make Use of Volcanic Slag as Aggregate in the Production of Concrete**  
*Volkanik Cürufun Agregası olarak Beton Üretiminde Değerlendirilmesi*
- 337

**Ziraat, Bahçe Bitkileri / Agriculture, Garden Plants**

- Yasemin ÇELİK  
Burcu Begüm  
KENANOĞLU
- Priming Uygulamalarının Farklı Gelişim Dönemlerindeki Patlıcan Tohumlarının Canlılık ve Kalitesi Üzerine Etkisi**  
*The Effect of Priming Treatments on Vitality and Quality of Eggplant Seeds in Different Maturity Periods*
- 348

**İnşaat Mühendisliği / Civil Engineering**

- Ayşe BİÇER
- Çukurova Yöresi Yapı Taşlarının Fiziksel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma**  
*A Research on the Physical Properties of the Building Stones in Cukurova*
- 370

**Tekstil Mühendisliği / Textile Engineering**

- Ahmet ZEYBEK
- Ön ve Arka Manşon Çapı Farklılıklarının Karde Ring İplik Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi**  
*Effect of Differences in Front and Back Cots Diameter on Carded Ring Yarn Quality Parameters*
- 380

**Mimarlık / Architecture**

- Fulya GÖKŞEN  
İdil AYÇAM  
Cansu (GÜNER)  
BEKLER
- Sürdürülebilirliğin Mimarlık Yüksek Lisans Programı ile Bütünleştirilmesi: Yurt Dışı ve Türkiye Örneklerinin Karşılaştırmalı Analizi**  
*Integrating Sustainability with the Master of Architecture Program: Comparative Analysis of Foreign and Turkey Samples*
- 401



**Mimarlık / Architecture**

Sebile Merve ÖZTÜRK Hicran Hanım HALAÇ	<b>Mekansal Aidiyet ve Kültür Turizmi İlişkisi</b> <i>Spatial Belonging and Cultural Tourism Relationship</i>	<b>434</b>
---	--	------------



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

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 2(2), 155-168, 2020  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

Araştırma Makalesi / *Research Article*Doi: [10.47898/ijeased.710662](https://doi.org/10.47898/ijeased.710662)

## Online Ödeme için Servis Odaklı Mimari Yaklaşımı Uygulaması: Atatürk Üniversitesi Bilgi Sistemi Örneği

Erkan BAYRAM <sup>1</sup>, Ferhat BOZKURT <sup>2\*</sup><sup>1</sup> Atatürk Üniversitesi, Bilgisayar Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi, 25240, Yakutiye, Erzurum, Türkiye<sup>2</sup> Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 25240, Yakutiye, Erzurum, Türkiye.

Yazar Kimliği / <i>Author ID (ORCID Number)</i>	Makale Süreci / <i>Article Process</i>
*Sorumlu Yazar / <i>Corresponding author</i> : <a href="mailto:fbozkurt@atauni.edu.tr">fbozkurt@atauni.edu.tr</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0003-3686-6810">https://orcid.org/0000-0003-3686-6810</a> , E. Bayram  <a href="https://orcid.org/0000-0003-0088-5825">https://orcid.org/0000-0003-0088-5825</a> , F. Bozkurt	<b>Geliş Tarihi / <i>Received Date</i></b> : 28.03.2020 <b>Revizyon Tarihi / <i>Revision Date</i></b> : 27.06.2020 <b>Kabul Tarihi / <i>Accepted Date</i></b> : 30.07.2020 <b>Yayın Tarihi / <i>Published Date</i></b> : 15.12.2020
<b>Alıntı / <i>Cite</i></b> : Bayram, E., Bozkurt, F. (2020). Online Ödeme için Servis Odaklı Mimari Yaklaşımı Uygulaması: Atatürk Üniversitesi Bilgi Sistemi Örneği, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2(2), 155-168.	

### Özet

Servis odaklı mimari (SOA) hizmetlerden oluşur ve tipik olarak bir ağ üzerindeki diğer bileşenlere koordineli bir şekilde hizmet eder. SOA'nın temel yapı taşları servislerdir ve bu servisler birbirlerine gevşek bağlıdırlar. Farklı platformlar üzerinde yazılmış kurumsal uygulamaların birbirleriyle entegrasyonu sürecinde yaşanan maliyet, süre, hız gibi problemlere bu anlamda SOA çözümler sunmaktadır. SOA; bankacılık sistemleri, online ödeme sistemleri, üniversite bilgi sistemleri gibi esnekliğin, hızın ve güvenliğin çok önemli olduğu birçok sistemde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Atatürk Üniversitesi bilgi sistemi için SOA yaklaşımından yararlanılarak öğrenci ve personelden alınması gereken harç, materyal, kart vb. tüm ödemelerin alınmasını sağlayan bir servis mimarisi kurulmuştur. Ödemelerin banka şubeleri, ATM'ler, internet bankacılığı ile servis üzerinden gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Kişilerin bankalara, ATM'lere gitmeden çok kısa süreler içerisinde ödemelerini online yapabilmeleri ve yapılan ödemelerin ilgili sistemlere saniyeler içerisinde aktarılabilmesi zamandan tasarruf sağlamaktadır. WCF mimarisinin bu çalışmada kullanılmasıyla hız, performans, birlikte çalışılabilirlik gibi konularda avantajlar sağlandığı görülmüştür. Bu çalışma kapsamında, ders kayıt dönemleri gibi yılın belirli yoğun dönemlerinde servise gelen istek sayıları incelenmiştir. Buna göre günlük ortalama 10.000 ve yıllık olarak da yaklaşık olarak bir milyon isteğe servisin yanıt verebildiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde gelen istek ve işlem sayılarına bakarak, servis ile ders kayıt döneminde bir günde maksimum 50.000 işlemin gerçekleştirildiği kayıtlardan tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kurumsal Servis Yolu, Servis Odaklı Mimari, Online Ödeme Sistemi, Web Servisleri.

## ***An Application of Service Oriented Architecture Approach for Online Payment System: A Case of Information System of Atatürk University***

### ***Abstract***

*Service-oriented architecture (SOA) is composed of services and typically serves in a coordinated manner to other components over a network. The basic principles of SOA are the services and these are loosely coupled to each other. SOA provides solutions to problems (such as cost, time, and speed) in the integration process of enterprise applications that are coded on different platforms. SOA is utilized in many systems such as banking systems, online payment systems, university information systems, where flexibility, speed, and security are crucial. In this study, a service architecture is set up by using SOA approach for Atatürk University information system to receive all payments (such as tuition, material, and card fees) from students and staff. It is provided to make payments by service over bank, ATMs, internet banking. People will be able to pay online in a very short time without going to banks or ATMs. The ability to transfer payments to related systems in seconds saves time for us. It has been experienced that advantages such as speed, performance, interoperability are provided by using WCF architecture. Within the scope of this study, the number of requests to the service during certain peak periods of the year, such as course registration periods were examined. According to this, it has been verified that an average of 7,500 daily and approximately one million requests per year can respond. Similarly, by analyzing the number of requests and transactions, it has been detected from the logs that a maximum of 50.000 transactions was done in one day during the course registration period.*

**Keywords:** Enterprise Service Bus, Service Oriented Architecture, Online Payment System, Web Services.

### **1. Giriş**

Yakın geçmişte, Servis odaklı mimari (SOA), eski sistemlerin çoğunlukla değişmeden kalmasına ve hizmet şeklinde işlevsellik sağlmasına izin verdiği için çok popüler hale gelmiştir (Siddiqui ve Tyagi, 2016). Platform bağımsız olan SOA'nın yazılım bileşenlerinin yeniden kullanılabilir olması ve birlikte çalışabilirliği de desteklemesi oldukça önemlidir. Kamu kurumları ve özel şirketlerin yaşadığı büyük problemlerden birisi de hali hazırda kullandıkları eski uygulamalar ile farklı platformlar üzerinde yeni teknolojilerle geliştirilmiş uygulamaların konuşturulması zorluğudur. SOA farklı programlama dilleriyle geliştirilmiş uygulamaların entegrasyonunu kolayca gerçekleştirebildiği için bu problemlere çözümler sunmaktadır. SOA yardımıyla kurumların içlerinde yer alan iş süreçleri standart bir temele oturtulmuştur. Entegrasyon ve diğer süreçlerin hızlandırılmasıyla, süreçlerin daha yönetilebilir olması sağlanmıştır. SOA'nın esneklik ve gevşek bağlılık yetenekleri, kurumlara bir teknolojiyi bırakıp farklı yeni bir teknolojiye hızlı ve sorunsuzca geçme imkanı sunmaktadır. Geçiş süreçlerinin kolay ve kısa sürede tamamlanabilmesi nedeniyle var olan işleyişler etkilenmemektedir. Günümüzde insanlar için, özellikle de öğrenciler için zaman ve hız kavramı çok önemlidir. Kişiler için banka şubelerinde sıra beklemek, vergi ödemeleri için vergi dairelerine ya da ödeme merkezlerine gitmek büyük zaman kaybı olarak değerlendirilmektedir. Kamu ve özel kurumlar online ödemeler noktasında her ne kadar büyük mesafeler almış olsalar da insanların tüm ihtiyaçlarını online olarak karşılayabilecek seviyeye henüz ulaşamadıkları günlük hayatta gözlemlenmektedir.

Bu çalışmada, Atatürk Üniversitesi bilgi sistemi için SOA yaklaşımından yararlanılarak öğrenci ve personelden alınması gereken harç, materyal, kart vb. tüm ödemelerin alınmasını sağlayan bir servis mimarisi kurulmuştur. Ödemelerin banka şubeleri, ATM'ler, internet bankacılığı ile servis üzerinden gerçekleştirebilmesi sağlanmıştır. Bu çalışmanın ikinci kısmında diğer ilgili çalışmalardan, üçüncü kısımda kullanılan materyal ve metottan, dördüncü kısımda bulgular ve tartışma ve son bölümde ise sonuç ve önerilerden bahsedilmiştir.

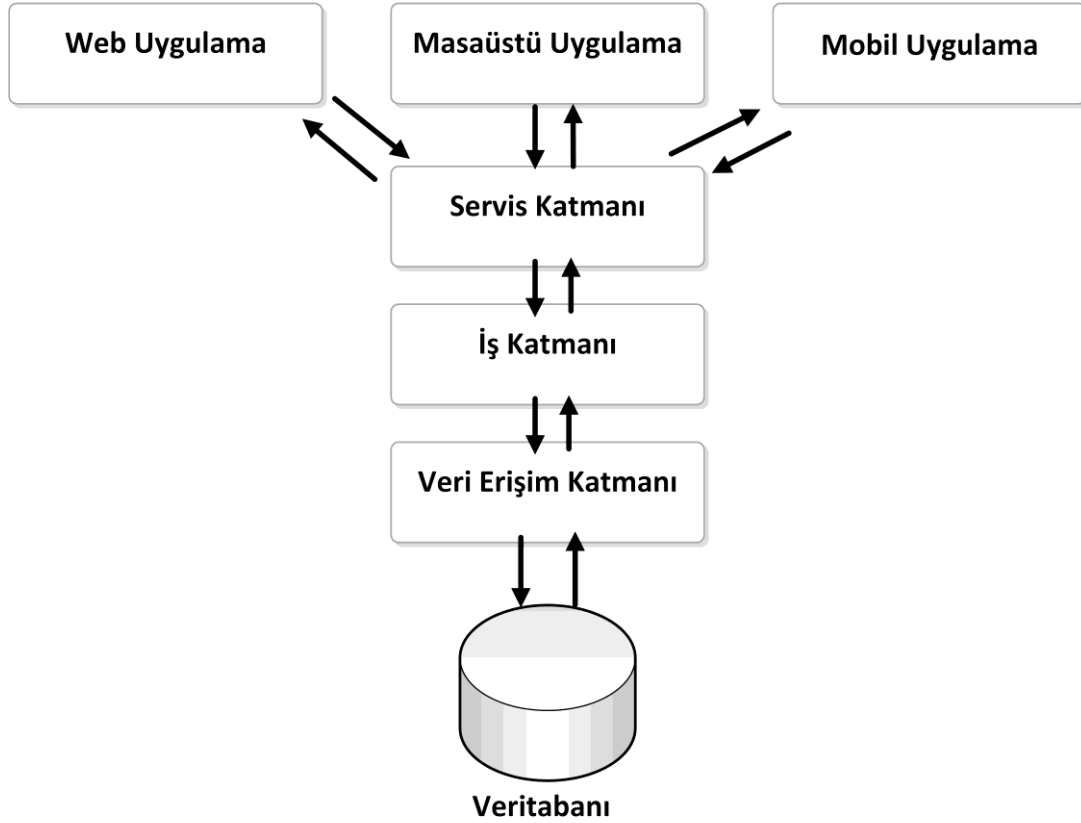
## **2. İlgili Çalışmalar**

SOA kullanımı, kuruluşların mevcut çeşitli ve heterojen altyapılarını bir dizi etkileşimli hizmeti yönetmelerine yardımcı olan bilgi teknolojisi çözümüdür (Papazoglou ve Van Den Heuvel, 2007). Dağıtık sistemler üzerinde yazılım geliştirmede ara yüzlerin çok olması problemiyle baş edebilmek için, SOA ümit verici bir teknolojidir (Dönmez ve ark., 2010). Servis Odaklı Mimari (SOA), herhangi bir uygulamanın yapı taşlarının, tüm bağımlı - bağımsız bileşenlerin diğer bileşenlere erişebileceği ve diğer bileşenlere hizmet sağlayabileceği şekilde düzenlenmesidir. SOA'nın temel amacı, bileşenler için gerekli hizmetlerin kullanılabilirliğini sürdürmek ve daha iyi verimlilik için esnek bir ortam sağlamaktır. Ayrıca, faaliyetlerin sürekli değerlendirilmesi yoluyla bir kurumsal uygulamanın olgunluğunu ölçme yeteneğine de sahiptir (Borse ve ark., 2019). Dongsu ve Doo-Kweon ( Dongsu ve Doo-Kweon, 2010) çalışmalarında, SOA'nın değişen ihtiyaçlara hızla cevap verebilmek için kurumsal çözümlerin toplanmasını, düzenlenmesini ve sürdürülmesini kolaylaştırdığını vurgulamaktadırlar. SOA kullanılan bir uygulamada yeniden kullanılabilirlik özelliği yüksektir. Oluşturulan her hizmet farklı projelerde bile yeniden kullanılabilir (Dongsu ve Doo-Kweon, 2010). Moghaddam ve arkadaşları (Moghaddam ve ark., 2017), iş mimarileri ile ilgili teknik ve teknolojik boşluğu belirlemek için araştırmalar yapmış ve yeni nesil işletmeler için yeni referans modelleri veya mimariler geliştirmeye yönelik öneriler sunmaktadır. Yazarlar, IIRA, RAMI4.0 gibi Endüstri 4.0 paradigmalarına ve mimarilerine, karakterizasyonlarına, sınırlamalarına ve esas olarak Modüler Hizmet Odaklı Mimariye yönelik evrime dayalı bir çalışma sunmaktadır. Curtis ve Eustis, (Curtis ve Eustis, 2009), WinterGreen-Research raporuna göre, 2015 yılına kadar SOA uygulamalarının piyasa değerinin 10,3 milyar USD seviyesine ulaşması beklenmektedir. Teo ve arkadaşları (Teo ve ark., 2010) çalışmalarında, SOA'nın kuruluşlar üzerindeki etkisini incelemeye ve mevcut Avustralya bilgi sistemi müfredatının, endüstrinin taleplerini karşılamak için yeterli olup olmadığını tartıştılar. Su ve arkadaşları (Su ve ark., 2007),

web servis teknolojilerini kullanan bir E-öğrenme sistemi geliştirdiler. Önerilen sistemin amacı, farklı yazılımlara sahip donanımlar ve bileşenler arasında birlikte çalışabilirliği sağlamaktır. Angad ve arkadaşları (Angad ve ark., 2005) çalışmalarında, web servis tabanlı E-öğrenme yaşam döngüsü ve hizmetlerini sunmuştur. Bu yaşam döngüsü, dijital bir varlık oluşturmadan öğrenim materyallerine erişilmesinden öğrenilmesine kadar hizmet sağlayıcı ve hizmet talep eden arasındaki etkileşimler için gereken tüm işlevleri açıklarlar. Casella ve arkadaşları (Casella ve ark., 2007), öğrenme sürecini uygun bir ara katman bileşeni ile izlemek adına E-öğrenme sistemi için web servis mimarisi önermiştir. Bu sistemin temel amacı istemci tarafındaki iş yükünü azaltmak ve HTML tabanlı iletişim şemasını uygulamaktır. Channabasavaiah ve arkadaşları (Channabasavaiah ve ark., 2003), Bieberstein ve arkadaşları (Bieberstein ve ark., 2005) ve Bayram (Bayram, 2016), bir kuruluştaki SOA dağıtımının çeviklik ve iş sürecinin iyileştirilmesi ve mevcut altyapının daha iyi kullanılması gibi faydalar sağlayacağını göstermişlerdir. Protokol bağımsızlığı; XML ve SOAP gibi açık standartlar ile farklı platformlar üzerinde farklı dillerde yazılmış uygulamalar arasında birlikte çalışabilirlik ile sağlanmıştır (Kart ve ark., 2008). Windows Communication Foundation (WCF), servis odaklı uygulamaları oluşturmak için bir yazılım iskeleti (framework) olarak tanımlanmaktadır (URL-1, 2010). SOA uygulamaları oluşturmak için birleşik programlama modeli olan WCF, dağıtık bir ortamda uygulamaların birbirleriyle iletişim kurmasını sağlayan Microsoft teknolojisidir. WCF katmanlı bir mimari sunarak dağıtık uygulama geliştirmenin birçok tipini desteklemektedir (Zhang ve Cheng, 2009).

Lan ve arkadaşları (Lan ve ark., 2015) IoT ((Internet of Things) ve çevre arasındaki etkileşime bakmaktadır. Bu mimari, bir IoT Tarayıcısı kullanarak nesnelerin keşfine ve arama yeteneğine izin verir, ancak bunları sıralamak için bir çözümü yoktur. Tarayıcı ayrıca kullanıcıların güncel olaylara göre istatistiklerini ve sensörlerin ve cihazların belirli bağlamlarını görüntülemelerine olanak tanımaktadır. Bu yaklaşım biçimseldir ve bazı kodlama ve algoritmaları göstermektedir. Ancak, bu araştırma ölçeklenebilirliği dikkate almamaktadır. Mohammadi ve Muhtar (Mohammadi ve Muhtar, 2018) çalışmalarında, Servis Odaklı Mimarinin (SOA) temel kavramlarını, yaklaşımlarını ve diğer geleneksel yaklaşımlarla karşılaştırmasını gözden geçirmiş ve servis iletişiminin SOA'da nasıl gerçekleştiğini anlatmıştır. Yazarlar ayrıca SOA'nın bir organizasyon içinde iş sürecine nasıl dahil edilebileceğini belirtmektedirler.





Şekil 1. Katmanlı Mimari ve Platformlar Arası Haberleşmenin Akış Diyagramı.

### 3. Materyal ve Metot

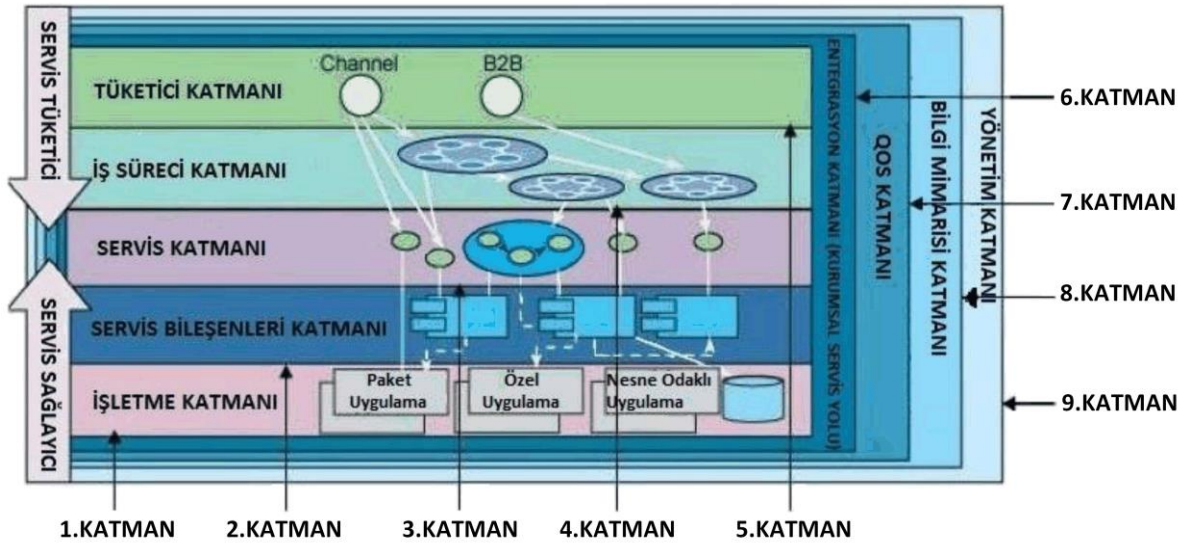
Bu bölümde, üniversite bilgi sistemleri için geliştirilen ödeme sistemi uygulamasının süreçlerinden bahsedilmiştir. Bu çalışma; WCF teknolojisiyle geliştirilmiş servis, veri tabanı, uygulama ara yüzü olmak üzere üç ana bileşenden oluşmaktadır. Şekil 1’de yöntemde uygulanan katmanlı mimari ve platformlar arası haberleşmenin akış diyagramı verilmiştir. Katmanlı mimari ve platformlar arası haberleşme sayesinde, farklı platformlar üzerinde yazılmış (mobil, web ve masaüstü gibi) kurumsal uygulamaların birbiriyle bütünleşik halde çalışması sağlanmıştır. Aynı zamanda, platformdan bağımsız olan SOA mimarisi ile yazılım bileşenlerinin yeniden kullanılabilirliği ve birlikte çalışabilirliği sağlanmıştır. Veri haberleşmesi noktasında kamu kurumları ve özel şirketler ile servis üzerinden standart bir yapı ile iletişim gerçekleştirilmiştir. Bu standart yapı ile çeşitli kurumların kendi kurumumuza geçiş süreçleri ve adaptasyonu kolaylıkla yapılabilmektedir.

İstemciler Şekil 1’de görüldüğü gibi, web, masaüstü, mobil uygulamalar ile servise ulaşarak ödeme işlemlerini gerçekleştirmek bu işlemler anlık olarak veri tabanına kaydedilmektedir. Bu

sayede, istemciler servisler üzerinden iş katmanı ve veri erişim katmanından geçerek üniversitemizin veri tabanına ulaşmakta, buradan sorgulamalar ya da işlemler gerçekleştirebilmektedirler. Çalışmanın bu bölümde uygulamada yararlanılan SOA katmanları hakkında genel bilgi verilmiş olup sonrasında WCF servisi, veri modeli ve örnek bir ara yüz uygulaması sunulmuştur.

### 3.1. SOA Mimarisi Katmanları

Uygulamada yararlanılan SOA katmanlarının genel mimarisi Şekil 2’de verilmiştir. Bu aşamada, her bir SOA katmanının görevi ve bu katmanlarda gerçekleştiren işlemler açıklanmaktadır.



Şekil 2. Servis Odaklı Mimari Katmanları (Flurry, 2007).

1. *İşletme Katmanı:* Uygulama yazılım sistemlerinin inşa edilmesi anlamına gelen işletme katmanının görevi BT işletim ortamında çalışan uygulamaları idare etmektir. Tek parça özel uygulamalar (J2EE, .NET), veri tabanları, işletim sistemleri gibi yazılım sistemleri bu katmana dahildir.
2. *Servis Bileşenleri Katmanı:* Servis kullanımı için yazılım bileşenlerini içermektedir. Web hizmetleri, iş akışları ve veri tabanı gibi tüm iş süreçlerini sunan servis bileşenleri mimarisi SOA'ya dayalı bir mimari olarak ortaya çıkmaktadır.

3. *Servis Katmanı*: SOA içerisinde yer alan tüm servislerin yer aldığı katmandır. Bu katmanda bulunan servislerin ortak özelliği ara yüzler aracılığıyla bir ağ üzerinden erişilebilirdir.
4. *İş Süreç Katmanı*: Bu katman bileşimler ve servislerin kareografilerinin tanımlanması için kullanılmaktadır. Servisler kareografi ile akış halinde paketlenmektedirler.
5. *Tüketici Katmanı*: Sunum katmanı olarak da adlandırılan bu katman uygulama işlemleri için bir ara yüz sağlamasının yanı sıra, BT fonksiyonlarını ve veriyi son kullanıcılara sunar.
6. *Entegrasyon Katmanı (Kurumsal Servis Yolu)*: Arabuluculuk, yönlendirme ve veri protokol dönümü yeteneklerine sahip olan bu katman servis tüketicilerinin servis sağlayıcılarını bulmasını ve servis etkinleştirilmesinin başlatılmasını sağlamaktadır. Referans mimarisi, gecikme, güvenlik ve bitişik katmanlar arasında servis kalitesi gibi gereksinimler bu katmanda uygulanmaktadır.
7. *QOS Katmanı (Quality of Servis Layer)*: Kullanılabilirlik, güvenlik, ölçeklenebilirlik ve güvenilirlik gibi fonksiyonel olmayan gereksinimler bu katman üzerinde yönetilmektedir.
8. *Bilgi Mimarisi ve İş Zekası Katmanı*: Veri madenciliği ve iş zekası için gerekli meta verilerin saklandığı bu katman SOA için bilgi ve verilerin doğru bir temsilini sağlamaktadır.
9. *Yönetim Katmanı*: Bu katman çeşitli işletmeler ve BT düzenleyici politikalar ve ihtiyaçları ile uyumlu verimli servislerin tasarlanıp uygulanmasını denetleyen bir framework sunmaktadır. Bu katmanda servislerin tüm yaşam döngüsünün doğru bir şekilde yönetimi sağlanmaktadır (Ali ve ark., 2007; Bayram, 2016).

### 3.2. WCF ile Geliştirilmiş Ödeme Servisi

Microsoft .Net Framework 4.0 ve sonrasında yer alan Windows Communication Foundation (WCF) teknolojisi tüm servislerin oluşturulmasında karşımıza çıkan zorlukları azaltmaktadır. WCF'nin tüm sürümleri, SOA'nın özelliklerinden olan servisler ile birlikte çalışabilirlik, kabul edilebilir performans, web uygulamalar için ihtiyaçları karşılamaktadır (Zhang ve Cheng, 2009). Dağıtık bir ortamda uygulamaların kendi aralarında iletişim kurmasını sağlayan ve katmanlı bir mimari sunarak dağıtık uygulama geliştirmenin birçok tipini destekleyen teknoloji olan WCF, SOA uygulamaları oluşturmak için birleşik bir programlama modeli sunmaktadır. Farklı platformlar üzerinde uygulama geliştiren geliştiricilere bütünlük, güvenli ve güvenilir işlem çözümleri sunup mevcut uygulamalarla birlikte çalışabilirlik imkanı sunmaktadır (Zhang ve Cheng, 2009; URL-1, 2010). Microsoft; XML Web servisleri, .Net Remoting, COM+, MSMQ gibi sistemleri dağıtık

uygulama geliştirebilmek için sunmuştur. Bu sistemlerin hepsinin yeteneklerine sahip olan WCF bu bağlamda tam bir SOA desteği sağlamaktadır (Zhang ve Cheng, 2009).

Bu çalışmada, servis içerisindeki modüller dört kategoride ele alınmıştır.

1. *Servis Metotları*: WCF ile oluşturulan ödeme servisinde Tablo 1’de yer alan aşağıdaki metotlar kullanılmaktadır.

2. *Entity Model*: Ödeme servisinin veri erişim katmanıdır. Veri tabanı ile iletişimi gerçekleştiren bu katman veri tabanına erişimi sağlamaktadır.

3. *Servis Yetki Kontrolü*: Servisin yetki kontrol kısmında bankaların doğru kullanıcı adı ve şifreyle gelip gelmediği kontrol edilmektedir.

4. *Servis Sınıfları*: Ödeme servisinde Tablo 2’deki sınıflar kullanılmaktadır.

**Tablo 1.** Ödeme Servisindeki Metotlar

Metod Adı	İşlevi
BorcSorgula()	Bankalardan, kredi kartı ödeme kısmından, servise borç sorgu için gelecek sorgularda kullanılmaktadır.
BorcOdeme()	Borç sorgulama yapıldıktan sonra ilgili borcun ödenmesi için BorcOdeme() metodu çağrılır.
IptalSorgu()	Alınan ödemenin herhangi bir nedenden dolayı iptal edilmek istenmesi durumunda bu metot çağrılır.
OdemeIptal()	İptal sorgu sonucunda ödeme iptal için olumlu cevap sonrası ödemenin iptali için bu metot çağrılır.
MutabakatOnay()	Bankalarla üniversite arasında toplam tahsilat sayısı, toplam tahsilat miktarı, iptal edilen ödeme sayısı ve miktarları gibi mutabakatın sağlanıp sağlanmadığı bilgisi için bu metot kullanılır.
MutabakatListe()	Mutabakat sağlanamaması durumunda mutabakat listesi için bu metot çağrılır.

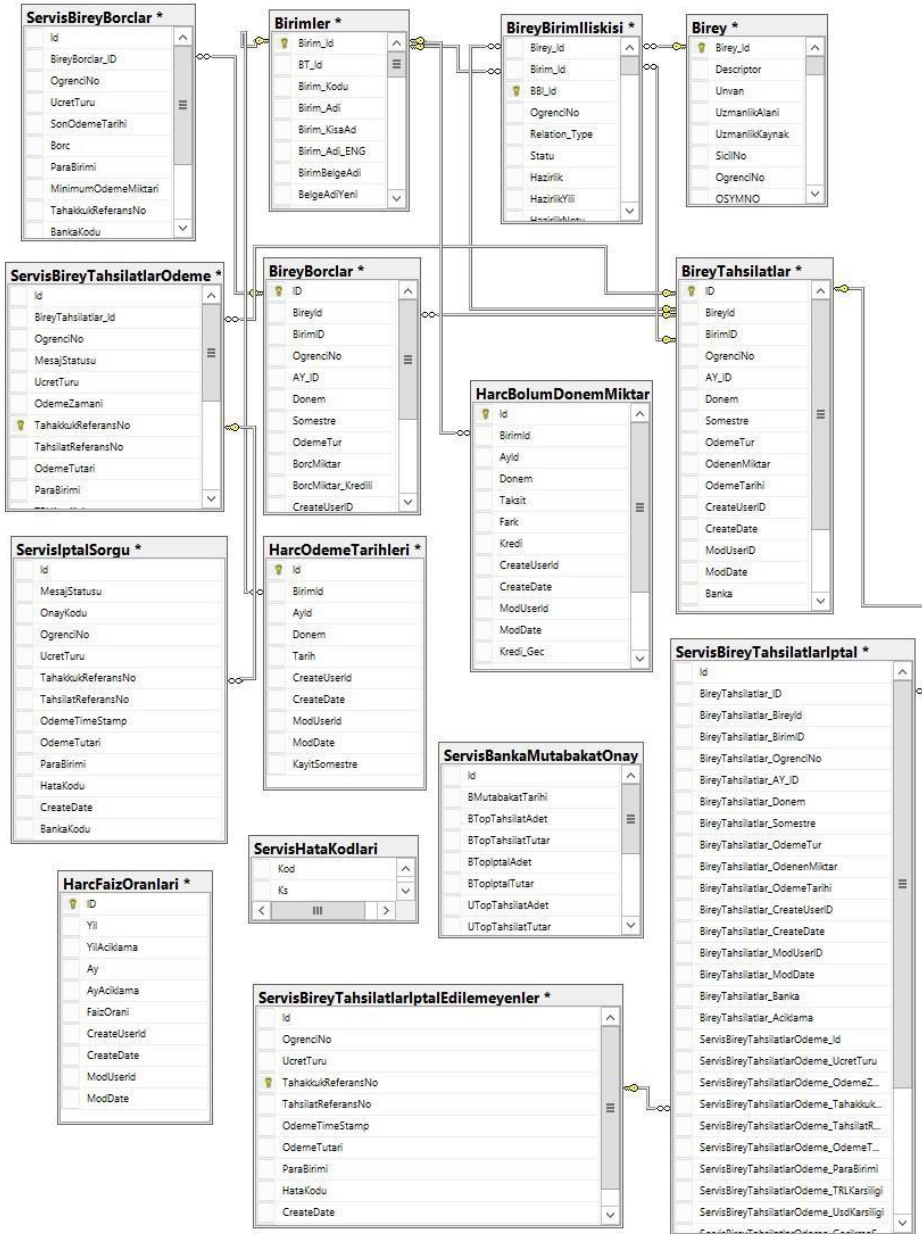
**Tablo 2.** Ödeme Servisindeki Sınıflar

Talep	Yanıt
ogrBorcTalep ()	ogrBorcYanit ()
OgrBorcOdemeTalep ()	OgrBorcOdemeYanit ()
OgrIptalSorguTalep ()	OgrOIptalSorguYanit ()
OgrOdemeIptalTalep ()	OgrOdemeIptalYanit ()
MutabakatOnayTalep ()	MutabakatOnayYanit ()
MutabakatListeTalep ()	MutabakatListeYanit ()

### 3.3. Veri Modeli

Veri modelinde tablolar ve saklı yordamlar yer almaktadır. Bu çalışmada daha performanslı olması nedeniyle borç hesabı, faiz hesabı vb. işlemlerin hepsi saklı yordamlara yaptırılmıştır.

Çalışma kapsamında veri tabanında, borç sorgu kayıt tarihçelerinin tutulduğu, ödemelerin kaydedildiği her biri ayrı amaçla kullanılan birçok tablo oluşturulmuştur. Şekil 3’de sistemde verilerin kaydedildiği ilişkisel veritabanı diyagramı verilmiştir.



Şekil 3. Veri Modeli İlişkisel Veritabanı Diyagramı (Bayram, 2016).

### 3.4. Uygulama Arayüzü

Ödeme işlemlerini gerçekleştiren her bankanın kendine özgü bir ara yüzü mevcuttur. İstemciler bu anlamda kendi web, masaüstü, mobil uygulamalarını geliştirerek servisten hizmet alımı yapmaktadırlar. Bu aşamada, ödeme servisinin herhangi bir bankadan ödeme alınmış gibi



test edilebilmesi amacıyla Şekil 4’deki gibi örnek bir Windows uygulaması geliştirilmiştir (Bayram, 2016). Uygulama üzerinden sorgulama, ödeme gerçekleştirme ve ödeme iptal işlemleri yapılabilmektedir.

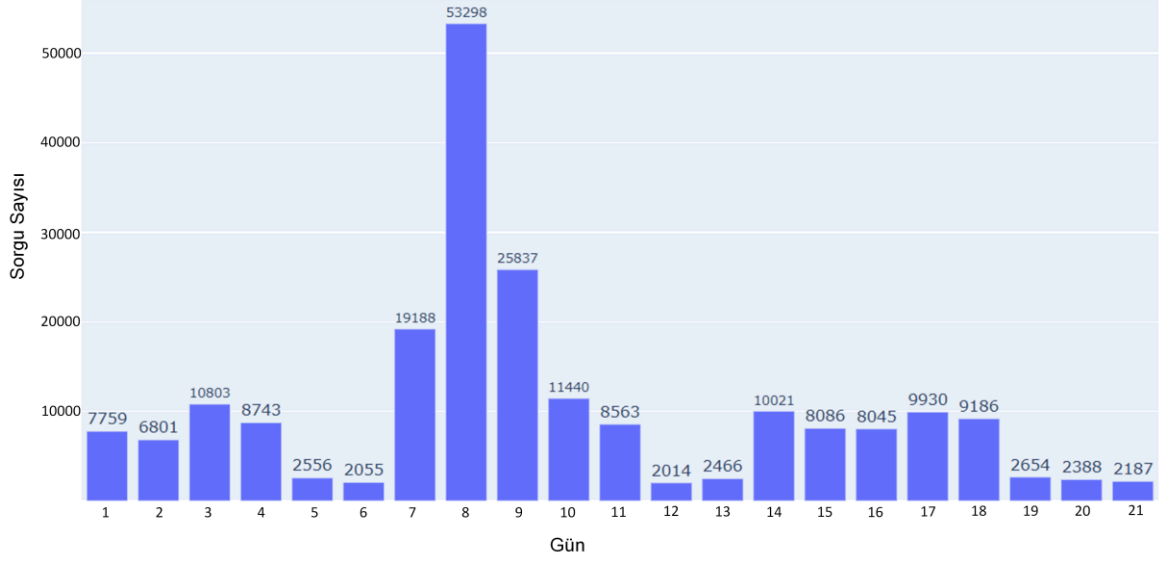
Ad	Soyad	ÖğrenciNo	Borç	SonÖdeme Tarihi	ParaBirimi	ÜcretTuru	MinumumÖdemeMtl	TahakkukReferans	BorçAcıklama
Erkan	BAYRAM	13040201010	145.83	20150930	TL	EG1	145.83	150103206648	Katkı Payı (2015 - 2016) - Güz
Erkan	BAYRAM	13040201010	134.61	20160315	TL	EG1	134.61	160203206647	Katkı Payı (2015 - 2016) - Bahar

Şekil 4. Borç Sorgulama /Ödeme Gerçekleştirme/Ödeme İptal İşlemleri için Örnek Masaüstü Uygulaması.

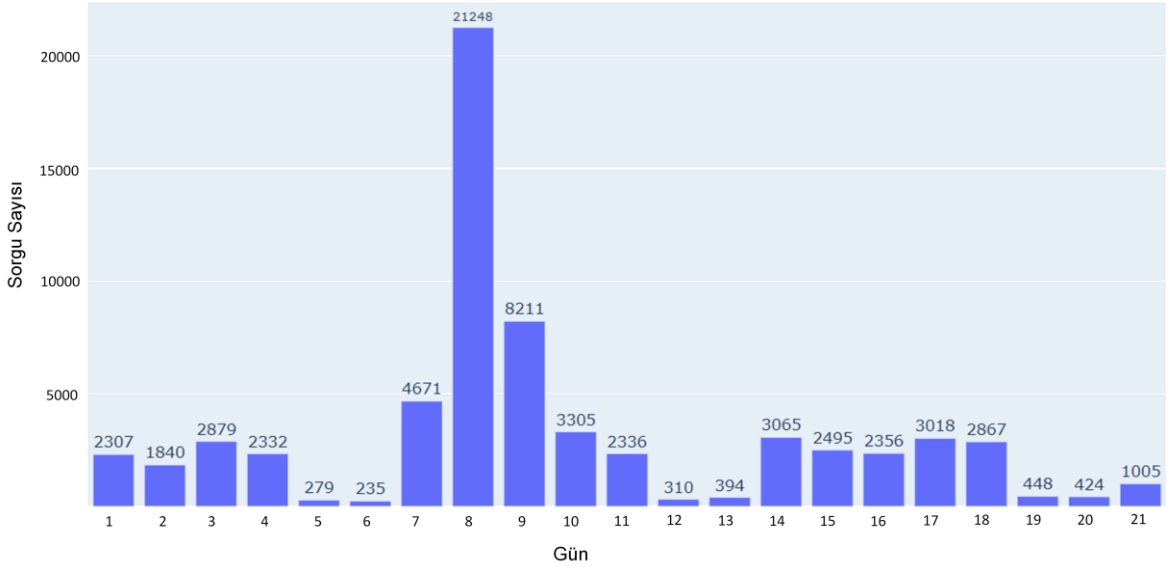
#### 4. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, Microsoft firması tarafından SOA yaklaşımına bir çözüm olarak ortaya çıkarılan WCF teknolojisi kullanılarak Atatürk Üniversitesi bilgi sistemi için bir ödeme servisi oluşturulmuştur. Servisin hizmete alınması ile oluşan kayıt verilerinden servisin kullanım sayılarına yönelik sonuçlar elde edilmiştir. SOA yaklaşımı için kullandığımız WCF servisinin belirli tarih aralıklarında bankalardan gelen borç sorgu isteklerine verdiği cevap sayısı Şekil 5’de görülmektedir. Şekil 5’ de görüldüğü üzere WCF servisi 21 günlük süreçte toplam 214020 borç sorguya cevap dönmüştür. Toplam borç sorgu sayısına göre 21 gündeki toplam sorgu sayısının

aritmetik ortalaması alındığında, bankalardan gelen isteklere günlük ortalama 10191 cevap verilmiştir.



Şekil 5. Üç Haftalık Süreçte Borç Sorguya Verilen Cevap Sayısı Grafiği.



Şekil 6. Üç Haftalık Süreçte Ödeme Sorguya Verilen Cevap Sayısı Grafiği.

2019 yılı Eylül ayı içerisinde yer alan üç haftalık süreçte ödeme sorgu isteklerine verilen cevap sayıları Şekil 6'da gösterilmektedir. Borç sorgu için sayısal veriler incelendiğinde, servisin en çok yedinci, sekizinci, dokuzuncu günlerde çağrıldığı ve gelen isteklere en çok cevap bu günlerde döndüğü görülmektedir. Bu aralıklarda ödeme servisinin banka şubeleri, internet bankacılığı ve

ATM'ler tarafından yoğun olarak çağrılmasının nedeni, öğrencilerin ders alma işlemlerinin bu tarihlerde yoğun olarak yapılmasıdır. Borçlu öğrencilerin ders alma yapabilmeleri için borç sorgu yapması bu tarihlerde servisin yoğunluğunun artmasına neden olmuştur.

Ödeme için servise gelen 2019 Eylül ayı üç haftalık istekler, Şekil 6'da gösterilmiştir. Bu sayısal veriler incelendiğinde 21 günlük süreçte ödeme için gelen isteklere servis 66025 cevap dönmüştür. WCF servisi aracılığıyla 21 günlük süreçte yaklaşık altmışaltı bin ödeme gerçekleştirilmiştir. Toplam ödeme sayısına göre 21 gündeki toplam ödeme sayısının aritmetik ortalaması alındığında, bankalardan gelen isteklere göre günlük ortalama 3144 ödeme gerçekleştirilmiştir. Yoğun ödeme isteği ve çok fazla sayıda olan borç sorgu isteğine servis kısa sürelerde cevap dönmüştür.

Literatürdeki benzer SOA yaklaşımlarını bu çalışma ile kıyasladığımızda Dongsu ve Doo-Kweon ( Dongsu ve Doo-Kweon, 2010) çalışmalarında SOA'nın yeniden kullanılabilirlik özelliğini, Su ve arkadaşları (Su ve ark., 2007) çalışmalarında farklı yazılımlara sahip donanımlar ve bileşenler arasında SOA'nın birlikte çalışılabilirliğini, Channabasavaiah ve arkadaşları (Channabasavaiah ve ark., 2003), Bieberstein ve arkadaşları (Bieberstein ve ark., 2005) bir kuruluştaki SOA dağıtımının çeviklik ve iş sürecinin iyileştirilmesi özelliklerini vurgulamışlardır. Bu çalışmada ise, SOA'nın yeniden kullanılabilirlik, birlikte çalışılabilirlik, çeviklik ve iş sürecinin iyileştirilmesi özelliklerinin tamamından yararlanılmış olup, istenirse uygulama farklı üniversitelerin, özel ya da kamu gibi farklı kurumların platformlarında kolaylıkla çalıştırılabilecektir.

## 5. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışma ile Atatürk Üniversitesi'nde öğrenci katkı payı, materyal ve kart ücreti gibi ödemelerin çok kısa süre zarfında banka şubeleri, ATM'ler ve internet bankacılığında servisle alınması sağlanmıştır. SOA yaklaşımıyla geliştirilen bu çalışma sayesinde daha önceden üniversite ile bankalar arasında offline olan veri transferi online hale getirilerek hatalı veri gönderip alma durumları ortadan kaldırılmıştır. Bu çalışmada WCF servisinin kullanılmasıyla hız, performans, birlikte çalışılabilirlik gibi konularda avantajlar sağlandığı gözlemlenmiştir. Bu çalışma kapsamında, ders kayıt dönemleri gibi yılın belirli yoğun dönemlerinde servise gelen istek sayıları incelenmiştir. Buna göre günlük ortalama 10.000 ve yıllık olarak da yaklaşık olarak bir milyon isteğe servisin yanıt verebildiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde gelen istek ve işlem sayılarına

bakarak, servis ile ders kayıt döneminde bir günde maksimum 50.000 işlemin gerçekleştiği kayıtlardan tespit edilmiştir.

Bu çalışma geliştirilerek Türkiye'deki tüm üniversitelerde ödeme sistemleri tek bir merkez altında toplanabilir. Bütün üniversiteler bu ödeme sistemini kullanarak ödeme bilgilerini kendi sistemlerine kaydettikleri gibi YÖK'e ya da ilgili başka bir kuruma ait merkezi bir veri havuzuna verileri anlık olarak aktarabilirler. Böylece ödeme bilgilerine ihtiyaç duyan tüm kurumlar verilere anlık olarak erişebilecektir. Bunun sonucunda Yüksek Öğretim Kurulu (YÖK) veya Maliye Bakanlığı gibi ödemelerle ilgili devlet kurumları, tahsilat bilgilerine çok sağlıklı ve kısa bir süre içerisinde ulaşabilirler. Kurumların anlık olarak verilere erişebilmesi kurumlar arasındaki resmi yazışmaları, kağıt israfını, zaman kaybını ortadan kaldıracak ve denetimleri daha kolay hale getirecektir.

## Kaynaklar

- Ali, A., Liang-Jie, Z., Michael, E., Abdul, A., ve Kishore, C., (2007). Design an soa solution using a reference architecture, improve your development process using the soa solution stack. *IBM developerWorks*.
- Angad, G., Shri, R., Rob, P., ve Chun, C. F., (2005). The E-Learning Lifecycle and its Services: The Web Services Approach. *In Second International Conference on e Learning for Knowledge-Based Society*, pp. 4-1.
- Bayram, E., (2016). Üniversite Bilgi Sistemlerinde Servis Odaklı Mimari (SOA) Kullanarak Online Ödeme Sistemi Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Bieberstein, N., Bose, S., Walker, L., ve Lynch, A., (2005). Impact of service-oriented architecture on enterprise systems, organizational structures, and individuals. *IBM systems journal*, 44(4), 691-708.
- Borse, A. A., Verma, S., Babu, S., ve Kumar, G. N., (2019). Service Oriented Architecture paradigm for Business Intelligence: A survey. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, 5(1), 196-199.
- Casella, G., Costagliola, G., Ferrucci, F., Polese, G., ve Scanniello, G., (2007). A SCORM thin client architecture for e-learning systems based on web services. *International Journal of Distance Education Technologies (IJDET)*, 5(1), 19-36.
- Channabasavaiah, K., Holley, K., ve Tuggle, E., (2003). Migrating to a service-oriented architecture. *IBM DeveloperWorks*, 16, 727-728.
- Curtis, E. T., ve Eustis, S., (2009). Worldwide Services Oriented Architecture (SOA) Infrastructure Market Shares Strategies, and Forecasts, 2009 to 2015. WinterGreen Research Inc.
- Dongsu, K., ve Doo-Kweon, B., (2010). Bridging Software Product Lines and Service-Oriented Architectures for Service Identification using BPM and FM. *9th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science*, Yamagata, Japan.
- Dönmez, O., Önal, A., ve Toker, L., (2010, Şubat). Mobil Peer-To-Pee (P2P) Ağlarda Servis Tabanlı Yazılım Geliştirme. *Akademik Bilişim'10 - XII. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri*, Muğla Üniversitesi, Muğla.
- Flurry, G., (2007). Exploring the Enterprise Service Bus: Part 1: Discover how an ESB can help you meet the requirements for your SOA solution, *IBM Corporation*.
- Lan, L., Wang, B., Zhang, L., Shi, R., ve Li, F., (2015). An event-driven service-oriented architecture for internet of things service execution. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE)*, 11(2), 4-8.

- Moghaddam, M., Kenley, C. R., Colby, J. M., Berns, M. N. C., Rausch, R., Markham, J., ... ve Deshmukh, A. V., (2017, July). Next-generation enterprise architectures: Common vernacular and evolution towards service-orientation. In *2017 IEEE 15th International Conference on Industrial Informatics (INDIN)* (pp. 32-37). IEEE.
- Mohammadi, M., ve Mukhtar, M., (2018, September). Service-Oriented Architecture and Process Modeling. In *2018 International Conference on Information Technologies (InfoTech)* (pp. 1-4). IEEE.
- Siddiqui, Z. A., ve Tyagi, K., (2016). A critical review on effort estimation techniques for service-oriented-architecture-based applications. *International Journal of Computers and Applications*, 38(4), 207-216.
- Papazoglou, M. P. ve Van Den Heuvel, W. J., (2007). Service oriented architectures: approaches, technologies and research issues. *The VLDB journal*, 16(3), 389-415.
- Su, M. T., Wong, C. S., Soo, C. F., Ooi, C. T., ve Sow, S. L., (2007). Service-oriented e-learning system. *First IEEE International Symposium on Information Technologies and Applications in Education*, pp. 6-11. IEEE.
- Teo, L. K. Y., Teh, D. W., ve Corbitt, B. J., (2010). Service Oriented Architecture (SOA): Implications for Australian University Information Systems Curriculum. *Pacific Asia Conference On Information Systems (Pacis)*, p. 124.
- URL-1, (2010). <https://www.codeproject.com/Articles/139787/What-s-the-Difference-between-WCF-and-Web-Services>, (Erişim Tarihi: 28 Mart 2020).
- Zhang, W., ve Cheng, G., (2009). A service-oriented distributed framework-WCF. In *2009 International Conference on Web Information Systems and Mining*, pp. 302-305, IEEE.

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

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 2(2), 169-189, 2020  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>



Araştırma Makalesi / Research Article

Doi: [10.47898/ijeased.767676](https://doi.org/10.47898/ijeased.767676)

## Bazı Fungisitlerin Şeker Pancarı Kök Çürüklüğü ve Çökerten Etmeni *Rhizoctonia solani*'ye Karşı Etkileri

Meltem AVAN<sup>1,a\*</sup>, Yakup Zekai KATIRCIOĞLU<sup>1,b</sup><sup>1,a</sup> Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 06110, Türkiye.<sup>1,b</sup> Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 06110, Türkiye.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : <a href="mailto:meltem_avn@hotmail.com">meltem_avn@hotmail.com</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0002-2939-8177">https://orcid.org/0000-0002-2939-8177</a> , M. Avan  <a href="https://orcid.org/0000-0001-5308-9414">https://orcid.org/0000-0001-5308-9414</a> , Y.Z.Katircioğlu	Geliş Tarihi / Received Date : 10.07.2020 Revizyon Tarihi / Revision Date : 30.07.2020 Kabul Tarihi / Accepted Date : 16.08.2020 Yayın Tarihi / Published Date : 15.12.2020
Alıntı /Cite : Avan, M., Katircioğlu, Y.Z. (2020). Bazı Fungisitlerin Şeker Pancarı Kök Çürüklüğü ve Çökerten Etmeni <i>Rhizoctonia solani</i> 'ye Karşı Etkileri, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2(2), 169-189.	

### Özet

Konya bölgesi ülkemizde şeker pancarı üretiminin 1/3' ünden fazlasını elinde tutan oldukça önemli bir şeker pancarı üretim alanıdır. 2015-2017 yılları arasında bu bölgede 866 tarlada yapılan surveyler sonucu 691'inde özellikle hasata yakın geç dönemde ve tüm dönemlerde kök çürüklükleri tespit edilmiş, bunlar arasında da en çok *Rhizoctonia* etmenine rastlandığı bildirilmiştir. Yapılan morfolojik tanılama, izolasyon, mikroskopik gözlem, ITS rDNA bölgesinin sekans verileri ile yapılan moleküler yöntemlerle etmen *Rhizoctonia* spp. olarak tanımlanmıştır. Bazı fungusitlerin patojene etkisini tespit etmek amacıyla yapılan çalışmamızda, elde edilen izolatlardan en yaygın ve virülensliği en fazla olan *Rhizoctonia solani* AG-2-2-IIIB' ye ait 2G izolatu ile Azoxystrobin, Fludioxonil, Flutolanil, Tolclofos-methyl, Pyraclostrobin+Epoxiconazole, Difenconazole+Propiconazole, Spiroxamine+Prothioconazole ve Sedaxane+Fludioxonil+Metalaxyl-M etken maddeli 8 farklı fungusit petri ve saksı denemelerinde kullanılmıştır. Petri misel denemesinde tespit edilen engelleme dozları ile beraber firmaların önerdiği tam doz, çift kat doz, yarı dozlar saksı denemesinde kullanılmıştır. Çalışmalar sonucunda, en etkili fungusit ve dozu olarak Azoxystrobin' un çift kat dozu ve Sedaxane+Fludioxonil+Metalaxyl-M' in tam dozu olduğu tespit edilirken; saksı çalışmalarında, önerilen dozun 2 katı dozlarının daha etkili bulunması patojenin bu ilaçlara karşı direnç geliştirmiş olmasını düşündürmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Beta vulgaris*, Fungisit etkisi, Kök çürüklüğü, *Rhizoctonia solani*.

## ***The Effects of Some Fungicides against *Rhizoctonia solani* Causing Root Rot and Damping-off on Sugar Beet***

### ***Abstract***

Konya region is a very important sugar beet production area that contains more than 1/3 of sugar beet production in Turkey. Root rots were detected in 691 of the surveys made in 866 fields in this region between the years 2015-2017, Root rots were detected in the late period close to the harvest period and in all periods, *Rhizoctonia* has been reported to be the most common among root rot. The causal organism was defined as *R. spp.* by visual diagnosis, isolation, microscopic observation and molecular methods. Sequence data of the ITS rDNA region confirmed the species identity of pathogens as *Rhizoctonia*. In our study to determine the effect of fungicides on the pathogen; 4 different doses of 8 different fungicides with Azoxystrobin, Fludioxonil, Flutolanil, Tolclofos-methly, Pyraclostrobin + Epoxiconazole, Difenoconazole + Propiconazole, Spiroxamine + Prothioconazole ve Sedaxane + Fludioxonil + Metalaxyl-M were used in petri dish and pot experiments with 2G isolate from *Rhizoctonia solani* AG-2-2-IIIB which is the most common and most virulent of the isolates obtained. The inhibition doses obtained in the petri mycellium experiment were not found effective in the pot experiment. As a result of studies, as the most effective fungicide and dosage, while it is determined that Azoxystrobin is a double dose and Sedaxane + Fludioxonil + Metalaxyl-M is a full dose; in pots studies, the double dose of the recommended dose is more effective suggests that the pathogen has developed resistance to these fungicides.

**Keywords:** *Beta vulgaris*, Fungicide effect, Root rot, *Rhizoctonia solani*.

### **1. Giriş**

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) köklerinde çok miktarda şeker bulunan, sıcak iklimlerde üretimi yapılan, stratejik önemi olan, dikotiledon ticari bir endüstri bitkisidir (Draycott, 2006; Alfaig, 2011). Türkiye, dünyada Fransa, Rusya, ABD ve Almanya' dan sonra üretimde 5. sıra ile önemli bir yer almaktadır (FAOSTAT, 2019). Konya ili de yaklaşık 6 milyon ton ile Türkiye' de şeker pancarı üretiminin % 30' unu elinde tutan önemli bir bölgedir (TÜİK, 2019).

*Rhizoctonia solani* Kühn dünya çapında ekonomik olarak önem taşıyan birçok konukçusu olan toprak kökenli önemli bir patojendir (Anderson, 1982; Ogoshi, 1987). *Rhizoctonia* fungusu genetik özellikleri açısından değişik anastomosis gruplarına ve alt gruplarına ayrılmakta olup (Ogoshi, 1987) şimdiye dek 13 anastomosis grubu tespit edilmiştir (Sneh ve ark., 1991). Anastomosis gruplar arasındaki hissel uyumsuzluklar ya da kaynaşmalar *R. solani* izolatlarının sınıflandırılmasında kullanılmaktadır (Sneh ve ark., 1991). *R. solani*' nin en önemli ve en yıkıcı etkiye sahip olan grubu AG-2-2-IIIB' dir (Engelkes ve Windels, 1996). Bu grup fasulye, soya fasulyesi, pirinç, mısır gibi ürünlerde zarar yapsa da en çok şeker pancarında hastalığa neden olmaktadır (Buhre ve ark., 2009; Harveson ve ark., 2009). Patojen şeker pancarında kök ve kök boğazı çürüklüğüne, çökertene, yaprak ve gövde yanıklıklarına neden olmaktadır (Carling ve ark., 1994).



Hastalık ile mücadelede dayanıklı çeşit kullanımı (Panella ve ark., 1995; Büttner ve ark., 2004), ürün rotasyonu (Harveson, 2008; Buhre ve ark., 2009), uygun ve doğru zamanda uygulanan fungusit kullanımı ile (Windels ve Brantner, 2005; Harveson, 2008) entegre mücadelede etkili çözüm kaynakları olarak öne sürülmüştür. Şeker pancarında hastalık yapan *Rhizoctonia* AG-2-2-IIIB grubuna ait patojenler için yapılan çalışmalara göre bazı araştırmacılar azoxystrobin ve prothioconazole' un (Khan ve ark., 2009), bazıları flutolanil ve azoxystrobin' in (Bolton ve ark., 2010) etkili olduğunu bildirmişlerdir. Fakat son zamanlarda artan fungusit direnci ve bazı çevresel faktörler sebebiyle hastalıkla mücadelede fungusit yerine başka alternatifleri bulmaya odaklanmışlardır (Larkin ve ark., 1998).

Çalışmamızda bazı fungusitlerin şeker pancarı kök çürüklüğü ve çökerten etmeni *R. solani*' ye karşı etkilerini tespit etmek amacıyla 8 ayrı fungusit ile izolatlar arasında en yaygın olarak tespit edilen multinükleat *R. solani* AG-2-2-IIIB izolatlarından en yüksek virülensli izolatu ve hassas şeker pancarı çeşiti olan Aranka kullanılmıştır. Çalışmada patojenin petride misel gelişimi denemeleri ve kontrollü şartlarda iklim odası saksı denemeleri yapılmıştır.

Denemeler sonucunda, 8 farklı fungusitin bu patojene karşı etkileri değerlendirilerek, elde edilen sonuçlarla patojene karşı etkili kimyasal mücadele yöntemlerini tespit ederek, entegre mücadele çalışmaları içerisinde alternatif bir seçenek olmayı amaçlanmıştır.

## **2. Materyal ve Metot**

Surveyler sonucu toplanan örneklerden elde edilen izolatların moleküler çalışmaları sonucunda 71 adet *Rhizoctonia* izolatlarından 61 tanesi multinükleat (MN) *Rhizoctonia solani*, 10 tanesi de binükleat (BN) *R. spp.* olarak tespit edilmiş, MN *R. solani* izolatlarından AG-2-2-IIIB, AG-4-HGI, AG-4-HGII, AG-4-HGIII, AG-5 ve AG-11 anastomosis grubuna ait izolatlar elde edilmiştir. Bunlar arasında en yaygın görülen anastomosis grup 33 adet AG-2-2-IIIB izolatları olarak tespit edilirken, bu grubu takiben 17 adet AG-4-HGI, 8 adet AG-4-HGII, 1 adet AG-4-HGIII, 1 adet AG-5, 1 adet AG-11 izolatu temin edilmiştir. 10 adet BN *R. spp.* izolatlarından ise 3 adet AG-A, 7 adet AG-K anastomosis gruba ait bulunmuştur. *Rhizoctonia*' ye karşı ilaç etkinlik denemeleri için en yaygın tespit edilen AG-2-2-IIIB izolatının en virulent izolatlarından biri olan 2G izolatu ile Azoxystrobin, Fludioxonil, Flutolanil, Tolclofos-methly, Pyraclostrobin + Epoxiconazole, Difenconazole + Propiconazole, Spiroxamine + Prothioconazole ve Sedaxane + Fludioxonil + Metalaxyl-M etken maddeli fungusitler petri misel gelişiminde ve saksı denemelerinde kullanılırken;

saksı denemelerinde ise bu fungusitlerin tavsiye edilen tam dozu, çift kat dozu, yarı dozu ile petri misel gelişimi denemelerinde tespiti yapılan engelleme dozları kullanılmıştır (Tablo 1).

**Tablo 1.** Firmaların *Rhizoctonia*' ya ve/veya kök çürüklüklerine karşı tavsiye edilen tohum ilaçları ve dozları (ml/mg/ kg tohum)

Etken Madde	Dozu	Firmalar ve Kullanılan Fungisitleri
Azoxystrobin	1.5 ml	Agrobrest (Rotundis)
Tolclofos-methyl	0.6 ml	Sumiagro (Rizolex)
Fludioxonil	0.2 ml	Syngenta (Celest max 100FS)
Flutolanil	0.175 mg	AMC (Moncut 40 SC)
Spiroxamine+Prothioconazole	1.02 ml	Bayer (İnut)
Difenoconazole+Propiconazole	0.3 ml	Syngenta (Armure 300 EC)
Pyraclostrobin+Epoconazole	1.54 ml	Agrobrest (Roscana)
Sedaxane+ Fludioxonil + Metalaxyl-M	30.2 ml	Syngenta (Vibrance)

## 2.1. Bazı Fungisitlerin *Rhizoctonia solani* Misel Gelişimine Etkilerinin Belirlenmesi

Denemede 8 ayrı fungusitin hedeflenen her dozu ayrı ayrı olacak şekilde 100 ml' lik PDA ortamı hazırlanmış ve otoklavda 121 °C' de 20 dk steril edildikten sonra bu ortamlar 40-45 °C' ye kadar soğutulmuştur. Hazırlanan 100 ml' lik ortamların içerisine 8 ayrı aktif maddeyi içeren ticari fungusitlerin kg tohuma karşı önerilen dozları, yarı güçlü PDA ortamının litresine göre aynı oranlarda olacak şekilde tam ve alt üst dozları hesaplanarak hazırlanmıştır. Çalışmada çift kat doz, tam doz, yarı doz, 1/50 doz ve 1/100 dozları kullanılmış olup, Azoxystrobinde 5 kat, 10 kat ve 100 kat doz, Fludioxonil' de 1/1000, 1/2000 ve 1/5000 kat doz, Tolclofos-methyl' de 1/1000 kat doz, Pyraclostrobin + Epoconazole' de 1/1000 kat doz, Spiroxamine+Prothioconazole' de 1/1000 kat doz, Sedaxane+Fludioxonil +Metalaxy-M' de 1/1000, 1/2000 ve 1/5000 kat dozları da engelleme dozlarını bulmak amacıyla kullanılmıştır. Hazırlanan bu dozlara ait ortamlar steril petrilere 5 tekerrür olacak şekilde dökülmüştür (Şekil 1b). Bu şekilde hazırlanan ortamların tam ortasına 5 mm çapındaki fungusun aktif gelişen miselyumlarını içeren agar yerleştirilerek (Şekil 1a), hazırlanan petri kapları, 24±1 °C' de 12 saat aydınlık, 12 saat karanlıkta inkübe edilmiştir. Kontrol petrilere kolonilerdeki miseller petri kenarına kadar kapladığında, tüm petrilere koloni çapları farklı iki yönde ölçülerek kaydedilmiştir (Şekil 1c).



Şekil 1. Fungisitlerin misel gelişimi denemeleri için yapılan hazırlıklar

Fungisitlerin miselyal gelişimine etkisi ile ilgili çalışmalardan elde edilen veriler MINITAB paket programı kullanılarak regresyon analizine tabi tutularak, fungusitlerin engelleme dozları belirlenmiştir.

## 2.2. İklim Odasında *Rhizoctonia solani* İzolatına Karşı İlaç Etkinliklerinin Belirlenmesi

Denemeler kontrollü şartlarda iklim odasında 1:1:1 bahçe toprağı, kum ve yanmış çiftlik gübresi karışımının konulduğu saksılarda yapılmıştır. *Rhizoctonia* izolatları, inokulum tabakası tekniğı (inoculum layer technique) kullanılarak saksıya transfer edilmiştir (Herr ve ark., 1980, Schmitthenner ve ark., 1962). Bu teknikle steril saksıların 2/3' üne bu toprak karışımı doldurulmuştur. Ardından petrilere geliştirilen *Rhizoctonia* izolatları disk şeklinde toprağın üst kısmına yerleştirilip, üzerlerine saksı başına 10 adet invitro (Petri denemesi)' da etkili bulunan dozlarla ve firmaların tavsiye ettiği fungusitlerin tam dozları, yarı dozları ve çift kat dozları ile ilaçlanan tohumlar yerleştirilmiştir (Şekil 2a, c) ve deneme 4 tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Şekil 2b). Yerleştirilen tohumların üzerleri hazırlanan steril toprak karışımı ile kapatılmıştır. Saksılar sulandıktan sonra  $24 \pm 2$  °C' de 12 saat aydınlık 12 saat karanlık koşullarda inkübe edilmiştir. Bu süre içerisinde düzenli sulama yapılmıştır. Bitkilerin çıkışından itibaren çıkan bitkiler ve çıkış sonrası ölen bitkiler kaydedilerek, son değerlendirme ise 6. haftanın sonunda kalan bitkiler sökülerek aşağıdaki 0-4 skalasına göre değerlendirilmiştir (Hanson, 2006) (Tablo 2).

**Tablo 2.** Hanson (2006) 0-4 hastalık skalası

Değerlendirme	Skala Değerı
Hiç leke olmayan sağlıklı bitki	0
Hafif gelişme geriliği ve yapraklarda solgunluk	1
Klorotik yapraklar mevcut ve yaprak kenarlarında nekrozlu görünüm	2
Kök kısımlarında kuruma, kahverengileşme, yapraklarda ölüm	3
Ölmüş bitki	4

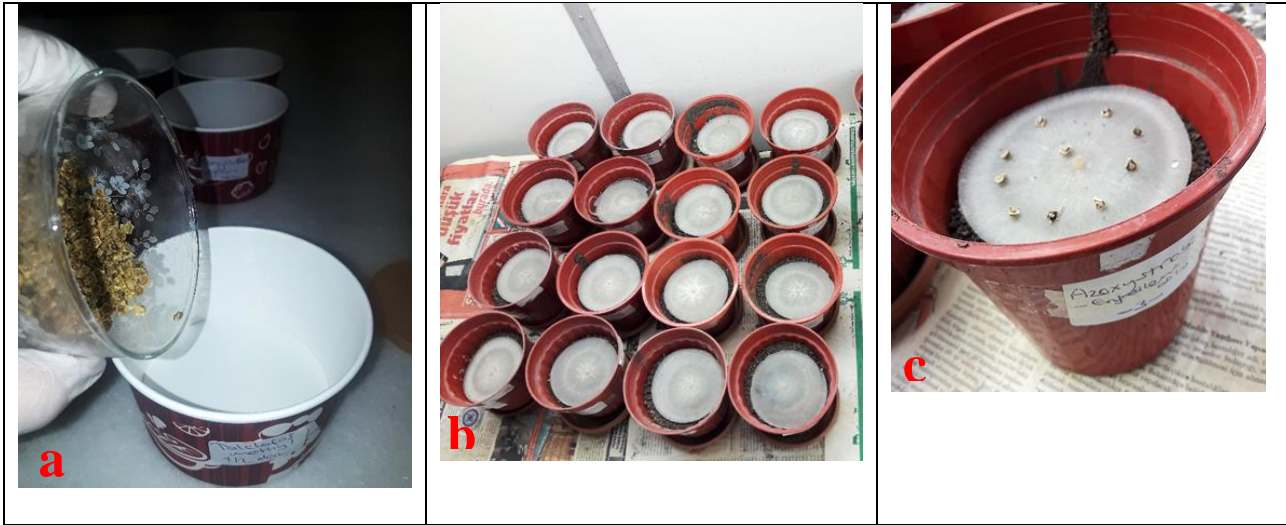
Elde edilen verilerden Towsend-Heuberger formülü kullanılarak hastalık yüzdeleri hesaplanmıştır.

Towsend-Heuberger formülü:

Hastalık Yüzdesi:  $\frac{\sum (\text{değer alan bitki sayısı} \times \text{sınıf değerı})}{\text{En yüksek skala değerı} \times \text{toplam bitki sayısı}}$

En yüksek skala değerı X toplam bitki sayısı

Bu şekilde izolatların neden olduğu bitkilerdeki hastalık yüzdeleri belirlenmiştir.

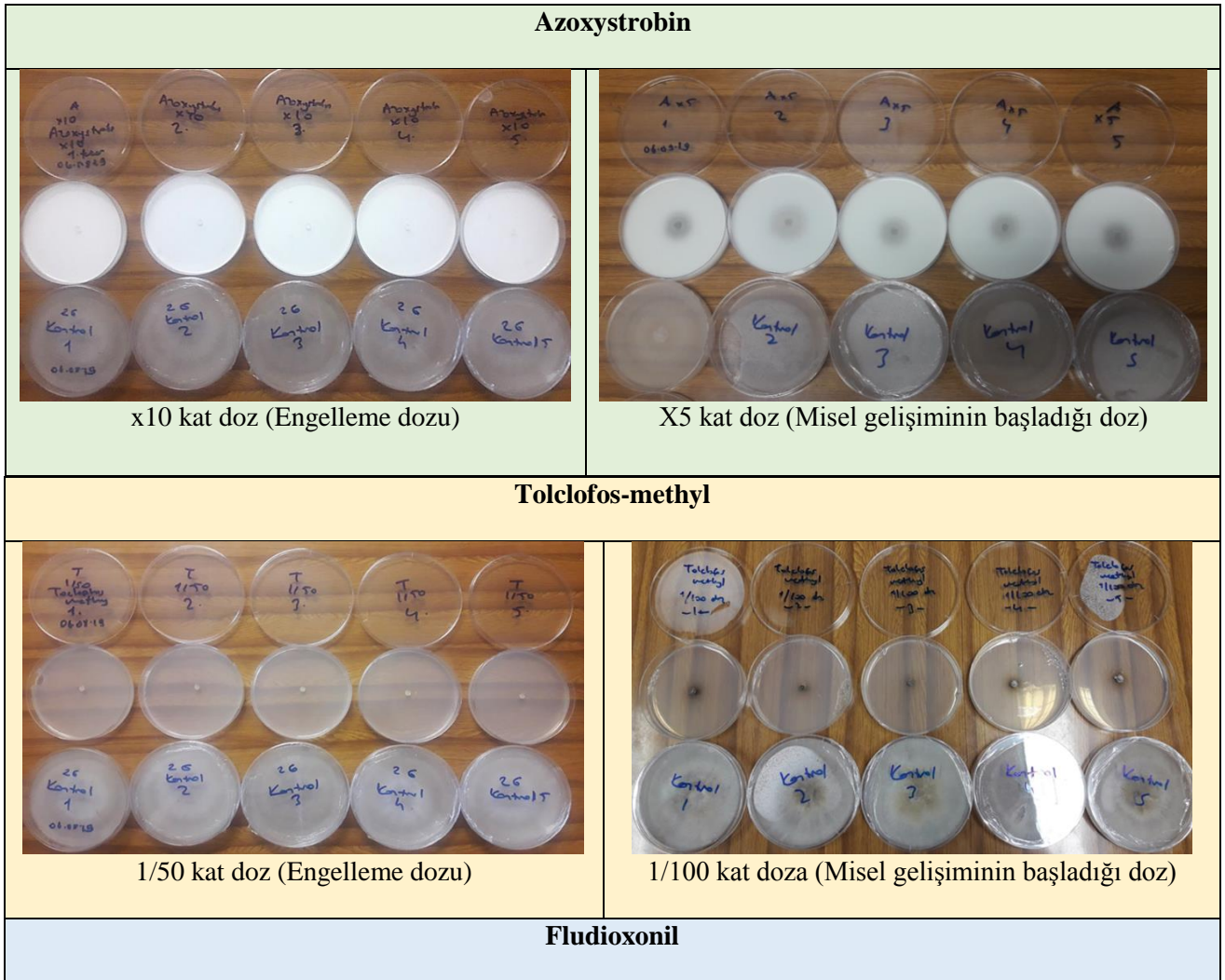


**Şekil 2.** Tohumların uygun fungusit dozları ile ilaçlanması ve denemenin kurulma aşamaları

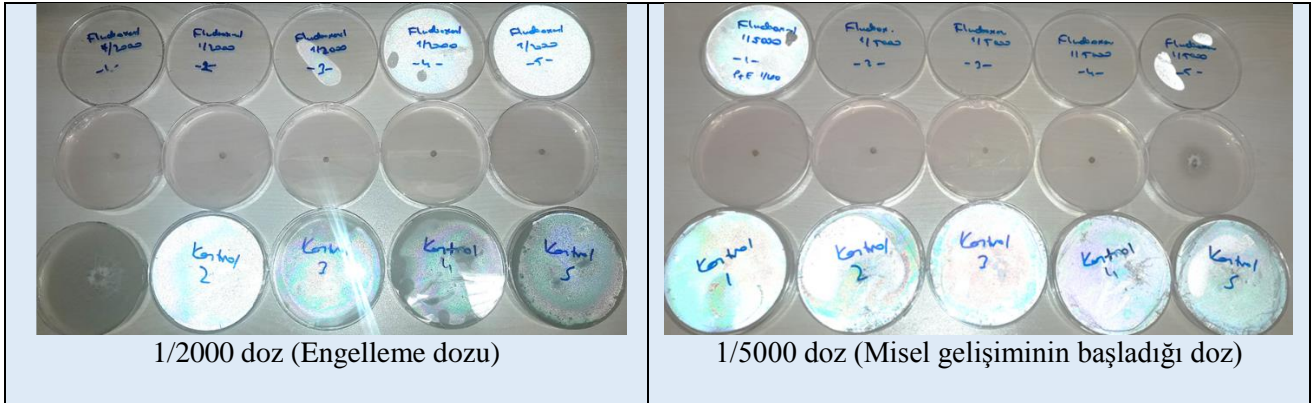
### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Fungisitlerin *Rhizoctonia solani* Misel Gelişimine Etkileri

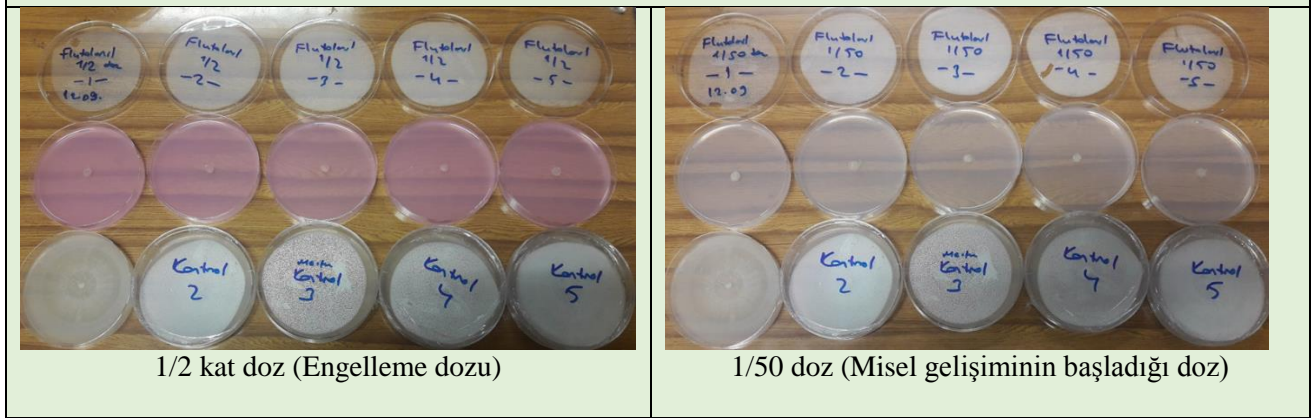
Fungisit içeren ortamlardan dökülen petrilere ekilen MN *Rhizoctonia solani* AG-2-2-IIIB anastomosis grubuna ait 2G izolatının petrillerdeki misel gelişimlerinde, 100 ml yarı güçlü PDA ortamı için Azoxystrobin' nin engelleme dozu x10 kat dozu (1,5 ml) bulunurken, Tolclofos-methyl' in 1/50 (1,2 µl), Fludioxonil' in 1/2000 (0,01 µl), Flutolanil' in 1/2 (8,75 µl), Pyraclostrobin + Epoxiconazole' un 1/50 (3,08 µl), Difenconazole + Propiconazole' un 1/2 (15 µl), Spiroxamine+ Prothioconazole' un 1/2 (51 µl) , Sedaxane + Fludioxonil + Metalaxyl-M' in 1/1000 (3.02 µl) olarak tespit edilmiştir.



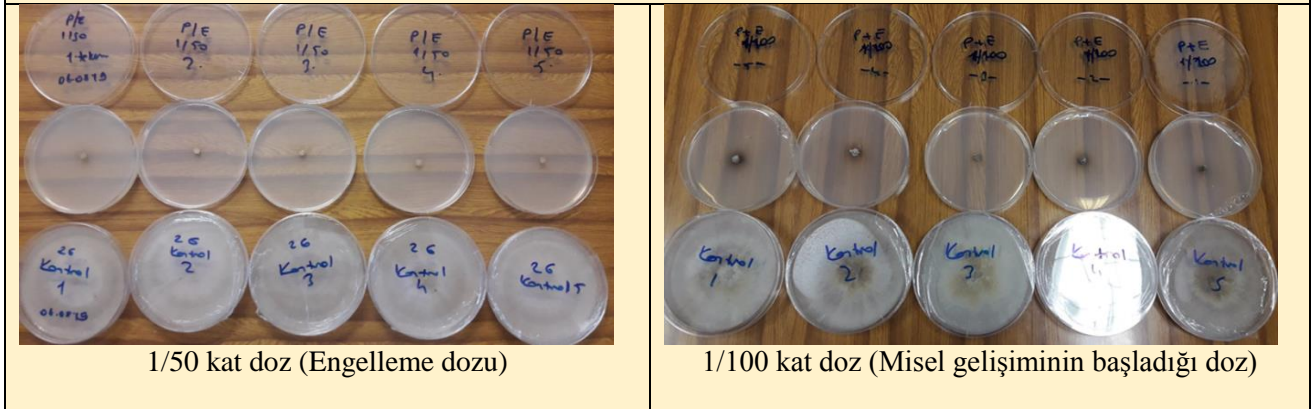




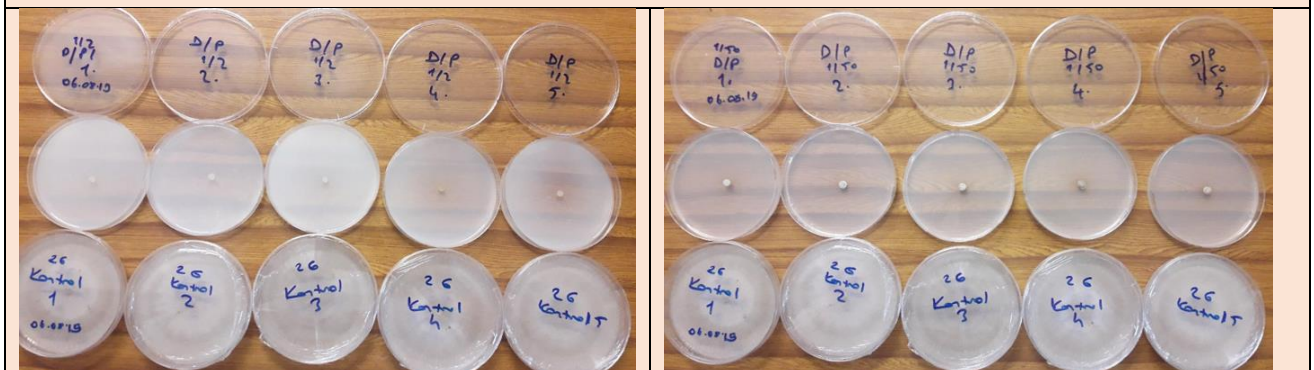
**Flutolanil**

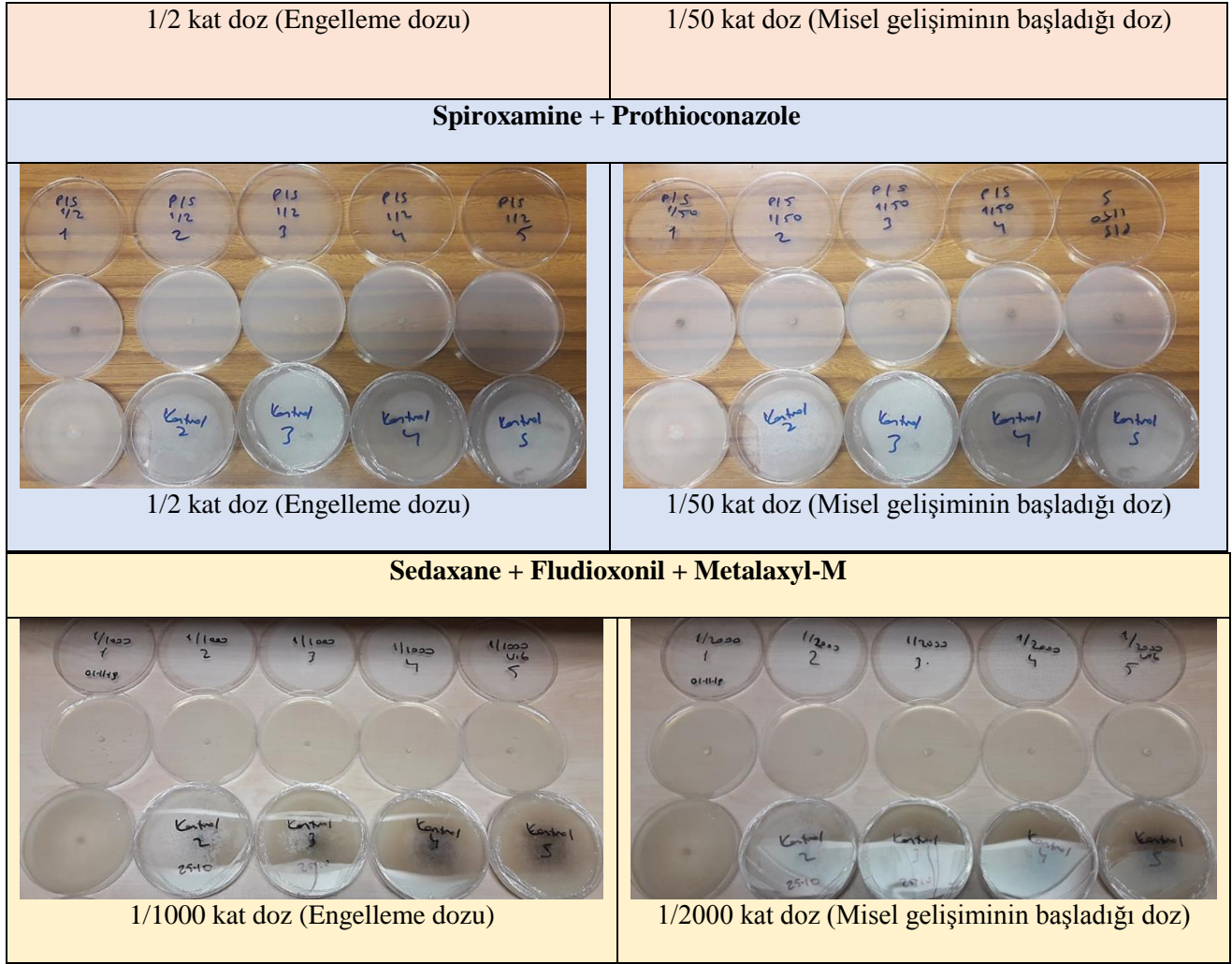


**Pyraclostrobin + Epoxiconazole**



**Difenoconazole + Propiconazole**





**Şekil 3.** Denemede kullanılan fungusitlerin engelleme dozları ve misel gelişiminin başladığı dozlarının patojene etkisi

Petri misel gelişimi denemeleri sonucunda, Azoxystrobin' in kontrol petrisinin misel koloni çapı 59.6 mm olarak hesaplanırken, 5 kat dozunda (750 µl) 25.8 mm, 2 kat dozunda (300 µl) 40.6 mm, tam dozunda (150 µl) ise 54.2 mm misel gelişimi tespit edilirken, 10 kat dozu (1,5 ml) misel gelişiminde engelleme dozu olarak tespit edilmiştir. Deneme boyunca dozların artışına bağlı olarak oransal olarak misel gelişimi azalmaktadır. Tolclofos-methly' in kontrol petrisinin misel koloni çapı 59.8 mm olarak hesaplanırken, 1/100 kat dozunda (0.6 µl) 6.6 mm, 1/1000 kat dozunda (0.06 µl) 50.1 mm tespit edilirken, 1/50 kat dozu (1.2 µl) misel gelişimini engelleme dozu olarak kaydedilmiştir. Flutolanil' in kontrol petrisinin misel koloni çapı 59.9 mm, 1/50 kat dozunda (0,35 µl) 2.5 mm, 1/100 kat dozunda (0,175 µl) 15.3 mm tespit edilirken, yarı dozu (8,75 µl) misel gelişimini engelleme dozu olarak kaydedilmiştir. Fludioxonil' in kontrol petrisinin misel koloni çapı



59.8 mm, 1/5000 kat dozunda (0,004 µl) 31 mm tespit edilirken, 1/2000 kat dozu (0,01 µl) misel gelişimini engelleme dozu olarak bulunmuştur. Pyraclostrobin+Epoxiconazole' ün kontrol petris/100 kat dozunda (1,54 µl) 15.4 mm, 1/1000 kat dozunda (0,154 µl) inin misel koloni çapı 59.8 mm, 158 mm tespit edilirken, 1/50 kat dozu (3,08 µl) misel gelişimini engelleme dozu olarak bulunmuştur. Difenconazole+Propiconazole' ün kontrol petrisinin misel koloni çapı 59.7 mm, 1/50 kat dozu (0,6 µl) 5.8 mm, 1/100 kat dozunda (0,03 µl) 35.2 mm tespit edilirken, yarı dozu (15 µl) misel gelişimini engelleme dozu olarak kaydedilmiştir. Spiroxamine+Prothioconazole' ün kontrol petrisinin misel koloni çapı 59.9 mm, 1/50 kat dozu (2,04 µl) 3.6 mm, 1/100 kat dozunda (1,02 µl) 24.8 mm, 1/1000 kat dozunda (0,102 µl) 54.4 mm tespit edilirken, yarı dozu (51 µl) misel gelişimini engelleme dozu olarak kaydedilmiştir. Sedaxane+Fludioxonil+Metalaxyl-M' ün kontrol petrisinin misel koloni çapı 59.8 mm, 1/2000 kat dozunda (1,51 µl) 4.6 mm, 1/5000 kat dozunda (0,604 µl) 45.1 mm tespit edilirken, 1/1000 kat dozda (3,02 µl) misel gelişimini engelleme dozu olarak kaydedilmiştir (Şekil 3), (Tablo 3).

**Tablo 3.** İlaç misel denemesinde kullanılan fungisitlerin farklı dozlarında *Rhizoctonia solani* izolatlarının misel gelişimi ortalaması (mm) ve engelleme oranları (%)

Kullanılan Fungisitler		Dozlar											
		Kont.	X100	X10	X5	X2	Tam doz	1/2	1/50	1/100	1/1000	1/2000	1/5000
Azoxystrobin	Koloni Çapı	59.6 a	Misel gelişim yok	Engel. Dozu	25.8	40.6	54.2	x	x	x	x	x	x
	Engel. Oranı	0.0	Misel gelişim yok	100	56.8	31.9	9.1	x	x	x	x	x	-
Tolclofos-methly	Koloni Çap	59.8 a	x	x	x	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Engel. Dozu	6.6	50.1	x	x
	Engel. Oranı	0.0	x	x	x	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	100	89.0	16.3	-	-
Flutolanil	Koloni Çap	59.9 a	x	x	x	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Engel. Dozu	2.5	15.3	x	x	x
	Engel. Oranı	0.0	x	x	x	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	100	95.9	74.5	x	x	-
Fludioxonil	Koloni Çap	59.8 a	x	x	x	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Engel. Dozu	31
	Engel. Oranı	0.0	x	x	x	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	100	48.2
Pyraclostrobin + Epoxiconazole	Koloni Çap	59.8 a	x	x	x	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Engel. Dozu	15.4	58	x	x
	Engel. Oranı	0.0	x	x	x	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	100	74.3	3.1	x	-
Difenoconazole+ Propiconazole	Koloni Çap	59.7 a	x	x	x	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Engel. Dozu	5.8	35.2	x	x	x
	Engel. Oranı	0.0	x	x	x	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	100	90.3	41.1	x	x	-
Spiroxamine + Prothioconazole	Koloni Çap	59.9 a	x	x	x	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Engel. Dozu	3.6	24.8	54.4	x	x
	Engel. Oranı	0.0	x	x	x	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	100	94.0	58.6	9.2	x	-
Sedaxane+ Fludioxonil+ Metalaxyl-M	Koloni Çap	59.8 a	x	x	x	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Engel. Dozu	4.6	45.1
	Engel. Oranı	0.0	x	x	x	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	Misel gelişim yok	100	92.3	24.6

Not : Koloni Çapı: Koloni Çaplarının Ortalaması (5 tekrerr için), Engel. Oranı: Engelleme Oranı, Engel. Dozu: Engelleme dozu, X: Çalışma yapılmayan dozlar

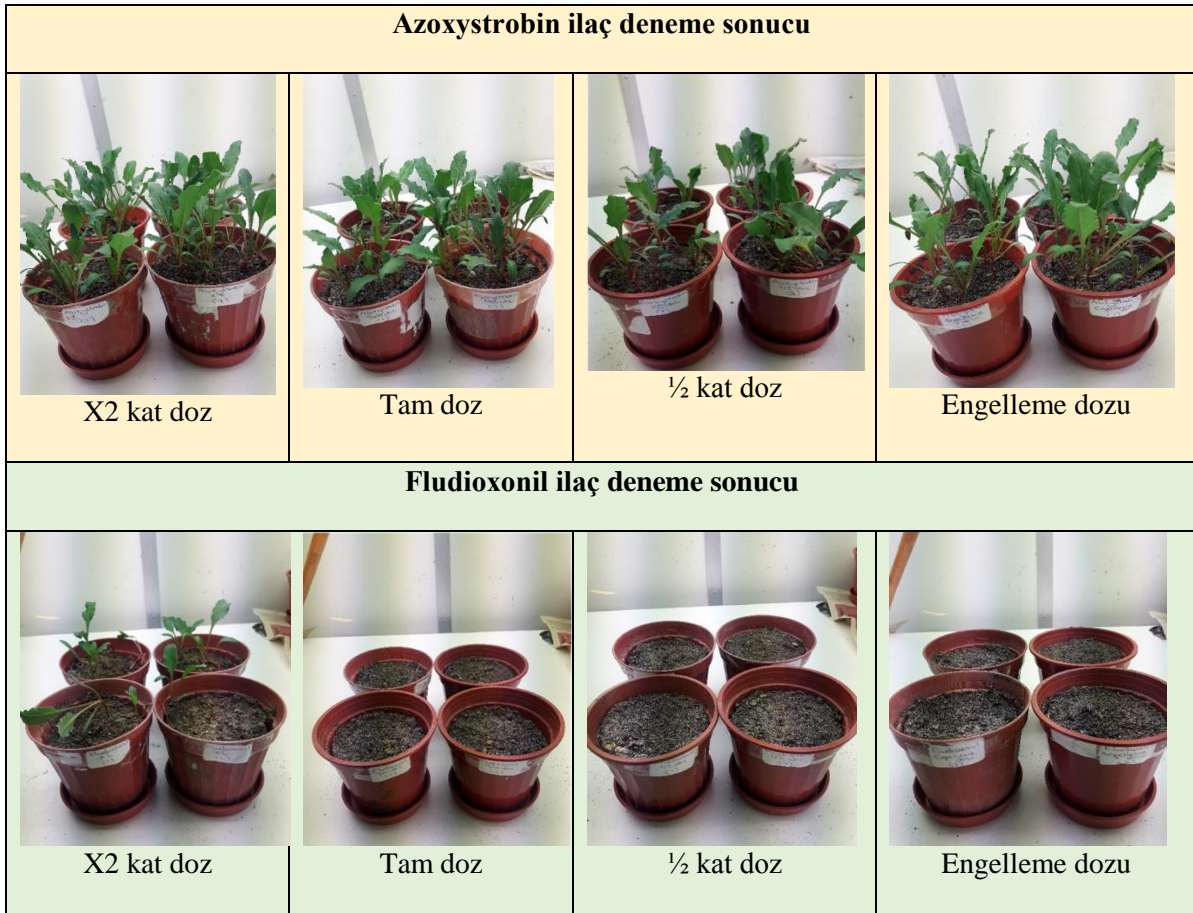
Çalışmada koloni çapı özelliği açısından farklı ilaçların dozları ayrı ayrı değerlendirilerek MINITAB paket programı kullanılarak Varyans Analizine tabi tutulmuştur. Dozlar arasındaki farklılıkların belirlenmesi için Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Fungisitlerin farklı dozlarının % etkileri de Abbott formülü ile hesaplanmıştır (Karman, 1971).













### 3.2. İklim Odasında Fungisitlerin *Rhizoctonia solani*' ye Karşı Etkileri

Petri misel denemesi sonucu elde edilen fungusitlerin engelleme dozları ile birlikte önerilen tam dozları, yarı dozları ve iki kat dozları denemede kullanılmıştır (Tablo 4).

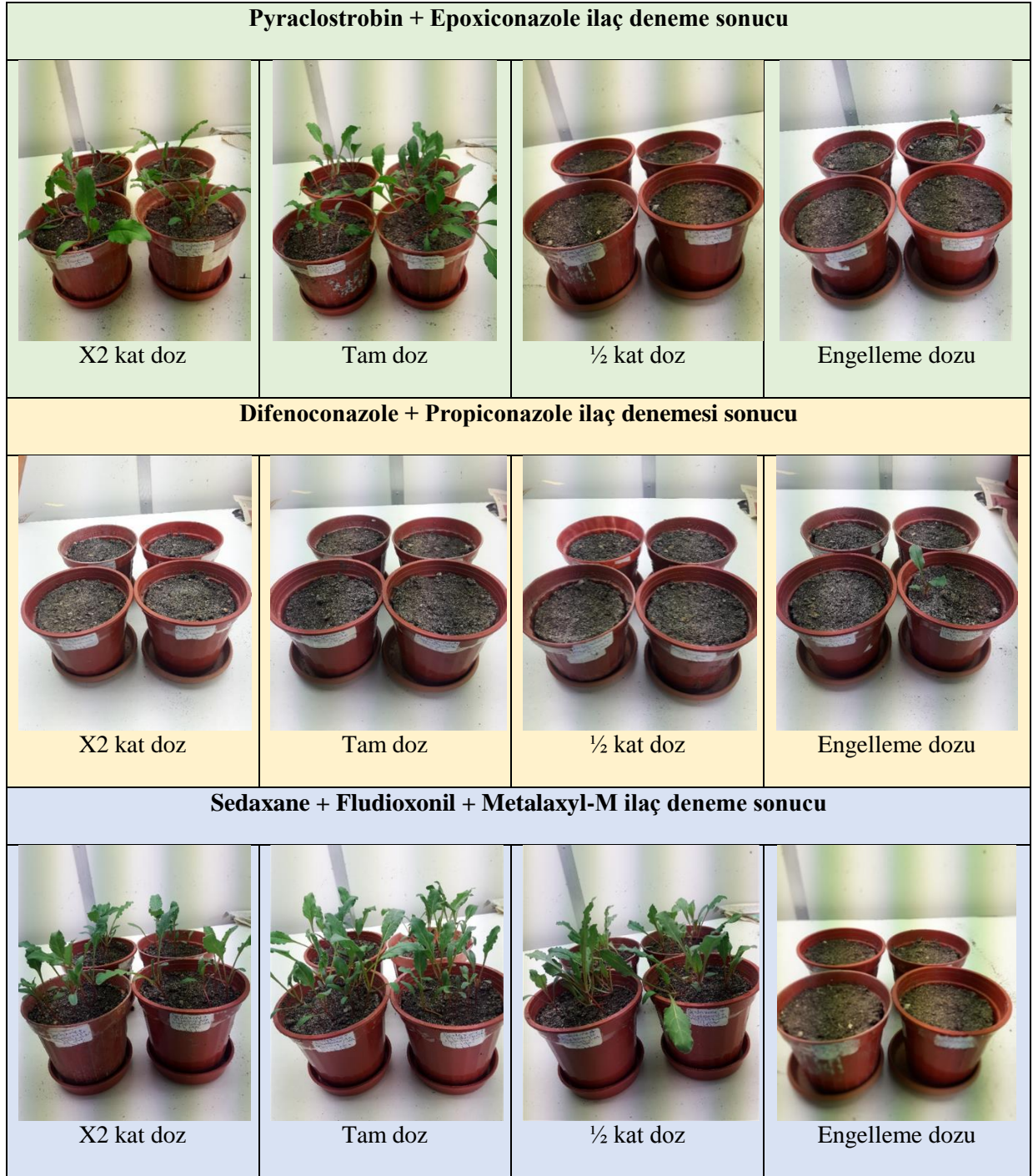
**Tablo 4.** İlaç denemesinde kullanılan ilaçlar ve dozları ( $\mu\text{l}/7\text{g}$  tohum)

İlaçlar	x2 kat doz	Tam doz	½ kat doz	Engelleme dozu
Azoxystrobin	21 $\mu\text{l}$	10,5 $\mu\text{l}$	5,25 $\mu\text{l}$	105 $\mu\text{l}$
Tolclofos-methyl	8,4 $\mu\text{l}$	4,2 $\mu\text{l}$	2,1 $\mu\text{l}$	0,084 $\mu\text{l}$
Fludioxonil	2,8 $\mu\text{l}$	1,4 $\mu\text{l}$	0,7 $\mu\text{l}$	0,007 $\mu\text{l}$
Flutolanil	2,45 $\mu\text{l}$	1,225 $\mu\text{l}$	0,612 $\mu\text{l}$	0,612 $\mu\text{l}$
Spiroxamine + Prothioconazole	14,28 $\mu\text{l}$	7,14 $\mu\text{l}$	3,57 $\mu\text{l}$	3,57 $\mu\text{l}$
Pyraclostrobin + Epoxiconazole	21,56 $\mu\text{l}$	10,78 $\mu\text{l}$	5,39 $\mu\text{l}$	0,215 $\mu\text{l}$
Difenoconazole + Propiconazole	4,2 $\mu\text{l}$	2,1 $\mu\text{l}$	1,05 $\mu\text{l}$	1,05 $\mu\text{l}$
Sedaxane + Fludioxonil + Metalaxyl-M	422 $\mu\text{l}$	211 $\mu\text{l}$	105 $\mu\text{l}$	0,211 $\mu\text{l}$



<b>Tolclofos-methyl ilaç deneme sonucu</b>			
 <p>X2 kat doz</p>	 <p>Tam doz</p>	 <p>½ kat doz</p>	 <p>Engelleme dozu</p>
<b>Flutolanil ilaç deneme sonucu</b>			
 <p>X2 kat doz</p>	 <p>Tam doz</p>	 <p>½ kat doz</p>	 <p>Engelleme dozu</p>
<b>Spiroxamine + Prothioconazole ilaç deneme sonucu</b>			
 <p>X2 kat doz</p>	 <p>Tam doz</p>	 <p>½ kat doz</p>	 <p>Engelleme dozu</p>





Şekil 4. Fungisitlerin 4 farklı dozunun *Rhizoctonia solani* patojenine karşı saksı denemesindeki etkileri

### 3.3. Kontrol Grubu Saksılar



Şekil 5. Denemede kullanılan patojenli ve patojensiz kontrol grubu saksılar

Çalışmada fungusitlerin 4 ayrı dozlarına göre görsel sonuçları Şekil 4' de detaylıca verilmiştir. Dozların artışlarına bağlı olarak saksı denemelerindeki sonuçlar genellikle oransal olarak artmıştır. Fakat Sedaxane + Fludioxonil + Metalaxyl-M etken maddeli fungusitte çift kat dozdaki etki tam doza göre daha düşük görülmüştür. Kontrol saksı grupları ise hem patojenli hem patojensiz olarak iki ayrı şekilde kurulmuştur, patojensiz olanlarda tüm tohumlarda çıkışlar ve sağlıklı fideler elde edilmişken, patojenli kontrollerde tüm tohumlar çıkış yapmadan çökertene maruz kalmışlardır (Şekil 5).

Deneme kurulduktan 1 hafta sonra azoxystrobin ve tolclofos-methyl ile ilaçlanan tohumların 1 haftalık fidelerinde çökertenler meydana gelmeye başlamıştır (Şekil 6). Fludioxonil, Flutolanil, Pyraclostrobin + Epoxioconazole ve Difenoconazole + Propiconazole beklenen çıkışlar görülmemiştir.



Şekil 6. Tolclofos-methyl ile ilaçlanan tohumların 1 haftalık fidelerinde meydana gelen çökertenler

Çalışmada gözlenen endeks değerleri, derecelendirmeye bağlı olarak belirlenmiş değerler olmasından hem de parametrik bir yöntem olan varyans analizinin ön şartlarını yerine getirmemiş olmasından dolayı veriler parametrik olmayan test yöntemi olan Kruskal-Wallis yöntemi uygulanarak analiz edilmiştir. Uygulanan analiz sonucuna bağlı olarak gerekli olduğu zaman hangi gruplar arasındaki farkların istatistik olarak önemli olduğu çoklu karşılaştırma testi uygulanarak kontrol edilmiştir. Analizler MINITAB istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır (Tablo 5).

**Tablo 5.** Fungisitlerin 4 farklı dozları ile patojen arasındaki Kruskal-Wallis test yöntemi ile çoklu ve tüm ikili karşılaştırmalar sonuçları

FUNGİSİTLER	Tam doz, yarı doz, x2 kat doz ve engelleme dozu için	
	Çoklu Karşılaştırma	Tüm ikili karşılaştırmalar
Azoxystrobin	P= 0,096 >0.05	Dozlar arasında gözlenen farkların istatistik olarak önemli değildir.
Tolclofos-methyl	P = 0,019 <0.05	x2 kat doz - 1/2 doz , x2 kat doz- ED arasındaki fark önemlidir.
Flutolanil	P = 0,020 <0.05	x2 kat doz - tam doz, x2 kat doz - 1/2 doz, x2 kat dozla – ED arasındaki fark önemlidir.
Fludioxonil	P = 0,020 <0.05	x2 kat doz - tam doz, x2 kat doz - 1/2 doz, x2 kat dozla – ED arasındaki fark önemlidir.
Pyraclostrobin+Epoxiconazole	P = 0,003 <0.05	Tam doz - yarı doz tam doz – ED arasındaki fark önemlidir.
Difenoconazole+Propiconazole	P = 0,392 >0.05	Dozlar arasında gözlenen farkların istatistik olarak önemli değildir.
Prothioconazole+Spiroxamine	P = 0,007 <0.05	ED - tam doz, ED - x2 kat doz arasındaki fark önemlidir.
Sedaxane+Fludioxonil +Metalaxyl-M	P = 0,005 <0.05	Tam doz – ED arasındaki fark önemlidir.

Azoxystrobin’ de kullanılan dozlar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark gözlemlenmemiştir (P>0.05). Tüm dozların patojene etkileri birbirine benzer bulursa da 2 kat dozun %95 gibi yüksek bir yüzde etki ile diğer dozlardan bir miktar daha etkili olduğu gözlenmiştir. Diğer tüm fungisitlerde dozlar arasında istatistiksel olarak fark önemli bulunmuştur (P<0.05), Tolclofos-methyl’ de çift kat doz hem engelleme dozundan hem de yarı dozdan etkili bulunurken, çift kat dozla tam doz arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ve çift kat dozda % 62.5, tam dozda ise % 42.5’luk bir yüzde etkileri olduğu görülmektedir. Flutolanil ve Fludioxonil’ de çift kat dozlarının diğer dozlara oranla bu fungisitlerin çok düşüğe olsa %32.5 ve %25 gibi düşük oranlarda etkisi olduğu söylenebilmektedir. Pyraclostrobin+Epoxiconazole’ de tam dozda



%50 oranında, çift kat dozda ise %32.5 gibi düşük oranlarda patojene karşı yüzde etkileri mevcuttur. Difenonazole+Propiconazole'de tüm dozlar patojene karşı etkisiz bulunmuştur. Prothioconazole+Spiroxamine' de en düşük yüzde etki %7.5 ile engelleme dozunda olduğu için, bu dozun tam doz ve çift kat dozdan istatistiksel olarak ta farklı bulunmuştur. En iyi yüzde etki %65 ile çift kat dozda tespit edilmiştir. Sedaxane+Fludioxonil+Metalaxyl-M' de tam doz %87.5 gibi yüksek bir yüzde etki ile engelleme dozunun % 0 lık etkisi ile istatistiksel olarak ayrılmıştır (Tablo 5, Tablo 6).

**Tablo 6.** Saksı denemesinde kullanılan fungisitlerin farklı dozlarının patojene yüzde etkileri

Fungisitler	Dozlar			
	Yüzde Etkileri			
	Tam	1/2	X2	ED
Azoxystrobin	72.5	67.5	95	77.5
Tolclofos-methyl	42.5	25	62.5	32.5
Flutolanil	5	2.5	32.5	2.5
Fludioxonil	0	0	25	0
Pyraclostrobin+ Epoxiconazole	50	0	32.5	2.5
Difenonazole+Propiconazole	0	0	0	2.5
Spiroxamine+Prothioconazole	45	25	65	7.5
Sedaxane+Fludioxonil +Metalaxyl-M	87.5	57.5	45	0

**Tablo 7.** Petri misel ve saksı denemelerinde kullanılan ilaçlar ve etkili bulunan dozları

Fungisitler	Petri Misel Gelişiminde Engelleme Dozu	İklim Odası Saksı denemesinde En Etkili Bulunan Doz ve % Etki Değeri
Azoxystrobin	X10 doz	X2 (%95)
Tolclofos-methyl	1/50	X2 (%62.5)
Flutolanil	1/2	X2 (%32.5)
Fludioxonil	1/2000	X2 (%25)
Pyraclostrobin+ Epoxiconazole	1/50	Tam doz (%50)
Difenonazole+Propiconazole	1/2	Etkili sonuç yok
Spiroxamine+Prothioconazole	1/2	X2 (%65)
Sedaxane+Fludioxonil+Metalaxyl-M	1/1000	Tam doz (%87.5)

Petri denemesi ile saksı denemelerinde etkili bulunan dozlar arasında uyumluluk gözlemlenmemiştir. Azoxystrobinde petri denemesinde 10 kat doz (1,5 ml) etkili bulunurken, kullanılan tüm dozların genel olarak şeker pancarı fidelerinde çökerteni engellemiş olmasına rağmen en büyük etki çift kat dozda (%95) tespit edilmiştir. En düşük etki ise ½ dozda elde edilmiştir. Petri denemesinde tespit edilen bu yüksek dozun saksı denemesinde tohumlar üzerinde kısmen toksik etki yaratmış olabileceğinden dolayı 10 kat dozu olan engelleme dozunda en yüksek

oranda etki bulunmamıştır. Buna karşın çift kat dozdan sonra yine de en etkin doz olarak kaydedilmiştir.

Tolclofos-methyl'de 1/50 kat (1,2 µl), Flutolanil 1/2 kat (8,75 µl), Fludioxonil 1/2000 kat (0,01 µl) ve Spiroxamine+Prothioconazole' da 1/2 kat (51 µl) dozu daha düşük dozlar olacak şekilde petri denemesinde misel gelişimini engellerken, saksı denemesinde x2 kat dozları daha etkin bulunmuştur. Pyraclostrobin+Epoxiconazole' de 1/50 kat (3,08 µl) ve Sedaxane+Fludioxonil+Metalaxyl-M' de 1/1000 kat (3,02 µl) doz ile yine çok düşük dozlarla petride etki sağlamışken, saksıda tam dozlarının daha uygun olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 7).

Saksı ilaç denemeleri sonunda Azoxystrobin'in çift kat dozu ile henüz ülkemizde ruhsatı olmayan karışım olarak kullandığımız Sedaxane+Fludioxonil+Metalaxyl-M etken maddeli fungusitin tam dozunun en etkili ilaçlar olduğu kanısına varılmıştır. Spiroxamine+Prothioconazole'un çift kat dozu, Tolclofos-methyl' ün çift kat dozu ve Pyraclostrobin+ Epoxiconazole' ün de tam dozu %50-65 oranında orta etkili fungusitler arasında oldukları çalışmamızda tespit edilmiştir.

Bolton ve ark. (2010) şeker pancarı fidelerinde tespit edilmiş olan AG-2-2-IIIB ve AG-2-2-IV izolatlarına karşı azoxystrobin ve flutolanil' in yüksek oranda etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da azoxystrobinin çift kat dozu etkili bulunmasının patojene karşı direnç gelişimi olduğunu düşündürmektedir. Arabiat ve Khan (2016) şeker pancarında *Rhizoctonia*' nın AG-2-2 izolatlarında, Djébalı ve ark. (2014) Tunus' ta patatestte AG-3 izolatları üzerinde kullanılan dozlardaki artıştan dolayı patojenin Azoxystrobin' e karşı oluşan direnci vurgulamışlardır.

Kataria ve ark. (1989) bürüclerde yapmış olduğu çalışmasında *R. solani* ile enfekteli fidelerdeki çürümelere karşı, tolclofos-metil' i en etkili fungusit olarak bulurken yine aynı araştırmacının 1991 yılında yapmış olduğu çalışmasında Tolclofos-metil' in AG-2-1 ve AG-4 izolatlarıyla istila edilen saksılarda fidelerdeki çökerteni % 75-100 oranında engellediğini tespit etmişlerdir. Long ve Xiaolin (2001) labaratuvarında yapmış olduğu petri testlerinde tolclofos-metil' in çeltikten elde edilen *R. solani* gelişimi için iyi bir kontrol sağladığını bildirmişlerdir. Bu çalışmalar % 62.5' luk bir etki ile orta derecede tolclofos-methyl etkisi ile kısmen uyumaktadır.

Zhao ve ark. (2019) *Rhizoctonia* izolatlarının, in vitro çalışmalarda flutolanil' e karşı son derece hassas olduğunu, geliştirilmiş flutolanil ortamında (flutolanil-amended media) 2 adet dirençli izolata rastlanmıştır. Bu dirençli izolatların şeker pancarı fideleri üzerinde belirli sıcaklıklarda misel gelişme oranını düşürdüğünü ve patojenin virülensliğini düşürdüğünü ifade etmişlerdir. Cotterill ve ark. (1989) propiconazole ve flutolanil' in petri çalışmasında agar üzerinde *R. solani* gelişmesini

engellediğini fakat saksı denemelerinde enfekte olan bitki sayısını azaltmadığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da benzer şekillerde petri çalışmasında patojen gelişimini yarı dozda engellediği halde, saksı denemesinde x2 kat dozda kısmen (% 40-50) çökerten engellediği görülmüştür. Hamada ve ark. (2011) buğdaydan elde edilen *R. cerealis* izolatlarına karşı fungusit direnci riskini değerlendirmek için yapmış olduğu çalışmalarında, iprodione' a dayanıklı mutantların ayrıca fludioxonile karşı direnç gösterirken, difenoconazole' a duyarlı olduğunu tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da petri çalışmasında patojen gelişimini 1/2000 kat dozda engellediği halde, saksı denemesinde x2 kat dozda fungusit kullanılmasına rağmen kısmen (% 20-30) çökerten engellediği görülmüştür.

Thack ve ark. (2013) şeker pancarında *Ramularia* yaprak lekesine karşı yapmış olduğu çalışmalarında epoxiconazole, difenoconazole ve pyraclostrobin kullanımının hastalık gelişimini %84-100 oranında azalttığını tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da patojene karşı Pyraclostrobin+ Epoxiconazole fungusitinin % 50 etkisi gözlemlenmiştir.

Kataria ve ark. (1991), *Rhizoctonia* izolatlarına karşı yapmış oldukları çalışmalarında Propiconazole tek başına *R. zae* ve *R. oryzae*' ye karşı güçlü aktivite gösterirken, *R. solani*' ye daha az etkili bulmuşlardır. Bizde ise Difenoconazole+Propiconazole karışımının patojene karşı etkisi gözlemlenmemiştir. Gerekçe olarakta patojenin % 100' lük virülensi ve birim alana düşen yüksek inokulum seviyesi olduğu düşünülebilir.

Sedaxane+Fludioxonil+Metalaxyl-M fungusit karışımı ülkemizde henüz ruhsatlı bir preparat değildir ve almış olduğumuz sonuçlara göre tam dozunda % 87.5' luk yüksek bir etki ile patojene karşı başarılı olduğu gözlemlenirken, çift kat dozunda bu etki % 45' lere kadar düşmüştür. Bu miktarın tohum ve yeni çıkan fideler için toksik etkiye sebebiyet vermiş olabileceği düşünülmektedir.

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Virülensliği % 100 olan multinükleat *Rhizoctonia solani* patojenine karşı iklim odasında kontrollü şartlarda 8 ayrı fungusitle yapılan çalışmalarda, patojene karşı en etkili fungusitin Azoxystrobin' in çift kat dozu ile Sedaxane+Fludioxonil+Metalaxyl-M fungusit karışımının tam dozu yüksek etkili olarak, Spiroxamine+Prothioconazole, Tolclofos-methyl' in çift kat dozları ve Pyraclostrobin+ Epoxiconazole' ün ise tam dozu % 50-65 oranında orta etkili fungusitler olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar ışığında hastalık ile kimyasal mücadelede bu fungusitlerin, patojenin yüksek inokulumuna ve yüksek virülensine rağmen gayet başarılı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca

yaz dönemi dışında tarla denemelerinde yetersiz güneş ışığı, patojenin gelişimini yavaşlattığı için hastalığın seyrinin gerilemesine neden olarak bu nedenle oluşabilecek olumsuz sonuçlara karşı, kontrollü iklim odası çalışmaları hastalıkla mücadelede bir alternatif metot olarak kullanılması uygun olarak kabul edilmiştir.

### Teşekkür

Bu çalışma, 1150562 nolu TÜBİTAK projesinde elde edilen bitki örneklerinden ve 18L0447014 nolu Ankara Üniversitesi BAP Projesi ile finanse edilen proje sonuçlarının bir kısmını içermektedir. Yazarlar ayrıca arazi çalışmasına katkıları nedeniyle Torcu, Konya Şeker ve Iğın şeker fabrikalarına; desteklerinden dolayı Dr. Rıza Kaya' ya (Ankara Şeker Enstitüsü), fungusit temininde yardımcı olan Bayer, Agrobrest, Syngenta, Sumiagro, AMC ilaç firmalarına teşekkür ederler.

Not: Bu çalışma Meltem AVAN' ın doktora tezinden üretilmiştir.

### Kaynaklar

- Alfaig, E. A. A., Suleimain, K. H., and Elhaj, A. M. (2011). *J. Sci Tech.*, 12(2), 1-6.
- Anderson, N. A. (1982). Genetics and pathology of *Rhizoctonia solani*. *The Annual Review of Phytopathology*, 20, 329-347.
- Arabiat, S., and Khan, M. F. (2016). Sensitivity of *Rhizoctonia solani* AG-2-2 from Sugar Beet to Fungicides. *Plant disease*, 100(12), 2427-2433.
- Bolton, M. D., Panella, L., Campbell, L., and Khan, M. F. (2010). Temperature, moisture, and fungicide effects in managing *Rhizoctonia* root and crown rot of sugar beet. *Phytopathology*, 100(7), 689-697.
- Buhre, C., Kluth, C., Bürcky, K., Märlander, B., and Varrelmann, M. (2009). Integrated control of root and crown rot in sugar beet: Combined effects of cultivar, crop rotation, and soil tillage. *Plant Disease*, 93(2), 155–161.
- Büttner, G., Pfähler, B., and Märlander, B. (2004). Greenhouse and field techniques for testing sugar beet for resistance to *Rhizoctonia* root and crown rot. *Plant breeding*, 123(2), 158-166.
- Carling, D. E., Rothrock, C. S., MacNish, G. C., Sweetingham, M. W., Brainard, K. A., and Winters, S.W. (1994). Characterization of anastomosis group 11 (AG-11) of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology*, 84, 1387-1393.
- Cotterill, P. J., Ballinger, D. J., and Kollmorgen, J. F. (1989). Use of three screening techniques for the evaluation of fungicides to control *Rhizoctonia* root rot of wheat. *Annals of applied biology*, 115(2), 229-235.
- Djébalı, N., Elkahoui, S., Taamalli, W., Hessini, K., Tarhouni, B., and Mrabet, M. (2014). Tunisian *Rhizoctonia solani* AG3 strains affect potato shoot macronutrients content, infect faba bean plants and show in vitro resistance to azoxystrobin. *Australasian Plant Pathology*, 43(3), 347-358.
- Draycott, A. P. (2006). Introduction, pp. 1-8. In: DRAYCOTT A.P. (eds.) *Sugar Beet*. Blackwell, Oxford, United Kingdom.
- Engelkes, C. A., and Windels, C. E. (1996). Susceptibility of sugarbeet and beans to *Rhizoctonia solani* AG 2-2 IIIB and AG 2-2 IV. *Plant Disease*, 80, 1413-1417.
- FAOSTAT, (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations [online]. Website <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize> (accessed on 12.12.2019).

- Hamada, M. S., Yin, Y., and Ma, Z. (2011). Sensitivity to iprodione, difenoconazole and fludioxonil of *Rhizoctonia cerealis* isolates collected from wheat in China. *Crop protection*, 30(8), 1028-1033.
- Harveson, R. M. (2008). *Rhizoctonia* root and crown rot of sugar beet. Univ. *Nebr. Ext. Publ.* G1841.
- Harveson, R. M., Hanson, L. E., and Hein, G. L. (2009). Compendium of Beet Disease and Pests. *The American Phytopathological Society Press*, St. Paul, MN.
- Herr, L. J., and Roberts, D. L. (1980). Characterization of *Rhizoctonia* populations obtained from sugarbeet fields with differing soil textures. *Phytopathology*, 70(6), 476-480.
- Karman, M. (1971). Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. T.C. Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları, 279s.
- Kataria, H. R., Singh, H., and Gisi, U. (1989). Interactions of fungicide-insecticide combinations against *Rhizoctonia solani* in vitro and in soil. *Crop Protection*, 8(6), 399-404.
- Kataria, H. R., Hugelshofer, U., and Gisi, U. (1991). Sensitivity of *Rhizoctonia* species to different fungicides. *Plant Pathology*, 40(2), 203-211.
- Khan, M. F. R., and Carlson, A. (2009). Efficacy of fungicides for controlling *Cercospora* leaf spot on sugarbeet. *Sugarbeet Research and Extension Reports*, 39, 216-219.
- Larkin, R. P., Roberts, D. P., and Gracia-Garza, J. A. (1998). Biological control of fungal diseases. In: Fungicidal activity, chemical and biological approaches. NY: Wiley, New York, USA. pp: 141-191.
- Long, L. X. L. J. Z., and Xiaolin, L. J. L. (2001). Effect of fungicides and its mixture on the toxicity and morphology of the *Rhizoctonia solani* of rice. *Journal of Plant Protection*, (4), 12.
- Ogoshi A. (1987). Ecology and pathogenicity of anastomosis and intraspecific groups of *Rhizoctonia solani* Kühn. *Annual Review of Phytopathology*, 25, 125-143.
- Panella, L. W., Ruppel, E. G., Hecker, R. J., Johnson, J. W., Buntin, G. D., Cunfer, B. M., ... and Martin, T. J. (1995). 2311501. Registration of four multigerm sugarbeet germplasms resistant to *Rhizoctonia* root rot: FC716, FC717, FC718, and FC719. *Crop science*, 35(1), 291-292.
- Schmitthenner, A. F., and Hilty, J. W. (1962). A method for studying postemergence seedling root rot. *Phytopathology*, 52, 177-179.
- Sneh, B., Burpee L., and Ogoshi A. (1991). Identification of *Rhizoctonia* Species. APS Press, St. Paul Minnesota, 135 pgs.
- Thach, T., Munk, L., Hansen, A. L., and Jørgensen, L. N. (2013). Disease variation and chemical control of *Ramularia* leaf spot in sugar beet. *Crop protection*, 51, 68-76.
- TÜİK, (2019). Türkiye İstatistik Kurumu. [https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92& locale=tr](https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr) (Accessed on 12.12.2019).
- Windels, C. E., and Brantner, J. R. (2005). Early-season application of azoxystrobin to sugarbeet for control of *Rhizoctonia solani* AG 4 and AG 2-2. *Journal Sugar Beet Research*, 42, 1-17.
- Zhao, C., Li, Y., Wu, S., Wang, P., Han, C., and Wu, X. (2019). Anastomosis group and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. associated with seedling damping-off of sugar beet in China. *European journal of plant pathology*, 153(3), 869-878.

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

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 2(2), 190-204, 2020  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

Araştırma Makalesi / *Research Article*Doi: [10.47898/ijeased.751806](https://doi.org/10.47898/ijeased.751806)

## Elektromekanik Yükle Tahrik Edilen Yumuşak Dielektrik Elastomerin Sıcaklık Karakterizasyonu

İbrahim KARAMAN<sup>1\*</sup>, Davut Erdem ŞAHİN<sup>2</sup><sup>1</sup> Yozgat Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mekatronik Mühendisliği, Yozgat, 66100, Türkiye.<sup>2</sup> Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği, Yozgat, 66100, Türkiye.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : <a href="mailto:ibrahim.karaman@bozok.edu.tr">ibrahim.karaman@bozok.edu.tr</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0001-8396-9797">https://orcid.org/0000-0001-8396-9797</a> , İ.Karaman  <a href="https://orcid.org/0000-0002-4756-3957">https://orcid.org/0000-0002-4756-3957</a> , D.E.Şahin	Geliş Tarihi / Received Date : 12.06.2020 Revizyon Tarihi / Revision Date : 15.07.2020 Kabul Tarihi / Accepted Date : 16.08.2020 Yayın Tarihi / Published Date : 15.12.2020
<b>Alıntı /Cite</b> : Karaman, İ., Erdem Şahin, D. (2020). Elektromekanik Yükle Tahrik Edilen Yumuşak Dielektrik Elastomerin Sıcaklık Karakterizasyonu, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2(2), 190-204.	

### Özet

Dielektrik elastomerler(DE), bir elektrik alanına maruz kalarak büyük deformasyonlar sağlaması, canlı kasına benzemesi ve sensör olarak kullanılabilmesi gibi özelliklere sahip bir polimer çeşididir.Bu çalışmamızda Dielektrik Elastomer Eyleyiciler (DEA)'lardayüksek gerilimde ve farklı frekanslarda meydana gelen sıcaklık değişimlerini araştırılmaktadır.DEA yüzeyinde kare, sinüs, ve üçgen dalga olmak üzere üç farklı elektriksel sinyal uygulanarak malzeme üzerindeki sıcaklık değişimleri test edilmektedir. Sıcaklık değişimleri farklı frekanslara, zamana ve gerilime bağlı olarak termal kamera yardımıyla zamana göre ölçülmektedir. Deneysel çalışmada DEA'lar üzerinde sıcaklıkların oluşması elektriksel sinyaller, gerilim, ortam sıcaklığı ve öngerme gibi etmenlerin etki ettiğini görülmektedir.DEA yüzeyindeki sıcaklık değeri kare dalga formunda yaklaşık 3 Hz de en yüksek değere ulaştığı görülmektedir. Aynı zamanda uygulanan gerilim ile sıcaklık değerleri doğru orantılı olduğu görülmektedir. Yüksek gerilimde sıcaklık değerleri ani yükseldiği için yırtılma gerçekleşmiştir.Bu çalışmanın yeni yumuşak robotlarda, biyomedikal uygulamalarda ve sensörlerde kullanılan DEA'ların yüzey sıcaklıklarının dikkat edilmesi açısından önem taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Yumuşak Robotik, Dielektrik Elastomer Eyleyiciler, Yapay Kas, Sıcaklık Karakterizasyonu.

## **Temperature Characterization of Electromechanical Load Driven Soft Dielectric Elastomer**

### **Abstract**

Dielectric elastomers (DE) are a type of polymer with features such as being exposed to an electric field, providing great deformations, resembling live muscle and can be used as a sensor. In this study, we investigate the temperature changes occurring in high voltage and different frequencies in Dielectric Elastomer Actuators (DEA). Temperature variations on the material are tested by applying three different signals, namely square, sine, and triangular wave, on the DEA surface. Temperature fluctuations are measured according to different frequencies, time and voltage with the help of thermal cameras. In the experimental study, it is seen that factors such as the formation of temperatures on DEAs, electrical signals, voltage, ambient temperature and prestressing. It is seen that the temperature value on the surface of the DEA reaches the highest value at about 3 Hz in square wave form. At the same time, it is seen that the applied voltage and temperature values are directly proportional. As the temperature values increased suddenly at high voltage, tearing occurred. This study is important in terms of paying attention to the surface temperatures of DEAs used in new soft robots, biomedical applications and sensors.

**Keywords:** SoftRobotic, Dielectric Elastomer Actuators, Artificial Muscle, Temperature Characterization.

### **1. Giriş**

Son yıllarda DEA'lar üzerine birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. DE malzemesi hafif, düşük gürültüye sahip olma, büyük esneklik, hızlı tepki, düşük maliyet ve yüksek enerji yoğunluğu nedeniyle geleneksel elektromanyetik malzemelere göre avantajlara sahiptir. DEA'lar, yapay kaslar olarak, canlı kası taklit edebilen en iyi aday olarak görülmektedir (Pelrine ve diğ.,2000; Brochu, ve Pei, 2010; Suo, 2010.; O'Halloran, 2008).

DEA'ların çalışma prensibi Şekil 1'de görüldüğü gibi uyumlu elektrot arasına sıkıştırılmış ince bir DE membrandan oluşur. Kalınlık yönü boyunca zara yüksek bir gerilim uygulandığında, birbirini çekme eğiliminde olan yüzeyde zıt yükler indüklenir; kalınlık yönünde bir azalma ve zarın düzlemsel alanında genişlemesine yol açar. DE filme etki eden elektromekanik basınç, aşağıdaki denklemle hesaplanabilir (Pelrine ve diğ., 2000; Pelrine ve diğ., 2001):

$$p = \epsilon_r \epsilon_0 E^2 = \epsilon_r \epsilon_0 (V/d)^2 \quad (1)$$

Burada  $\epsilon_r$  dielektrik sabitidir,  $\epsilon_0$  boş alan geçirgenliği (8.85x10<sup>-12</sup> F/m),  $E$  elektrik alanı,  $V$  gerilim,  $d$  ise DE kalınlığıdır. Yukarıdaki denklemde  $p$  ise maxwell basıncı olarak bilinen, düzlem içi uzama ve dikey büzülme oluşur. Mekanik sıkıştırma nedeniyle, elastomer filmi kalınlık yönünde azalır, düzlem yönünde genişler (Pelrine ve diğ., 2000, Lai, 2011). Hooke'un yasasına dayanan kalınlık gerilimi şu şekilde yazılabilir:

$$s_z = -p/Y = -\epsilon_r \epsilon_0 V^2 / (Y d^2) \quad (2)$$

Gerilme oranını  $\lambda = \epsilon_r \epsilon_0 / Y$  denklemdeki gibi yazılabilir. Bu gerilimin materyal üzerinde etkisi ise  $\epsilon_z = -\lambda E^2$  ile tanımlanabilir. Ayrıca DEA, bir dielektrik polimer her iki tarafına uygulanan bir çift



uyumlu elektrottan oluşan esnek bir kapasitör olarak da tanımlanmaktadır(Sheng ve diğ., 2012).DE malzemeler bir kapasitans gibi üzerinde elektrik alanı oluşturur. Bu kapasitans ise,  $C=\epsilon_r\epsilon_oA/t$  denkleminde  $A$  iletken alan,  $C$  kapasitans ile gösterilmektedir (White ve diğ., 2017; Liu ve diğ., 2009).Dielektrikelastomerin sıkıştırılamaz olduğu varsayıldığından  $(1 + \epsilon_x)(1 + \epsilon_y)(1 + \epsilon_z) = 1$  toplam alanın deformasyon oranı  $Salan = (1 + \epsilon_x)(1 + \epsilon_y) - 1$ olarak bulunur(Pössinger, 2015; Liu ve diğ., 2009).



Şekil 1. Dielektrik elastomer aktüatörün çalışma prensibi.

Statik yük, Maxwell gerilmelerinin etkisi altında düzlem içi genişleme ve düzlem dışı daralma ile sonuçlanır. Bu tür yapay kas aktüatörler, doğal kas ile diğer aktüatör teknolojilere göre daha iyi bir uyum sağlar (Pelrine ve diğ., 2001; Jean-Mistral, 2008). Elektrik yükü ile DE membranının mekanik deformasyonumeydana gelmesi ile sonuçlanır (Lai, 2011; Pössinger 2015).Elastomerin çok fazla incilmesi elektriksel bozulmaya neden olabilir(Leng ve diğ, 2009). Son zamanlarda yapılan araştırmalarda DE'nin Mooney-Rivlin modeli kullanarak termo-elektro-mekanik dengesizliği (Liu ve diğ., 2009), sıcaklık artışının elektrik alanına etkisi(Jean-Mistral ve diğ., 2010) ve DE'de sıcaklığın elektromekanik dengesizlik etkisi üzerine bir model önerilmiştir(Sheng ve diğ., 2012). DE elektromekanik davranışı sıcaklıktan önemli ölçüde etkilenmektedir ve bu sıcaklığı etkileyen faktörler literatürde çok fazla yer almamaktadır (Sheng ve diğ., 2012). 3M firmasının VHB4910 gibi deforme olabilen birçok DE materyali bulunmaktadır. VHB 4910 DE üzerinde yapılan deneylerde, alan ön-gerilimi farklı sıcaklıklarda arttıkça ve polimerin dielektrik sabiti, sıcaklığın bir fonksiyonu olduğu için dielektrik sabitinin doğrusal olarak düştüğünü göstermektedir(Jean-Mistral ve diğ., 2010).Öngerilme ve frekans arttıkça dielektrik sabit değeri azaldığı için elektromekanik basınç azalmaktadır (Li ve diğ., 2018). Elektromekanik basıncı azalan DEA'nın sıcaklığında da azalma meydana gelmektedir.

Bu deneysel çalışmada, DEA üzerine gerilim uygulandığında farklı frekanslarda yüzeyinde meydana gelen sıcaklıkların değişimleri incelenmiştir. Ayrıca Yapılan deneylerde kare, sinüs ve üçgen dalga frekans tiplerinin sıcaklık değişimlerine etkileride incelenmiştir. Yapay kas olarak

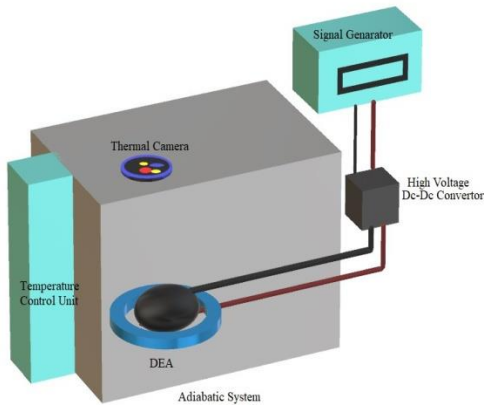
düşünülen DEA'larda sıcaklığın önemli bir oranda değiştiği görülmektedir. Bu nedenle, VHB4910'un pratik çalışmalarda ve cihaz tasarımlarında sıcaklıkların en uygun frekans aralıkları ve hangi elektiriksel sinyallerenasil tepki verdiğinin bilinmesi gerekmektedir.

## 2. Materyal ve Metotlar

Bu çalışmada kullanılan dielektrik polimer poli-akrilik çeşidi olan VHB4910 DE, 3M şirketi tarafından üretilen, büyük deformasyona neden olan, her iki tarafı yapışkan bir şeffaf banttır. Deneyleerde 3cm uzunluğunda ve 1mm kalınlığında örnekler kullanılmıştır. DEA'nın her iki yüzeyinde iletkenliği sağlamak için iletken karbon yağı fırçalanarak uygulanmıştır. Karbon yağını yüksek gerilime bağlamak için yapışkan bakır bantlar kullanılmıştır. DEA yüzey sıcaklık ölçümlerinde -20~300 C° arasında ölçüm yapabilen 0.07 C° hassasiyete sahip kızılötesi bir termal kamera, 0~5 volt arası giriş gerilime sahip ve 8kV üretebilen dc-dc dönüştürücü ve 0,12Hz~2MHz frekans aralığında kare, üçgen, sinüs dalga formlarına sahip bir jeneratör deneyleerde kullanılmıştır. Sıcaklığı ve nemi muhafaza edebilmek amacıyla Adyabatik bir odada deneyleer beş kez tekrarlanarak gerçekleştirilmiştir.

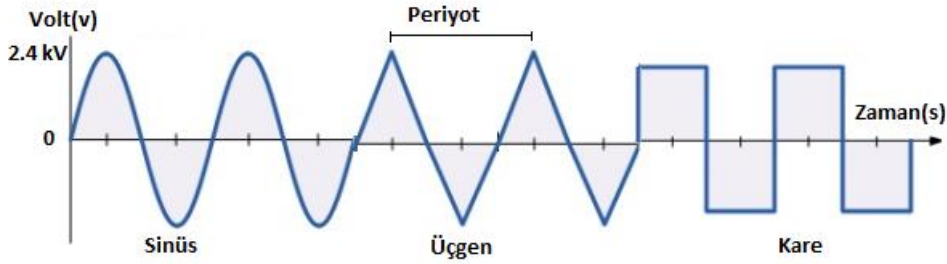
### 2.1. Deneyle Düzenegi

Deneylede, termal kamera (HTI-04), sinyal jeneratörü (TT T-ECHNIC-C VC2002), dc-dc dönüştürücü (Q-80, EMCO Inc.), güç kaynağı, karbon yağı (Premium Carbon Conductive Grease, MG Chemicals), akrilik dielektrik elastomer (3M VHB4910) ve elektrik devresi kullanılmıştır. Deneyleer Şekil 2' de gösterildiği gibi Adyabatik bir sistem kullanılarak DEA yüzey sıcaklıkları ölçülmüştür.



Şekil 2. Deneyle düzenegi.

DEA yüzey sıcaklık ölçümlerinde Şekil 3' belirtilen elektriksel sinyaller ve bu sinyallerin dalga boylarını değiştirerek aralarındaki ilişki incelenmektedir. Deneyde kullanılan sinyal jeneratörü yardımıyla elektriksel sinyallerin her bir saniyede kendisini kaç kez tekrarlama işleme periyot ve bu periyodik harekette bir dalga formunun tepesinden çukuruna kadar olan düşey uzaklığın yarısı genlik olarak ifade edilir. Elektriksel sinyallerde bir t zamanda dalganın genliği DEA yüzey sıcaklık ölçümlerinde sıcaklığı etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Kare dalga formunda genlik arttırıldığında doğrusal bir elektriksel sinyal elde edilmesi nedeniyle DEA yüzeyinde meydana gelen sıcaklık artmaktadır. Sinüs dalga formunun genliği  $k = \frac{\omega}{c} = \frac{2\pi f}{c} = \frac{2\pi}{\lambda}$  denkleminde  $\lambda$  dalga boyu, c yayılma hızı ve f frekans ile bir çizgi boyunca dalganın genliğini verir.



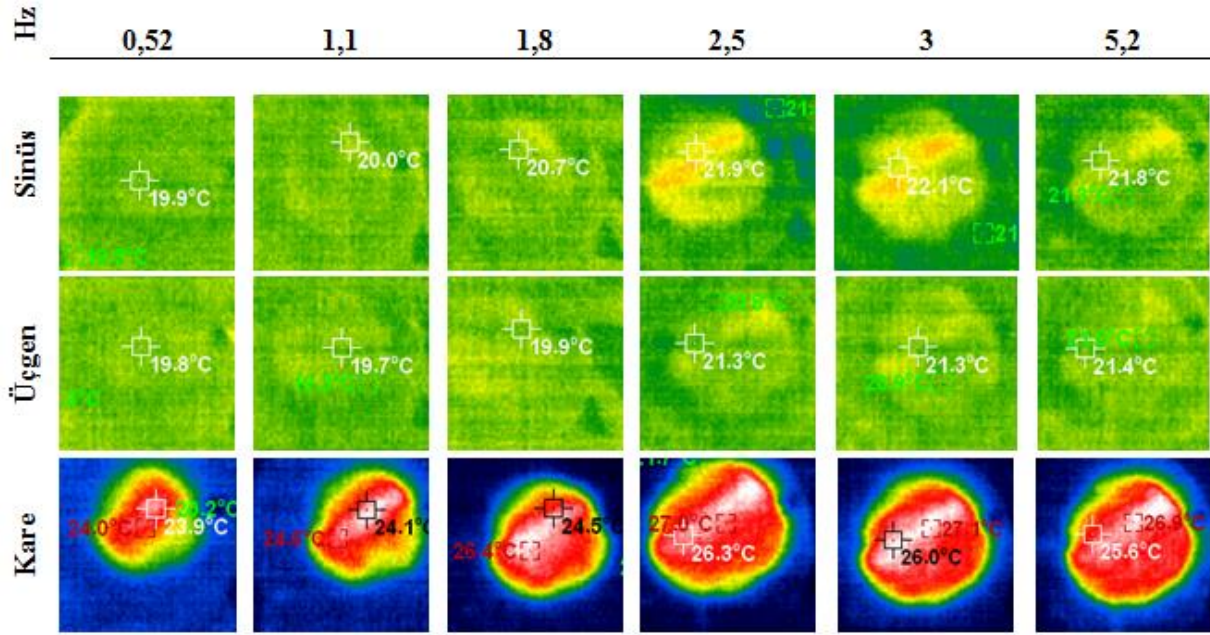
Şekil 3. Elektriksel sinyallerin gösterimi.

### 3. DEA Yüzeyinde Sıcaklık Ölçümleri

DEA yüzeyinde sabit frekanslarda sıcaklık (T), zaman (t) değişimi; sıcaklık (T) frekans (f) değişimi ve son olarak sıcaklık (T) elektrik gerilimi (V) değişimi olmak üzere 3 tip ölçüm yapılmıştır. Termal kamera yardımıyla yapılan ölçümlerde, DEA yüzey sıcaklığının zamana, frekansa ve elektrik gerilimine bağlı değişimleri, önce resim halinde elde edilmiş sonra grafiklere dönüştürülmüştür. Farklı frekans ve farklı dalga formlarında DEA yüzeylerinde sıcaklık değişimleri Tablo 1 ve Şekil 3'de gösterilmektedir. Hem frekans dalga boyları hem de elektriksel sinyallerde DEA yüzeyinde sıcaklık değişimini etkilediği gözlemlenmektedir. DEA'ya kare frekans uygulandığında yüzeyinde oluşan sıcaklık daha yüksek olurken sinüs ve üçgen dalga formlarında birbirlerine yakın değerler elde edilmektedir. DEA yüzeyinde sıcaklıklar incelendiğinde 1.5 Hz ile 5 Hz arasında maksimum sıcaklığa eriştiği gözlemlenmiştir. Tablo 1 ve Şekil 4'de elde edilen sıcaklık değerleri 16 C<sup>0</sup> ve %20 nem ortamında DEA yüzeyinden termal kamera yardımıyla ölçülmüştür.

**Tablo 1.** DEA yüzeyinde oluşan farklı elektriksel sinyallerde ve farklı frekanslarda sıcaklık değişimleri ( $C^0$ ).

Uygulanan Sinyal	Frekans (Hz)					
	0,52	1,1	1,8	2,5	3	5,2
Sinüs	19,9	20	20,7	21,9	22,1	21,8
Üçgen	19,8	19,7	19,9	21,3	21,3	21,4
Kare	24	24,6	26,4	27	27,1	26,9



**Şekil 4.** DEA yüzeyinde oluşan farklı elektriksel sinyallerde ve farklı frekanslarda sıcaklık değişimi termal kamera görüntüleri.

DEA, verilen elektrik gerilimiyle indüklenmiş ve deformasyonlar oluşmuştur. Bunun sonucunda DEA yüzeyinde bölgesel sıcaklık değişimleri meydana gelmiştir. Bu değişimler farklı frekans ve gerilimlerde incelenerek termal kamera ile ölçülmüştür. Elektrik geriliminin aşırı artmasıyla yüzey sıcaklığı aşırı yükselmiş ve DEA yırtılmasına neden olmuştur.

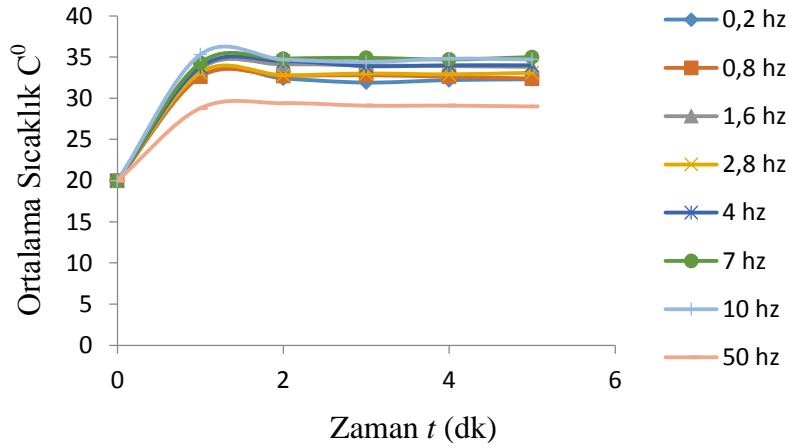
### 3.1. Sabit Frekanslarda DEA Yüzey Sıcaklığının Zaman Bağlı Değişimi

Kare, sinüs ve üçgen olmak üzere 3 farklı tipte frekans sırasıyla sabit tutularak DEA yüzeyi uyarılmış ve yüzeyin sıcaklık değişimleri zamana bağlı elde edilmiştir. Ölçümün yapıldığı bir dakika içerisinde sıcaklıklar anlık  $\pm 1 C^0$  değiştiği görülmüş bu süre içerisinde ortalama sıcaklıklar dikkate alınmıştır. Ortam sıcaklığı  $17 C^0$  nem oranı %25 olarak ölçülmüştür. Sinyal jeneratörü ile 0,2 Hz ile 50Hz arasında kare, sinüs ve üçgen sinyalleri gönderilerek DEA üzerinde oluşan sıcaklık değişimleri ölçülmüştür. DEA'ya uygulanan gerilim 2,4 kV büyüklüğünde, kare-sinüs- üçgen dalga

formları uygulanmıştır. Tüm dalga formlarında ölçülen sıcaklık değişimleri Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7'de gösterildiği üzere ilk anlarda ani artışlar gözlenirken daha sonra kısmen düştüğü görülmüştür. Kare dalga formunda sıcaklık değerlerinin sinüs ve üçgen dalga formlarına göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

### 3.1.1. Kare Dalga Formu

DEA yüzeyindeki sıcaklık ölçümleri, sinyal jeneratörü ile kare frekans gönderilmeye başlandığında ani artmaktadır. Daha sonra zaman içinde dengeli hale gelmektedir. DEA yüzeyindeki sıcaklık değişimleri, kare dalga formunda iken farklı frekanslarda ilk dakikada tepe değere ulaşmaktadır. Birinci dakikadan sonra sıcaklıklardaki dalgalanmalar düşmeye başlamaktadır. Kare dalga formunda sıcaklık değerleri incelendiğinde, çok düşük ve yüksek frekanslarda düşük ölçülmüş; 1Hz ile 10 Hz arasındaki frekanslarda da maksimum sıcaklığa ulaştığı görülmüştür (Şekil 5).

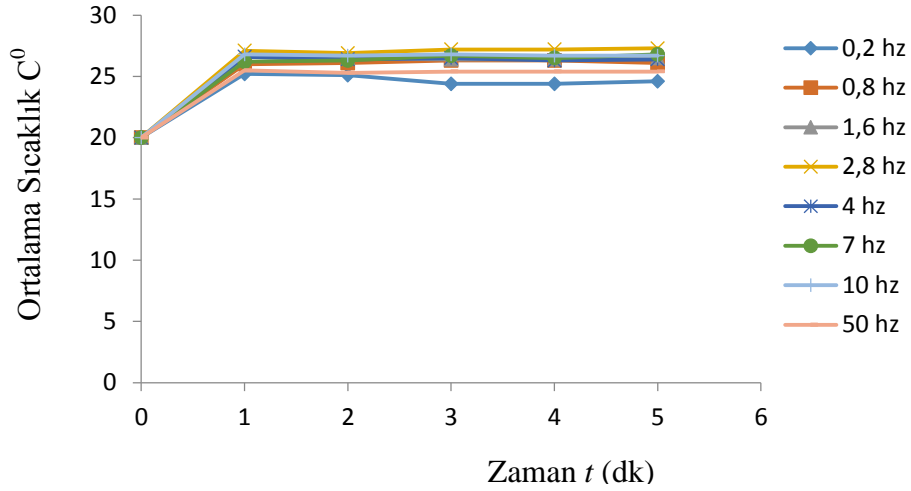


Şekil 5. DEA yüzeyinde kare dalga formunda farklı frekanslarda zaman göre sıcaklık değişimi.

### 3.1.2. Sinüs Dalga Formu

DEA yüzeyinde meydana gelen sıcaklık başlangıçta hızlı bir yükselişten sonra dengelenmektedir. Bu dalga formunda farklı frekanslardaki sıcaklık değerleri birbirine yakındır. Zaman içindeki değişimler, sinüs dalga formunda farklı frekanslarda incelenmiş, 0.2 Hz'de DEA yüzeyinde oluşan sıcaklık değerleri daha düşük ölçülmüştür. Şekil 6'da görüldüğü üzere belirli bir

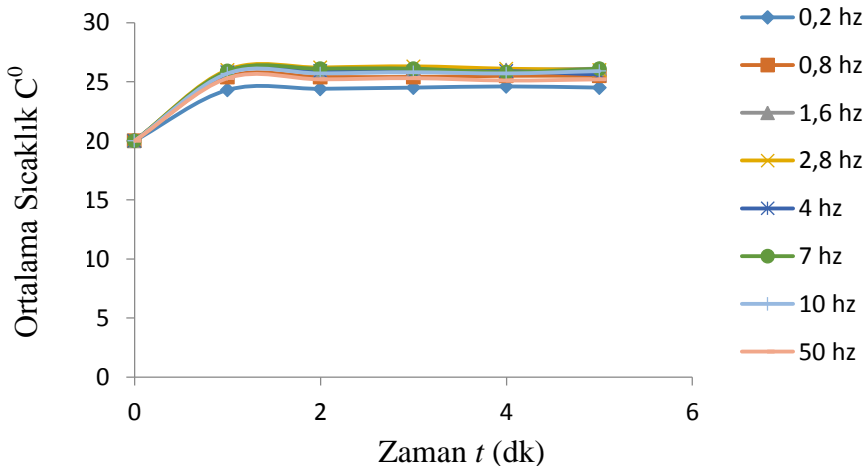
zaman dilimi sonrasında sıcaklık değişimleri dengeli devam etmiştir. Sinüs dalga formunda farklı frekanslarda kare dalga formuna oranla çok daha düşük sıcaklıklar meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 6. DEA yüzeyinde sinüs dalga formunda farklı frekanslarda zaman göre sıcaklık değişimi.

### 3.1.3. Üçgen Dalga Formu

Bu dalga formunda ise DEA yüzeyinde oluşan sıcaklık başlangıçta ani artmaktadır. Şekil 7'de, DEA yüzeyinde oluşan sıcaklık, 7 Hz'de daha yüksek iken 0.2 Hz'de daha düşük ölçülmüştür. Üçgen dalga formunda, farklı frekanslarda DEA yüzeyindeki sıcaklık değeri belirli bir değere ulaştıktan sonra dengelenme görülmüştür.



Şekil 7. DEA yüzeyinde üçgen dalga formunda farklı frekanslarda zaman göre sıcaklık değişimi.



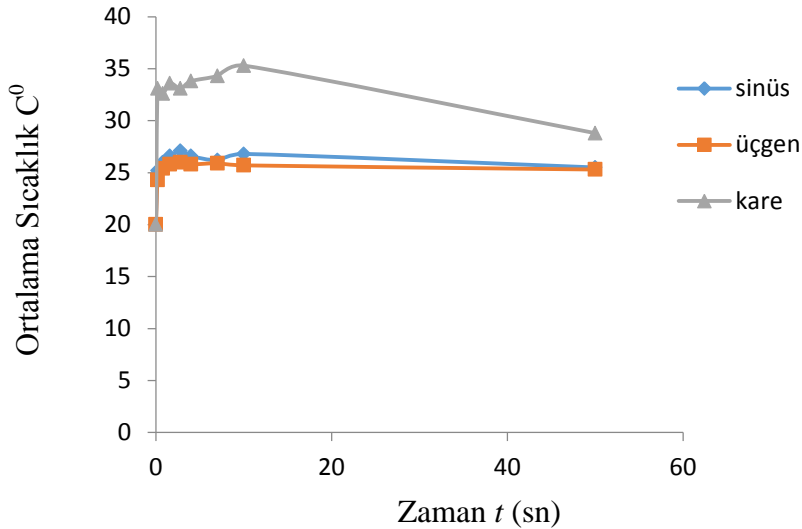
### 3.1.4. Farklı Dalga Formlarının DEA Yüzeyindeki Sıcaklık Karşılaştırmaları

DEA yüzeyinde daha fazla deformasyon meydana gelmesi sebebiyle kare dalga formunda sıcaklıklar diğer dalga formlarına göre daha yüksek gerçekleşmiştir. Zaman içinde sıcaklıkların alanında genişleme meydana gelirken sıcaklık oranları düşerek dengelenmeye başlamıştır. DEA üzerine uygulanan sinüs ve üçgen dalga formunda sıcaklık alanlarında başlangıçta belirli bölgelerin sıcaklığın fazla olduğu görülmektedir. Daha sonra zaman içinde sıcaklık bölgelerinin DEA üzerinde yayıldığı gözlemlenmiştir. Sinüs ve üçgen dalga formunda kare dalga formuna göre daha düşük sıcaklık değerleri ölçülmüştür (Şekil 8).

Aynı sıcaklık ve nem ortamında aynı DEA yüzeyindeki sıcaklıklar beş farklı ölçüm yapılmıştır. Bu ölçümlerde sıcaklık değişimleri incelenmiştir. Sıcaklık değişimleri bulunduğu frekans üzerinden  $(\Delta t) \sim \pm 1^\circ\text{C}$  olarak görülmektedir. Aynı zamanda DEA yüzeyinde oluşan sıcaklık değerlerinin ortalaması Tablo 2’ de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** DEA yüzeyinde beş farklı deneyden elde edilen ölçümlerden oluşan sıcaklıkların ortalama değerleri ( $C^0$ ).

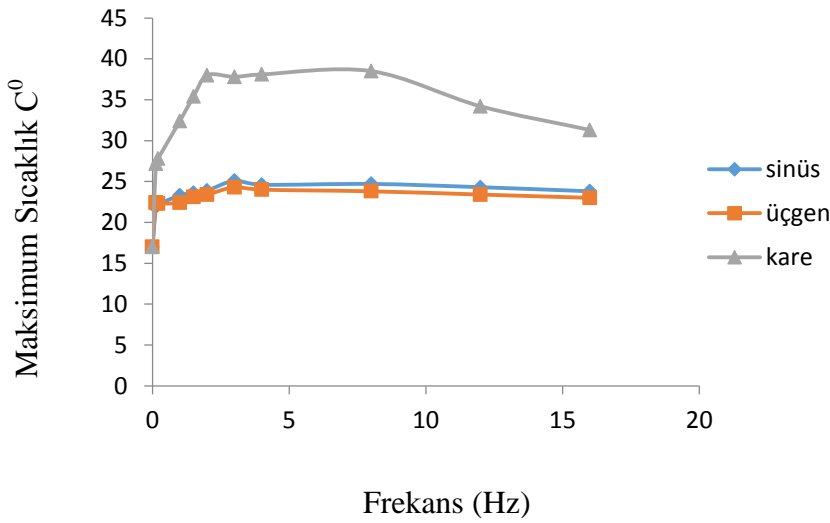
Uygulanan Sinyal	Frekans (Hz)							
	0,2	0,8	1,6	2,8	4	7	10	50
Kare	32,8	32,62	33,88	32,98	34,04	34,74	34,78	29,08
Sinüs	24,74	26,16	26,48	27,14	26,44	26,5	26,74	25,4
Üçgen	24,46	25,44	26,12	26,12	25,8	26	25,76	25,22



**Şekil 8.** Farklı dalga formlarının zamana bağlı sıcaklık değişimleri.

### 3.2. DEA Yüzeyinde Frekans Değişimiyle Gözlenen Sıcaklık Değişimi

DEA yüzeyinde 17.0 C° ortam sıcaklığı ve %25 nem ortamında 2,4 kV gerilim uygulanarak frekans sıcaklık değişimleri sinüs, kare ve üçgen formlarında incelenmiştir. DEA yüzeyine sıcaklık değişimleri b üç dalga formunda 0,12 Hz ile 16 Hz arasındaki frekanslar kullanılmıştır. DEA yüzeyinde sıcaklık değerleri kare dalga formunda sinüs ve üçgen dalga formlarına oranla daha fazla tepki vermiştir. Bu dalga formlarında sıcaklık değerleri düşük frekanslarda yükselmiş yüksek frekanslarda düşmüştür. Kare dalga uygulanan DEA yüzeyindeki sıcaklık daha geniş alanlara yayılmış diğer dalga formlarında bölgesel gerçekleşmiştir. DEA yüzeyindeki sıcaklık üçgen dalga formunda düşük frekanslarda artarken daha yüksek frekanslarda düşmeye başlamıştır. Kare, sinüs ve üçgen dalga formları karşılaştırıldığı zaman kare dalgada sıcaklık oranlarının yüksek olduğu görülmektedir. Tüm dalga formlarında en yüksek sıcaklık değerleri, 2 Hz ile 5 Hz frekans aralığında olduğu Şekil 9'da belirtilmiştir.



Şekil 9. DEA yüzeyinde frekanslara bağlı, farklı dalga formlarındaki sıcaklık değişim grafikleri.

DEA yüzeyindeki sıcaklık değişimleri frekansa bağlı olarak incelendiğinde kare dalga formunda üzerinde deformasyonun fazla olması nedeniyle sıcaklık daha yüksek görülmektedir. Kare dalga formunda 2 Hz ile 8 Hz arasında maksimum sıcaklığa erişmekte; sinüs ve üçgen dalga formunda ise düşük frekanslarda daha yüksek sıcaklık tespit görülmektedir. Kare dalga formu, sinüs ve üçgen dalga formlarına göre daha yüksek sıcaklıklar tespit edilmiştir.

Aynı sıcaklık ve nem ortamında DEA yüzeyinde oluşan sıcaklıklar beş farklı deney düzeneği üzerinde incelenmiştir. Sıcaklık ortalamaları ve sıcaklık farklılıkları arasında ( $\Delta t$ )  $\sim \pm 1^\circ\text{C}$  olarak

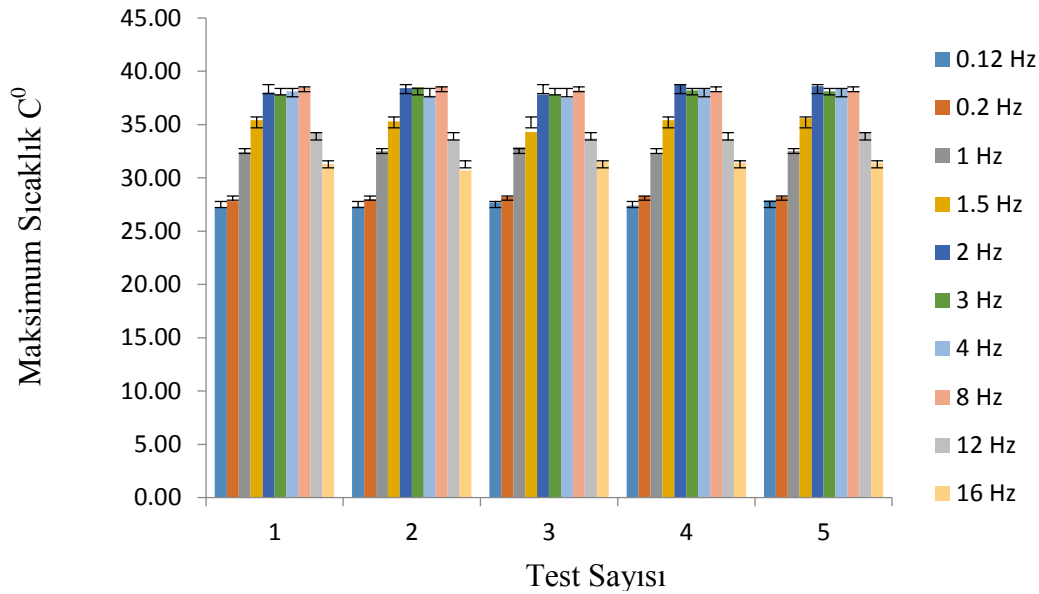


görülmektedir. Aynı zamanda ölçümlerde elde edilen sıcaklık değerlerinin ortalaması tablo 3’de görülmektedir.

**Tablo 3.** Farklı frekanslarda beş farklı deneyin DEA yüzeyinde oluşturdukları sıcaklık ortalamaları ( $C^0$ ).

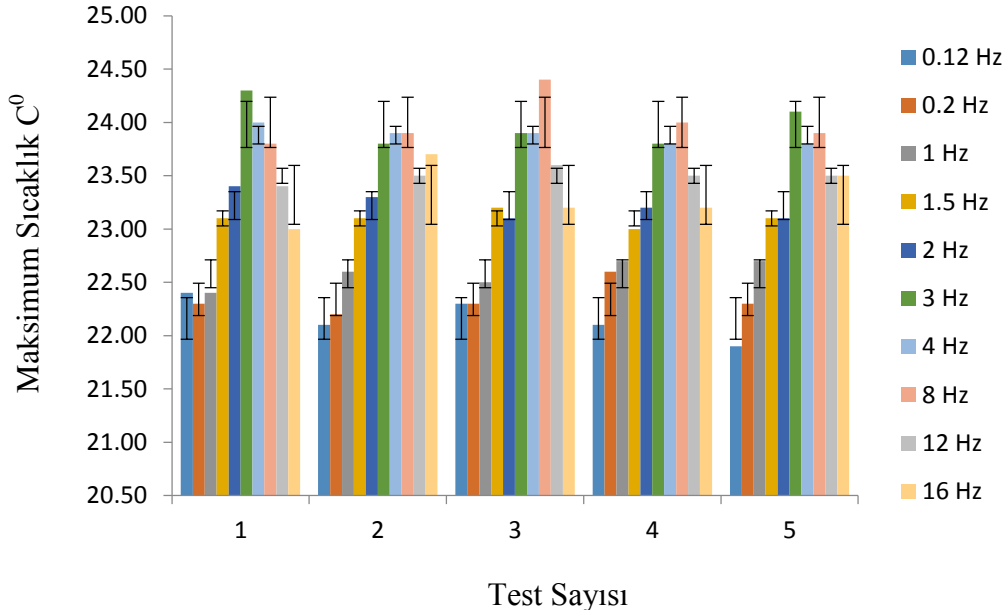
Uygulanan Sinyal	Frekans (Hz)									
	0,12	0,2	1	1,5	2	3	4	8	12	16
Kare	27,50	28,10	32,52	35,20	38,32	38,08	38,00	38,30	33,88	31,26
Sinüs	22,02	22,36	23,90	23,90	24,22	25,36	24,66	24,80	24,80	23,64
Üçgen	22,16	22,34	22,58	23,10	23,22	23,98	23,88	24,00	23,50	23,32

Bu çalışmada, DEA yüzeyinde sıcaklık ölçümleri her deney için beş farklı düzenek ile tekrarlanmıştır. Elde edilen deneyler sonucu kare dalga hata çubukları Şekil 10, üçgen dalga hata çubukları Şekil 11 ve sinüs dalga hata çubukları Şekil 12’ de verilmiştir.

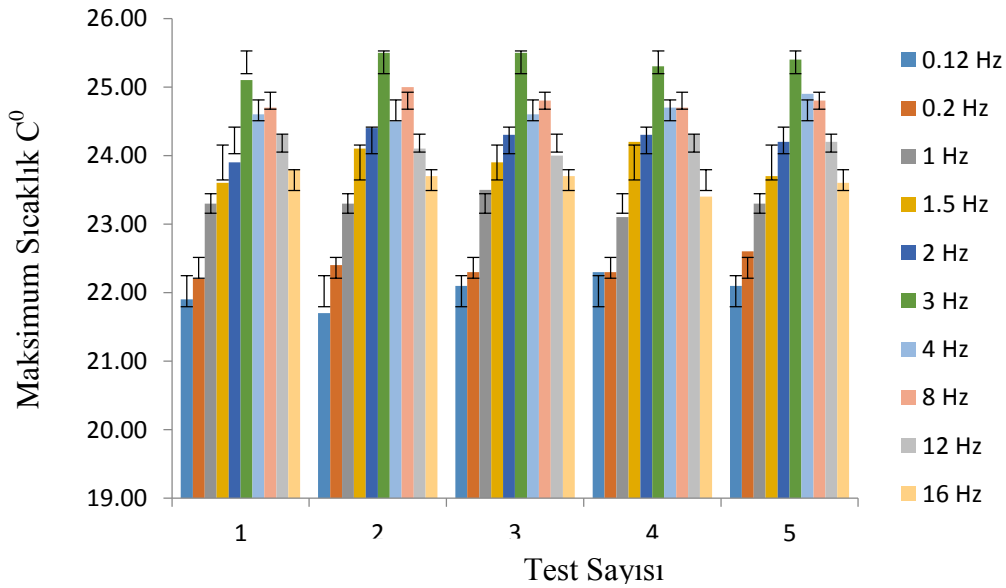


**Şekil 10.** Kare dalga hata çubukları.

Bu deneyler sonucu aritmetik ortalama değerlerinin yapılan deneylerle ölçüm aralıkları birbirine yakın ve hata paylarının değerleri düşük çıkmaktadır. Kare dalga formu üzerinden DEA yüzeyinde ölçülen sıcaklık hata payları sinüs ve üçgen dalga formuna göre daha düşüktür.



Şekil 11. Üçgen dalga hata çubukları.

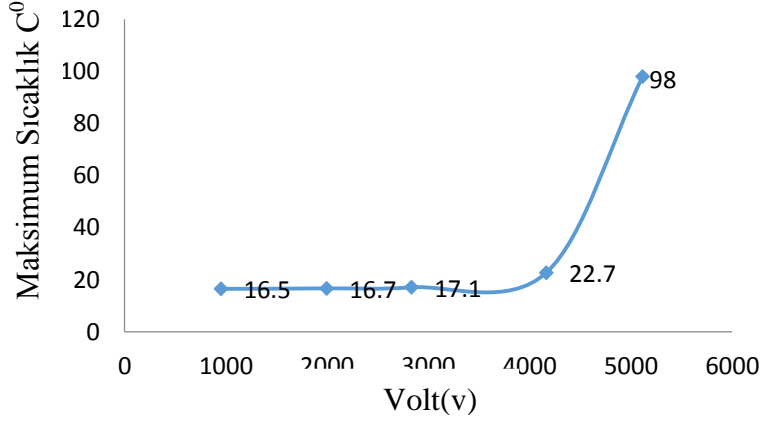


Şekil 12. Sinüs dalga hata çubukları.

### 3.3. DEA Yüzeyinde Gerilim Değişimiyle Gözlenen Sıcaklık Değişimi

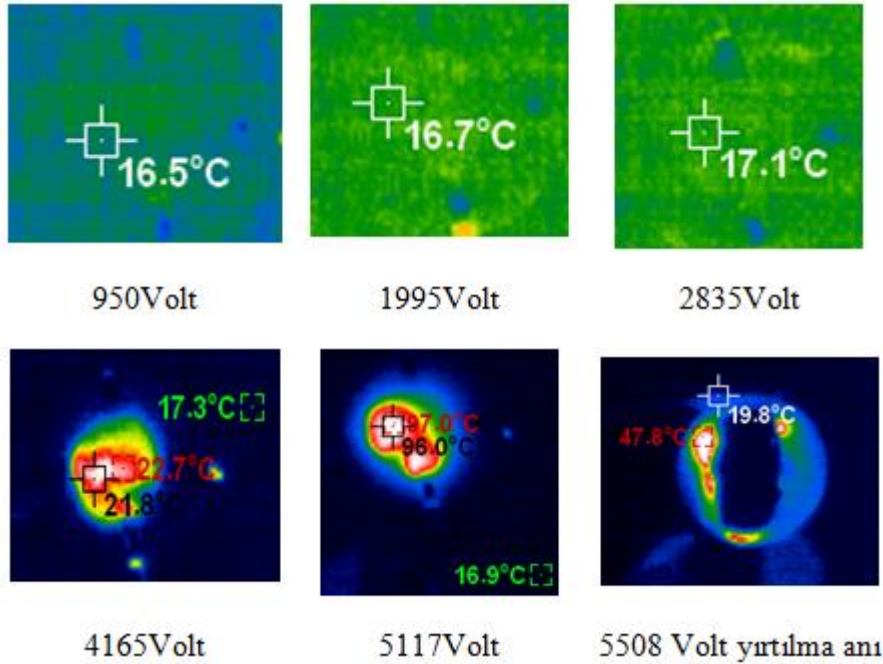
Bu deneyde sıcaklığın elektrik gerilimine(dc) bağlı olarak DEA yüzeyindeki sıcaklık tepkimesi incelenmiştir. DEA üzerine daha düşük elektrik geriliminde sıcaklık daha düşük iken yüksek elektrik gerilim uygulandığında sıcaklık ani yükseldiği gözlemlenmiştir. DEA üzerindeki sıcaklık 4,5 kV ile 5,5 kV arasında maksimum sıcaklığa ulaşmıştır.Şekil 13’de gerilime bağlı olarak

DEA yüzeyinde meydana gelen sıcaklık değişim grafiği ve Şekil 14’de oluşan sıcaklık değerleri termal kamera ekran görüntüleri yer almaktadır.



Şekil 13. DEA yüzeyinde gerilime bağlı sıcaklık değişimi.

DEA yüzeyinde görülen sıcaklık farklılıklarındaki en önemli nedenlerden biri elektrik gerilimin yükselmesidir. Bu nedenle deformasyon daha fazla gerçekleşmektedir. Yüksek elektrik geriliminde belirli bir eşik değeri aşıldığında aşırı ısınma ile DE’de yırtılma meydana gelir. Bu durumda iken DEA tepkime vermez, sıcaklığın da giderek azaldığı görülür. DE’nin öngermesi deformasyon hızını arttırdığı gibi sıcaklık değişimini de paralel olarak arttırdığı tespit edilmiştir. Öngörme işlemi DE zarının inceltilmesidir. Bu işlemle DEA daha düşük elektrik gerilimiyle daha yüksek deformasyon ortaya çıkmaktadır.



Şekil 14. DEA yüzeyinde gerilime bağlı sıcaklık ölçümleri.

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu deneyler sonucunda DEA yüzeyinde meydana gelen sıcaklık değerleri incelenmiştir. Deneylerde kare dalga uygulanan DEA yüzeyinde sıcaklık değerlerinin sinüs ve üçgen dalgalarına göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Tüm dalga formlarında sıcaklıklar en yüksek 2 Hz ile 10 Hz arasında olduğu gerçekleşmiştir. Yüksek frekanslarda sıcaklık değerlerinin düştüğü gözlemlenmiştir.

Bir DEA'ya uygulanan gerilim ile sıcaklık doğru orantılı olduğu görülmektedir. DEA'ya uygulanan farklı frekanslarda sıcaklık değişimi ilk başta ani yükselir daha sonra stabil hareket eder. DEA yüzeyindeki sıcaklık farklı sıcaklık ortamlarında ve farklı öngermelerde sıcaklık değişiminde farklılıklar meydana getirmektedir. Ayrıca kare dalga uygulanan bir DEA yüzeyindeki sıcaklık deformasyonun fazla olduğunu gösterir, genlik azaldıkça sıcaklık artmıştır.

DEA, yumuşak robotik uygulamalarında, biyomedikal çalışmalarda ve sensörler gibi birçok alanda yapılacak çalışmalarda en uygun frekans aralıkları ve frekans tiplerinin bilinmesi açısından önem taşımaktadır. Daha sonraki çalışmalarda öngermenin sıcaklık üzerindeki etkisi ve bu sıcaklığın bir canlı yüzeyine zarar vermemesi için çalışmalar düşünülmektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışma 6602a-FBE/19-244 proje numaralı Yozgat Bozok Üniversitesi BAP birim tarafından finanse edildiği için teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- Pelrine, R., Kornbluh, R., Joseph, J., Heydt, R., Pei, Q., & Chiba, S. (2000). High-field deformation of elastomeric dielectrics for actuators. *Materials Science and Engineering: C*, 11(2), 89-100.
- Brochu, P., & Pei, Q. (2010). Advances in dielectric elastomers for actuators and artificial muscles. *Macromolecular rapid communications*, 31(1), 10-36.
- Suo, Z. (2010). Theory of dielectric elastomers. *Acta Mechanica Solida Sinica*, 23(6), 549-578.
- O'Halloran, A., O'malley, F., & McHugh, P. (2008). A review on dielectric elastomer actuators, technology, applications, and challenges. *Journal of Applied Physics*, 104(7), 9.
- Li, Z., Lau, H. Y., Chen, X., Wang, J., Shen, S., & Sun, P. (2018). Experimental study on the variation of dielectric constant of dielectric elastomer actuator. In 2018 25th International Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice (M2VIP) (pp. 1-5). IEEE.
- Bigué, J. P. L., & Plante, J. S. (2011). Experimental study of dielectric elastomer actuator energy conversion efficiency. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 18(1), 169-177.
- Sheng, J., Chen, H., Li, B., Wang, Y., & Qiang, J. (2012, April). Effect of temperature on electromechanical instability of dielectric elastomers. In *Electroactive Polymer Actuators and Devices (EAPAD) 2012* (Vol. 8340, p. 83402B). International Society for Optics and Photonics.
- Liu, Y., Liu, L., Leng, J., Yu, K., & Sun, S. (2009). Erratum: "Electromechanical stability of dielectric elastomer" [Appl. Phys. Lett. 94, 211901 (2009)]. *Applied Physics Letters*, 95(1), 211901.

- Jean-Mistral, C., Sylvestre, A., Basrour, S., & Chaillout, J. J. (2010). Dielectric properties of polyacrylate thick films used in sensors and actuators. *Smart materials and structures*, 19(7), 075019.
- White, E. L., Yuen, M. C., & Kramer, R. K. (2017, October). Distributed sensing in capacitive conductive composites. In *2017 IEEE SENSORS* (pp. 1-3). IEEE.
- Liu, Y., Liu, L., Zhang, Z., & Leng, J. (2009). Dielectric elastomer film actuators: characterization, experiment and analysis. *Smart Materials and Structures*, 18(9), 095024.
- Pelrine, R., Kornbluh, R., Pei, Q., & Joseph, J. (2000). High-speed electrically actuated elastomers with strain greater than 100%. *Science*, 287(5454), 836-839.
- Pelrine, R., Kornbluh, R. D., Eckerle, J., Jeuck, P., Oh, S., Pei, Q., & Stanford, S. (2001, July). Dielectric elastomers: generator mode fundamentals and applications. In *Smart Structures and Materials 2001: Electroactive Polymer Actuators and Devices* (Vol. 4329, pp. 148-156). International Society for Optics and Photonics.
- Jean-Mistral, C., Basrour, S., Chaillout, J. J., & Bonvilain, A. (2008). A complete study of electroactive polymers for energy scavenging: modelling and experiments. arXiv preprint arXiv:0802.3046.

**Tez:**

Lai, William., Yüksek Lisans Tezi, "Characteristics of dielectric elastomers and fabrication of dielectric elastomer actuators for artificial muscle applications." (2011).

Pössinger, Tobias. PhD THESIS Experimental Characterization, Modeling and Simulation of Magneto-Rheological Elastomers. Diss. 2015.

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

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 2(2), 205-215, 2020  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>



**Derleme Makalesi / Review Article****Doi: [10.47898/ijeased.728019](https://doi.org/10.47898/ijeased.728019)**

## **Dijital Çağda Neden Bir Kent Sürdürülebilir Akıllı Şehir Olmalıdır?**

Murat DAL <sup>1\*</sup>, Yasal ÖZDEMİR <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Munzur Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, Tunceli, 62000, Türkiye.

<sup>2</sup> Munzur Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Tunceli, 62000, Türkiye.

<b>Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)</b>	<b>Makale Süreci / Article Process</b>	
<b>*Sorumlu Yazar / Corresponding author :</b> <a href="mailto:muratdal1122@gmail.com">muratdal1122@gmail.com</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0001-5330-1868">https://orcid.org/0000-0001-5330-1868</a> , M. Dal  <a href="https://orcid.org/0000-0002-8970-7533">https://orcid.org/0000-0002-8970-7533</a> , Y. Özdemir	<b>Geliş Tarihi / Received Date</b> :	27.04.2020
	<b>Revizyon Tarihi / Revision Date</b> :	27.06.2020
	<b>Kabul Tarihi / Accepted Date</b> :	05.09.2020
	<b>Yayın Tarihi / Published Date</b> :	15.12.2020

**Alıntı /Cite :** Dal, M., Özdemir, Y. (2020). Dijital Çağda Neden Bir Kent Sürdürülebilir Akıllı Şehir Olmalıdır?, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2(2), 205-215.

### **Özet**

20. Yüzyılda tarım toplumundan sanayi toplumuna geçişin hızlanması dünyada şehirleşme oranını hızla arttırmıştır. Yüzyılın sonlarında ortaya çıkan sürdürülebilirlik ve dijitalleşmenin bu sürece eklenmesiyle birlikte, 21. Yüzyılda sürdürülebilir akıllı şehir kavramı şehircilik alanında yeni bir kavram olarak ortaya çıkmıştır. Yaşadığımız şehirlerin artan sorunlarına çözüm bulabilmek, daha konforlu bir hayat sürdürebilmek için sürdürülebilir akıllı şehirlerin sayısının artmasına ihtiyaç vardır. Bunun için yapılması gereken ise şehirlerde tüm verilerin toplanıp değerlendirilmesi, yorumlanması, sorunların ele alınıp, bu sorunlara dijital çağa uygun çözümler üretilmesidir. Bir şehrin sürdürülebilir akıllı şehir özelliği taşıması makro ve mikro tüm bileşenlerin ele alınarak daha kaliteli ve konforlu hizmet için en yeni fikir ve projelerin geliştirilmesine bağlıdır. Sürdürülebilir akıllı şehirler konusunda literatür araştırmasına dayanan bu çalışmada; sürdürülebilir akıllı şehir kavramı ana hatlarıyla ele alınmış, temel bileşenleri, gereksinimleri ve kazanımları farklı çerçevelerde ele alınarak tartışılmış, akıllı şehir bileşenlerinin sürdürülebilir akıllı yönetimi ile istenen konfor seviyesine taşınabileceği belirtilmiştir. Günümüzün ve geleceğin ideal şehirleri sürdürülebilir akıllı şehirler olacaktır, şimdiden bu bilinç şehirlerimizde oluşturulursa yaşam kalitesi artırılabilir. Bu sürecin hızlı tamamlanması için tüm şehir paydaşlarının katılımı ile toplam kalite artışı sağlanmış olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Akıllı şehir, Sürdürülebilir kent, Dijital çağ, Sürdürülebilir akıllı şehir, Dijital mimari, Dijital kent.



## ***Why Should A City Be A Sustainable Smart City in The Digital Age?***

### ***Abstract***

*The acceleration of the transition from the agricultural society to the industrial society in the 20th century has rapidly increased the rate of urbanization in the world. With the addition of sustainability and digitalization that emerged at the end of the century, the concept of sustainable smart city emerged as a new concept in urbanism in the 21st century. In order to find solutions to the increasing problems of the cities we live in and to lead a more comfortable life, the number of sustainable smart cities needs to increase. What needs to be done for this is to collect, evaluate and interpret all the data in the cities, to deal with the problems and to produce solutions for these problems in accordance with the digital age. A city's sustainable smart city feature depends on the development of the latest ideas and projects for higher quality and comfortable service by addressing all macro and micro components. In this study, based on literature research on sustainable smart cities; the concept of sustainable smart city has been examined in detail, its basic components, requirements and benefits have been discussed with different frameworks, and it has been stated that smart city components can be moved to the desired comfort level with sustainable smart governance. Since the ideal cities of today and tomorrow will be sustainable smart cities, the quality of life can be increased if this consciousness is already created in our cities. In order to complete this process quickly, total quality increase will be achieved with the participation of all city stakeholders.*

**Keywords:** *Smart city, Sustainable city, Digitalage, Sustainable smart city, Digital architecture, Digital city.*

### **1. Giriş**

Farsça "şehir" kelimesinin Türkçe karşılığı olarak kullanılan "kent", tarihin her döneminde farklı anlamlara sahip olan dinamik bir kavramdır. Bununla beraber genel bir eğilim olarak şehir kavramının uygarlık ile ilişkilendirildiği, uygarlığın şehirleşmeyle başladığı düşünülmektedir (Topal, 2004). Tarih boyunca insanlar içinde yaşadıkları çağın sorunlarına çözüm olabilecek daha yaşanabilir ideal şehir arayışında bulunmuşlardır. Bu arayışların sonucu olan kentleşmenin sosyal, ekonomik ve çevresel olarak hem olumlu hem de olumsuz etkileri olmuştur. Olumlu etkilerini yaşam alanlarının, sosyal olanakların ve iş imkanlarının artması olarak sıralamak mümkündür. Olumsuz etkileri ise iklimsel sorunlar, hava kirliliği, su kaynaklarının azalması, sosyal alanların azalması, çarpık kentleşme vb. gibi sıralanabilir (Kaya, 2007).

Bir topluluğun kırsal yapıdan çıkıp şehirleşebilmesi için kanunda belirtilen belli bir nüfus büyüklüğüne sahip olması, üretimde hizmet ve sanayinin payının tarımdan daha yüksek olması, altyapısının gelişmiş olması, faaliyetlerinde uzmanlaşmış ve işbölümü içinde bir çalışan nüfus yapısına sahip olması, ulusal değerlerin kişisel değerlerden daha üstün olması, bireysel ilişkilerin üst düzeyde olması, eğitim düzeyinin yüksek olması, örf, adet ve normların yerini hukukun almış olması gibi özellikler taşıması gereklidir (Aldemir, 2018).

Günümüz dünyasında şehirler sosyo-ekonomik açıdan en önemli yapılanmalardır (Mori ve ark., 2012). Dünyada üretilen enerjinin %75'i şehirlerde tüketilmekte, dünya karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonunun %80'i de şehirlerde yaratılmaktadır (Lazariou ve ark., 2012). Günümüzde dünya

nüfusunun %55'i şehirlerde yaşarken, 2050 yılına kadar bu oranın %68'e yükselmesi beklenmektedir (2018 Revision of World Urbanization Prospects). Şehirleşmenin bu artışında en önemli etken endüstri devrimidir. Ancak endüstri devrimi ile gelen bu hızlı kentleşme beraberinde ekonomik (işsizlik), demografik, mekansal, fiziksel (konut sorunu, gecekondulaşma), sosyal (kentlileşememe) sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Sorunların minimize edilmesi ise kentleşmenin çağa uygun olarak planlı ve programlı bir şekilde gerçekleştirilmesine bağlıdır. Hızlı nüfus artışından kaynaklanan çevresel sorunlar, doğal kaynakların bencilce ve sınırsızca tüketilmesi, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını giderme kabiliyetine sekte vurmaktadır. Bu noktada sürdürülebilirlik kavramı çözüm olarak karşımıza çıkmakta, belirtilen sorunların çözümü sürdürülebilirlik ilkelerine bağlı akıllı kentlerin ve yaşam alanlarının oluşturulmasından geçmektedir.

Literatürde "sürdürülebilir şehir", "kentsel sürdürülebilirlik", "akıllı şehir" gibi birbirine benzeyen ve çoğu kez ayırım gözetilmeksizin kullanılan kavramlar bulunmaktadır. Bu konuda tutarlı bir tanım olmadığı da literatürde genel olarak kabul edilmektedir (Neirotti vd. 2014). Kentsel sürdürülebilirlik çevre faktörünü, akıllı şehir kavramı (Karadağ, 2013; Ahvenniemi ve ark., 2017) ise sosyal ve ekonomik faktörleri daha fazla dikkate almaktadır. Gül ve Çobanoğlu'na (2017) göre ise akıllı şehirler bilgi ve iletişim teknolojilerinin kentsel alanlarda etkin bir şekilde kullanıldığı, toplum ve şehir arasında karşılıklı iletişimin bulunduğu, sürdürülebilirlik, bilgi, teknoloji ve katılım gibi kavramların birlikte yer aldığı bir yapı olarak düşünülmektedir. Yazarlara göre şehirleşmede yaşanan bu gelişmeleri tarif etmek için hem çevresel, hem de teknolojik, ekonomik ve sosyal boyutları içermesi bakımından "sürdürülebilir akıllı şehir" kavramının kullanılması daha uygundur. Sürdürülebilir akıllı şehir yaklaşımı özellikle 1990 sonrasında sürdürülebilirlik bilincinin artması ve teknolojik gelişmelerinin hızlanmasının bir sonucudur. Sürdürülebilir bir şehir yaşantısı, bilgi ve iletişim teknolojilerinin sağladığı olanaklardan faydalanarak geliştirilen akıllı şehir uygulamaları ile gerçekleştirilmektedir (Aldanmaz, 2019).

Sürdürülebilir akıllı şehirlerin temel özelliği bir yandan insan ihtiyaçlarını günümüz şehirlerinden daha iyi karşılarken, diğer yandan da gelecek kuşakların ihtiyaçlarının karşılanmasını engellemeyecek sistemlerin geliştirildiği, ya da değişimin süreklilik içinde, sosyal ve ekonomik çıkarların çevre ve enerji konusundaki kaygılarla uyumlu olarak gerçekleştirildiği şehirler olmasıdır (Anonim, 2009). Sürdürülebilir akıllı şehirler, sınırlı olan kaynakları daha etkin ve verimli kullanan, bilgi ve iletişim teknolojilerine yaptığı yatırımla akıllı çözümler üreten ve bu sayede tasarruf elde eden, hizmet ve yaşam kalitesini arttıran, mekansal planlama süreçlerini bütüncül şekilde yeniden

yapılandıran, yenilikçi ve sürdürülebilir gelişime yatırım yaparak karbon ayak izini sürekli azaltan ve sürdürülebilir kalkınmaya yatırım yapan şehirler olarak tanımlanmaktadır (Ateş, 2018). Bu özellikleriyle sürdürülebilir akıllı şehirler sadece teknolojinin yoğun olarak uygulandığı ve kullanıldığı yerlerden ibaret olarak düşünülmemelidir (Albino ve ark., 2015).

Sürdürülebilir şehirleşmenin temel esasları;

- ✓ Doğal kaynakların tüketiminde sürdürülebilir ekolojik dengenin korunması,
- ✓ Kültür varlıklarının korunması, yaşatılması ve gelecek kuşaklara taşınması,
- ✓ Risklerden arındırılmış, güvenli, sağlıklı, nitelikli yaşanabilir şehirlerin kurulması,
- ✓ Güvenli ve sağlıklı içme suyuna, yeterli altyapıya, ideal ulaşım olanaklarına erişimin sağlanabilmesi,
- ✓ Kamu hizmetlerinden yararlanmada fırsat eşitliğinin sağlanması,
- ✓ Yerel düzeyde ekonomik, sosyal ve kültürel kalkınma olanaklarının sağlanması,
- ✓ Toplumsal dayanışma ve bütünleşme kültürünün oluşturulması,
- ✓ Kentsel yoksulluk ve eşitsizliklerin giderilmesi,
- ✓ Yerel kültür ve kimliklerin korunması ve geliştirilmesi,
- ✓ Dinamik ve çekici kentler oluşturma eğiliminin sağlanması,
- ✓ İklim değişikliğinin etkilerini azaltıcı kent formu,
- ✓ Akıllı ulaşım sisteminin kullanımı,
- ✓ Sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji sisteminin kullanımı,

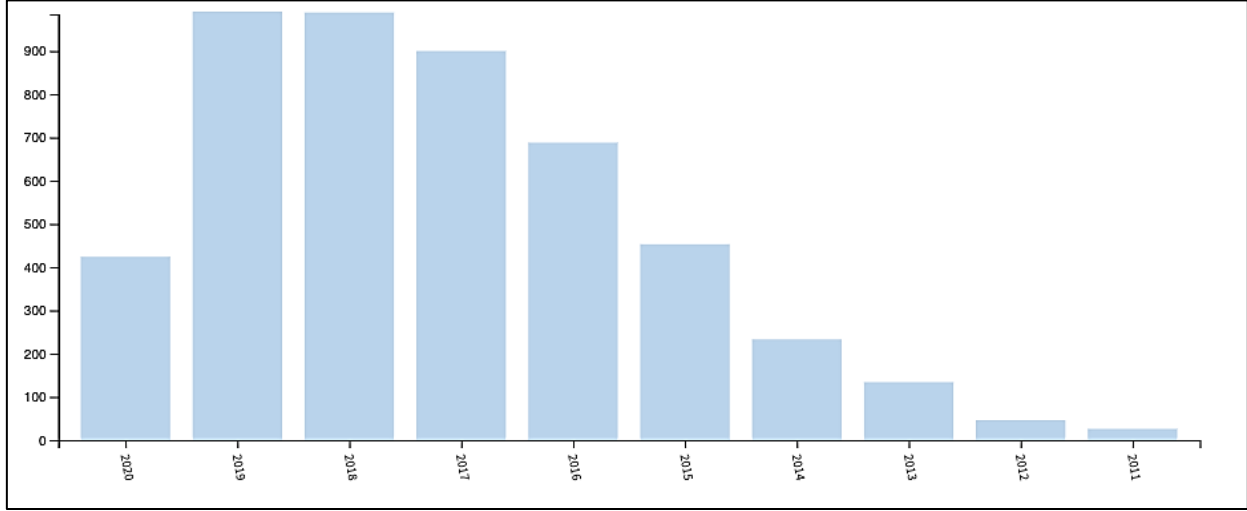
Bu çalışmada; sürdürülebilir akıllı şehir kavramının özellikleri ve temel bileşenleri, akıllı şehirlerin temel gereksinimleri ve faydaları incelenmiştir. İkinci bölüm çalışmanın yöntemini içermektedir. Üçüncü bölümde akıllı şehri oluşturan temel bileşenler tanıtılmıştır. Dördüncü bölümde akıllı şehirlerin inşası için temel gereksinimler ortaya konulduktan sonra beşinci bölümde akıllı şehirlerin kazanımları üzerinde durulmuştur. Son bölümde genel tartışma ve sonuca yer verilmiştir.

## **2. Yöntem**

Çalışma karma nitelikteki bir literatür taramasına dayanmaktadır. Bu amaçla Web of Science, Google Scholar, Dergipark ve YÖK tez merkezinden yararlanılmıştır. Web of Science, uluslararası yayın kalitesi ve güncellik anlamında çalışmaya dahil edilmesi gerekli bir veritabanı olarak değerlendirilmiştir. Diğer yandan, akıllı şehir ile ilgili konferans bildirileri, Türkçe yayınlanmış

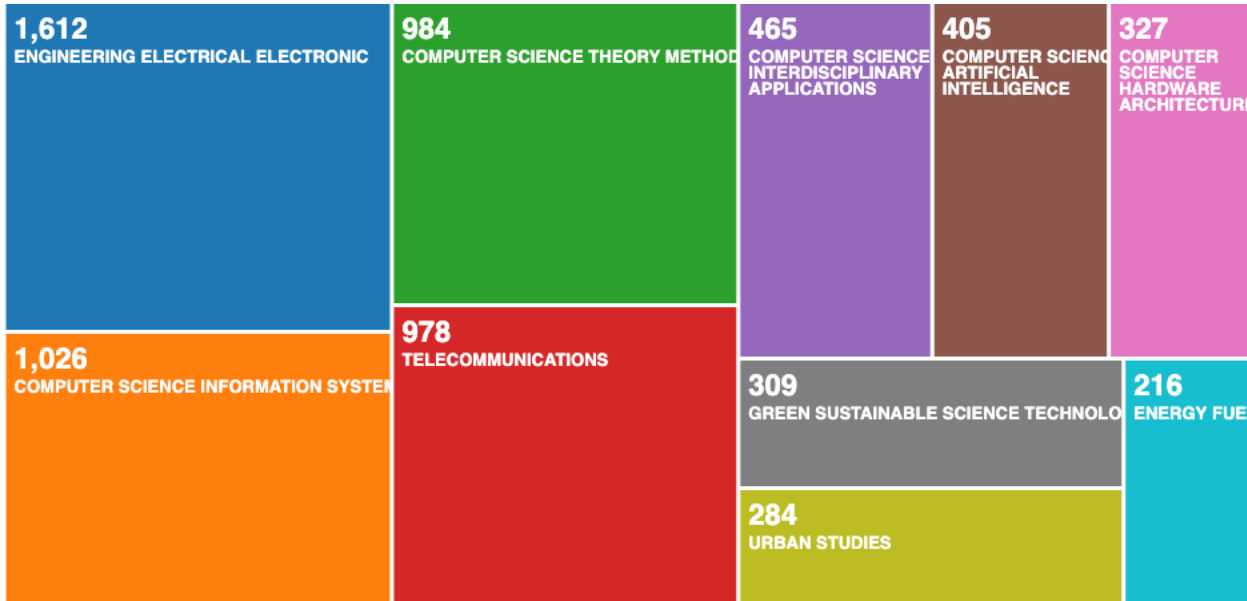
çalışmalar ve konuyla ilgili lisansüstü düzeyde yapılan çalışmaların da yerli literatürün yönelimi açısından önemli olduğu düşünülmüş ve bu kaynaklardan da yararlanılmıştır.

Belirtilen veritabanlarında “akıllı şehir”, “akıllı kent”, “smart city”, “smart cities” anahtar kelimeleriyle tarama yapılmıştır. Web of Science veritabanında konuyla ilgili 4847 adet kayıt bulunmuştur.



**Şekil 1.** Web of Science veritabanında akıllı şehir konusundaki çalışmaların yıllara göre dağılımı

Şekil 1’de Web of Science veritabanında yıllara göre akıllı şehir ile ilgili çalışmaların sayısı görülmektedir. Çalışmaların 2011 yılından itibaren hızlı arttığı dikkati çekmektedir.



**Şekil 2.** Web of Science veritabanında akıllı şehir konusundaki çalışmaların bilim alanlarına göre dağılımı

Şekil 2’de Web of Science veritabanında akıllı şehirler ile ilgili çalışmaların Web of Science bilim alanlarına göre sınıflandırılması görülmektedir. Çalışmaların ağırlıklı olarak elektrik/elektronik mühendisliği, bilgisayar mühendisliği ve telekomünikasyon alanlarında yoğunlaştığı, ardından sürdürülebilirlik ve şehircilik çalışmalarının geldiği dikkati çekmektedir.

Akıllı şehir konusunda Türkçe çalışmalar için yapılan Google Scholar taramasında, başlığında “akıllı şehir”, “akıllı şehirler”, “akıllı kent” geçen toplam 60 sonuç elde edilmiştir. İçeriğin herhangi bir yerinde aynı anahtar kelimelerin geçtiği çalışmaların sayısı ise 628’dir. Google Scholar akademik yayınların dışında zaman zaman internet haberi, akademik olmayan dergi yazıları ve lisansüstü tezler gibi çalışmaları da indeksleyebilmekte, zaman zaman ise mükerrer indekslemeler olabilmektedir. Bu nedenle yerli yayınların durumunu daha iyi belirleyebilmek için aynı anahtar kelimeler Dergipark’ta taratılmıştır. Tarama sonucunda, başlığında belirtilen anahtar kelimelerin geçtiği toplam 77 makale bulunmuştur. YÖK tez veritabanında aynı anahtar kelimelerle yapılan taramada ise 18’i doktora olmak üzere 117 tez tespit edilmiştir.

Belirlenen sonuçların içinde akıllı şehirler hakkında genel ve kapsayıcı bir bakış sağlayacağı düşünülen çalışmalar önce başlık, ardından özetleri incelenerek çalışmaya dahil edilmiştir.

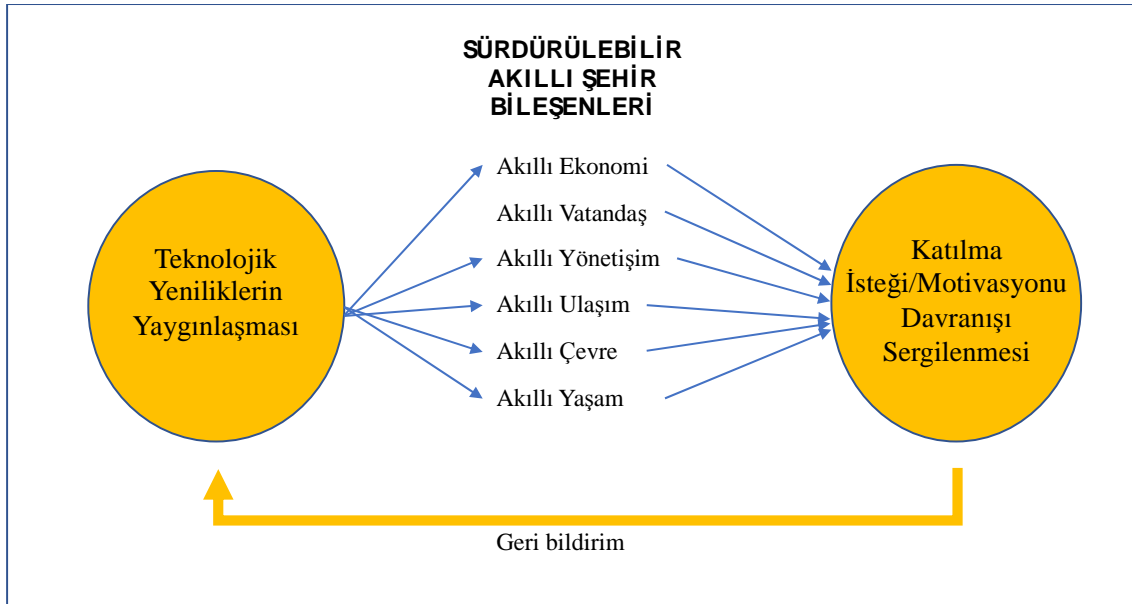
### **3. Sürdürülebilir Akıllı Şehir Bileşenleri**

Sürdürülebilir akıllı şehirleşmenin en önemli bileşeni veridir. Özellikle büyük veri ile nesnelerin interneti akıllı şehir girişimlerinin yapılabilirliğini belirlemede önemli bir faktördür (Hashem ve ark., 2016). Bu anlamıyla akıllı şehir aynı zamanda bir nesnelerin interneti uygulamasıdır (Silva ve ark., 2018). Ancak verinin bilişim teknolojileri kullanılarak değerlendirilmesi ve insan verimini, konforunu artırmaya dönük somut bir fayda sağlaması için, akıllı şehirlerin dijital çağın gerektirdiği gelişim ve değişimlere ayak uydurması gereklidir. Bunun için sürdürülebilir akıllı kentler ekolojik olmalı, her kentin bir ruhu olmalı, sağlıklı yaşam alanları, çevre dostu ulaşım olanakları, çevreye zarar vermeyen altyapı, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı vb. gibi kentlinin yaşam konforunu sağlayan parametreleri dijital çağa uygun olarak kentliye sunulmalıdır.

Sürdürülebilir akıllı şehirleşme; sürekli ilerleyen, yenilikçi ve gelişim açısından sonu olmayan bir süreçtir. Bu sürecin başarılı olması için tasarım aşamasında dikkate alınması gereken temel faktörler bulunmaktadır. Chourabi ark. (2012) bu faktörleri sekiz temel bileşene indirgeyerek tanımlamıştır: (1) Yönetim ve organizasyon, (2) Teknoloji, (3) Yönetişim, (4) Politik bağlam, (5) İnsanlar ve topluluklar, (6) Ekonomi, (7) Altyapı, (8) Doğal çevre.

Şekil 3’de sürdürülebilir akıllı şehirde bulunması gereken temel bileşenler (Giffinger ve ark., 2007) ve Armağan (2018) tarafından bu bileşenleri içeren hedef model gösterilmiştir. Akıllı şehirleri oluşturan altı temel bileşen, kavram hakkındaki belirsizliği ortadan kaldıran operasyonel bir tanımlama olanağı sağlamaktadır (Caragliu ve ark., 2011). Madakam ve Ramaswamy (2014) altı temel bileşenin özelliklerini şöyle sıralamıştır:

Sürdürülebilir akıllı ekonomi doğal ve kıt kaynaklara dayalı geleneksel ekonomi yerine yenilikçi yaklaşım ve girişimcilik ruhuna bir ekonomiyi ifade etmektedir. Bunun için yaşam boyu öğrenen, yaratıcı, açık fikirli, sosyal hayata katılan sürdürülebilir akıllı insana ihtiyaç vardır. Sürdürülebilir akıllı yönetim hesap verebilirlik, hukukun üstünlüğü, karar verme sürecine katılım gibi özellikleri taşıyan ve bu süreçleri kolaylaştırmak için teknolojiyi kullanan yönetim anlayışını ifade etmektedir. Sürdürülebilir akıllı ulaşım insanlar için sağlıklı, güvenli ve yenilikçi taşımacılığı amaçlarken iklim değişikliği ve enerji güvenliğine karşı da duyarlıdır. Otopark sistemleri, bisiklet kullanımı, elektrikli araçlar, trafik izleme sistemleri ve taşıt paylaşım hizmetleri gibi yenilikleri amaçlar. Sürdürülebilir akıllı çevre sensörler, işlemciler, iletişim ve kontrol araçları ile yoğun şekilde donatılmış bir çevreyi tanımlamaktadır. Sürdürülebilir akıllı yaşam ise ortam koşullarını sürekli olarak algılayarak kullanıcı isteklerine göre kendini ayarlayan ev ortamı ve kullanıcının gerek tercihlerini, gerekse içinde bulunduğu sosyal bağlamı algılayarak internete bağlanan nesnelere, akıllı şehir bileşenlerinin bütüncül bir anlayışla hayata geçirilmesini sağlar.



Şekil 3. Akıllı şehir hedef modeli (Armağan, 2018’den değişiklik yapılarak alınmıştır).



#### **4. Sürdürülebilir Akıllı Şehirlerin Temel Gereksinimleri**

*Bilgi ve Teknolojinin Güvenilirliği:* Geleneksel altyapı yatırımlarında güvenilirlik/sağlamlık standartları tipik olarak %99.997 seviyesindedir (Naature Bilişim Teknolojileri, t.y.); sürdürülebilir akıllı şehir uygulamalarında kullanılan yeni donanım ve aygıtlar için bu standartlara ulaşmak oldukça güçtür.

*Teknolojik Yaşam Döngüsü:* Şehirler genellikle teknoloji konusundaki risklerin, teknoloji değişim hızının ve yaşam döngüsünün değerlendirilmesi ve anlaşılması için gereken yetkinliklere sahip değildir. Geleneksel altyapı yatırımlarında değişim hızı istenen seviyede olamamaktadır.

*Mevcut Platformla Uyumluluk:* Ölçek ekonomisi ve kolay kullanılabilirlik avantajlarından yararlanabilmek için yazılım ve donanımların kentte uygulanmakta olan mevcut teknolojilerle uyumlu olması gereklidir. Bunun sağlanabilmesi ise, uzun vadeli bir ortak bilişim yapısı ve altyapı vizyonu gerektirir.

*Güvenlik:* Çoğu sürdürülebilir akıllı kent teknolojisi, şebekeler üzerinden hassas verilerin toplanmasını ve aktarılmasını gerektirir. Bu nedenle, çözümlerin uygulanmasına geçilmeden önce güvenlik ile ilgili konuların kentler ve tedarikçiler tarafından mutlaka çözülmüş olması gerekir (Ulusoy, 2017).

Sayılan gereksinimlerden yola çıkarak bir şehrin akıllı şehir olarak değerlendirilebilmesi için şunlara sahip olması gerektiği ifade edilebilir (Xsights, 2016);

- Yeterli miktarda su ve enerji,
- Etkili katı atık yönetim sistemi,
- Sürdürülebilir bir bilişim ve haberleşme alt yapısı,
- Etkin bir toplu taşıma ve bu toplu taşımaya ait mobil sistem,
- Çağa uygun e-belediye hizmetleri,
- Başarılı, planlı, programlı bir çevre yönetim sistemi,
- Çağa uygun kriz ve acil müdahale sistemi vb. gibi parametreleri bünyesinde barındırması.

#### **5. Sürdürülebilir Akıllı Şehirlerin Kazanımları**

*Sürdürülebilir Akıllı Şebekeler ve Sürdürülebilir Enerji Verimliliği:* Dünyadaki enerji kullanımının %75'i şehirlerde gerçekleşmektedir (Lazariou ve ark., 2012). Bu nedenle enerjinin dağıtımını ve tüketiminin optimize edilmesi büyük önem taşımaktadır. Akıllı şebeke teknolojisinin

temel amacı, enerjinin üretimini ve kullanıcının tüketimine sunulmasını uyarlamak ve böylece verimliliği arttırmak, maliyetleri ve çevresel etkileri azaltmaktır.

*Sürdürülebilir Akıllı Ulaşım Stratejileri:* Kamu güvenliği, çevre, enerji, hızlı yanıt servisleri, iş yapma kapasitesi, kritik teslimatlar ve genel yaşam kalitesi üzerinde etkiye sahiptir. Özel ve toplu seyahatleri iyileştirmek için Küresel Konum Belirleme Sistemleri (GPS), iletişim, WI-FI ve RFID teknolojileri, veri analitiği ve tahmin teknikleri, gerçek zamanlı trafik akışı bilgileri ile birlikte kullanılabilir.

*Sürdürülebilir Sağlık Hizmetleri:* Sağlık hizmetlerinin sunulmasında, tıbbi hizmetlerde kullanılan Elektronik Hasta Kayıtlarıyla bağlantılı bir yaklaşımdan yararlanılması mümkündür. Kamu sağlığı çalışanlarının bilgiye istedikleri zaman, istedikleri yerden ve istedikleri cihazdan erişebilmeleri sağlanabilir.

*Sürdürülebilir Kamu Güvenliği ve Emniyet:* Şehir yönetimleri için, suça karşı korumada, doğal afetlerde, kazalarda ve terör saldırılarında kamu güvenliği ve emniyeti önemli hale gelmiştir. Sokaktaki şiddetten karmaşık mali suçlara, kimlik hırsızlıklarına veya veri ihlallerine kadar dinamik bir suç yelpazesi için sadece gelişmiş teknolojiler ve süreçlerle ideal çözümler üretilebilir.

*Sürdürülebilir Akıllı Teknoloji:* Şehirdeki bilgi ve süreç alışverişinin birbiriyle bağlantılı olması ve ortak bir özel yazılımda belirli bir bağlama oturtulması gereklidir. Üçüncü şahıs bilgilerini göz önünde tutmak ve genel olarak hizmeti kusursuz şekilde vermek için sistemlerinin standart, birlikte çalışabilir, açık ama aynı zamanda güvenli olmalıdır (Ulusoy, 2017).

## **6. Sonuçlar ve Tartışma**

Hızla dijitalleşen çağımızda, mevcut gelişmelerin gerisinde kalan şehirlerin yaşam kalitesinin düşmesi kaçınılmazdır. Bu düşüş ile birlikte, toplumların ihtiyaçlarına cevap bulabilecekleri kentlere yönelmesi de doğal olacaktır. Sonuç olarak bazı şehirlerde yığılmalar oluşacak, hızlı göç alan şehirlerde sorunlar da aynı hızla artacaktır. Bu nedenle sürdürülebilir akıllı şehirler sürekli olarak kendilerini çağa uygun olarak revize etmek zorundadır. Bunu sağlamak için sürdürülebilir akıllılık kavramı tüm şehir bileşenlerine uygulanarak kalite düzeyleri sorgulanmalı, şehir bazında eksiklikler tespit edilerek uygun projeler üretmek suretiyle kalitesi yüksek yaşanabilir şehirler oluşturulmalıdır. Bunu sağlamanın anahtarı ise akıllı şehir üst başlığı altında yer alan bileşenlerin birlikte uyum içerisinde kullanılması, çağa uygun sürdürülebilir gelişmenin sağlanmasıdır. Akıllı şehir bileşenlerinin toplam kalitesinin artması, hızlı ilerlemenin anahtarıdır.

Günümüzde dünyada bu amacın gerçekleştirilmesine yönelik adımlar hızla atılmakta, daha kaliteli ve yaşanabilir şehir oluşturmak için akıllı şehir bileşenleri tek tek tüm detayları, sınırlılıkları, olumlu ve olumsuz yönleri, avantaj ve dezavantajları, açısından incelenmekte ve envanterler oluşturulmaktadır.

Sürdürülebilir akıllı şehirlerin başarılı olması için o şehirde yaşayan insanların da gerekli teknolojik erişime ve kullanma becerilerine sahip olması, özellikle dijital olarak marjinalleşmiş kesimlerin bu sürece dahil edilmesi için özel politikaların üretilmesi gereklidir. Sürdürülebilir akıllı şehirlerde akıllı insan ve akıllı yönetimin birlikte hareketi ile daha yenilikçi bir ekonomi için özel, kamu ve akademik perspektiflerin işbirliğine dayalı bir anlayışla bir araya gelmesi, daha sinerjik bir toplum ve şehir yönetimini, verilerin ve kaynakların verimli kullanımını sağlayacaktır.

Ülkemizde sürdürülebilir akıllı şehirlere yönelik yapılan çalışmalar henüz yeterli düzeyde olmayıp çeşitli sivil toplum kuruluşları, bazı kamu kurum ve kuruluşları ve özel sektör temsilcileri bu kapsamda çalışmalar yürütmektedir. Sürdürülebilir akıllı şehir fonksiyonları ve alt bileşenleri çerçevesinde çalışmaların multidisipliner olarak farklı bakış açılarıyla ele alınması, gelecekteki çalışmalar açısından yararlı olacaktır.

## Kaynaklar

- 2018 Revision of World Urbanization Prospects. (2018). United Nations Department of Economic and Social Affairs. <https://www.un.org/development/desa/publications/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html> (Erişim Tarihi: 14 Temmuz 2019).
- Ahvenniemi, H., Huovila, A., Pinto-Seppa, I., Airaksinen, M. (2017). What are the differences between sustainable and smart cities?. *Cities*,60, 234-245.
- Albino, V.,Berardi, U., Dangelico, R.M., (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 3-21. doi:10.1080/10630732.2014.942092
- Aldanmaz, E. (2019). *Akıllı kentler kapsamında Türkiye için akıllı ulaşım sistemleri ihtiyaç analizi*. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Aldemir, A.R. (2018). *Geleneksel şehir sistemlerinin akıllı şehir sistemlerine geçiş süreçlerinin yönetilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Anonim. (2009). *Ekonomi, Sosyoloji ve Politika Dergisi, (e-dergi)*, ISSN 1305-7979, <http://www.paradoks.org>, 5(2) (Temmuz-2009).
- Armağan, M.V. (2018). *Bilgi toplumunda akıllı şehirler ve katılımcı yurttaşlık*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Ateş, M. (2018). *Akıllı şehir olgusunu değerlendirme yaklaşımında yerel boyut*. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Caragliu, A., Del Bo, C., Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 12(2), 65-82. doi: 10.1080/10630732.2011.601117
- Chourabi, H., Nam, T., Walker, S., Gil-Garcia, J. R., Mellouli, S., Nahon, K., Pardo, T. A., Scholl, H. J. (2012). Understanding smart cities: An integrative framework. (2012). *45th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 2289–2297). <https://doi.org/10.1109/HICSS.2012.615>
- Giffinger, R.,Fertner, C., Kramar, H., Meijers, E., Pichler-Milanovic, N. (2007). City-ranking of European medium-sized cities [PDF document]. Centre Of Regional Science, Vienna University of Technology. [http://www.smartcities.eu/download/smart\\_cities\\_final\\_report.pdf](http://www.smartcities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf) (Erişim Tarihi: 21 Haziran 2019)

- Gül A., Çobanoğlu Ş.A. (2017). Avrupa’da akıllı kent uygulamalarının değerlendirilmesi ve Çanakkale’nin akıllı kente dönüşümünün analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Kayfor15 Özel Sayısı, 22, 1543-1565.
- Hashem, I. A. T., Chang, V., Anuar, N. B., Adewole, K., Yaqoob, I., Gani, A., Ahmed, E., Chiroma, H. (2016). The role of big data in smart city. *International Journal of Information Management*, 36(5), 748–758. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.05.002>
- Karadağ, T. (2013). *Akıllı kent yaşamı üzerine bir değerlendirme*. Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kaya, E. (2007). Kent kentleşme ve kent yönetimi. Kaya, E., Şentürk, H., Danış, O., Şimşek, S. (Eds). *Modern kent yönetimi-1 içinde*, 134.
- Lazariou, G.C.,Roscia, M. (2012). Definition methodology for the smart cities model. *Energy*. 45, 326-332
- Madakam, S., Ramaswamy, R. (2014). Smart cities-six dimensions. *International Conference on Advances in Computing and Information Technology-ACIT* (pp. 38-41).
- Mori, K.,Christodoulou, A. (2012). Review of sustainability indices and indicators: Towards a new city sustainability index (CSI). *Environmental Impact Assessment Review*. 32(1), 94-106.
- Naature Bilişim Teknolojileri. (t.y). *Akıllı Kent Yapılanması Hangi Bileşenlerden Oluşmaktadır?*. <https://www.naature.net/akilli-kent-yapilanmasi-hangi-bilesenlerden-olusmaktadir-yazisi-2.html> (Erişim Tarihi: 20 Haziran 2020).
- Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., Scorrano, F. (2014). *Current trends in smart city initiatives: Some stylised facts*. *Cities*, 38, 25–36. doi:10.1016/j.cities.2013.12.010
- Silva, B. N., Khan, M., Han, K. (2018). *Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities*. *Sustainable Cities and Society*, 38, 697–713. doi:10.1016/j.scs.2018.01.053
- Topal, A.K. (2004). *Kavramsal olarak kent nedir ve Türkiye’de kent neresidir?*. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 6(1), 276-294.
- Ulusoy, M. (2017). Akıllı şehirler. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Bilgi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Xsights .(2016). Akıllı Şehir Çözümleri [online]. <https://www.xsights.co.uk/tr/xsightsakillisehircozumleri5668/>. (Erişim Tarihi: 25 Mayıs 2019).

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

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 2(2), 216-228, 2020  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

**Derleme Makalesi / Review Article**Doi: [10.47898/ijeased.789258](https://doi.org/10.47898/ijeased.789258)

## Doğada Kendiliğinden YetiŞebilen Bitkilerden Doğal Kauçuk Üretimi: Derleme

Özlem KORKUT <sup>1\*</sup>, Ezgi GEREZ <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 25240, Türkiye.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : <a href="mailto:ozlemkor@atauni.edu.tr">ozlemkor@atauni.edu.tr</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0002-1427-9183">https://orcid.org/0000-0002-1427-9183</a> , Ö. Korkut  <a href="https://orcid.org/0000-0002-3880-7761">https://orcid.org/0000-0002-3880-7761</a> , E. Gerez	Geliş Tarihi / Received Date : 02.09.2020 Revizyon Tarihi / Revision Date : 27.09.2020 Kabul Tarihi / Accepted Date : 04.10.2020 Yayım Tarihi / Published Date : 15.12.2020
<b>Alıntı /Cite :</b> Korkut, Ö., Gerez, E. (2020). Doğada Kendiliğinden YetiŞebilen Bitkilerden Doğal Kauçuk Üretimi: Derleme, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2(2), 216-228.	

### Özet

Dünya genelinde 2020 yılı içinde gelişen pandemi süreci insan hayatını ve ülkeleri derinden etkilemiştir. Ülkeler ekonomik ve sosyal açıdan daha içe kapalı bir yönetim ve tutum içinde bulunmak zorunda kalmıştır. Pandemi sürecinin ne kadar devam edeceği ve buna benzer süreçlerin gelişip gelişmeyeceği yönündeki belirsizlik ülkeleri sosyal ve özellikle ekonomik açıdan tedbirler almaya zorlayacaktır. Bu tedbirler kapsamında dışa bağımlılıktan kurtulma ve her türlü ihtiyacını kendi zenginlikleriyle karşılayabilme becerisini kazanabilen ülkeler bu tip süreçleri kolaylıkla yürütebilecek ve ekonomik anlamda daha da özgürleşebileceklerdir. Sunulan bu çalışmanın ülkemizde yetişen bitkilerden yararlanarak doğal kauçuk üretimi konusunda yapılacak araştırmalara ışık tutması amaçlanmıştır. Hayatımızın pek çok alanında kullandığımız doğal kauçuğun üretiminde kullanılan ve dünyada belli bölgelerde yetişebilen kauçuk ağaçlarına alternatif olabilecek, doğada kendiliğinden de yetişebilen bitkiler, bu bitkilerden doğal kauçuğun elde edilme yöntemleri ve doğal kauçuk dışında bu bitkilerden elde edilebilecek ekonomik değeri yüksek maddeler üzerine bir araştırma yapılmıştır. Ülkemizde de hemen her bölgede kendiliğinden yetişebilen pek çok bitkinin katma değeri yüksek pek çok malzemeye temel oluşturabileceği ve bunların ekonomimize kazandırılması için yapılacak her türlü çalışmanın son derece kıymetli olduğu açıkça görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğal kauçuk, Guayule, Karahindiba, Dikenli marul, Altınbaşak

## ***Natural Rubber Production from Plants Growing in Nature: Review***

### **Abstract**

*The pandemic process that developed worldwide in 2020 has deeply affected human life and countries. Countries were required to develop more enclosed governance and attitudes in economic and social terms. Uncertainties about how long the pandemic process will continue and whether similar processes may occur again, have forced countries to take precautions in social and especially economic terms. Within the scope of these precautions, countries with the ability to cut external dependence and meet all requirements from their own assets can easily cope with these processes and will be freer in an economic sense. This study aims to offer an insight into researchs that will be performed about natural rubber production using plants growing in our country. A research was performed into alternative plants to rubber trees, which only grow in certain areas of the world and are used for natural rubber production required for many areas of our lives. Plants which self-cultivate in nature, methods for obtaining natural rubber from these plants and materials with high economic value, apart from natural rubber, that can be obtained from these plants were studied. Many plants which grow naturally in nearly all regions of our country can form the basis for many types of material with high added value. It is very clear that all types of studies which will include these resources in our economy are very valuable.*

**Keywords:** *Natural rubber, Guayule, Taraxacum kok-saghyz, Prickly lettuce, Goldenrod*

### **1. Giriş**

Lateks pek çok bitkinin kesilen bir kısmından süzülen ve hava ile karşılaştığında katılaşıp doğal kauçuğa dönüşen süte benzer bir maddedir. Doğal kauçuğun kaynağı olan ve Euphorbiaceae familyasına ait bitkilerden elde edilen lateks tıp alanında ilk defa XIX. yüzyıl ortalarında, takma dişlerin yapımında kullanılmıştır. 1900'lü yılların başında ilk cerrahi eldivenler sağlık çalışanlarının hizmetine sunulmuştur. Günlük hayatta otomobil lastikleri, halı, yüzme gözlükleri, tenis raketleri, ayakkabı tabanları, bulaşık eldiveni, balon, emzik, biberon, sıcak su şişeleri, silgi ve kemer; tıp alanında ise, stetoskoplar, eldivenler, turnikeler, enjektörler, cerrahi maskeleri, koruyucu gözlükleri, respiratörler, anestezi maskeleri, kateterler, yara direnleri, enjeksiyon portları ve diş malzemeleri lateksin kullanıldığı bazı ürünlerdir. Amerika Birleşik Devletlerinde doğal kauçuk “Ekonominin, savunmanın ve ulusun genel refahı için hayati öneme sahip bir mal” olarak tanımlanmıştır (Ramirez-Cadavid ve ark., 2017).

Günümüzde kullanılan pek çok sentetik kauçuk ürünü petrol türevlerinden üretilir. Dünyada 2011 yılı toplam kauçuk üretimi ve tüketiminin %57.8'i sentetik kaynaklıdır. Bilim adamları doğal kauçuğun (NR: natural rubber) piroliz ile izoprene (IP) bölünebildiğini fark etmişlerdir. NR 200 °C'nin altında kararlıdır, daha küçük parçalara ayrıştırma işlemi 290-300 °C' de başlar. Piroliz, 450 °C'nin altında gerçekleştirildiğinde NR'nin ana piroliz ürünü DL-limonendir. Bu anlayışla Bouchardat,1879'da monomer olarak izopren (IP) ve başlatıcı olarak hidroklorik asit kullanarak poliizopren (PIP) sentezini rapor etmiştir. Bu araştırma sentetik kauçuk üretimine ait ilgi alanlarını hızla tetiklemiştir ancak yüksek moleköl ağırlığına ulaşılabilmesi ve kürlenmiş PIP'nin mekanik



özelliklerinin zayıf olması nedeniyle yeterli başarıya ulaşamamıştır (Ching ve Chiang, 2013). Sentetik kauçuk (baskın olarak stiren-butadien polimer) istenen birçok son kullanım özelliklerinden yoksundur. Bu nedenle sentetik polimerler tamamen doğal kauçuğun yerini tutamazlar. Doğal kauçuk ürünleri çekme mukavemeti, esneklik, elastikiyet, aşınma ve soğuk havalarda darbe dayanımı, verimli ısı dağılımı ve yumuşaklığa sahiptir. Bu özellikler, tıbbi cihazlar ve uçak lastikleri gibi yüksek performanslı uygulamalarda gerekli özelliklerdir. Sentetik esaslı ürünler yenilenemeyen bir kaynaktan elde edildiğinden, petrol kaynaklarının tükenmesi ve sonunda sentetik malzemelerin üretilmemesi nedeniyle doğal kauçukların kullanılması kaçınılmazdır. Doğal kauçuk içeren bitkinin yetiştirilmesi ve ticarileştirilmesi, sentetik kauçuk üretimindeki düşüşe kısa ve uzun vadeli en iyi çözümdür (Hayashi, 2009).

Ülkemizde kauçuk ithalatı oldukça fazla olup, giderek artış göstermektedir. Tablo 1’de kauçuk ithalatının 2017 yılında 482700 ton hammaddeye karşılık 1394 milyon dolar değerinde gerçekleştiği görülmektedir. Hammadde ithalatı 2018 yılında %21.6’lık bir artış ile 586900 ton olmuş ve karşılığında ödenen ücret %12.1’lik bir artış ile 1562.3 milyona yükselmiştir (PLASFED, 2018).

**Tablo 1.** Ülkemize ait doğal kauçuk ihracat ve ithalat verileri

İHRACAT	2017 (Ocak-Haziran)		2018 (Ocak-Haziran)			
	Miktar	Değer	Miktar	%Değer	Değer	%Değer
Plastik Hammadde	364.9	485.6	399.7	9.6	606.1	24.8
Plastik Mamul	798.5	2086.2	856.2	7.2	2352.7	12.8
Plastik ve Kauçuk işleme Makineleri	N/A	78.6	N/A	N/A	98.1	24.9
Kauçuk	299.3	1197.1	335.2	12.0	1454.8	21.5
Miktar: Bin Ton /Değer: Milyon Dolar						
İTHALAT	2017 (Ocak-Haziran)		2018 (Ocak-Haziran)			
	Miktar	Değer	Miktar	%Değer	Değer	%Değer
Plastik Hammadde	3497.9	4909.5	3787.1	8.3	5724.3	16.6
Plastik Mamul	300.0	1474.5	316.8	5.6	1559.3	5.8
Plastik ve Kauçuk işleme Makineleri	N/A	272.9	N/A	N/A	338.2	23.9
Kauçuk	482.7	1394.0	586.9	21.6	1562.3	12.1
Miktar: Bin Ton /Değer: Milyon Dolar						
TOPLAM DIŞ TİCARET	2017 (Ocak-Haziran)		2018 (Ocak-Haziran)			
	Değer		Değer	%Değer		
İhracat	77375.6		82222.9	6.3		
İthalat	108319.9		122960.3	13.5		

Doğal olarak ticari kauçuk elde edilen çok sayıda bitki vardır ve yaklaşık olarak 1800 dikotil bitkide kauçuk bulunmaktadır. Euphorbiaceae familyası, dioik veya monoik, yıllık, iki yıllık veya çok yıllık otlar veya çalılar şeklinde olan lateks denilen süt şeklinde özsuya sahip bitkilerden oluşan bir familyadır (Radcliffe-Smith, 1982). Euphorbiaceae (Sütleğengiller) familyası, dünyada 240 cins

ve 6000 civarında türle temsil edilirler. *Euphorbia* L. cinsi, Türkiye’de 120 takson ile temsil edilmekte olup, 18’i Türkiye için endemiktir (Erdoğan ve ark., 2012). Çoğunlukla dallanmış süt boruları (dallanmış eklemsiz latisiferler) bulundurlar. *Euphorbia* türlerinin sütleri içerisinde tanin, resin, kauçuk, nişasta ve enzimler bulunur. Sütü tahriş edici etkiye sahiptir. Bu bitkilerden elde edilen maddeler ilaç veya hammadde olarak kullanılır (Şenel ve ark., 1996).

Euphorbiaceae familyasından olan *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. (Kauçuk ağacı) dünya ekonomisinde çok önemli bir yer oluşturmaktadır. Bu bitki daha çok Orta Amerika, Brezilya, Liberya, Sumatra ve Java’da yetişmektedir. *Hevea* lateksinin %40-50’sini kauçuk oluşturur. Ancak *H. brasiliensis* ağacından NR arzını tehlikeye atan belirli faktörler şöyle sıralanabilir:

1. Kontrol önlemlerine rağmen kauçuk ağacı tarlalarını hızla yok edebilecek Güney Amerika Yaprak Hastalığı (SALB) dahil olası patojen salgınları,
2. Tropik bölgelerde yetişen *H. brasiliensis* ağacının iklim değişikliğine karşı savunmasız olması,
3. Çin, Hindistan ve Brezilya gibi gelişmekte olan ülkelere talep artışı,
4. Biyoyakıt taleplerini karşılamak için kauçuk ağacı tarlalarının daha karlı palmye yağı tarlaları ile yer değiştirmesi,
5. Doğal orman ekosistemlerini yok eden kauçuk ağacı tarlalarının sürdürülemez genişlemesine yönelik sınırlar,
6. NR’ye erişim ve üretimini sınırlandırabilecek jeopolitik faktörler (Ramirez-Cadavid ve ark., 2017).

Tüm bu olumsuzluklar artan talep ile birleştiğinde bu biyolojik ve coğrafi çeşitlilik eksikliği, alternatif NR kaynaklarının geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Doğal kauçuk içeren otsu bitkiler, yüksek su kullanma verimlilikleri ve kuraklığa karşı dirençleri, hastalık ve haşerelere karşı yüksek mukavemetleri, yüksek fotosentetik etkinlikleri ve biokütle verimlerinin yanı sıra tek veya iki yıllık hasat süreleriyle ağaçlar gibi çok yıllık bitkilere göre daha az başlangıç maliyetine sahip olmaları ve piyasadaki arz talep dalgalanmalarına göre dikme veya üretimden çıkarma esnekliğini sağlayabilmeleri nedeniyle gelecek vadede NR kaynağı olmaya adaylardır (Bell, 2013).

## **2. Doğal kauçuk kaynağı bitkiler**

### **2.1. Rus Karahindibas (Taraxacum kok-saghyz Rodin)**

Compositae (Papatyagiller) familyasından olan *Taraxacum kok-saghyz* (TKS), geleneksel NR kaynağına alternatif olabilecek kauçuk üreten karahindibadır. Compositae (Toplu çiçekgiller) familyasında yer alan bitkilerin ortak özellikleri bir - iki ya da çok yıllık otsu, az olarak da odunsu

bitkilerdir. Çoğunda süt boruları bulunur. Çiçekleri genelde küçüktür. Meyve fındıksı meyve durumunda, bir tohumludur. Tohumda besin dokusu yoktur. Hemen her yerde doğal olarak bulunmaktadır (MEGEP, 2008). *T. kok-saghyz*, köklerinde yüksek kaliteli bir kauçuk içeren sütlü bir sıvı üretir. Kauçuk içeriği % 0-15 civarındadır. Uluslararası lastik ve ekipman tedarikçilerinden Continental'in toplum tarafından daha çok bilinen sürdürülebilirlik faaliyetlerinden biri Rus karahindibasından üretilen lastiktir. Şirket Fraunhofer Moleküler Biyoloji ve Uygulamalı Ekoloji Enstitüsü IME ile karahindiba köklerinden elde edilen doğal kauçuğun (ham kauçuk), yağmur ormanlarından elde edilen doğal kauçuğun yerini ticari anlamda almasını sağlamaya çalışmaktadır. Gıda ürünleri için uygun olmayan arazilerde yetiştirilebilen karahindiba ile taşımacılık mesafeleri azalacak, CO<sub>2</sub> emisyonunda ciddi bir düşüş oluşurken, lastik üreticileri de global kauçuk piyasasının dengesiz fiyatlarından korunacaktır. Bir otomobil lastiği kauçuğunun yüzde 10 ila 30'unun kauçuk ağacından (*Hevea brasiliensis*) geldiği düşünüldüğünde, bu durumun faydaları oldukça açıktır (Gürsoy, 2017). Şekil 1' de Atatürk Üniversitesi kampüsünde yetişen karahindibalar görülmektedir.



Şekil 1. Karahindiba (Fotoğraf için Prof. Dr. Funda Bayındır'a teşekkür ederiz.)

## 2.2. Guayule (*Parthenium argentatum* A. Gray)

Guayule Orta Kuzey Meksika ve Güneybatı Teksas'ın Chihuahuan çölüne özgü bir bitki olan, yerli doğal kauçuk (NR) ve hipoalerjenik lateks için alternatif kaynaklardan biri olarak kullanılabilen çok yıllık odunsu bir çalıdır. Yüksek proteinli guayule lateksi de kahverengi/yeşil renklidir. Karahindiba gibi Compositae familyasından olan guayulenin kauçuk kaynağı kökündedir. Kauçuk içeriği ise %3-12 civarındadır. Benzer şekilde Pirelli lastik firması da genelde kurak

iklimlerde yetişen, besin maddesi olarak kullanılmayan, az miktarda suya gerek duyan ve böcek ilacı kullanmadan büyüyebildiği için kauçuk üretiminde kullanılan *Hevea brasiliensis* bitkisine bir alternatif olan guayuleden performans lastiği üretmiştir. İki yıl süren laboratuvar testleri sonrasında, guayuleden elde edilen doğal kauçukla üretilen prototip performans lastikleri, Vizzola ve Balocco pistlerindeki turlarından başarıyla ayrılmıştır (<http://www.ekonomiyontem.com.tr>).

Guayule kauçuğu 1940'larda Türkiye'de denemeye alınmış ve bu bitkinin Muğla'nın Köyceğiz İlçesi'nden Suriye sınırına kadar uzanan ve Toroslar'ın güneyinde kalan bölgede yetiştirilebileceği anlaşılmıştır, özellikle Antalya'nın kıraç toprakları bu bitkinin yetişmesi için çok uygundur (Kaştan, 2019).

### 2.3. Dikenli Marul (*Lactuca serriola* L.)

Doğal kauçuk (cis-1,4-poliizopren), binlerce ürün üretiminde kullanılan en önemli türetilmiş biyopolimerlerden biridir. Bitki kaynaklı kauçuk, gerilme mukavemeti, ısı ve darbe dayanımı gibi fiziksel özellikleri sentetik poliizopren ile kıyaslandığında eşsizdir. Birçok bitki kauçuk polimerler yapabilmesine rağmen, az sayıda bitki yüksek molekül ağırlıklı molekülleri sentezleyebilir. Yabani bir ot olan dikenli marul da bunlardan biridir. Dikenli marul yetiştiği dönemde 150 cm kadar boylanabilen otsu bir bitkidir. Dikenli marul kökleri toprak yapısına bağlı olarak oldukça kuvvetli gelişen ve derinlere giden kazık köklü bir bitkidir. Compositae familyasındandır. İstilacı yabancı otlardan olan dikenli marula Doğu Anadolu Bölgesi'nde yaygın olarak rastlanmaktadır (Çoruh, 2010). Yakın zamanda yapılan bir araştırma dikenli marulun, kauçuk ağacı ve guayuleninkine benzer bir moleküler ağırlığa sahip küçük miktarlarda kauçuk içerdiğini gösterdi. Bu, bitkilerdeki kauçuk biyosentezini moleküler düzeyde incelemek için yeni bir fırsat sağlar, ancak bunun bir kauçuk kaynağı olma potansiyeli belirsizdir (Bushman ve ark., 2006). Doğu Washington'da dikenli marul biyotiplerinin bir koleksiyonundan yüksek molekül ağırlıklı, %2,2-%4,9 kauçuk elde edilmiştir. Kauçuk polimerler, nükleer manyetik rezonans spektroskopisi ile cis-1,4-poliizopren olarak teyit edilmiş ve çok az trans-poliizopren saptanmıştır. Fiziksel özellik analizi, dikenli marul kauçuğunun, Brezilya kauçuk ağacından türetilen lastiklere eşit veya ondan daha iyi özelliklere sahip olduğunu göstermiştir. Dikenli marul, son kullanım için istenen fiziksel özelliklere sahip potansiyel bir doğal kauçuk kaynağıdır. (Bell, 2013). Marul ve muhtemelen diğer bitkilerde, doğal kauçuk sentezi için gerekli anahtar enzimlerin bulunduğu kanıtlanmıştır. Doğal kauçuk biyosentezini yöneten moleküler mekanizmayı incelemek için baz model olarak marulun alındığı ve

amacı yeni bitkisel kaynaklardan doğal kauçuk oluşturmak için en uygun bitki enzimlerini bulmak olan çalışmalar sürmektedir (Kaya, 2015).

#### 2.4. Altınbaşak (*Solidago altissima* L., *S. canadensis* L.)

Ilıman iklimlerde yetiŞebilen diğerk birkaç bitki, özellikle doğal kauçuğun fiyatı veya erişilebilirliğinin sorun olduğu zamanlarda (1920'ler, İkinci Dünya Savaşı, 1970'ler) kauçuk üretimi için test edildi. 1920'lerin sonunda kauçuğun fiyatı yükseldiğinde, Thomas Edison, Henry Ford ve Harvey Firestone, kauçuk kalitesi ve miktarı için 17.000'den fazla fabrikayı tarayan Edison Botanik Araştırma Şirketini kurdu. Kapsamlı araştırmalarla altın başaktan (*Solidago altissima*, *S. canadiensis*), ortalama 1 m yüksekliğe kadar büyüyen yaygın bir yabancı ot, % 5'lik bir lateks verimi üretti. Hibridizasyon yoluyla Edison, 3 m'yi aşan altın başak üretti ve% 12 lateks verdi. Ne yazık ki ortaya çıkan kauçuk, Henry Ford tarafından yapılan testlere göre düşük kalitedeydi. Kauçuk kalitesini iyileştirmenin alternatif bir yolu ticari olarak uygun miktarlarda yüksek molekül ağırlıklı kauçuk üreten transgenik bitkiler üretmektir. Bu stratejiler, kauçuk verimini ve kalitesini etkileyen tüm biyokimyasal faktörlerin tam olarak anlaşılmasını gerektirir (Beilen ve Poirier, 2007). *Solidago* taksonlarından *S. canadensis* türü bir yüksek lisans çalışması esnasında Kastamonu'da tespit edilmiştir (Terzioğlu ve ark., 2003; Aykurt, 2018).

Bu bitkilerin dışında Sapotaceae ailesinden gelen Gutta-Percha ağacı (*Eucommia ulmoides*), Brezilyadaki Bolle, Bully, veya Bullet diye bilenen ağaçtan elde edilen Balata bitkilerinden kullanışlı ve ekonomik kauçuk ürünleri üretilebildiği (Vahapoğlu, 2007), Compositae familyasından olan *Tragopogon aureus* Boiss, halk arasında “yemlik” veya “tekesakalı” olarak bilinen ve Doğu Anadolu'da yetişen bitki (Gerez ve Korkut, 2019) gibi pek çok bitkinin de (Mooibroek, 2000) doğal kauçuk içerdiği belirlenmiştir.

Ülkemizin hemen her bölgesinde görülebilen ve doğal kauçuk için potansiyel kaynak oluşturabilecek bu bitkilerin üniversitelerimiz ve araştırmacılarımız tarafından incelenmesi, ülke ekonomisine katkı sağlayacak araştırmalara ışık tutacaktır.

### 3. Kauçuk içeren bitkilerden elde edilebilecek diğerk katma değeri yüksek maddeler

Artan enerji talebi ve azalan fosil kaynaklarının yanı sıra çevresel etkilere dair endişelerin artmasıyla çeşitli bitkilerden elde edilebilecek yan ürünlerin değerlendirilmesi giderek önem kazanmaktadır. Guayule, bilim adamlarının ilgisini çeken kauçuk ve lateks içeriği gibi popüler

özelliklerin yanı sıra, yüksek oranda reçine ve küspe (% 85-90) içermesi nedeniyle ilaç ve biyoyakıt endüstrileri için yenilenebilir organik bir kaynak olarak da kullanılabilir (Nakayama, 2005).

Guayule reçinesi koyu kahverengi, yüksek viskoziteli, yapışkan, suda çözünmeyen, oda sıcaklığında güçlü, belirgin bir çam / narenciye kokusu olan yarı katı sıvıdır. Reçine, çok çeşitli ikincil metabolitler: monoterpenler ve seskiterpenler (uçucu yağlar); seskiterpen esterler (guayulinler); triterpenoidler (argentatinler); sinamik, p-anisik, palmitik, stearik, oleik, linoleik ve linolenik dahil organik asitler ve polifenolikler içerir. Guayule sapları ve kökleri ise, önemli miktarlarda (% 10-15) guayulin A (sinamik asidin parteniol esteri,  $C_{24}H_{30}O_2$ ) ve guayulin B (anisik asidin parteniol esteri,  $C_{23}H_{30}O_3$ ) içerir (Cheng ve ark., 2020). Bu reçine terpen açısından zengin olduğu kadar yüksek kalorifik değere sahip az miktarda artık kauçuk ta içerir. Bu yoğun hidrokarbon bileşenlerinin varlığı, guayule küspesinin çoğu biyokütle kaynağına kıyasla piroliz yöntemleriyle daha yüksek kaliteli sıvı yakıtların üretiminde kimyasal bir avantaja sahip olduğunu göstermektedir (Boateng ve ark., 2015; Boateng ve ark., 2009). Bu benzersiz özellik, halihazırda lateks ekstraksiyon işlemiyle toplanmış, kurutulmuş ve boyutu küçültülmüş olması gerçeğiyle birleştiğinde guayule küspesi, yenilenebilir hidrokarbon yakıtların üretimi için aynı yerde bulunan bir piroliz biyorafinerisi için oldukça uygun bir yakıt besleme stoğunu temsil etmektedir (Sabaini ve ark., 2017). Hasat edilen guayulenin edinim maliyeti metrik ton başına 100 \$ ve 200 \$ arasında değiştiğinden ve bunun sadece küçük bir kısmı çıkarılabilir kauçuk olduğundan, guayule-kauçuk endüstrisinin başarılı gelişimi, nihayetinde küspenin ekonomik kullanımının geliştirilmesine bağlı olacaktır (Sfeir ve ark., 2014; Sproul ve ark., 2020).

TKS köklerine yapılan ayrıntılı bir analiz sonucunda TKS' nin yalnızca NR değil, aynı zamanda inülin ve proteinler dahil olmak üzere önemli pek çok hammadde kaynağı olma potansiyeline sahip olduğu görülmüştür. Analiz kökün % 5,4'ünün (g / g kök kuru bazda) kauçuktan oluştuğunu ve % 1,7'sinin asetonla ekstrakte edilebildiğini (esas olarak steroller) göstermiştir. Kökün yaklaşık % 60'ı (g / g kuru bazda) sıcak suyla ekstrakte edilebilmiş ve inülin ve sükröz başta olmak üzere çözünür şekerler ile proteinler elde edilmiştir. Çözünmeyen bileşenler arasında selüloz, hemiselüloz (ksilan, mannan, arabinan, galaktan), lignin, protein ve pektin bulunmuştur. Bu sonuçlar, TKS' nin NR, inülin, protein, kimyasallar ve ekstrakte edilen köklerin enzimatik hidrolizi ile biyoyakıt üretimi için ekonomik bir biyo-rafineri hammaddesi olabileceğini göstermektedir (Ramirez-Cadavid ve ark., 2017).

*S. canadensis*' in çiçeklerinden sıcak alkali ekstraksiyon ile polifenolik-polisakkarit-protein kompleksi izole edilmiştir. Bu kompleksin kompozisyon analizi (ağırlıkça),

karbonhidratların (%43) proteinin (%27), fenoliklerin (%12), üronik asitlerin (%10) ve inorganik materyalin (%8) varlığını ortaya koymuştur. Karbonhidrat kısmı, nötr şekerler bakımından zengindir (%81) ve üronik asitler daha düşük miktarda (%19) belirlenmiştir. Karbonhidrat kısmının monosakkarit analizi, ramnoz (%23), arabinoz (%20), üronik asit (%19), galaktoz (%17) ve glukoz (%14) varlığını göstermiştir ve böylece *S. canadensis* kompleksinde ramnogalakturonan ve arabinogalaktan varlığını belirlemiştir (Sutovska ve ark. , 2013). Biyokimyasal çalışmalar *Solidago* türlerinin çeşitli terpenler içerdiğini göstermektedir. Dört asetilen (alkin) ve üç terpen *S.canadensis*'in köklerinden izole edilmiş ve saptanmıştır. (E)-dehidromatricaria lakton da bu türde ilk kez bildirilen bileşiklerden biridir. *S. canadensis*'in yaprak ve çiçeklerinin metanollü ekstralarında farmakolojik alanda öneme sahip beş bileşik, klorojenik asit, rutin, hiperosit, kersitrin ve izokersitrin tespit edilmiştir (Aykurt, 2018).

#### 4. Bitkilerden doğal kauçuğun elde edilme yöntemleri

Literatürde bitkilerden doğal kauçuk üretiminde yaygın olarak iki farklı kazanım yöntemi sunulmuştur. Bunlardan biri flotasyon yöntemi (Cornish ve ark., 1999; Buranov ve ark., 2010; Glensid ve Edwards, 1946) diğeri ise eş zamanlı veya birbirini ardınca su , aseton ve heksan ekstraksiyonunu içeren sıralı ekstraksiyon ( Ramirez-Cadavid ve ark., 2018) yöntemidir.

##### 4.1. Flotasyonla kauçuk eldesi

Yüzdürme ile ayırma yöntemi olan flotasyonla kauçuk eldesi için yöntem basamakları genel olarak şöyle sıralanabilir:

- 1- Taze kökler budaklarından ayrılıp suyla kaynatılır. Böylece karbonhidratlar uzaklaştırılır.
- 2- Kalan bitki kökü çakıllı bir öğütücüde suyla öğütülür. Böylece NR suya geçer.
- 3- Sarsaklı bir elekten geçen süzüntü suyla seyreltilir. Su üstünde yüzen kauçuk toplanır.
- 4- Daha sonra kalıntılardan kurtulması için suyla kaynatılır (Glensid ve Edwards., 1946).

Bir diğer flotasyonla ayırma işleminde önce bitkiler kuru kökte ağırlıkça %0-30 nem içerecek şekilde kurutulur. Daha sonra 1000 RPM ile dönen ağır bir değirmen taşına beslenir. Öğütülen bitkiden kauçuk aglomere olarak ayrılır. Bir elek ve fan ile üflenen hava ile bitkinin diğer kısımları uzaklaştırılır. Elde edilen kauçuk 20:1 oranında 30-60 °C su ile 1000-10.0000 RPM hızla karıştırılır. Sabun ilavesiyle kauçuğun aglomerasyonu önlenir. Yüzeydeki kauçuk sıyrılır. Kalan bitki çöker (Buranov, 2010). Cornish ve ark. (1999) ise laboratuvar ölçekli çalışmalarında belli



boyutlarda kestikleri guayule dallarını pH değeri 10 veya 11 olan Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> ve NH<sub>3</sub> içeren tampon çözeltilerinde öğütmüş ve oluşan bulamaçları odunsu parçacıklardan filtrasyon ile ayırmışlardır. Süzüntüler santrifüjlendiğinde kremi lateks tabakası yüzeyde oluşmuştur. Bu tabaka ayrılarak kurutulmuştur.

#### **4.2. Ekstraksiyonla kauçuk eldesi**

Hevea lateks kauçuğun aksine guayule gibi bitkilerin kauçuğu, kabuk ve odunsu dokuların parankim hücreleri içinde depolanır, bu nedenle hücreleri bozmak için öğütme gerekir (Bates ve Cornish, 2018). Eşzamanlı ekstraksiyonda, polar olmayan ve polar çözücülerin bir karışımı (Ağırlıkça %20 aseton ve ağırlıkça %80 heksan veya pentan) ile öğütülmüş bitkinin teması sağlanır. Yüksek molekül ağırlıklı kauçuğu çöktürmek için oluşan misele ek polar çözücü eklenir. Çözücü ekstraksiyonundan elde edilen verimi birçok faktör etkileyebilir: solvent tipleri ve oranları, temas süresi, konsantrasyon, sıcaklık, biyokütle hazırlama (ön ekstraksiyon), nem içeriği, ekstraksiyon tasarımı vb. (Huang ve ark., 2015 ).

Eşzamanlı çözücü ekstraksiyon yöntemi ile reçine ayrıldığından daha kaliteli bir kauçuk üretilebilir ancak bu işler zaman alıcı olduğu için yeni geliştirilen cihazlarla yapılan sıralı ekstraksiyon yöntemi hızı, doğruluğu ve tekrarlanabilirliği artırdığından daha çok tercih edilecektir. Bu yönteme ait basamaklar şöyle sıralanabilir;

1- Kökler 50 °C’de hava üfleli konvektif bir kurutucuda 48 saat kurutulur.

2- Diğer adım öğütme işlemidir. Burada amaç kimyasal işlem uygulamadan önce yüzey alanını artırmak ve standart boyuta getirilmiş örnek hazırlamaktır. Bunun için bitki kökleri, yaprak ve sapsarı ayrılarak, saman gibi maddelerin öğütülmesinde kullanılmak üzere tasarlanmış bir öğütücüde öğütülür. Daha sonra tekrar sabit ağırlığa gelinceye dek 45°C’de kurutulan bitki parçaları işleme alınmaya dek +4°C’de ağzı kapalı poşetlerde bekletilir. Kül tayini bu aşama sonunda elde edilen numuneye yapılır.

3- Belirli bir miktar alınan numune analitik öğütücü ile 20s daha öğütülerek boyutu daha da küçültülür, elenir ve bir ASE (Accelerated Solvent Extractor) cihazı ile sırasıyla su, aseton ve heksan ile ekstrakte edilir. Her bir ekstrakt ayrı kaplarda depolanır. Burada su ile ekstraksiyon önceden yapılmazsa bitkideki karbonhidrat ve türevleri (özellikle inülin) kauçukla birlikte üründe bulunacağından analiz sonucunda hataya neden olacaktır. Asetonla ekstraksiyonla ise reçine türevleri ayrılmış olur. Heksan ekstraksiyonundan elde edilen ekstrakt ise kauçuğu içerir (Ramirez-Cadavid ve ark., 2017, 2018).

## 5. Sonuç

Petrol bazlı sentetik kauçuğa göre daha üstün özelliklere sahip doğal kauçuğun ana kaynağı olan *Hevea brasiliensis* türünün dünyanın sadece belli yerlerde yetişmesi nedeniyle ülkeleri bu bağımlılıktan kurtaracak yeni arayışlar sürmektedir. Bu çalışmada ticari anlamda kauçuk üretimi için kullanılan karahindiba, guayule, dikenli marul ve altınbaşak bitkileri ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Bu bitkiler sadece doğal kauçuk kaynağı değil, aynı zamanda biyorafineriler için de iyi bir ham madde olmaları ve katma değeri yüksek başka maddeler içermeleri nedeniyle dikkatleri çekmektedirler. Dört mevsimin yaşanabildiği ve pek çok endemik bitki türüne ev sahipliği yapan ülkemizde de yetişebilen bu dört bitkinin yanı sıra doğal kauçuk kaynağı olmaya aday pek çok bitki mevcuttur. Uygun bitkilerden daha yüksek verimle kauçuk elde edebilmek için yapılacak kültüre alma denemeleri, genetik çalışmalar ve etkili ayırma yöntemlerinin geliştirilmesine dayalı çabalar oldukça kıymet arz etmektedir.

## Kaynaklar

- Aykurt, F. (2018). *Türkiye’de yetişen solidago taksonlarının fitoterapi açısından değerlendirilmesi*, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmakognozi Anabilim Dalı tezsiz yüksek lisans dönem projesi, Ankara.
- Bates, G. M., Cornish, K. (2018). Rapid and complete removal of guayule (*Parthenium argentatum*) leaves by cryodefoliation, and freeze and thaw induction of rubber particle coagulation, *Ind. Crops Prod.*, 125, 491-495.
- Beilen, J. B. van, and Poirier, Y. (2007). Establishment of new crops for the production of natural rubber, *Trends Biotech.*, 25, pp. 522-529.
- Bell, J. L. (2013). *Biochemical and genetic Characterization of rubber Production in prickly Lettuce (Lactuca serriola L.)*, Doktora Tezi, Washington State University, Molecular Plant Sciences Graduate Program.
- Boateng, A. A., Mullen C. A., Goldberg, N. M., Hicks, K. B., C. M. McMahan, Whalen, M. C., Cornish, K. (2009). Energy-dense liquid fuel intermediates by pyrolysis of guayule (*Parthenium argentatum*) shrub and bagasse, *Fuel*, 88 (11), 2207-2215.
- Boateng, A. A., Mullen, C. A., Elkasabi, Y., McMahan, C. M. (2015). Guayule (*Parthenium argentatum*) pyrolysis biorefining: production of hydrocarbon compatible bio-oils from guayule bagasse via tail-gas reactive pyrolysis, *Fuel*, 158 , 948-956.
- Bouchardat, C. 1879., *Compt. rend*, 80.
- Buranov, A. U., Elmuradov, B.J., (2010). Extraction and characterization of latex and natural rubber from rubber-bearing plants, *J. Agric. Food. Chem.* 58, 734–743.
- Bushman, B. S., Scholte, A. A., Cornish, K., Scott, D. J., Brichta, J. L., Vederas, J. C., Ochoa, O., Michelmores, R.W., Shintani, D. K., Knapp, S. J. (2006). Identification and comparison of natural rubber from two *Lactuca* species, *Phytochem.*, 67, 2590-2596.
- Cheng, F., Dehghanizadeh, M., Jacqueline, M., Jarvis, F., Holguin, O., Brewer, C. E., (2020), Characterization and evaluation of guayule processing residues as potential feedstock for biofuel and chemical production, *Industrial Crops and Products*, 150, 112311.
- Ching C, Chiang K. (2013). *Natural Rubber Biosynthesis :Perspectives From Polymer*, UMI 3671070, ProQuest LLC. 789 East Eisenhower Parkway P.O. Box 1346 Ann Arbor, MI 48106 – 1346.

- Cornish, K., Chapman, M. H., Nakayama, F.S. Vinyard, S.H. Whitehand, L.C. (1999). Latex quantification in guayule shrub and homogenate”, *Ind. Crops Prod.*, 10, 121-136.
- Cornish, K., (1996). Hypoallergenic natural rubber products from *Parthenum argentatum* (gray) and other non-*Hevea brasiliensis* species. US Patent 5,580,942.
- Cornish, K., McCoy III, R. G., Martin, J. A., Williams, J., Nocera, A. Jr, (2011). Biopolymer extraction from plant materials. US Patent 7923,039 B2.
- Çoruh, İ. (2010). Erzurum yöresinde bazı korunga ekim alanlarında bulunan yabancı otlar, yoğunlukları ve rastlama sıklıkları, *Anadolu Tarım Bilim Dergisi*, 25(2), 89-93.
- Erdoğan N., Büyükkartal H. N., Karadeniz A., Çölgeçen H., (2012). Sertavul geçidi ve Mut (Mersin) çevresinde yayılış gösteren bazı *Euphorbia L.* taksonlarının anatomik yönden incelenmesi, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3 (1): 22-31.
- Gerez, E., Korkut, Ö. (September, 2019), Production of Natural Rubber from *Tragopogon aureus* Boiss, *3rd International Conference on Advanced Engineering Technologies, ICADET*, Bayburt.
- Glenside, R. K. E., and Edwards P. W. (1946). Process for recovering fruber from fleshy plants, United States Patent Office, Serial No. 513,458, Patented Jan. 15,.
- Gürsoy, H., Karahindiba’yı Kauçuka Dönüştüren Continental’den Yeni Yatırımlar, <https://www.continentallastikleri.com.tr/binek/basin/haberler/taraxagum-lab-anklam>, Erişim tarihi: 30.08.2020.
- Hayashi, Y. (2009). “Production of natural rubber from para rubber tree.” *Plant Biotechnology*, 70: 67–70. <http://www.ekonomiyontem.com.tr/pirelli-den-guayule-kaucugundan-performans-lastigi/3406/>, Erişim tarihi: 30.08.2020.
- Huang, Y., Mouri, H., Beaulieu, M. (2015). Processes for the removal of rubber from tks plant matter, United States Bridgestone Corporation (Tokyo, JP) 20150073113 <http://www.freepatentsonline.com/y2015/0073113.html>
- Kaştan, Y. (Nisan, 2018). Antalya’da tarım faaliyetlerinin Cumhuriyet Dönemi tarihi gelişimi, Türkiye’de tarım politikaları ve ülke ekonomisine katkıları uluslararası sempozyumu, ŞANLIURFA, sayfa 576-600.
- MEGEP Yayınları, 2008, Compositae Familyası, [http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/bahcecilik/moduller/compositae\\_familya\\_s%C4%B1.pdf](http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/bahcecilik/moduller/compositae_familya_s%C4%B1.pdf), Erişim tarihi: 30.08.2020.
- Mooibroek, H., ve Cornish, K. (2000). Alternative Sources of Natural Rubber , *Applied Microbiology and Biotechnology*, 53: 355- 365
- Nakayama, F. S. (2005), Guayule future development, *Industrial Crops and Products*, 22, 1, 3-13.
- Kaya, N. (2015). Bitkilerden Kauçuk Üretim Yolunda Araştırmalar Hız Kazandı, *Kauçuk Dergisi*, Haziran, Sayı 56, sayfa 56, ISSN: 2146-1821.
- PLASFED, Türkiye Plastik Sektör 2018 yarıyıl tahminleri, [http://rapor.plasfed.org.tr/admin/PICS/files/PLASFED\\_2018\\_IlkYariDegerlendirmesi.pdf](http://rapor.plasfed.org.tr/admin/PICS/files/PLASFED_2018_IlkYariDegerlendirmesi.pdf), Erişim tarihi: 30.08.2020.
- Radcliffe-Smith, A. (1982). *Euphorbia*. In Davis, P.H. (ed.). *Flora of Turkey and The East Aegean Island*, Edinburg University Press., Vol. 7, pp. 571- 630.
- Ramirez-Cadavid, D. A, Cornish K, Frederick C. M. Jr. (2017). *Taraxacum kok-saghyz* (TK): compositional analysis of a feedstock for natural rubber and other bioproducts , *Industrial Crops & Products* ,107 , 624–640.
- Ramirez-Cadavid, D. A, Valles-Ramireza, S, Cornish K, Frederick C. M. Jr. (2018). Simultaneous quantification of rubber, inulin, and resins in *Taraxacum koksaghyz* (TK) roots by sequential solvent extraction” , *Industrial Crops & Products* ,122 , 647-656.
- Sabaini, P.S., Boateng, A. A., Schaffer, M., Mullen, C. A., Elkasabi, Y., McMahan, C. M., Macken, N. (2018). Techno-economic analysis of guayule (*Parthenium argentatum*) pyrolysis biorefining: Production of biofuels from guayule bagasse via tail-gas reactive pyrolysis, *Industrial Crops and Products*, 112, 82-89.
- Sfeir, N., Chapuset, T., Palu, S., Lançon, F., Amor, A., García García, J., Snoeck, D. (2014). Technical and economic feasibility of a guayule commodity chain in Mediterranean Europe, *Ind. Crop. Prod.*, 59, 55-62.

- Sproul, E., Hailey M., Clark S., Joram Robbs, S., Khanal S., Mealing, VeeAnder, Landis, Amy E., Fan, Sun N., Jason O., Quinn, C. (2020). Integrated techno-economic and environmental analysis of guayule rubber production, *Journal of Cleaner Production*, 273, 122811.
- Sutovska M, Capek P, Franova S, Gancarz R, Kocmalova M, Pawlaczyk I. (2013). Characterization and biological activity of *Solidago canadensis* complex. *International Journal of Biological Macromolecules*, 52, 192-197.
- Ŗenel G., Özkan M., Özdemir C. (1996). *Euphorbia helioscopia* L. ve *Euphorbia amygdaloides* L. var *amygdaloides* üzerinde anatomik bir çalışma, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 7 (1), 153-168.
- Terzioğlu, S., Anşın, R., Kanoğlu E. (2003). A New Record for Turkey: *Solidago canadensis* L. Tübitak, *Turkish Journal of Botany*, 155- 157.
- Vahapoğlu, V. (2007) Kauçuk türü malzemeler I. doğal kauçuk, *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 3.1, 57-70.

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



*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 2(2), 229-246, 2020  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

**Araştırma Makalesi / Research Article****Doi: [10.47898/ijeased.758097](https://doi.org/10.47898/ijeased.758097)**

## **İç Ortamlarda Robot Konumlarının Anlamsal Sınıflandırılması için 2B Lazer Verisi ile PointNet++ Uygulaması**

Kaya TURGUT<sup>1</sup>, Burak KALECİ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, 26040, Eskişehir, Türkiye.

<b>Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)</b>	<b>Makale Süreci / Article Process</b>	
* <b>Sorumlu Yazar / Corresponding author :</b> <a href="mailto:burakaleci@gmail.com">burakaleci@gmail.com</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0003-3345-9339">https://orcid.org/0000-0003-3345-9339</a> , K. Turgut  <a href="https://orcid.org/0000-0002-2001-3381">https://orcid.org/0000-0002-2001-3381</a> , B. Kaleci	<b>Geliş Tarihi / Received Date :</b>	25.06.2020
	<b>Revizyon Tarihi / Revision Date :</b>	18.09.2020
	<b>Kabul Tarihi / Accepted Date :</b>	10.10.2020
	<b>Yayın Tarihi / Published Date :</b>	15.12.2020
<b>Ahntı /Cite :</b> Turgut, K., Kaleci, B. (2020). İç Ortamlarda Robot Konumlarının Anlamsal Sınıflandırılması için 2B Lazer Verisi ile PointNet++ Uygulaması, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2(2), 229-246.		

### **Özet**

Son yıllarda, robotlar tarafından yapılması beklenen görevlerin çeşidi ve sayısı her geçen gün artmaktadır. Örneğin, hastane ve okul gibi büyük iç ortamlarda bir nesnenin bir konumdan başka bir konuma taşınması ya da insanlara gitmek istedikleri yere kadar rehberlik edilmesi gibi görevler bunlardan bazılarıdır. Robot konumlarının anlamsal olarak sınıflandırılması, bu görevlerin başarı ile gerçekleştirilmesine katkıda bulunabilir. İç ortamlarda robotun bulunabileceği temel anlamsal sınıflar; oda, koridor, kapı, hol, asansör ve merdiven olarak kabul edilebilir. Geçmiş çalışmalarda, robotun bulunduğu konumun anlamsal sınıfını tespit etmek amacıyla 2B lazer verisi kümeleme, denetimli ve denetimsiz makine öğrenmesi teknikleri ile kullanılmıştır. Bu çalışmada, geçmiş çalışmalardan farklı olarak nokta tabanlı derin öğrenme mimarisi PointNet++, robot konumlarının oda ya da koridor anlamsal sınıflarından hangisinde olduğunu belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Bunu yapabilmek için 2B lazer mesafe ölçerden elde edilen ham mesafe verileri nokta bulutuna dönüştürülmüş ve PointNet++ mimarisine girdi olarak verilmiştir. Ayrıca, mimarinin oda ve koridor sınıflarının karakteristiklerini boyutlardan bağımsız olarak öğrenmesi amacıyla ham veri ölçeklendirilerek veri artırımı (data augmentation) yapılmıştır. Gerçeklenen yöntemin başarısının test edilmesi için farklı boyutlarda oda ve koridorlara sahip Freiburg 79, Freiburg 52, ESOGÜ ve SDR-B binalarından toplanan örneklerin oluşturduğu veri kümeleri kullanılmıştır. Test sonuçları sınıflandırma doğruluğu, duyarlılık, kesinlik ve F1 ölçütü ile değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Anlamsal konum sınıflandırması, 2B lazer, PointNet++, Gezgin robotlar, İç ortam, Derin öğrenme.

## ***An Application of PointNet++ for Semantic Classification of Robot Locations via 2D Laser Data in Indoor Environments***

### **Abstract**

*In recent years, the variety and number of tasks that expected to perform by robots have been increasing. For example, some of these tasks are to carry an object from a location to another one or to guide people where they desire to reach in large indoor environments such as school and hospital. The semantic classification of the robot locations may contribute to the robots while performing these tasks successfully. In indoor environments, room, corridor, door, hall, elevator, and stair could be considered as the semantic classes that the robot can locate. In previous studies, clustering, supervised, and unsupervised machine learning techniques used with 2D laser data to classify robot locations semantically. In this work, apart from the previous studies, the point-based deep learning architecture PointNet++ was utilized to determine the room or corridor semantic classes. To do that, the raw distance data acquired with the 2D laser range finder was converted to point cloud and the resultant data is used to feed the PointNet++ architecture. Besides, data augmentation was applied to raw point cloud data by means of scaling operation to learn the characteristics of the room and corridor classes regardless of dimensions. The Freiburg 79, Freiburg 52, ESOGU, and SDR-B datasets that include rooms and corridors which have different sizes were used to test the effectiveness of the implemented method. The test results were evaluated with accuracy, recall, precision, and F1 score metrics.*

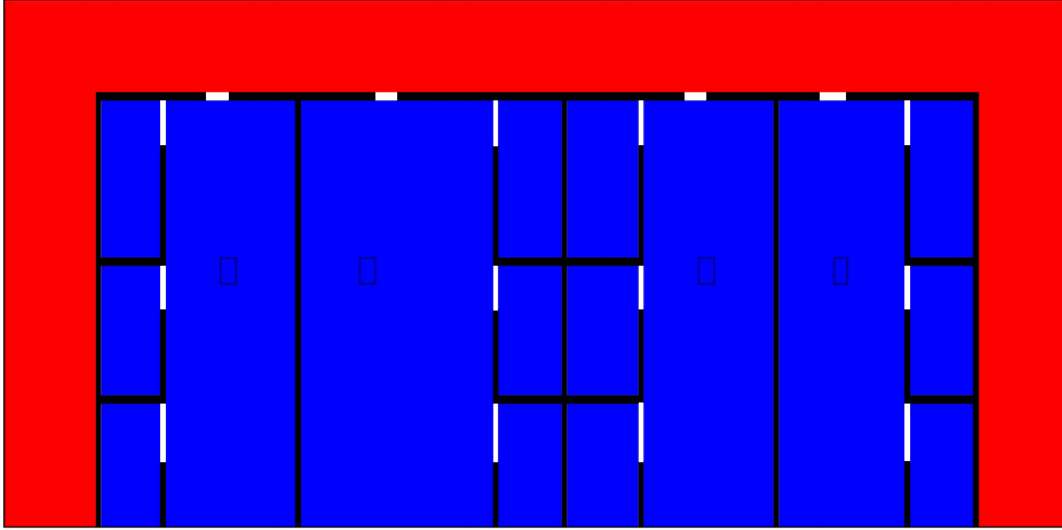
**Keywords:** *Semantic place classification, 2D laser, PointNet++, Mobile robots, Indoor, Deep learning.*

### **1. Giriş**

Son yıllarda, iç ortamlarda robotların buldukları konumların anlamsal sınıfının belirlenmesi konusu robotik topluluğunda sıklıkla çalışılan konulardan biridir. Bunun temel sebeplerinden biri robotlar tarafından gerçekleştirilmesi beklenen görevlerin karmaşıklığının artmasıdır. Dolayısıyla, robotların bu görevleri yerine getirebilmeleri için algılayıcılarından elde ettikleri ham verileri robot konumlarının anlamsal sınıfı gibi üst seviye bilgiye dönüştürmeleri gerekmektedir. İç ortamlarda robotlar kendilerine verilen görevleri yerine getirirken zamanlarının çok büyük bir kısmını oda ya da koridor anlamsal sınıflarına ait olan konumlarda geçirirler. Şekil 1’de Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Laboratuvar binası için robotların sıklıkla bulunduğu oda ve koridor anlamsal sınıfları sırasıyla mavi ve kırmızı renklerle gösterilmiştir.

Anlamsal konum sınıflandırma problemi robotun algılayıcıları ile elde ettiği ham verileri kullanarak bulunduğu konumun anlamsal sınıfına karar vermesi olarak tanımlanabilir (Mozos, 2010). Mozos ve ark. (2005), 2B lazer verilerini kullanarak bu problemin çözümüne yönelik ilk çalışmalardan birini yapmışlardır. Yazarlar, AdaBoost denetimli makine öğrenmesi yöntemine girdi olarak vermek amacıyla lazer mesafe verilerinden basit geometrik özellikler çıkarmışlardır. Bu özellikleri, ham lazer ışınlarından çıkartılan Küme B ve lazer taramasının oluşturduğu çokgenden çıkarılan Küme P olarak iki sınıfa ayırmışlardır. Önerdikleri yöntemi test etmek amacıyla Freiburg 79 veri kümesini oluşturmuş ve kullanmışlardır. Mozos ve Burgard (2006) önerdikleri çalışmada, AdaBoost ile elde ettikleri sonuçları Olasılıksal Gevşetme Etiketlemesi (Probabilistic Relaxation

Labeling) yöntemi ile düzgünleştirmişlerdir. Yazarlar, Freiburg 79 veri kümesinin yanı sıra Freiburg 52 veri kümesini oluşturmuş ve her iki veri kümesini önerilen yöntemin başarısını gözlemlemek amacıyla kullanmışlardır. Buna ek olarak, önerdikleri yöntemin genelleştirme kabiliyetini ölçmek için SDR-B veri kümesi ile testler gerçekleştirmişlerdir. Freiburg 79 ve Freiburg 52 veri kümeleri ile Mozos ve ark. (2005) önerdiği özellikleri kullanan başka çalışmalar da mevcuttur. Bunlardan birinde Soares ve Araújo (2014) bu özellikleri AdaBoost denetimli makine öğrenmesi yönteminin diğer varyasyonları olan Gentle AdaBoost, Modest AdaBoost ve Generalized AdaBoost yöntemlerini karşılaştırmak amacıyla kullanmışlardır. Premebida ve ark. (2015) ise Destek Vektör Makineleri (SVM - Support Vector Machine) denetimli makine öğrenmesi yöntemi ile bu özellikleri kullanarak iki sınıflandırıcı elde etmişlerdir. Daha sonra bu sınıflandırıcıları ağırlıklandırılmış Bayes Karışım Modeli (Bayesian Mixture Model) ile birleştirmişlerdir. Shi ve ark. (2010) ise B ve P kümelerinden seçtikleri 150 özelliği analiz etmek amacıyla Hesaplamalı Lojistik Regresyon (Computational Logistic Regression) kullanmışlardır. Böylece oda ve koridor sınıflarını verimli bir şekilde ayırt edebilmek için 3 adet baskın özellik belirlemişlerdir. Sousa ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, B ve P kümelerinde yer alan özellikleri SVM ile kullanarak robotun bulunduğu konumları oda ve koridor olarak sınıflandırmışlardır.



**Şekil 1.** Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Laboratuvar binası için robotların bulunabileceği anlamsal sınıflar.

Küme B ve Küme P özelliklerini kullanan çalışmaların yanı sıra kümeleme ve çizge yöntemlerini kullanarak robot konumlarının anlamsal sınıflarını belirlemeye çalışan yöntemler de



mevcuttur. Bu çalışmalardan birinde Shi ve Kodagoda (2013) önerdikleri yarı denetimli yöntemde, Genelleştirilmiş Voronoi Çizgesi (Generalized Voronoi Graph), SVM ve Şartlı Rastsal Alan (Conditional Random Field) yöntemlerini kullanarak Freiburg 79 veri kümesinde yer alan koridor sınıfı ile boyutları farklı 2 oda sınıfını belirlemeye çalışmışlardır. Kaleci ve ark. (2020) ise K-ortalama, Fuzzy-C ortalama ve SONN (Self-Organizing Neural Network) kümeleme yöntemlerini Freiburg 79 veri kümesinde eğitmiş ve küme merkezlerini elde etmişlerdir. Yöntemlerinin genelleştirme kabiliyetini test etmek amacıyla elde edilen küme merkezlerini kullanarak Freiburg 52 ve ESOGÜ ortamlarında testler yapmışlardır.

Son yıllarda derin öğrenme yöntemlerinde önemli gelişmeler yaşanması ile birlikte bu yöntemler robot konumlarının anlamsal sınıflarının belirlenmesinde de kullanılmaya başlanmıştır. Liao ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada Shi ve Kodagoda'nın (2013) önerdikleri çizge tabanlı yapıyı Düzenlenmiş Derin Sinir Ağı (Regularized Deep Architecture) ile genişletmişlerdir. Farklı bakış açılarından elde edilen çevresel bilgiler Voronoi Çizgeleri ile temsil edildikten sonra çok katmanlı topolojik yapı çıkarılmıştır. Topolojik yapının her biri için tam bağlantılı katmanlar kullanılarak elde edilen sınıflandırma sonuçları, güvenilirlik karar ağacı ile değerlendirilmiştir. Goeddel ve Olson (2016), imge tabanlı verilerde nesne sınıflandırmak için sıklıkla kullanılan ve başarılı sonuçlar alınan Evrişimsel Sinir Ağını (CNN - Convolutional Neural Network) kullanarak lazer ölçümlerini sınıflandırmışlardır. İlk olarak, lazer ölçümleri doluluk ızgarasına çevrilmiş ve bu ızgara gri ölçekli imge olarak kabul edilmiştir. CNN katmanları ile imgelerden özellikler çıkarıldıktan sonra sınıflandırma yapılmıştır. Nikdel ve Vaughan (2019) CNN tabanlı yaptıkları çalışmada, SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) Gmap verisi ve lazer verisini kullanarak robotun bir anlamsal sınıfta bulunma olasılığını elde etmişlerdir.

Derin öğrenme tekniklerinin ve 3B veri kümelerinin artması ile nokta bulutu sınıflandırma problemi üzerine çalışmalar her geçen gün artmaktadır. Guo ve ark. (2019) yaptıkları derleme çalışmasında, 3B şekil sınıflandırma, 3B nesne algılama ve takip ve 3B bölütleme problemleri üzerine yapılan derin öğrenme çalışmalarına yer vermişlerdir. Nokta bulutunun düzensiz yapısı, sıralamadan ve dönüşümden bağımsız olmasından dolayı CNN gibi derin öğrenme yaklaşımları bu veriye doğrudan uygulanamamaktadır. Bu yaklaşımların kullanılabilmesi için nokta bulutu verisi imge tabanlı (Su ve ark., 2015) ya da voksel tabanlı (Maturan ve Scherer, 2015) düzenli yapılara dönüştürülmüştür. Ancak, bu dönüşümler veri kayıplarına neden olmakta ve hesaplama maliyetini artırmaktadır. Nokta tabanlı ilk çalışma olan PointNet (Qi ve ark., 2016) mimarisinin tanıtılmasıyla birlikte bu alanda çalışmalar hız kazanmıştır. PointNet mimarisi nokta bulutundaki her nokta için

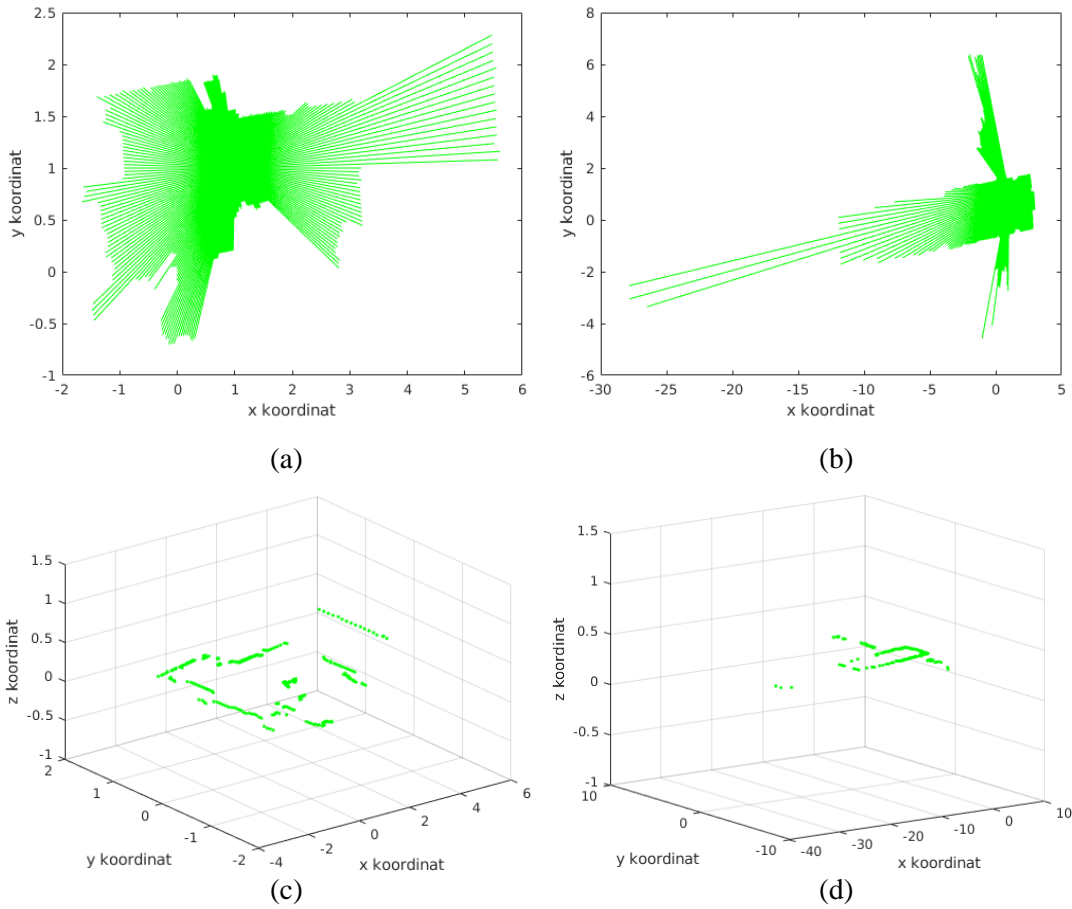
ağırlıkları paylaştırılmış tam bağlantılı katmanlar kullanılarak özellikler çıkarmaktadır. PointNet, her noktayı bağımsız ve bireysel olarak değerlendirdiği için noktalar arasındaki ilişkileri öğrenememektedir. PointNet++ mimarisi, noktalar arasındaki ilişkiyi tanımlayan yerel bilgileri elde etmek için PointNet'i genişleterek oluşturulmuştur (Qi ve ark., 2017). Bu mimaride, yerel bölgeler belirlendikten sonra bu bölgelerin yerel özellikleri PointNet ile çıkarılmaktadır.

Bu çalışmada, nokta tabanlı derin öğrenme mimarisi PointNet++, robot konumlarının oda veya koridor anlamsal sınıflarından hangisinde olduğunu belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Bu çalışmanın temel amacı, son yıllarda hızla gelişen ve nokta bulutu verileri ile başarılı sonuçlar üreten derin öğrenme mimarilerinin 2B lazer verileri ile kullanılma potansiyelini gözlemlemektir. Bu potansiyel, 2B lazer verileri ile çözüm aranan farklı robotik problemlerinde de nokta tabanlı derin öğrenme mimarilerinin kullanılmasına ilham kaynağı olabilir. Böylelikle, kümeleme, çizge, denetimli ve denetimsiz makine öğrenme teknikleri ile bir sınıra dayanmış olan çözümler, derin öğrenme mimarileri ile bu sınırı aşabilir. PointNet++ mimarisini kullanabilmek için 2B ham lazer mesafe ölçümleri nokta bulutuna dönüştürülüp mimariye girdi olarak verilmiştir. Ayrıca, gerçekleştirilen yöntemin oda ya da koridor anlamsal sınıflarını belirlerken sadece lazer ölçümünün büyüklüğünü öğrenmesini engellemek ve bu sınıfların genel karakteristiklerini anlamasını sağlamak amacıyla veri artırımı işlemi gerçekleştirilmiştir. Bunun için Freiburg 79 eğitim verisi farklı değerler ile ölçeklendirilerek çeşitlendirilmiştir. PointNet++ mimarisi ham ve artırılmış veri için ayrı ayrı eğitilmiş ve her bir veri kümesi için bir model elde edilmiştir. Freiburg 79, Freiburg 52, ESOGÜ ve SDR-B veri kümelerinde bulunan farklı boyutlardaki oda ve koridorlardan elde edilen lazer ölçümleri eğitilen modellerin başarısını değerlendirmek için kullanılmıştır.

## **2. Gerçeklenen Yöntem**

İç ortamlarda robotun sıklıkla bulunduğu oda ve koridor konumlarına ait Freiburg 79 veri kümesinden alınan lazer taramaları için örnekler Şekil 2'de verilmektedir. Ham mesafe ölçümleri ile oluşan bu taramalar incelendiğinde anlamsal sınıfların ayırt edici özelliklerinin bulunduğu görülmektedir. Örneğin, oda konuma ait lazer taramaları (Şekil 2(a)) genellikle izotropik yapıda iken koridor konumuna ait olanlar (Şekil 2(b)) uzayan ve genişleyen karakteristiğe sahiptir. Sonuç olarak, ham mesafe ölçümlerinin nokta ile temsil edilmesi ve bu noktalara ait koordinatların özellik olarak kullanılması oda ve koridor sınıflarının karakteristiğini koruyacak ve derin öğrenme mimarileri için anlamlı bilgiler taşıyacaktır. Nokta bulutu, her noktanın ( $P_i$ ),  $x$ ,  $y$  ve  $z$  koordinatlarından oluştuğu 3B noktalar kümesi  $\{P_i | i = 1, 2, \dots, N\}$  olarak tanımlanmakta ve  $N$

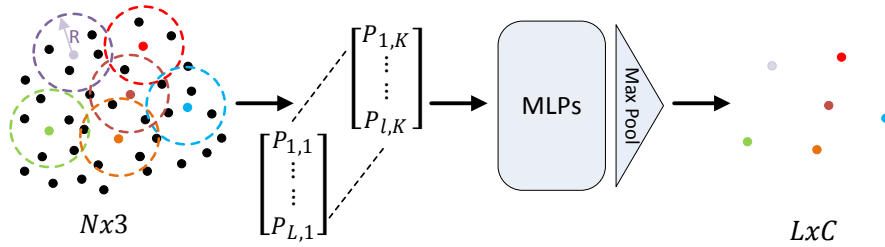
nokta bulutunda yer alan nokta sayısını temsil etmektedir. Bu kapsamda, her bir lazer ölçümüne ait mesafe değeri x ve y koordinatlarına dönüştürülerek 2B uzayda temsil edilmiştir. Ayrıca, sabit bir değere sahip z ( $z = 0.3$ ) koordinatı eklenerek 3B uzayda bir düzlem oluşturulmuş ve nokta bulutu elde edilmiştir. Her bir nokta bulutu 360 adet nokta içermektedir. Lazer taramalarının nokta bulutuna dönüştürülmüş formu oda ve koridor konumları için sırasıyla Şekil 2(c) ve Şekil 2(d)'de verilmektedir.



**Şekil 2.** Oda ve koridor konumları için elde edilen lazer taramaları ve sırası ile nokta bulutu temsilleri. (a) Oda konumuna ait lazer taraması, (b) Koridor konumuna ait lazer taraması, (c) Oda konumu için elde edilen nokta bulutu, (d) Koridor konumu için elde edilen nokta bulutu.

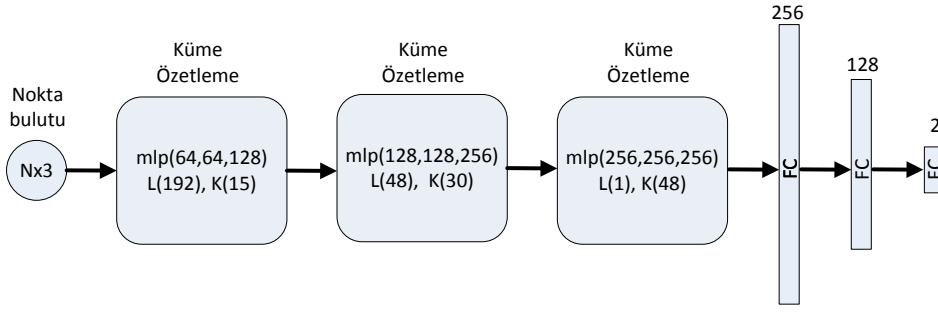
Nokta bulutunu doğrudan girdi olarak alan ve yerel bilgileri kullanan PointNet++ mimarisi anlamsal sınıflandırma için tercih edilmiştir. Bu mimari, iç içe geçmiş yığınlara tekrarlı olarak PointNet (ağırlıkları paylaşılmış çok katmanlı ağlar) uygulayarak yerel özellikleri çıkartmaktadır. İlk olarak, nokta bulutu içerisinde en uzak nokta örnekleme tekniği ile yerel bölge merkezlerini

oluşturacak  $L$  adet örnekleme noktası  $\{P_s | s = 1, 2, \dots, L\}$  seçilmektedir. Bu merkez noktalar etrafında belirlenen yarıçap ( $R$ ) içerisinde düşen noktalar ya da en yakın  $K$  komşuluk parametresine göre bulunan noktalar  $\{P_n | n = 1, 2, \dots, K\}$  yerel komşuluk olarak tanımlanmış ve gruplandırılmıştır ( $L \times K \times 3$ ). Daha sonra, gruplandırılarak elde edilen bölgelerden tam bağlantılı katmanlar (MLPs – Multi Layer Perceptrons) ile yerel bölgeyi tanımlayan yüksek boyutlu ( $C$ ) özellikler çıkarılmıştır. Son olarak, yerel bölgeyi tanımlayan  $K$  adet noktaya ait özellikler ( $L \times K \times C$ ) maksimum havuzlama (Max Pool) yöntemi ile özetlenmiş ve tanımlanan tüm yerel bölgeler için özellikler ( $L \times C$ ) çıkarılmıştır. Bahsedilen bu aşamalar PointNet++ mimarisinde küme özetleme modülü olarak tanımlanmış ve Şekil 3'te sadeleştirilerek gösterilmiştir.



Şekil 3. PointNet++ küme özetleme modülü.

Sınıflandırma problemi için PointNet++ mimarisi Şekil 4'te verilmiştir. Lazer mesafe ölçümleri nokta bulutuna dönüştürüldükten sonra elde edilen noktalar ( $360 \times 3$ ) mimariye girdi olarak verilmektedir. Daha sonra, nokta bulutu verisine üç küme özetleme modülü ard arda uygulanmaktadır. Bu modüllerde kullanılan örnekleme noktası sayısı, komşuluk sayısı ve nöron sayıları verinin yapısı göz önüne alınarak deneysel olarak belirlenmiştir. İlk modülde, 360 nokta içerisinde 192 örnekleme noktası seçilip, her örnekleme noktasının 15 en yakın komşuluğu bulunarak yerel bölgeler oluşturulmuştur. Bu yerel bölgelerde sırasıyla (64, 64, 128) nöron içeren MLP kullanılarak özellik çıkarıldıktan sonra maksimum havuzlama yöntemi ile her bölge için özellikler özetlenmiştir ( $192 \times 128$ ). Benzer şekilde, ikinci modül uygulandıktan sonra tanımlanan 48 yerel bölge için 256 özellik çıkarılmıştır. Son özetleme modülünde ise kalan tüm noktalar tek bir yerel bölge olarak değerlendirilmiş ve 256 küresel özellik öğrenilmiştir. Daha sonra, sırasıyla (256, 128, 2) tam bağlantılı (FC - Fully Connected) katmanlardan oluşan sınıflandırma modülü ile çıkarılan küresel özellikler ve kategoriler ile arasında ilişki tanımlanmıştır.



Şekil 4. PointNet++ mimarisi şematik gösterimi.

### 3. Deneysel Çalışmalar

Önerilen yöntem farklı boyutlarda oda ve koridor örnekleri içeren 4 veri kümesi ile test edilmiştir. İlk olarak, 2B lazer verileri ile robot konumlarının anlamsal sınıflandırılmasında sıklıkla kullanılan Freiburg 79 veri kümesi ele alınmıştır. Bu veri kümesinin eğitim kısmındaki her bir örnek ayrı ayrı nokta bulutuna dönüştürüldükten sonra PointNet++ mimarisine girdi olarak verilmiştir. PointNet++ mimarisi bu veriyi 250 epok, 16 grup sayısı, 0,001 öğrenme adımı ve “adam” optimizasyon yöntemi parametreleri ile eğiterek bir model üretmiştir. Ayrıca, Freiburg 79 eğitim veri kümesine veri artırımı işlemi yapılmış ve aynı süreç aynı parametreler ile bu veri kümesi için de uygulanarak ayrı bir model elde edilmiştir. Bu modeller Freiburg 52 ve ESOĞÜ veri kümelerinin test edilmesinde kullanılmış; sayısal ve görsel sonuçlar elde edilmiştir. Bununla birlikte, SDB-R veri kümesi etiket bilgisine sahip olmadığı için sadece görsel sonuçlar üretilmiştir. Sayısal sonuçların değerlendirilmesinde genel sınıflandırma doğruluğu (ACC), her sınıf için sınıflandırma duyarlılığı (recall), kesinlik (precision) ve F1 ölçütü kullanılmıştır. Genel sınıflandırma doğruluğu, Eşitlik 1’de verildiği gibi doğru olarak sınıflandırılmış örnek sayısının toplam örnek sayısına oranı ile hesaplanmaktadır. Sınıflandırma duyarlılığı ise bir sınıf için doğru olarak sınıflandırılmış örnek sayısının bu sınıftaki toplam örnek sayısına oranı ile bulunmaktadır (Eşitlik 2). Eşitlik 3’te verilen kesinlik ölçütü bir sınıftaki doğru sınıflandırılmış örnek sayısının bu sınıf için toplam sınıflandırılmış örnek sayısına oranı olarak tanımlanmaktadır. Eşitlik 4’ de verilen F1 değeri ise sınıflandırma duyarlılığı ve kesinliğinin harmonik ortalamasını ifade etmektedir. Deneylerin gerçekleştirildiği bilgisayar Intel Xeon işlemciye, 125 GiB hafızaya ve Ubuntu 18.04 işletim sistemine sahiptir.

$$\text{Doğruluk (ACC)} = \frac{\text{Doğru Pozitif} + \text{Doğru Negatif}}{\text{Toplam Örnek}} \quad (1)$$

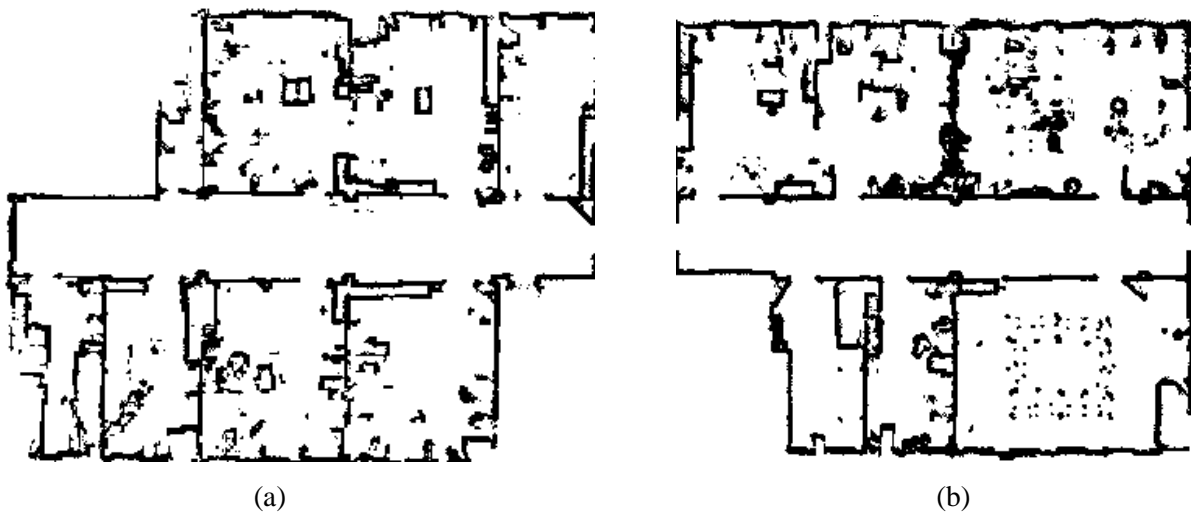
$$\text{Duyarlılık (Recall)} = \frac{\text{Doğru Pozitif}}{\text{Doğru Pozitif} + \text{Yanlış Negatif}} \quad (2)$$

$$\text{Kesinlik (Precision)} = \frac{\text{Doğru Pozitif}}{\text{Doğru Pozitif} + \text{Yanlış Pozitif}} \quad (3)$$

$$F1 = 2 \frac{\text{Duyarlılık} * \text{Kesinlik}}{\text{Duyarlılık} + \text{Kesinlik}} \quad (4)$$

### 3.1. Freiburg 79 Veri Kümesi

Freiburg 79 veri kümesinde bulunan örnekler için robotun yönelimi rastsal olarak seçilirken robot konumları ortamın engel olmayan kısımlarında hücre boyutu 5 santimetre olan ızgara üzerindeki köşe noktaları olarak belirlenmiştir. Her robot konumu için 360 adet lazer ölçümü bulunmaktadır. Şekil 5'te bu veri kümesinin oluşturulduğu Freiburg 79 numaralı binanın genel yapısı verilmektedir. Bu binanın boyutları 34x14,45 metredir ve bina eğitim ve test verileri için iki parçaya bölünmüştür. Şekil 5(a)'da eğitim verisinin toplandığı kısım gösterilmektedir. Eğitim verisinde 43624 oda ve 16687 koridor örneği bulunmaktadır. Test verisinde ise 50180 oda ve 15516 koridor örneği yer almakta ve Şekil 5(b)'de bu verilerin toplandığı kısım gösterilmektedir. Ayrıca, Freiburg 79 eğitim veri kümesinde bulunan örnekler veri artırımı uygulanmıştır. Veri artırımı işleminde ilk olarak eğitim veri kümesinden rastsal örnekler seçilmiş ve seçilen örnekler rastsal olarak seçilen bir değer ile dairesel kaydırma uygulanmıştır. Daha sonra her bir lazer ölçümü için oda örnekleri 1/3, 1/2,50, 1/2, 1/1,50, 1/0,667 ve 1/0,50 ölçekleri ile; koridor örnekleri ise 1/4, 1/3, 1/2,50, 1/2, 1/1,50, 1/1,33, 1/1,11, 1/0,80 ve 1/0,67 ölçekleri ile çoğaltılarak veri çeşitlendirilmiştir. Bu şekilde oluşturulan artırılmış veri kümesinde 109060 oda ve 83439 koridor örneği bulunmaktadır.



Şekil 5. Freiburg 79 numaralı binanın genel yapısı. (a) Eğitim verisinin toplandığı kısım, (b) Test verisinin toplandığı kısım.

Tablo 1 ve Şekil 6’da Freiburg 79 test veri kümesi ile elde edilen sayısal ve görsel sonuçlar ham ve artırılmış veri için verilmiştir. Şekil 6’da mavi ve kırmızı renkler sırasıyla oda ve koridor örneklerini göstermektedir. Ayrıca, şekillerde yer alan sarı elipsler ise hatalı sınıflandırma yapılan örneklere dikkat çekmek için kullanılmıştır. Şekil 6 ve Tablo 1 birlikte incelendiğinde ham ve artırılmış veri için PointNet++ mimarisinin oda ve koridor sınıflarına ait örneklerin çok büyük bir kısmını doğru bir şekilde sınıflandırdığı görülmektedir. Aynı zamanda, yanlış sınıflandırılan örnek sayısının da oldukça düşük olduğu kesinlik sonuçları ile gözlemlenmiştir. Ham ve artırılmış veri kendi aralarında karşılaştırıldığında ise ham veri ile elde edilen sonuçların artırılmış veri ile elde edilen sonuçlara göre bir miktar daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu beklenen bir sonuçtur çünkü artırılmış veri içerisinde çok çeşitli ölçeklerde veriler bulunmakta ve bu verilerin bazılarında ölçeklendirmeden kaynaklı olarak oda ve koridor örnekleri birbirlerine oldukça benzemektedir. Bu duruma bazı örnekler Şekil 6(b)’de sarı elipsler ile gösterilmiştir. Diğer yandan, ham veri ile elde edilen model, aynı ölçekte bir veri ile test edildiği için hemen hemen hiç hata yapmadan sınıflandırma yapabilmektedir (Şekil 6(a)).

**Tablo 1.** Freiburg 79 veri kümesi sayısal sonuçları

Veri Türü \ Ölçüt	ACC	Duyarlılık		Kesinlik		F1 Skoru	
		Oda	Koridor	Oda	Koridor	Oda	Koridor
Ham	99.96	99.98	99.87	99.96	99.94	99.97	99.90
Artırılmış	99.58	99.79	98.91	99.66	99.31	99.73	99.11

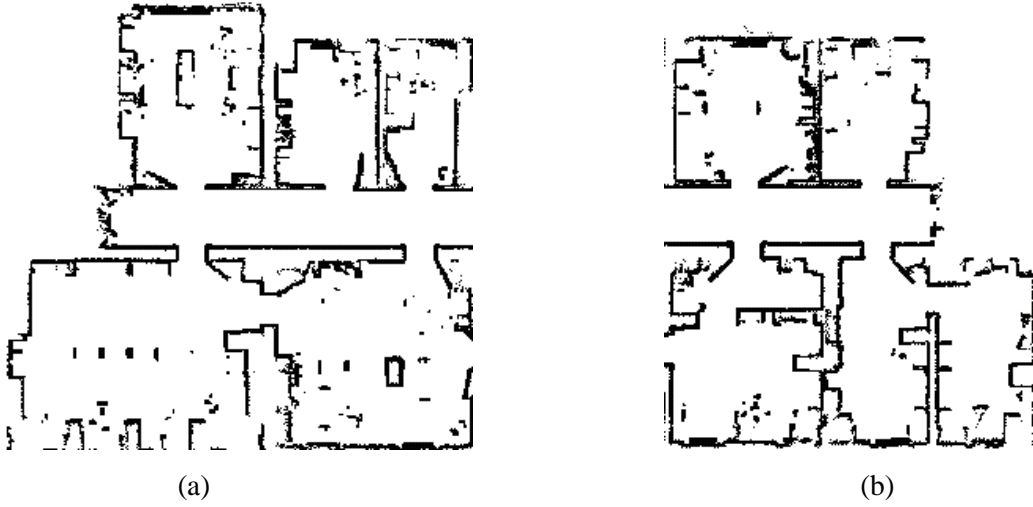


**Şekil 6.** Freiburg 79 veri kümesi görsel sonuçları. (a) Ham veri sonuçları, (b) Artırılmış veri sonuçları.



### 3.2. Freiburg 52 Veri Kümesi

Önerilen yöntemin genelleştirme kabiliyetini ölçmek için ilk olarak Freiburg 52 veri kümesi kullanılmıştır. Bu veri kümesinin oluşturulduğu Freiburg 52 nolu binanın genel yapısı Şekil 7’de gösterilmektedir. Şekilde gösterilen binanın boyutları 27,15x14,60 metredir ve Freiburg 79 nolu bina ile karşılaştırıldığında hemen hemen aynı genişliğe sahip olsa da uzunluğu yaklaşık olarak %20 oranında daha kısadır. Bu veri kümesindeki örnekler için Freiburg 79 veri kümesinde olduğu gibi robotun yönelimi rastsal olarak seçilmiş ve 5 santimetre aralıklarla belirlenen robot konumlarından 360 adet lazer ölçümü alınmıştır. Veri kümesi eğitim ve test olmak üzere iki kısma ayrılmıştır. Ancak, bu çalışmada bu veri kümesinin sadece test kısmı Freiburg 79 veri kümesi ile eğitilen PointNet++ modellerinin performansını ölçmek için kullanılmıştır. Freiburg 52 veri kümesinin test kısmında 32214 oda ve 6093 koridor örneği bulunmaktadır.



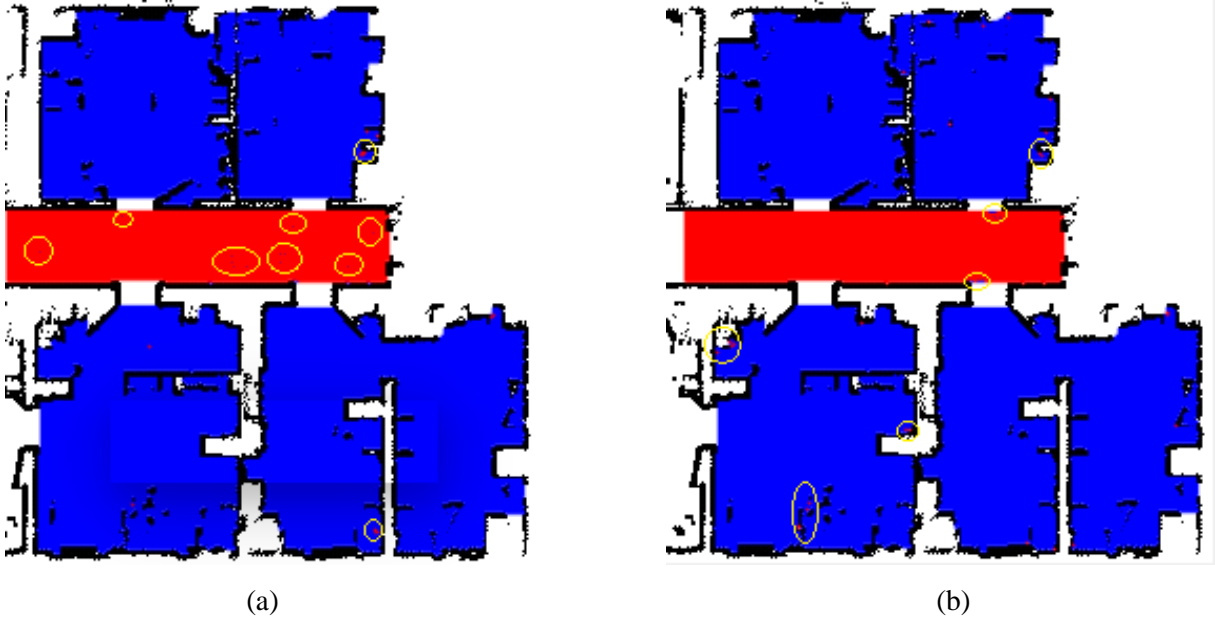
Şekil 7. Freiburg 52 numaralı binanın genel yapısı. (a) Eğitim verisinin toplandığı kısım, (b) Test verisinin toplandığı kısım

Freiburg 52 test veri kümesi ile elde edilen sayısal ve görsel sonuçlar ham ve artırılmış veri için sırasıyla Tablo 2 ve Şekil 8’de verilmiştir. Görsel ve sayısal sonuçlar birlikte incelendiğinde Freiburg 79 eğitim veri kümesi ile eğitilen modellerin Freiburg 52 test veri kümesinde oldukça başarılı bir şekilde sınıflandırma yaptıkları anlaşılmaktadır. Bunun temel sebeplerinden birisi bu iki veri kümesinin oluşturulduğu ortamların boyutlarının birbirlerine önemli ölçüde benzer olmasıdır. Bu durumda, Freiburg 52 test veri kümesindeki örnekler boyut olarak Freiburg 79 eğitim veri kümesindeki örneklere benzemekte ve PointNet++ eğitimde öğrendiği örneklere benzer örnekleri

test aşamasında da gördüğünden başarılı bir şekilde sınıflandırmaktadır. İki veri türü kendi aralarında kıyaslandığında ise sayısal sonuçların birbirlerine çok yakın olduğu görülse dahi PointNet++ mimarisinin farklı veri türleri için farklı durumlarda yanlış sınıflandırmalar yaptığı görsel sonuçlar ile gözlemlenmiştir. Ham veriyi ele aldığımızda hatalı sınıflandırmaların genellikle koridor konumlarında olduğu görülmektedir. Bunun sebebi, Freiburg 79 nolu binanın eğitim kısmında yer alan koridorun, Freiburg 52 nolu binanın test kısmında yer alan koridordan yaklaşık olarak %40 daha uzun olmasıdır. Dolayısıyla, test veri kümesindeki bazı örnekler için eğitim kümesinde uygun örnek bulunmamakta ve bu örnekler hatalı sınıflandırılmaktadır. Şekil 8(a)'da sarı elipsler ile gösterilen hatalı koridor konumları bu duruma örnek olarak gösterilebilir. Artırılmış veri sonuçları incelendiğinde hatalı sınıflandırılan örneklerin genellikle odaların uç noktalarında yer aldığı ve bu noktaldaki lazer ölçümlerinde aynı koridor örneklerinde olduğu gibi uzun ışınlar olabileceği düşünülmektedir (Şekil 8(b)).

**Tablo 2.** Freiburg 52 veri kümesi sayısal sonuçları

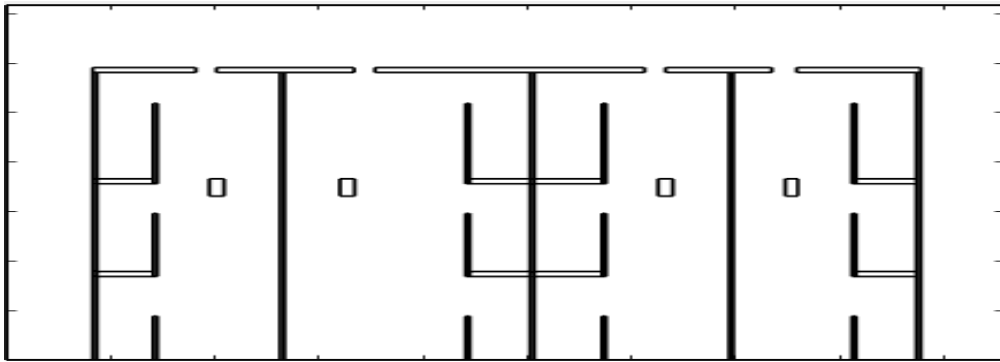
Veri Türü \ Ölçüt	ACC	Duyarlılık		Kesinlik		F1 Skoru	
		Oda	Koridor	Oda	Koridor	Oda	Koridor
Ham	99.92	99.96	99.72	99.95	99.79	99.95	99.76
Artırılmış	99.89	99.92	99.76	99.95	99.58	99.94	99.66



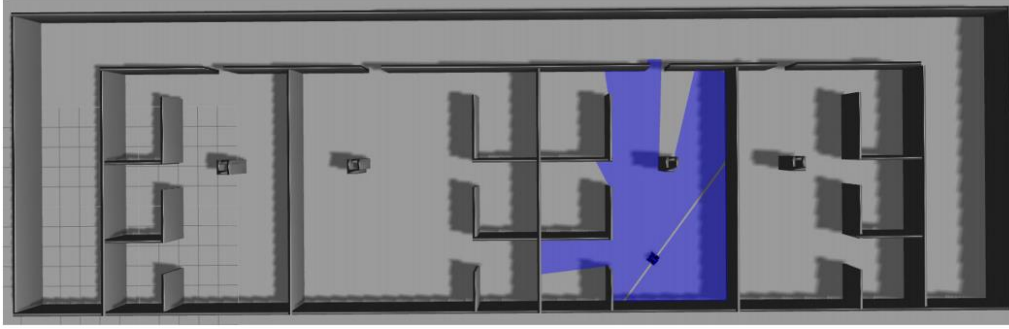
**Şekil 8.** Freiburg 52 veri kümesi görsel sonuçları. (a) Ham veri sonuçları, (b) Artırılmış veri sonuçları.

### 3.3. ESOGÜ Veri Kümesi

Freiburg 79 ve Freiburg 52 veri kümeleri ile başarılı sonuçlar elde edildikten sonra aslında bu veri kümelerinin birbirlerine oldukça benzediği ve gerçekleştirilen yöntemin başarısı hakkında analiz yapabilmek için tamamen farklı bir ortamda testler yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu testler için Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü Laboratuvar binası uygun görülmüştür. Bu binanın boyutları 48x15 metredir ve genel yapısı Şekil 9(a)'da verilmiştir. Bu şekil dikkatli incelendiğinde ESOGÜ Laboratuvar binasındaki oda ve koridor boyutlarının Freiburg 79 ve Freiburg 52 nolu binalardaki oda ve koridor boyutlarından oldukça farklı olduğu gözlemlenmektedir. ESOGÜ veri kümesini oluşturmak amacıyla laboratuvar binası Gazebo (2020), benzetim ortamında modellenmiştir. Daha sonra bir Pioneer P3-AT (2020) gezgin robotun üzerine 2 adet SICK LMS 200 lazer mesafe ölçer yerleştirilerek benzetim ortamında yer alması sağlanmıştır. Şekil 9(b)'de ESOGÜ Laboratuvar binasının Gazebo benzetim ortamında oluşturulan modeli verilmektedir. Şekilde robot siyah olarak gözükmekte ve etrafında mavi renklerle lazer ışınları bulunmaktadır. Robot İşletim Sistemi (Robot Operating System – ROS (2020)) robotu kontrol etmek için kullanılmıştır. Robot kendisine verilen rastsal rotaları izlerken aynı zamanda da 360 adet lazer ölçümü ile robotun konum ve yönelimini 1 saniye aralıklarla kaydederek ESOGÜ veri kümesini oluşturmuştur. Elde edilen veri kümesi etiketleme işleminden geçirildikten sonra 15353 oda ve 20691 koridor örneğine sahip olduğu görülmüştür. Veri kümesindeki bütün örnekler test için kullanılmıştır.



(a)



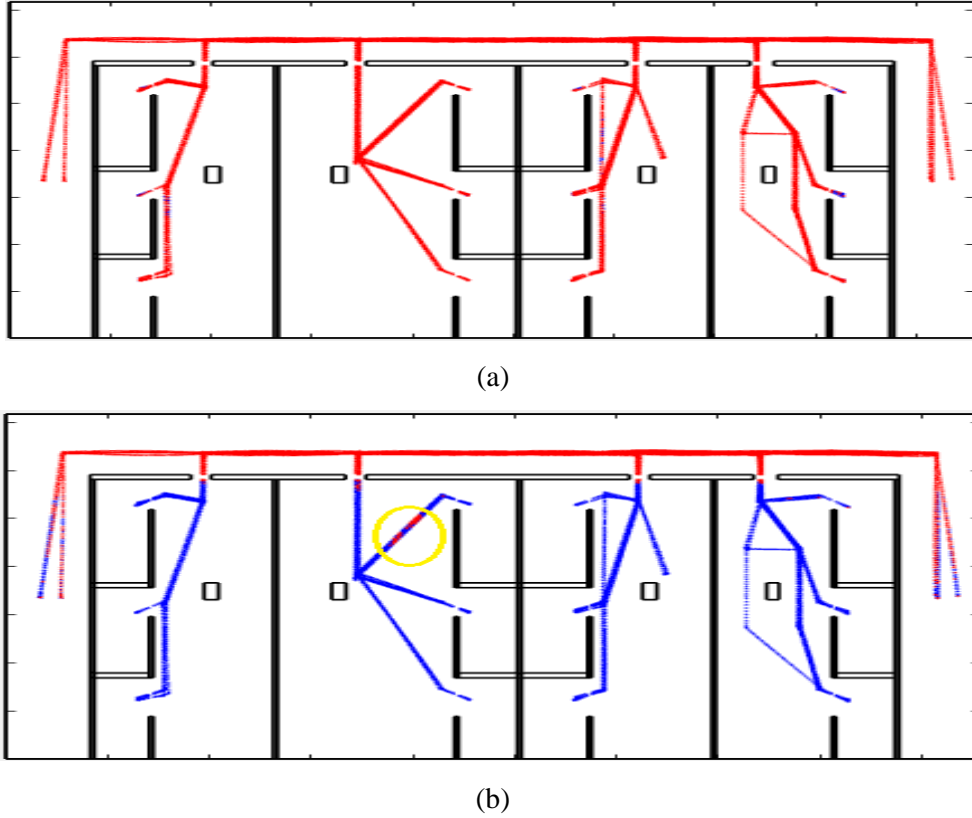
(b)

**Şekil 9.** (a) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Laboratuvar binasının genel yapısı, (b) Gazebo benzetim ortamında oluşturulan modeli.

ESOGÜ veri kümesi ile elde edilen sayısal ve görsel sonuçlar ham ve artırılmış veri için sırasıyla Tablo 3 ve Şekil 10'da verilmiştir. İlk olarak, ham veri için elde edilen sayısal ve görsel sonuçlar birlikte ele alınmıştır. Şekil 10(a)'da görüldüğü üzere veri kümesindeki hemen hemen bütün noktalar koridor olarak sınıflandırılmıştır. Bu açıkçası beklenen bir sonuçtur çünkü ESOGÜ veri kümesindeki 4 büyük odanın boyutları yaklaşık olarak Freiburg 79 binasının eğitim kısmında bulunan odaların iki katı kadardır. Bu durumda, PointNet++ mimarisi ESOGÜ veri kümesindeki oda örneklerini Freiburg 79 eğitim veri kümesindeki oda örneklerinden daha ziyade koridor örneklerine benzetmekte ve yanlış sınıflandırma yapmaktadır. Sonuç olarak, ham veri kullanılarak eğitilen PointNet++ mimarisinin odanın izotropik ve koridorun dar uzun karakteristiklerini öğrenmek yerine sadece oda ve koridorların boyutlarını öğrendiği ve bunları kullanarak sınıflandırma yaptığı anlaşılmaktadır.

**Tablo 3.** ESOGÜ veri kümesi sayısal sonuçları

Veri Türü	Ölçüt	ACC	Duyarlılık		Kesinlik		F1 Skoru	
			Oda	Koridor	Oda	Koridor	Oda	Koridor
Ham		59.12	4.01	100	100	58.41	7.73	73.74
Artırılmış		98.03	98.90	97.39	96.57	99.17	97.72	98.27



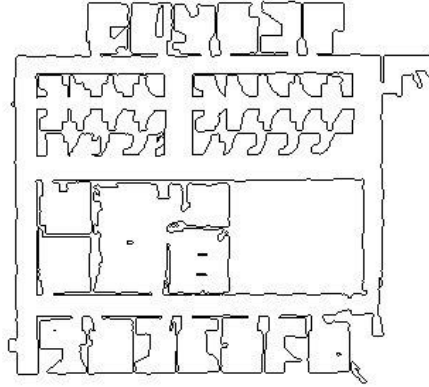
Şekil 10. ESOĞÜ veri kümesi görsel sonuçları. (a) Ham veri sonuçları, (b) Artırılmış veri sonuçları.

Artırılmış veri içerisinde oda ve koridorlar için çeşitli ölçeklerde örnekler bulunmaktadır. Bu durum, aynı boyutlara sahip oda ve koridor örneklerinin de eğitim veri kümesinde olmasını ve PointNet++ mimarisinin oda ve koridor sınıflarını belirlemek için sadece boyutları değil aynı zamanda bu sınıfların karakteristik özelliklerini de öğrenmesini sağlamaktadır. Tablo 3 ve Şekil 10(b) birlikte incelendiğinde oda sınıfına ait örneklerin şekilde sarı elips ile gösterilen bölge dışında hemen hemen tamamının doğru şekilde sınıflandırıldığı görülmektedir. Bununla birlikte, özellikle ortamın sağında ve solunda yer alan ve büyük odalara çok benzeyen koridorlarda PointNet++ mimarisi koridor ve oda sınıflarını birbirine karıştırmaktadır. Bu bölgelerde, iki sınıf arasındaki farklar gittikçe azaldığı için ortamın bu kısımlarında yer alan örneklerde PointNet++ mimarisinin hatalı sınıflandırma yapması kabul edilebilir bir sonuçtur.

### 3.4. SDR-B Veri Kümesi

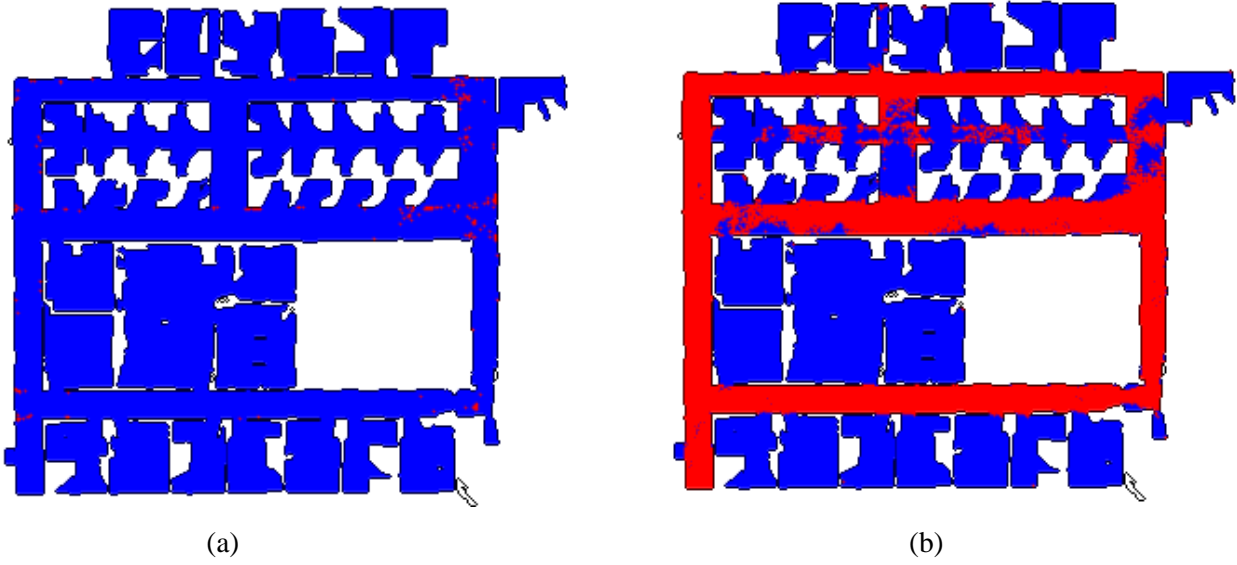
SDR-B veri kümesinde (Mozos, 2020) yer alan örnekler Amerika Birleşik Devletleri'nin Virginia eyaletinde bulunan boş bir binadan toplanmıştır. Bu binanın boyutları 16,15x14,35

metredir ve Şekil 11’de bu binanın genel yapısı gösterilmektedir. Freiburg 79, Freiburg 52 ve ESOGÜ binalarından oldukça farklı olan bu yapı, çok dar koridorlara ve boyutları diğer binalar ile karşılaştırıldığında oldukça küçük odalara sahiptir. SDR-B binasındaki koridorlar Freiburg 79 ve Freiburg 52 binalarındaki koridorlardan yaklaşık olarak iki katı daha uzundur; ancak ESOGÜ laboratuvar binasındaki koridorların üçte biri uzunluğundadır. Diğer yandan, bu binadaki odaların boyutları Freiburg 79 ve ESOGÜ binalarındaki odaların boyutlarının sırasıyla yaklaşık olarak üçte biri ve altıda biri kadardır. Bu veri kümesi sadece test için tasarlandığı için etiket bilgisi bulunmamaktadır. Dolayısıyla sadece görsel sonuçlar verilmiştir.



**Şekil 11.** SDR-B binasının genel yapısı.

SDR-B veri kümesi ile elde edilen görsel sonuçlar ham ve artırılmış veri için Şekil 12’de verilmiştir. Şekil 12(a)’da görüldüğü üzere veri kümesindeki hemen hemen bütün noktalar oda olarak sınıflandırılmıştır. Bu beklenen bir durumdur çünkü bu veri kümesinde yer alan koridor örnekleri için bazı lazer ölçümleri, Freiburg 79 eğitim veri kümesindeki koridor örneklerinde bulunan lazer ölçümlerinin yaklaşık olarak iki katı kadardır. Bu durumda, PointNet++ mimarisi SDR-B veri kümesindeki koridor örneklerini Freiburg 79 veri kümesindeki koridor örneklerinden daha ziyade oda örneklerine benzetmektedir. Sonuç olarak, ham veri ile elde edilen model için ESOGÜ verisi ile benzer bir durum SDR-B veri kümesinde de ortaya çıkmıştır. Diğer yandan, artırılmış veri ile eğitilen model koridorların büyük bir kısmını doğru şekilde sınıflandırmayı başarmıştır.



Şekil 12. SDR-B veri kümesi görsel sonuçları. (a) Ham veri sonuçları, (b) Artırılmış veri sonuçları.

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada, robot konumlarının anlamsal sınıfına karar verebilmek için 2B lazer verileri kullanılmıştır. Daha önceki çalışmalarda kümeleme, çizge, denetimli ve denetimsiz makine öğrenmesi yöntemleri bu problemin çözümünde kullanılmıştır. Gerçeklenen PointNet++ mimarisi ile nokta bulutu verisi için geliştirilen derin öğrenme tekniklerinin sunduğu potansiyeli 2B lazer verileri için gözlemlemek amaçlanmıştır. Ayrıca, PointNet++ mimarisinin oda sınıfının izotropik ve koridor sınıfının ise dar ve uzun karakteristiğini öğrenmesi için veri artırımı yapılmıştır. Freiburg 79, Freiburg 52, ESOĞÜ ve SDR-B gibi çok farklı boyutlarda oda ve koridorlardan elde edilmiş örnekler bulunduran 4 veri kümesi kullanılarak gerçekleştirilen yöntemin ve veri artırımının etkileri gözlemlenmiştir. Test sonuçları, veri artırımı ile bahsedilen bütün ortamlarda başarılı bir şekilde oda ve koridor sınıflarının tespit edildiğini göstermiştir. Bu çalışma, nokta bulutu için geliştirilen derin öğrenme tekniklerinin 2B lazer verilerine uygulanabileceğini göstermiştir. Ayrıca umut verici sonuçlar içerdiği için gelecek çalışmalara da esin kaynağı olması umulmaktadır.

#### Kaynaklar

- Gazebo Robot Simulation (2020). Open source robotics foundation (OSRF). <http://gazebosim.org/>. Erişim: 25.06.2020.
- Goeddel, R. ve Olsson, E. (2016). Learning semantic place labels from occupancy grids using CNNs. *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, s: 3999-4004.



- Guo, J. Y., Wang, H., Hu, Q., Liu, H., Liu, L ve Bennamoun, M. (2019). Deep learning for 3D point clouds: A survey. *arXiv: 1912.1203*.
- Kaleci, B., Şenler, Ç.M., Dutağacı, H. ve Parlaktuna, O. (2020). Semantic classification of mobile robot locations through 2D laser scans. *Intel Serv Robotics*, Cilt:13, s:63–85.
- Liao, Y., Kodagoda, S., Wang, Y., Shi, L. ve Liu, Y. (2017). Place Classification With a Graph Regularized Deep Neural Network. *IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems*, Cilt:9, No:4, s:304-315.
- Maturana, D. ve Scherer, S. (2015). VoxNet: A 3D Convolutional Neural Network for real-time object recognition. *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, s.: 922-928, doi: 10.1109/IROS.2015.7353481.
- Mozos, O. M. (2010). Semantic Labeling of Places with Mobile Robots. *Springer Tracts in Advanced Robotics (STAR)*, Cilt:61.
- Mozos, O. M. (2020). Semantic Place Labeling Datasets. [http://www2.informatik.uni-freiburg.de/~omartine/place\\_data\\_sets.html](http://www2.informatik.uni-freiburg.de/~omartine/place_data_sets.html), Erişim: 25.06.2020.
- Mozos, O. M. ve Burgard, W. (2006). Supervised learning of topological maps using semantic information extracted from range data. *IEEE/RSJ international conference on intelligent robots and systems*, s:2772–2777.
- Mozos, O. M., Stachniss, C. ve Burgard, W. (2005). Supervised learning of places from range data using adaboost. *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, s:1730-1735.
- Nikdel, P. ve Vaughan, R. (2019). Recognizing and Tracking High-Level, Human-Meaningful Navigation Features of Occupancy Grid Maps. *ArXiv abs/1903.03669*.
- Pioneer 3-AT Mobile Robot (2020). <https://www.generationrobots.com/media/Pioneer3AT-P3AT-RevA-datasheet.pdf>, Erişim: 25.06.2020.
- Premebida C., Faria D. R., Souza F. A. ve Nunes U. (2015). Applying probabilistic mixture models to semantic place classification in mobile robotics. *IEEE/RSJ international conference on intelligent robots and systems (IROS)*, s:4265–4270.
- Qi, C. R., Su, H., Mo, K. ve Guibas L. J. (2016). PointNet: Deep Learning on Point Sets for 3D Classification and Segmentation. *arXiv preprint arXiv:1612.00593*.
- Qi, C. R., Yi, I. E., Su, H., Mo, K. ve Guibas L. J. (2017). PointNet++: Deep Hierarchical Feature Learning on Point Sets in a Metric Space. *arXiv preprint arXiv:1706.02413*.
- Robot Operating System (2020). Open source robotics foundation (OSRF). <http://ros.org/>. Erişim: 25.06.2020.
- Shi, L. ve Kodagoda, S. (2013). Towards generalization of semisupervised place classification over generalized Voronoi graph, *Robotics and Autonomous Systems*. Cilt:61, No:8, s:785-796.
- Shi L., Kodagoda S. ve Dissanayake G. (2010). Laser range data based semantic labeling of places. *IEEE/RSJ international conference on intelligent robots and systems*, s:5941–5946.
- Soares, S. ve Araújo, R. (2014). Semantic place labeling using a probabilistic decision list of adaboost classifiers. *Int. J. Comput. Inf. Syst. Ind. Manag. Appl.*, Cilt:6, s:548–559.
- Sousa P., Araújo R. ve Nunes U. (2007). Real-time labeling of places using support vector machines. *IEEE international symposium on industrial electronics*, s:2022–2027.
- Su, H., Maji, S, Kalogerakis, E. ve Learned-Miller, E. (2015). Multi-view Convolutional Neural Networks for 3D Shape Recognition. *Proceedings of ICCV*.

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


*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 2(2), 247-261, 2020  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

**Derleme Makalesi / Review Article****Doi: [10.47898/ijeased.794333](https://doi.org/10.47898/ijeased.794333)**

## **Use of Anti Rolling Gyro (ARG) Optimization Systems For Planing Boats**

Uğursal DEMİR\*

Maltepe University, Faculty of Architecture and Design, Naval and Nautical Design Department, Istanbul, 34857, Turkey.

<b>Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)</b>	<b>Makale Süreci / Article Process</b>	
* <b>Sorumlu Yazar / Corresponding author :</b> <a href="mailto:ugursaldmr@gmail.com">ugursaldmr@gmail.com</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0002-8729-3429">https://orcid.org/0000-0002-8729-3429</a> , U. Demir	<b>Geliş Tarihi / Received Date :</b>	13.09.2020
	<b>Revizyon Tarihi / Revision Date :</b>	10.10.2020
	<b>Kabul Tarihi / Accepted Date :</b>	17.10.2020
	<b>Yayın Tarihi / Published Date :</b>	15.12.2020
<b>Alıntı /Cite :</b> Demir, U. (2020). Use of Anti Rolling Gyro (ARG) Optimization Systems For Planing Boats, International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design , 2(2), 247-261.		

### **Abstract**

In addition to the basic classification rules that must be taken into account during the design, products and purchase of a marine vessel; it is seen that the measures to increase comfort and safety have gained more importance in recent years. The engineering design of a boat has been conveyed to the customers as an advantage by the mass production companies, as a gain, as well as the efficient use of the volumes and the safety and comfort. Apart from the universal design, the qualities sought in many designs; It is inevitable that all technological progress will increase in parallel with the winning and marketing stages. In this context, it can be said that the main purpose of the design is to use the existing volumes effectively with the least physical effort. Especially since the early 1990s, when the understanding that yachts and recreational boats are the object of the upper class consumers, that is, the rich class, began to collapse, the production of planing boats gained speed. From 2000 to today, the competition of mass production companies, not only in the field of design, but also in the damping of excessive yaw and trim movements of marine vehicles; the comfort of the passenger and crew and the safety of the boat contributed to the development of these motion stabilization systems. In this study, gyro stabilizers (ARG) in order to balance the movements caused by the forces that a ship is exposed to in the water; working principle and basically application examples in slide boats are examined.

**Keywords:** Gyro, Gyro stabilizer, Roll, Planning boats.

## ***Kayıcı Tekneler İçin Yalpa Sönümleyici Cayro Sistemlerinin Kullanımı***

### **Özet**

*Bir deniz aracının tasarımı, imalatı ve teslimi aşamalarında göz önünde bulundurulması gereken temel klaslama kurallarına ek olarak; konforu ve güvenliği artırıcı önlemlerin son yıllarda daha fazla önem kazandığı görülmektedir. Bir teknenin mühendislik tasarımının da hem hacimlerin etkin kullanımı, hem de güvenlik ve konforu bir kazanım olarak, seri üretim yapan firmalar tarafından müşterilere avantaj olarak sunulmaktadır. Evrensel tasarım olarak sunulan ve sürdürülebilirlik açısından da birçok tasarımda aranan niteliklerin; tekne üretiminde ve pazarlama aşamalarında tüm teknolojik gelişmelere paralel olarak artması' da kaçınılmazdır. Bu bağlam da tasarımın temel amacı mümkün olan en az fiziksel çaba ile mevcut hacimlerin etkin bir şekilde kullanılabilmesidir, denilebilir. Özellikle 1990'lı yılların başlarından itibaren yat ve gezinti teknelerinin bir üst sınıf tüketicilerin, yani zengin sınıfının objesi olduğu anlayış yıkılmaya başladığında kayıcı tip teknelerin üretimi hız kazanmıştır. 2000'lerden günümüze gelindiğinde ise özellikle seri üretim yapan firmaların rekabeti, sadece tasarım alanında değil aynı zaman da deniz araçlarını aşırı yalpa ve trim hareketlerinin sönümlendirilmesi; yolcu ve mürettebatın konforu, tekne emniyetinin sağlanması amacıyla bu hareket dengeleyici sistemlerin geliştirilmesine katkı sağlamıştır. Bu çalışmada, bir geminin suda maruz kaldığı kuvvetlerin sebep olduğu hareketleri dengeleyebilmek amacıyla cayro stabilizörlerin (ARG); çalışma prensibi ve temel olarak kayıcı teknelerdeki uygulama örnekleri irdelenmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** Cayro, Cayro stabilizör, Yalpa, Kayıcı tekneler.

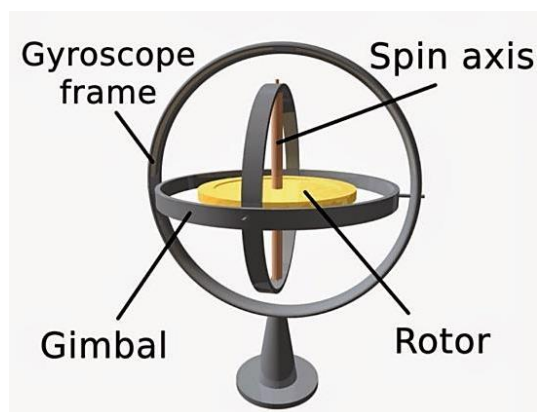
### **1. Introduction**

Gyroscopes are found in turbine rotors, planing boats, mobile facilities in ships, spacecraft, aircraft. It is generally used to provide automatic control of the movement. In order to balance the movement in the seawater, they are used to change the direction of the torpedoes.

When gyro discs begin to rotate around the axis of symmetry at high angular velocity in a certain center, there is a constant rotation on the same axis. With the studies presented by researchers using this feature, the design of systems that stabilize the rotational motion of objects with larger inertia has begun.

Balancing systems with the Gyro principle are used in many areas such as maritime, aviation, mining and space. In addition, gyrosopes are frequently used in the military field. (Veljović, 2010).

A gyroscope is a homogeneous, axisymmetric rotating body that rotates at high angular velocity around its axis of symmetry, as shown in Fig. 1.

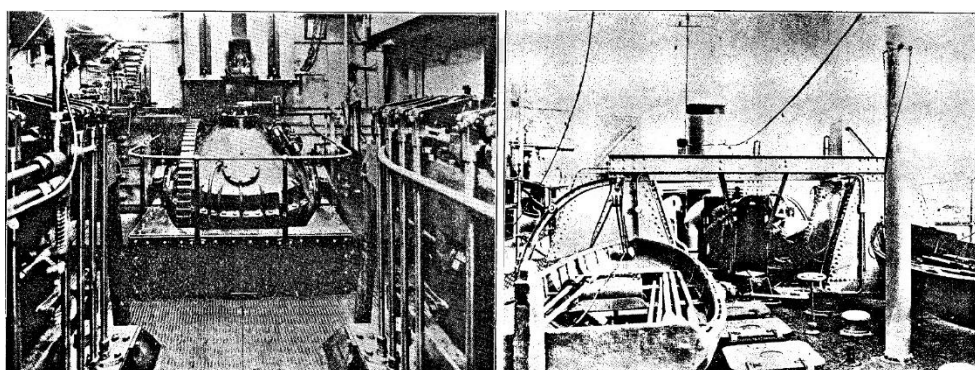


**Figure 1.** Schematic representation of gyroscopes (URL-1, 2020)

Except for aesthetics and cost criteria in the design, manufacture and purchase of a marine vessel; in recent years, comfort and safety design details have gained more importance.

In the engineering design of a boat, the effective use of designed volumes as well as safety and comfort are offered to customers as an advantage. As a result, it is inevitable to develop systems that increase comfort and safety at sea in the commercial environment.

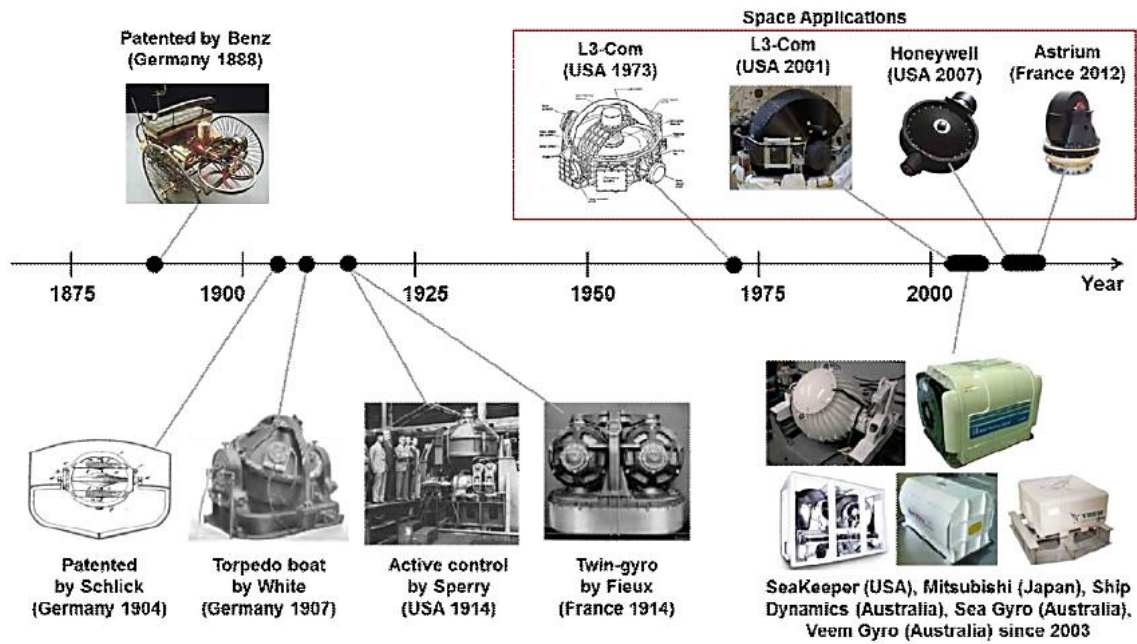
In 1909 a model gyro was produced in Washington to provide stabilization. This gyro model was installed in US Destroyer Worden. Operating the gyroscope and creating all stabilizing forces; these forces were planned to be recorded. This gyroscope is given in Fig. 2.



**Figure 2.** First installed stabilizer

Since 1912 active stabilization systems have been developed and applied in different fields (Sperry E.A., 1923). Later it was used in private yachts. With the increase in the production of planing boats from the 1990s to the present day, the application of ARG gyroscope stabilizers has also increased linearly.

In the 2000s, these systems found a wide application area. Research and development activities continue actively in the USA, Europe and Japan for commercial ARG products. It has been and is still being applied to many existing civilian, military, small and medium-sized ships. The historical development of gyro applications is given in Fig. 3.



**Figure 3.** Historical Development of Gyro-stabilizer (Lee S. H., 2014)

Especially since the early 2000s, the understanding that yachts and recreational boats are objects of the upper class consumers, that is, the rich class, has begun to collapse. Production of planing type boats that can be used in many fields such as tourism, water sports, fishing, etc. has gained momentum.

Of course, changes are an inevitable part of the product development cycle. It should be handled with effective design. If a boat is not designed with the right strategy, the volumes to be produced and the parts in the assembly have to be redesigned. This saves both time and costs. Seen in a gyro Fig. 4 mounted on a aluminum planing boat.



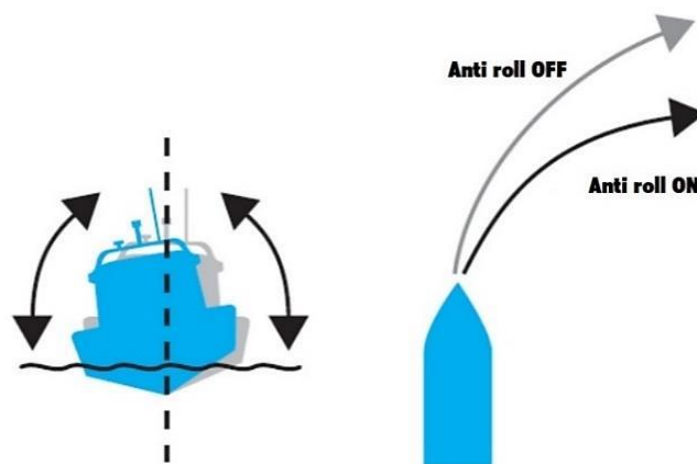


**Figure 4.** Carina mounted gyro

Competition of mass production companies has contributed greatly to the development of these systems. Damping of excessive roll and trim movements of marine vehicles, not only in the design area; they contributed to the development of automatic stabilization systems for the comfort and safety of passengers and crew.

Gyro stabilizers can improve stability and marine performance due to their location. But the volumetric places and weights on the boat are still a disadvantage. A gyro mounted on the body can be seen in the Fig.4. These systems work by consuming electrical power. Generally, it can compensate 60% to 90% of the boat's roll and trim motion (Townsend, Murph, Sheno, 2007).

As a standard feature, gyro systems are offered as a safety feature for more comfort and safety. Nowadays, the range of boat models that can be assembled in parallel with today's technological developments is quite diversified (Demir, Yalçın, 2017).



**Figure 5.** Anti Rolling system on and off

It can also be said that these systems have improved seaway resistance ( $R_{sr}$ ). As a result of the related studies, it is presented as a graphical representation in Fig.5. In this figure, the route line when the system is active and inactive can be seen.

## 2. Case study

Besides the advantages of ARG systems, the theoretical description of the system, moment calculations and working condition of the weight-based balancing principle are shown in Fig.6. Relevant moment equations are given in Equations (1), (2), (3), (4), (5).

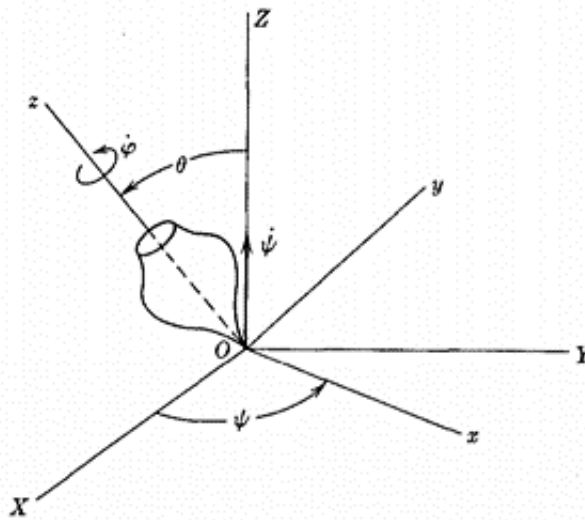


Figure 6. Definition of the gyro-axis system

$M_x, M_y, M_z$  : moments directions

$\dot{\omega}_x, \dot{\omega}_y, \dot{\omega}_z$  : angular acceleration +x, +y and +z directions

$\omega_x, \omega_y, \omega_z$  : the rate of rotation in free axis

I and  $I_z$  : moment of inertia; total and z direction

$\dot{\psi}$  : spin rate

General equations of motion for moment:

$$M_z = I(\dot{\omega}_x - \omega_y \omega_z) + I_z \omega_y (\omega_z + \dot{\psi}) \quad (1)$$

$$M_y = I(\dot{\omega}_y + \omega_x \omega_z) - I_z \omega_x (\omega_z + \dot{\psi}) \quad (2)$$

$$M_z = I_z (\dot{\omega}_z + \dot{\psi}) \quad (3)$$

Gyro-moments in +x and +y directions:

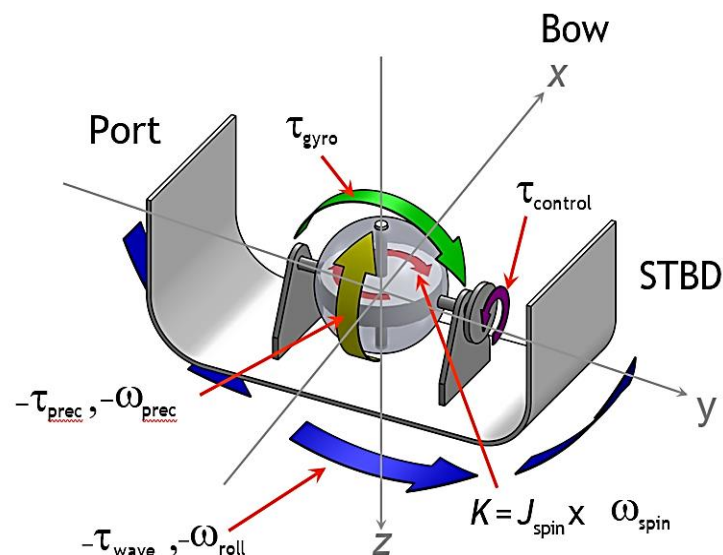


$$M_x = I_z \omega_y \dot{\psi} \quad (4)$$

$$M_y = -I_z \omega_x \dot{\psi} \quad (5)$$

### 3. The Basic Working Principle of Gyro Stabilizers and Method

Figure 7 gives an outline of the gyro stabilization system. Based on the principles outlined in Chapter 2, free axes, In order to balance ship yaw and trim motions for gyroscopic effects, ARG systems have to produce opposite moments by operating at a certain power. These forces, torques and moments are shown schematically in Figures 7 and 8.



**Figure 7.** Demonstration of forces on gyro in coordinate system (URL-6, 2019)

Gyro torque given in Eq. (6) and angular momentum give in Eq. (7).

Gyro Torque = Angular Momentum x Angular Velocity

$$\tau = J_{spin} \omega_{spin} \omega_{prec} \quad (6)$$

$\tau$  : the gyro torque [Nm]

$J_{spin}$  : the rotational moment of inertia in the spin axis [kg.m<sup>2</sup>]

$\omega_{prec}$  : the spin speed [rad.s<sup>-1</sup>]

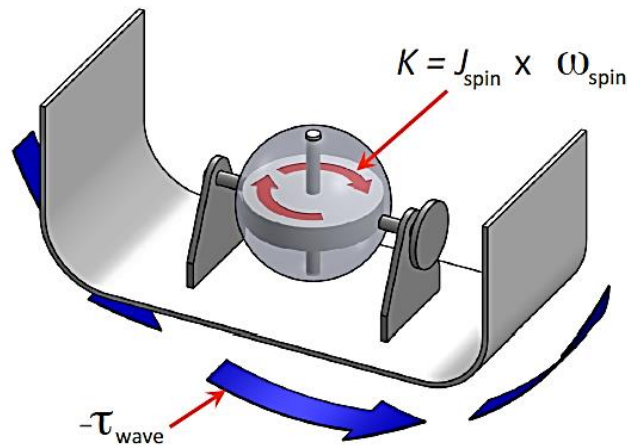
$\omega_{spin}$  : the spin speed [rad.s<sup>-1</sup>]

Angular momentum (K);

$$K = J_{\text{spin}}\omega_{\text{spin}} \quad (7)$$

The angular roll rate ( $\omega_{\text{roll}}$ ) combines with the flywheel angular momentum ( $K$ ) to generate a precession torque ( $\tau_{\text{prec}}$ ) on the flywheel (yacht's pitching axis) given Eq. (8);

$$\tau_{\text{prec}} = K\omega_{\text{roll}} \quad (8)$$



**Figure 8.** Representation of momentum  $K$  and  $\tau$  wave torque versus the direction of yaw (URL-7, 2019)

The basic working principle of gyro stabilizers is that ARG's rotation axis can be freely selected. It can maintain its angular speed while rotating (URL-6, 2019).

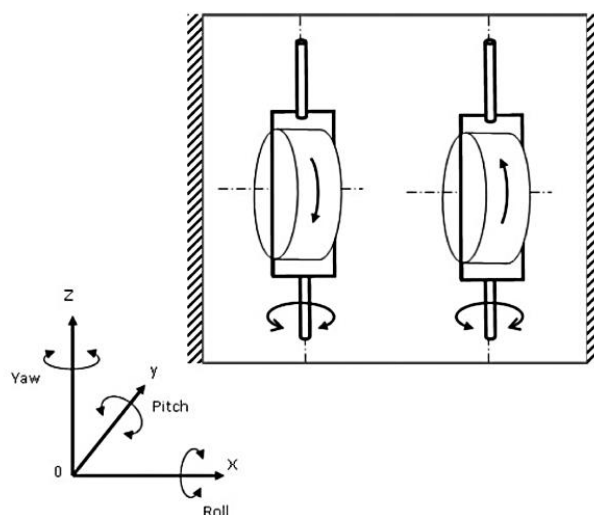
The direction of the axis is independent of the direction of the stop when rotating. Therefore, it cannot be overthrown. The center of mass is fixed, it can be called a mass with a rotation in every direction, a wheel or a disc. Also, the double balancing ring is a wheel or disc used (Zhang, 2014).

#### 4. Gyroscopic Stability

Gyroscopes consist of one rotatable or several nested discs placed on axes. These devices work on the principle of conservation of angular momentum.

When the gyroscope disk is rotated at a certain speed, the tool increases an angular momentum. The force of gravity creates a force against the gyroscope. With increasing momentum, the gyroscope continues its motion against this force.

It will rotate as long as the gyro discs can maintain the moment without changing the direction of rotation. Electricity is required for this balancing in large systems. To specify technically; A rotor rotating at high speed around its axes will generate force against all forces against the plane of rotation.



**Figure 9.** Schematic representation of twin type gyroscopic balancers (Townsend, and Sheno, 2014)

As shown in Figure 9, momentum begins to gain when the Gyro rotor mounted in the center of the three axes starts to rotate rapidly. Then the stabilizing forces will start working against the force of gravity. Gyros works on this principle. The precession force exerts a force  $90^\circ$  opposite the axis of rotation. For the force applied to the rotor rotating rapidly around its own axis, the rotors will not remain stationary, they will continue to rotate in their direction of rotation. In this way, the rotational speed, forces and moments are determined. (Townsend, Sheno, 2014).

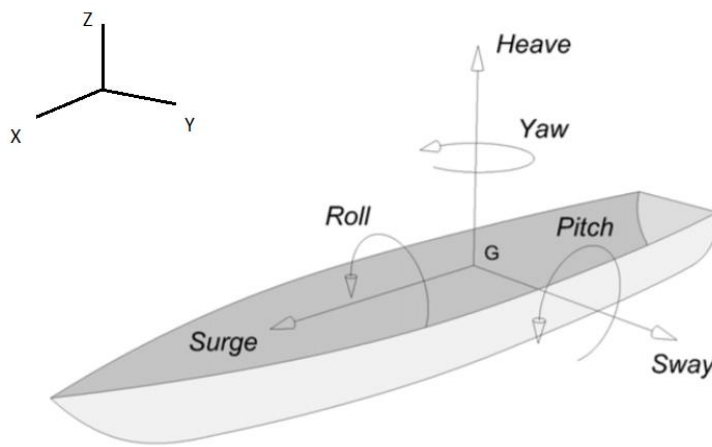
Newton's second law of motion states algebraically that the acceleration of an object is inversely proportional to the mass of that object and directly proportional to the net force applied to that object. The net force acting on a body is equal to the mass times the acceleration. At this stage, the rotation of the gyroscope about the axis of rotation will give it an angular momentum. This moment will remain constant until the torque generated by the Gyro is stabilized. (Kim, Tilbury, 1998).

Gyro is used in planing boats to prevent the ship from rolling. While this system is active on boats, it can maintain its stability. It can soften dumping in Gyro Z axis. When the right hand rule is applied, the spin vector for the yaw motion is in the upward direction (+z direction). The direction

of the Y axis is called pitch motion. On the X axis, a counter torque is generated. These defined vectors are perpendicular to each other (Talha, Asghar, Kim, 2017).

#### 4.1. Motion Equations of Ships

The waves move in 6 different degrees of freedom (6-DOF) shown in the Fig. 10. The movements defined in the x, y, z axes are given.



**Figure 10.** Ship motion is divided into six components in the six degrees of freedom (Varela, Soares, 2011)

Some definitions should be made for motion equivalents.

- m : mass of ship
- $I_z$  : moment of inertia [z]
- X, Y, Z : external force [x, y, z]
- u : velocity on x direction
- v : velocity on y direction
- r : spin of angular velocity

According to the second law of newton motion equivalents can be written:

$$X = m \dot{u}$$

$$Y = m \dot{v}$$

$$Z = I_z \dot{r}$$

## **5. Applications for Boats**

Patrol boats, coast guard boats and attack boats spend a large part of their operational time at low speeds, where traditional foil stabilizers do not work. ARG systems can significantly increase the operability of a ship and the safety and comfort of the crew. The increase in operational availability is an important criterion as it will increase the effective availability of the fleet. Application examples are seen in figure 11,12 and 13.

In addition, ARG systems, which enable the efficient use of weapons, increase the safety and efficiency of all operations in the sea. As a general disadvantage of traditional foils; The risk of collecting seaweed and mussels under water (beard as an old definition) will be eliminated (Giallanza, Elms, 2019). They contribute to adhering to the principle of maximum confidentiality for patrols, with a reduced underwater acoustic signature.



**Figure 11.** Military boats applied to the gyro system (URL-5, 2019)



**Figure 12.** A sportfisherman yacht applied to the gyro system (URL-2, 2014)

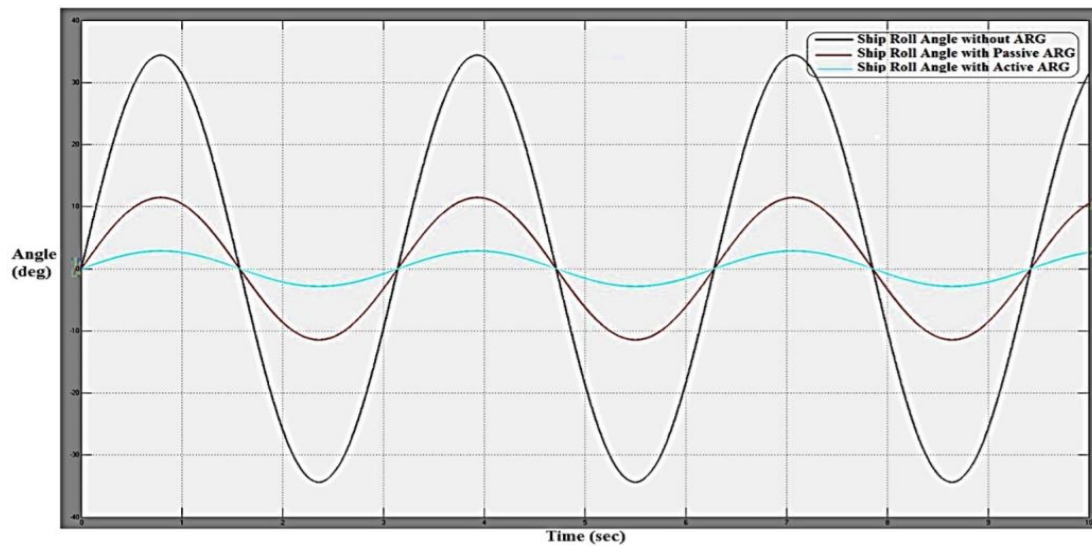


**Figure 13.** Motor yachts with gyro system (URL-3, 2019; URL-4, 2020)



## 6. Discussion and Result

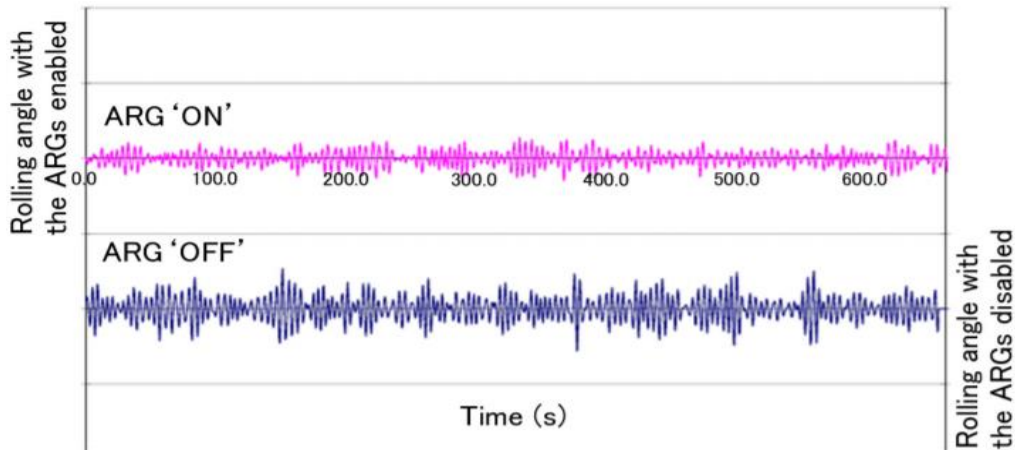
The results of published scientific studies have proven that these applications are suitable for practical use. In addition, the simulations obtained as a result of these studies have taken their place among the theoretical studies in the literature. One of them is presented in figure14, specifically using the MatLab software program and a graphical representation of a boat when these systems are active and inactive. In the study the roll angle when ARG is active on the ship and the angle of roll measured when ARG is passive are given. (Talha, Asghar, Kim, 2017).



**Figure 14.** Ship roll angle response

In parallel with this, another study has been published including similar results. In this study, analyzes are shared for one mega yacht ( $\Delta=180$  tons). In addition, by examining the results obtained, ARG systems were also applied to this yacht. As seen in Figure 15, in this study, the estimated cornering rate and natural roll time achieved on the yacht are given. (Takeuchi, Umemura, Maeda, 2011).





**Figure 15.** The results of ARG roll reduction performance on mega yacht

Comfort and safety is a priority for yachts. Large manufacturing companies offer works that increase comfort and safety by emphasizing aesthetic designs as special applications. An ARG has an effective function to provide extreme roll and dumping reduction in all conditions. With a suitable mode of operation, ARGs can ensure the stability of the boat in all conditions and reduce seaway resistance.

It is possible to see different applications in sport fishing yachts, flybridges, center console..vb and many planing boats. ARG stabilizers can be produced today in smaller volumes and weights. And this situation provides more efficient use of the volumes in the boats (Veljovic, 2010).

**Table 1.** ARG systems applied in some yachts (Takeuchi, Umemura, Maeda, 2011)

	<b>Ferreti 430</b>	<b>Ferreti 680</b>	<b>Ferreti 731</b>
ARG-Output Torque	12,500 Nm	25,000 Nm	37,500 Nm
LOA	14.15 m	20.63 m	22.50 m
B	4.34 m	5.63 m	5.50 m
$\Delta$	18.2 t	45.0 t	56.9 t

As an advantage of the system, there is no extension from the hull to the water. ARG dynamically rotates the rotors of the high speed steel flywheel in a vacuum controlled chamber. The boat movements are reduced by the balancing moments produced and almost no noise or vibration is produced. Sometimes they can be successfully mounted in front of center consoles, even under guest cabin beds. Related samples can be seen in Fig. 14, Fig. 15, and Table (1). In the table, displacement weight ( $\Delta$ ), overall length of the boat (LOA) , beam of the boat (B), torque values of the gyro used are given (ARG-Output Torque).

Looking at all these application examples, it is obvious that ARG systems increase comfort and safety. However, the electricity consumption of these systems is inevitable. Today, studies for reducing electrical energy consumption are still ongoing. With technological developments, the use of low electricity consumption and more efficient ARG devices in production will increase even more.

## References

- Demir, U., Yalçın, Ü., (2017). Basic Optimization Methods in High Speed Boats and Application Areas, *Gidb Journal*, 10, 35-52.
- Giallanza, A., Elms, T., (2019). Interactive roll stabilization comparative analysis for large yacht: gyroscope versus active fins. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 14, 143–151. <https://doi.org/10.1007/s12008-019-00618-y>
- Kim, S. K., Tilbury, D. M., (1998). Mathematical Modeling and Experimental Identification of a model helicopter. *American Institute of Aeronautics and Astronautics*, 21(3), 203-213.
- Lee, S. H., (2014). Gyro-stabilizer Technology Analysis, *The Korean Society for Noise and Vibration Engineering*, (pp. 365-366), South Korea.
- Sperry, E.A., (1923). *The Gyro Ship Stabilizer*. Read at the Meeting of the Society of Naval Architects of Japan: USA.
- URL-1, (2020). <https://en.wikipedia.org/wiki/Gyroscope>, (Erişim Tarihi: 11 Ekim 2020).
- URL-2, (2014). [http://veemgyro.com/wp-content/uploads/2015/11/White\\_Paper\\_1403-How\\_Gyros\\_Create\\_Stabilizing-Torque.pdf](http://veemgyro.com/wp-content/uploads/2015/11/White_Paper_1403-How_Gyros_Create_Stabilizing-Torque.pdf), (Erişim Tarihi: 11 Aralık 2019).
- URL-3, (2019). [http://shipmotion\\_group.com/products.product+Gyro-stabilizer.page+1](http://shipmotion_group.com/products.product+Gyro-stabilizer.page+1), (Erişim Tarihi: 11 Ocak2019).
- URL-4, (2020). <https://www.passagemaker.com/trawler-news/gyroscopic-stablization-becomes-more-popular-as-price-drops-video>, (Erişim Tarihi: 14 Ocak 2020).
- URL-5, (2019). [https://www.seakeeper.com/wp-content/uploads/2016/09/105E280B2\\_Nordlund\\_Motor\\_yacht\\_Mixer\\_equipped\\_with\\_Seakeeper\\_Gyro\\_E28094\\_CharterWorld.com\\_2810-28-1129.pdf](https://www.seakeeper.com/wp-content/uploads/2016/09/105E280B2_Nordlund_Motor_yacht_Mixer_equipped_with_Seakeeper_Gyro_E28094_CharterWorld.com_2810-28-1129.pdf), (Erişim Tarihi: 24 Aralık 2019).
- URL-6, (2019). <https://veem.com.au/veem-gyro-demo-vessel-med-october/>, (Erişim Tarihi: 29 Aralık 2019)
- URL-7, (2019). <http://usdynamicscorp.com/literature/general/AN-005%20USD%20Spinning%20Mass%20Gyroscopes.pdf>, (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019).
- Takeuchi, H., Umemura, K., Maeda, S., (2011). Development of the Anti Rolling Gyro 375T (Rolling Stabilizer for Yachts) Using Space Control Technology. *Mitsubishi Heavy Industries Technical Review*, 48(4) 70-75.
- Talha, M., Asghar, F., ve Kim, S. H., (2017). Design of Fuzzy Tuned PID Controller for Anti Rolling Gyro (ARG) Stabilizer in Ships. *International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems*, 17(3), 210-220. <http://dx.doi.org/10.5391/IJFIS.2017.17.3.210>
- Townsend, N. C., and Shenoi, R. A., (2014). Control Strategies for Marine Gyrostabilizers. *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, 39(2), 243-255.
- Townsend, N.C., Murphy, A.J., Shenoi, R.A., (2007). A new active gyrostabiliser system for ride control of marine vehicles, *Ocean Engineering*, 34(1), 1607–1617.
- Varela, J. M., Soares, C.G., (2011). Interactive Simulation of Ship Motions in Random Seas based on Real Wave Spectra. *International Conference on Computer Graphics Theory and Applications* (pp. 235-244). Portugal.
- Veljović, L., (2010). History and Present of Gyroscope Models and Vector Rotators. *Scientific Technical Review*, 60(1), 101-111. University of Kragujevac, SERBIA.
- Zhang, T., (2014). *Analysis of Active Gyro Based Roll-Stabilization of Slender Boat Hulls*. Master of Science Thesis, KTH Royal Institute of Technology is a University, Stockholm, Sweden.



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 2(2), 262-274, 2020  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>



Araştırma Makalesi / *Research Article*

Doi: [10.47898/ijeased.786830](https://doi.org/10.47898/ijeased.786830)

## Yaşamın Farklı Alanlarında Mittag-Leffler Fonksiyonu

Hüseyin ŞİRİN<sup>1\*</sup>, Abdullah Engin ÇALIK<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, İzmir, 35040, Türkiye.

Yazar Kimliği / <i>Author ID (ORCID Number)</i>	Makale Süreci / <i>Article Process</i>
*Sorumlu Yazar / <i>Corresponding author</i> : <a href="mailto:huseyin.sirin@ege.edu.tr">huseyin.sirin@ege.edu.tr</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0002-2514-3935">https://orcid.org/0000-0002-2514-3935</a> , H. Şirin  <a href="https://orcid.org/0000-0003-3441-6496">https://orcid.org/0000-0003-3441-6496</a> , A. E. Çalık	Geliş Tarihi / <i>Received Date</i> : 28.08.2020 Revizyon Tarihi / <i>Revision Date</i> : 27.09.2020 Kabul Tarihi / <i>Accepted Date</i> : 17.10.2020 Yayın Tarihi / <i>Published Date</i> : 15.12.2020
Alıntı / <i>Cite</i> : Şirin, H., Çalık, A.E. (2020). Yaşamın Farklı Alanlarında Mittag-Leffler Fonksiyonu, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2(2), 262-274.	

### Özet

Bu çalışmada kesirsel kinetik denklemin farklı çözümlerinde karşımıza çıkan ve eksponansiyel fonksiyonu genelleyen Mittag-Leffler (ML) fonksiyonu ele alınmaktadır. ML fonksiyonu yardımıyla nüfus, sera gazı salınımı ve dış ticaret hacmi süreçlerindeki artma dinamikleri incelenmektedir. Bu amaçla bu süreçler için grafiksel gösterimler yapılmakta ve gerçek veriler ile karşılaştırılmaktadır. Kesirsel türev mertebesi yardımıyla gerçek değerler ile teorik hesaplamaların arasındaki uyum incelenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Mittag-Leffler Fonksiyonu; Kesirsel matematik; Bellek Etkisi.

## *Mittag-Leffler Function in different areas of life*

### Abstract

In this work, Mittag-Leffler (ML) function that is encountered in different solutions of fractional kinetic equation and generalizes exponential function has been handled. With the help of ML function, growth dynamics of population, foreign trade volume and greenhouse gas emission have been investigated. With this manner, graphical representations for these processes have been compared with real data. The harmony between theory and real data has been investigated with the help of order of fractional derivative.

**Keywords:** Mittag-Leffler Function; Fractional Calculus; Memory Effect.

## 1. Giriş

Doğadaki süreçler gerçekte nasıl davranmaktadır sorusu fen ve mühendislik bilimlerinde cevabı aranan başlıca konulardandır. Bu sorunun cevaplarında öne eksponansiyel ve kuvvet formunda fonksiyonlar çıkmaktadırlar (Marquet ve ark. 2005, Keeling 2000, Keitt ve ark. 2002, Keitt ve Stanley 1998, Stanley ve ark. 1996, Shimojo 2014, Shimojo ve Nakano 2013). Doğada, yaşamda, fen ve mühendislik bilimlerinde birçok araştırmada, fiziksel süreçleri temsil eden diferansiyel denklemlerin çözümlerinin çoğunda eksponansiyel fonksiyon ile karşılaşmaktadır (Vandermeer 2010, Vacher 2000, Ricketts ve ark. 1999). Nüfus artışı (Bowen ve ark. 2003, Keiding 1975), mikroorganizmaların çoğalması (Vandermeer 2010), jeokronoloji (Vacher 2000), NASA astronotlarının kemik mineral kaybı (Sibonga ve ark. 2007), ekonomi (Silva ve ark. 2004, Sabatelli 2002), kanser (Holland ve ark. 1999), pandemi (Verma ve ark. 2020) vb. doğada ve günlük yaşantımızda eksponansiyel azalma veya artma ile ilgili bunlara benzer daha birçok örnek verilebilir. Eksponansiyel fonksiyonların genelleştirilmesi ve belli modellerde kullanılması da yapılan çalışmalar arasındadır (Martinez ve ark. 2009, Nivanen ve ark. 2003).

Bir sistemin veya fiziksel bir sürecin gelecekte nereye evrileceği sorusu da sıkça sorulmakta ve cevap aranmaktadır (Büyükkılıç ve Demirhan, 2009, Çalık ve Şirin, 2017). Fiziksel süreçlerin zaman ve/veya uzayda evrilmesi diferansiyel denklemler aracılığı ile formüle edilir. En temel ve en çok kullanılan diferansiyel denklem formlarından biri olan

$$\frac{dy(t)}{dt} = \mp \lambda y(t) \quad (1)$$

birinci mertebeden, lineer ve homojen diferansiyel denkleminin çözümü;

$$y(t) = y_0 e^{\mp \lambda t} \quad (2)$$

şeklinde eksponansiyel fonksiyon cinsinden elde edilmektedir. (1) diferansiyel denklemi, kinetik denklem (Saxena ve ark. 2002, Haubold ve Mathai 2000), nükleer bozunma denklemi (Krane 1998), relaksasyon denklemi (Hilfer 2000, Hilfer 2003) gibi birçok isimlendirmeye sahiptir.

Bu kadar çok karşımıza çıkan eksponansiyel fonksiyon genel olarak sistemlerin davranışı hakkında bir fikir verse de gerçeğe yakın tasvir edilen sistemlerden elde edilen veri ile uyumlu değildir. Sistemin üzerindeki etkileri açıklamakta yetersiz kalmaktadır (Vandermeer 2010). Daha önce yapılan farklı alanlardaki çalışmalarda gerçek veri ile olan uyumsuzluk görülmüş ve bu uyumsuzluk kesirsel matematik kullanılarak giderilmeye çalışılmıştır:

Nükleer bozunma denklemi ilk defa Caputo kesirsel türevi uygulanarak “kesirsel nükleer bozunma denklemi” olarak yeniden tanımlanmış ve çözülmüştür (Çalık ve ark. 2013). Elde edilen bu yeni çözüm kullanılarak alfa bozunması (Çalık ve ark. 2013) ve proton bozunması (Çalık ve ark. 2014) yapan çekirdeklerin yarı-ömür değerleri deneysel veri ile uyum içinde elde edilmiştir. Hesaplamalara herhangi bir keyfi parametre eklenmemiş, kesirsel yarı-ömür ifadesi ML fonksiyonu cinsinden elde edilmiştir. Kesirsel türev mertebesinin de nükleer yapıya nasıl bağlı olduğu araştırılmıştır.

Beta parçacık şiddetinin soğurucu bir malzemenin kalınlığına bağlı olarak değişimini ifade eden soğurulma denklemi ilk defa “kesirsel soğurulma denklemi” olarak yeniden tanımlanmış ve çözülmüştür (Şen ve Çalık 2014). Alüminyum soğurucuların yarı-değer kalınlıkları (Şen ve Çalık 2014; Şen ve ark. 2014), farklı tipte üretilen harç malzemelerinin yarı-değer kalınlıkları (Çalık ve Şirin 2018), alüminyum soğurucuların onuncu-değer kalınlıkları (Şen ve ark. 2019) ve polietilen soğurucuların yarı-değer kalınlıkları (Çalık ve ark. 2020) deneysel değerler ile uyum içinde hesaplanmıştır. Kesirsel türev mertebesi tüm hesaplar için yaklaşık 0,3 civarında elde edilmiştir. Böylece farklı beta kaynakları ve farklı soğurucular kullanılmasına rağmen yaklaşık aynı kesirsel türev mertebesi değerinde deneysel ve kesirsel yarı-değer ve onuncu-değer kalınlıklarının elde edilmesi ile standart soğulma denkleminin yerine kesirsel soğurulma denkleminin kullanılmasının gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

RC devresinde zamanla kondansatörün yükünün değişimini ifade eden diferansiyel denklem kesirsel olarak yeniden tanımlanmış ve çözülmüştür (Ertik ve ark. 2015). Literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak Planck birimleri kullanılarak boyutsuzlaştırma yapılmıştır. Kesirsel türev mertebesinin farklı değerleri için hesaplamalar yapılmış ve deneysel sonuçlarla uyumlu olan kesirsel türev mertebesi elde edilmiştir. Benzer şekilde LC devresinde de yükün zamana göre değişimini veren ikinci mertebeden diferansiyel denklem Caputo kesirsel türevi kullanılarak yeniden tanımlanmış ve çözülmüştür (Çalık ve ark. 2016).

Türkiye'nin geçmiş yıllarda elektrik enerjisi tüketimi, Türkiye İstatistik Kurumu verilerinden alınarak yıllara göre nasıl bir değişim gösterdiği, bu değişimin nelere bağlı olduğu, sonraki yıllarda artan nüfus ve elektrikli cihaz sayısına bağlı olarak yapılması gereken elektrik enerjisi yatırımlarının neler olduğu araştırılmıştır. Geleceğe yönelik olarak enerji ihtiyacının ne kadar olacağını tahmin eden çalışmalar incelenmiştir. Türkiye'nin geçmiş yıllardaki elektrik enerjisi tüketiminden yola çıkarak, kesirsel matematik kullanılarak bir modelleme yapılmış ve gelecek yıllarda Türkiye'nin elektrik enerjisi ihtiyacının ne olabileceği tahmin edilmeye çalışılmıştır (Çalık ve Şirin 2017).

Newton soğuma kanunu olarak ifade edilen, bir maddenin sıcaklığının zamanla değişimini veren diferansiyel denklem kesirsel matematik kullanılarak yeniden tanımlanmış ve çözülmüştür (Şirin ve Çalık 2019). Hesaplamalar kesirsel türev mertebesinin farklı değerleri için yapılmış ve deneysel sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmada ise, artış veya azalış gösteren süreçleri incelemek için kullanılan kinetik denklem kesirsel matematik ve kümülatif küçülmeler /büyümler metodu ile tanıtılarak ele alınacak ve bu metodların çözümünden elde edilen ML fonksiyonu kullanılarak farklı alanlardaki gerçek verilerle farklı türev mertebeleri için karşılaştırılmaları yapılacaktır.

Bu çalışmanın girişi takip eden ikinci bölümünde kesirsel kinetik denklem ve Mittag-Leffler fonksiyonu tanıtılmakta, üçüncü bölümde artan veya azalan süreçleri temsil eden kümülatif küçülmeler büyümler metodu incelenmekte, dördüncü bölümde ise gerçek yaşamdan verilerle görsel kıyaslamalar yapmak için farklı kesirsel türev mertebeleri ile grafiksel gösterimler yapılmaktadır.

## 2. Kesirsel Kinetik Denklem ve Mittag-Leffler Fonksiyonu

19. yy başlarında ortaya çıkan kesirsel matematik günümüzde de fen ve mühendislik bilimlerinde sıkça kullanılmaktadır (Hilfer 2000, Podlubny 1999). İçerisine bellek etkisi ve fraktallık barındıran sistemleri standart matematiksel yöntemlerle incelemek yerine bu etkileri içine alacak matematiksel yöntemler kullanmak gerekmektedir.

Doğanın fraktal ve bellek etkisi özellikleri nedeniyle kesirsel matematiksel yöntemler tercih edilmektedir. Fiziksel süreçleri temsil eden diferansiyel denklemleri gerek lineer gerekse non-lineer olsun standart matematik yerine kesirsel matematiksel yöntemlerle çözmek sürecin mevcut ve gelecekteki durumunu incelemek açısından daha doğru olmaktadır. Kesirsel matematiksel yöntemlerle ilgili kullanılan farklı türev ve integral operatörleri mevcuttur. Örneğin Grünwald-Letnikov türev tanımı nümerik hesaplama yapanlar tarafından tercih edilirken, Riemann-Liouville ve Caputo türev tanımları ise analitik hesaplamalarda kullanılır. Riemann-Liouville ve Caputo türev tanımları arasındaki temel fark ise sabitin türevinin sıfır olması durumudur. Bu nedenle Caputo kesirsel türev tanımı daha çok fizikçiler tarafından tercih edilmektedirler. Grünwald-Letnikov (GL), Riemann-Liouville (RL) ve Caputo (C) kesirsel türev tanımları sırasıyla aşağıdaki gibi verilmektedir (Podlubny, 1999);

$$D_{GL}^{\alpha}f(t) = \sum_{k=0}^m \frac{f^k(a)(t-a)^{-\alpha+k}}{\Gamma(-\alpha+k+1)} + \frac{1}{\Gamma(-\alpha+m+1)} \int_a^t (t-\tau)^{m-\alpha} f^{m+1}(\tau) d\tau \quad m < \alpha < m+1,$$

$$D_{RL}^{\alpha}f(t) = \begin{cases} \frac{d^m}{dt^m} \left[ \frac{1}{\Gamma(m-\alpha)} \int_0^t \frac{f(\tau)}{(t-\tau)^{\alpha+1-m}} d\tau, m-1 < \alpha < m \right] \\ \frac{d^m}{dt^m} f(t), & \alpha = m \end{cases},$$

$$D_C^{\alpha}f(t) = \begin{cases} \frac{1}{\Gamma(m-\alpha)} \int_0^t \frac{f^m(\tau)}{(t-\tau)^{\alpha+1-m}} d\tau, & m-1 < \alpha < m \\ \frac{d^m}{dt^m} f(t), & \alpha = m \end{cases}.$$

Fiziksel bir süreç zaman ve uzayda evrilerek hareket eder. Standart yaklaşımda fiziksel bir sürecin evriminin Euclidian ve Markovian bir doğaya sahip olduğu kabul edilir. Fakat gerçek sistemler, sistemin kompleksliğinden, uzayın veya zamanın kesikliliğinden kaynaklı farklı bir davranış sergilerler. Bu sistemler non-Euclidian ve non-Markovian bir yapıya sahiptirler(Herrmann 2011, Hilfer 2000). Bu nedenle, standart hesaplamalar doğanın daha gerçekçi bir tasvirini yaparken yetersiz kalmaktadırlar. Başka bir deyişle, doğanın ve doğadaki kuramların standart matematiksel yöntemlerle ele alınması durumunda elde olunan veriler ile deneysel veya gerçek hayattan alınan veriler arasında bir uyum bulunmamaktadır. Kesirsel matematik bu noktada önem kazanmakta ve fiziksel süreçlerin daha gerçekçi incelenmesinde bir araç olmaktadır. Doğa non-lokal ve/veya non-Markovian (bellek etkisi içeren) davranışlar sergiler, bu nedenle bu davranışları içinde bulunduran kesirsel matematiği kullanmak daha doğru gözükmetedir.

(1) denklemi,

$$\frac{d}{dt} \rightarrow \frac{d^{\alpha}}{dt^{\alpha}}$$

dönüşümü yapılarak, kesirsel matematiksel yöntemler ele alınarak çözüldüğünde (Çalık ve ark. 2018, Büyükkılıç ve Demirhan 2009, Çalık ve ark. 2014, Çalık ve Şirin 2017, Çalık ve Şirin 2018, Şirin ve Çalık, 2019)

$$\frac{d^{\alpha}y(t)}{dt^{\alpha}} = \mp \lambda y(t) \tag{3}$$

$$y(t) = y_0 \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(\mp \lambda t)^k}{\Gamma(\alpha k + 1)} \tag{4}$$

$$y = y_0 E_{\alpha}(\mp \lambda t) \tag{5}$$

şeklinde elde edilir, burada  $E_{\alpha}(\lambda t)$  Mittag-Leffler fonksiyonu olarak adlandırılır (Podlubny 1999, Oldham ve Spainer 2006, Miller ve Ross 1993). ML fonksiyonu  $\alpha = 1$  değerinde eksponansiyel fonksiyonu vermektedir. Kuvvet ve eksponansiyel formu açıklamakta kullanılan ML fonksiyonu



$$E_{\alpha}(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{x^k}{\Gamma(\alpha k + 1)} \quad (6)$$

ile verilir ve tek parametrelili ML fonksiyonu olarak adlandırılır. Genelleştirilmiş ML fonksiyonu ise

$$E_{\alpha,\beta}(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{x^k}{\Gamma(\alpha k + \beta)}$$

ile verilir. ML fonksiyonunun bazı özellikleri;

- i.  $E_{1,1}(x) = e^x$
- ii.  $E_{2,1}(x^2) = \cosh(x)$
- iii.  $E_{2,2}(x^2) = \frac{\sinh(x)}{x}$
- iv.  $E_{\frac{1}{2},1}(x) = e^{x^2} \operatorname{erfc}(-x)$  burada  $\operatorname{erfc}(x)$  hata fonksiyonudur.

İki parametrelili ML fonksiyonu ile ilişkili olan Wright fonksiyonu ise lineer kısmi diferansiyel denklem çözümlerinde rol almaktadır.

### 3. Kümülatif Küçülmeler Büyümeler Metodu

Fiziksel süreçlerdeki artış veya azalış durumlarını Büyüklilik ve Demirhan (2009) tarafından ortaya konulan kümülatif küçülmeler/büyümeler metoduyla incelemek mümkündür (Büyüklilik ve Demirhan 2009, Büyüklilik ve ark. 2015, Büyüklilik ve ark. 2016). Süreç başladığında ( $t = 0$ ) anında problemdeki miktarın  $N_0$  kadar olduğu kabul edilirse  $\Delta t$  süre geçtikten sonra  $\lambda \Delta t N_0$  artışla  $N_1$  miktarına,  $2\Delta t$  süre geçtikten sonra da  $\lambda \Delta t N_1$  miktarına ulaşacaktır. Bu süreç

$$\begin{aligned} t = 0 & \quad N_0 \\ t = \Delta t & \quad N_1 = N_0 + \lambda \Delta t N_0 = N_0(1 + \lambda \Delta t) \\ t = 2\Delta t & \quad N_2 = N_0(1 + \lambda \Delta t)^2 \\ & \quad \cdot \\ & \quad \cdot \\ & \quad \cdot \\ t = n\Delta t & \quad N_n = N_0(1 + \lambda \Delta t)^n \end{aligned}$$

şeklinde ilerletilirse,  $n$ . adımda

$$N_n = \phi^n N_0$$

yazılabilir. Burada  $\phi = (1 + \lambda \Delta t)$  ve  $t = n\Delta t$ . Bu denklem

$$N_n(\lambda\Delta t) = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} (\lambda\Delta t)^k N_0$$

şeklinde yazılabilir, burada  $\binom{n}{k}$  Binom katsayılarıdır. Bu denklemin çözümü ise (Büyükkılıç ve Demirhan, 2009);

$$N(\lambda, t, \alpha) = E_\alpha(\lambda t) N_0 = \sum_{k=0}^n \frac{(\lambda t)^k}{\Gamma(\alpha k + 1)} N_0 \quad (7)$$

olarak ML fonksiyonu cinsinden elde edilir.

(5) ve (7) denklemlerinden görüldüğü gibi fiziksel artan veya azalan süreçler ML fonksiyonu cinsinden elde edilmektedirler.

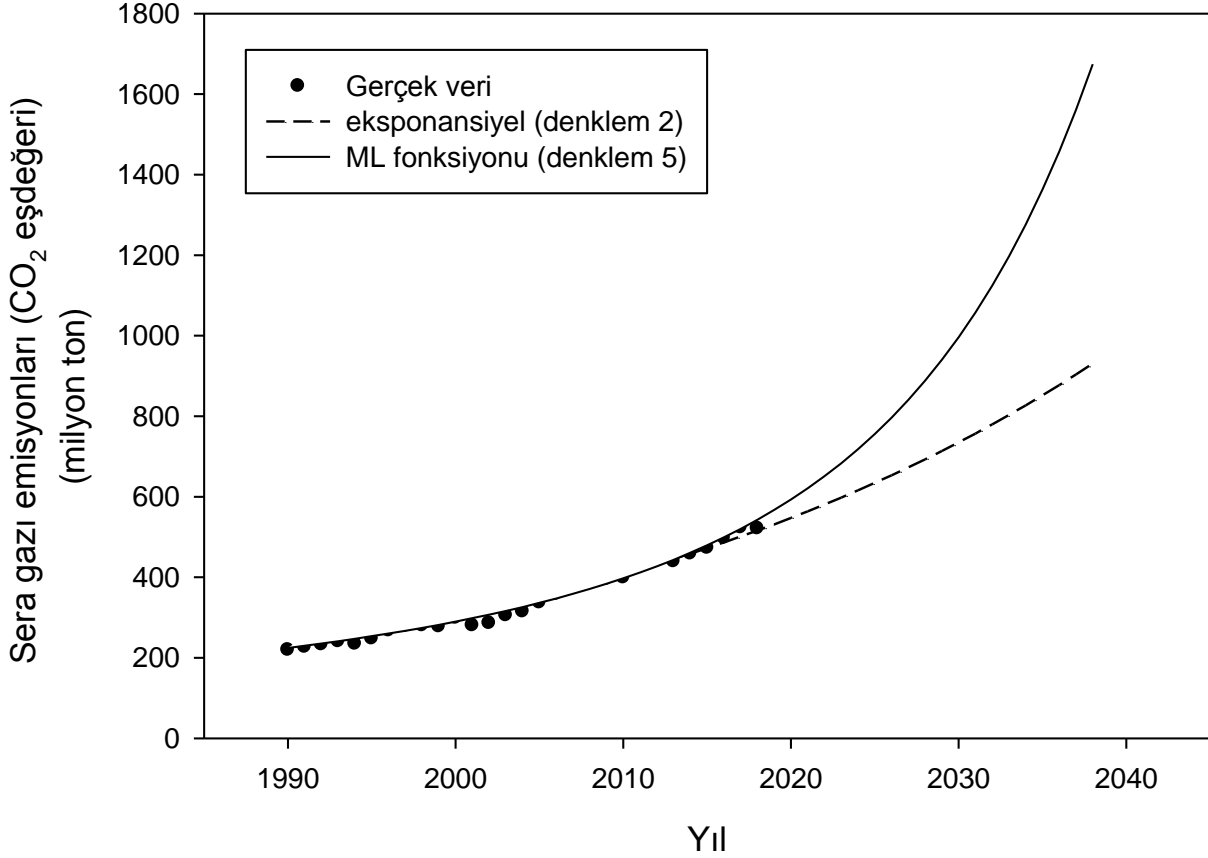
#### 4. Uygulamalar

Bu kesimde kinetik denklemin çözümünü olan ML fonksiyonu yardımıyla doğa ve yaşamdan bazı süreçlerin grafiksel gösterimleri verilmektedir. (5) denklemi ile verilen çözüm yardımıyla Türkiye'deki nüfus artışı, sera gazı salınım miktarları, dış ticaret hacmi örnekleri ele alınmaktadır. Bu örneklerde mevcut veri ile çalışılarak ve ileriye dönük tahminlerde bulunulması amaçlanmaktadır. (5) denkleminin fiziksel süreçlerden elde edilen gerçek verileri incelemede daha başarılı olması beklenmektedir. Bu amaçla kesirsel türev mertebesi  $\alpha$ 'ya göre gerçek verilerin yıllara göre değişimi şekil 1, şekil 2 ve şekil 3'te verilmektedir.

##### 4.1. Sera Gazı Salınımı

Son yıllardaki yaşantımızın şekli ve ilerleyişi çevreye yaptığı etkilerle ön plana çıkmaktadır. 1972 yılındaki Stockholm Konferansı ile başlayan çevresel sorunları inceleme süreci, 2015 yılındaki Paris İklim Zirvesine kadar gelmiştir. Günümüzde ise çevresel sorunlar artık ciddi seviyelere ulaşmıştır. Sera gazı seviyelerinin verdiği zararları göz önüne aldığımızda ileriki yıllarda hangi seviyelerde çevresel sorunlarla karşılaşacağımızı bilmek önem arz etmektedir. Bu nedenle sera gazı tahminleri de önemli araştırma konularından biridir. Boğar ve Boğar (2017) çalışmalarında enerji, endüstriyel işlemler, ürün kullanımı, tarımsal faaliyetler ve atıklar başlıkları altında, Pabuçcu ve Bayramoğlu (2016) ise nüfus, GSYİH (gayri safi yurt içi hasıla), enerji üretimi/tüketimi ve ulaşım için enerji tüketimi başlıkları altında yapay sinir ağları modeli ile Türkiye'deki 2030 yılına kadar CO<sub>2</sub> salınım miktarını tahmin etmişlerdir. Çeşmeli ve Pençe (2020) makine öğrenimi yöntemi ile 2031 yılına kadar Türkiye'deki sera gazı salınım miktarını tahmin

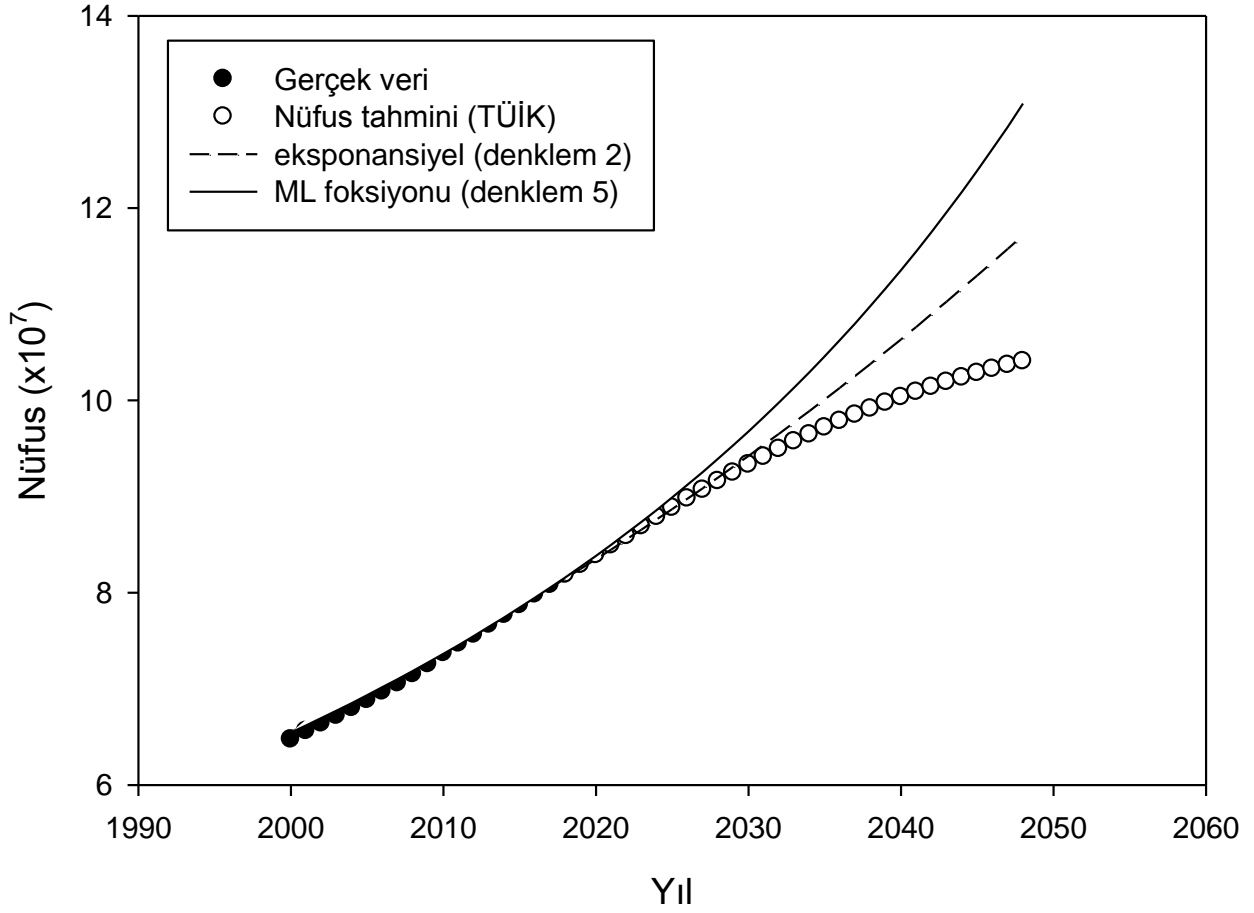
etmişlerdir. Şekil 1’de,  $\alpha = 0,305345$  ve  $\lambda = 0,02$  değeri için mevcut verilerden hareketle gelecek yıllara ait tahmin verilmektedir.



Şekil 1. Türkiye’deki sera gazı salınımının yıllara göre değişimi ( $\alpha = 0,305345$ ).

#### 4.2. Nüfus

Nüfus projeksiyonları hem ekonomik hem de sosyal açıdan büyük önem arz etmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu da (TÜİK) bu nedenlerle nüfus projeksiyonları yapmaktadır. Ekspanansiyel, doğrusal, polinomsal vb. birçok matematiksel yöntem ise özellikle kısa dönem nüfus tahminlerinde kullanılmaktadırlar (İskender 2018). Kesirsel matematiksel yöntemler de kısa veya uzun dönem tahminlerde kullanılabilir yöntemlerden biridir. Şekil 2’de,  $\alpha = 0,305345$  ve  $\lambda = 0,01$  değeri için mevcut verilerden hareketle gelecek yıllara ait tahminler verilmektedir. Farklı senaryolar ile daha gerçekçi verilerin elde edilmesi olasıdır. Nüfus da diğer örneklerde olduğu gibi birçok etmene bağlıdır ve bu etmenleri de ele alarak daha ileri çalışmalar yapılabilir.

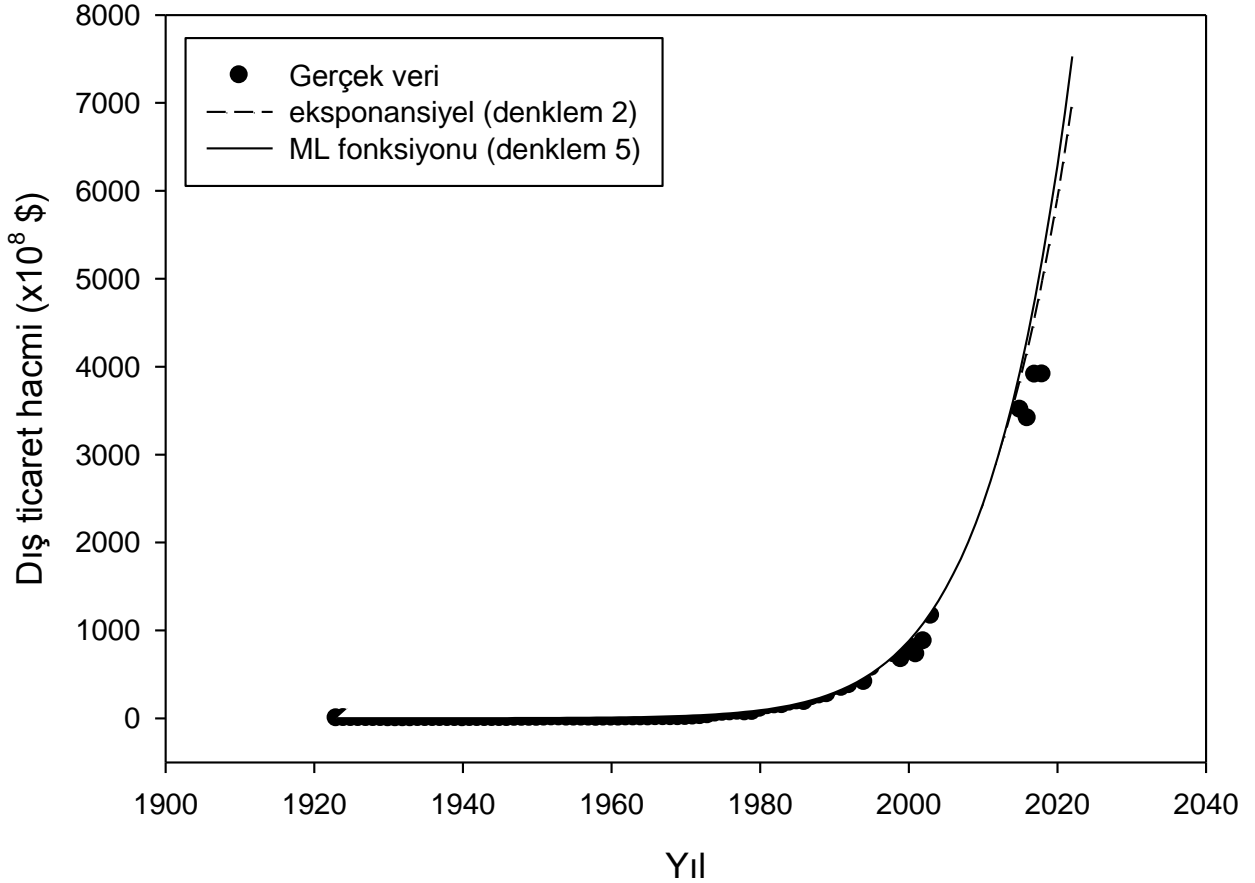


Şekil 2. Türkiye'nin nüfusunun yıllara göre değişimi ( $\alpha = 0,305345$ ).

### 4.3. Dış Ticaret Hacmi

Tüketim isteği, tüketim miktarları ve teknolojinin ilerlemesi ile dış ticaret hacmi her geçen yıl artmaktadır. Ülkeler için ihracatı artırıp ithalatı azaltmak önemli bir konudur. Bu nedenle de dış ticarete yönelik tahminlerde bulunmak her ülke için önem arz etmektedir. Literatürde dış ticaret hacminin tahminine yönelik çalışmalar sınırlı sayıdadır. Nüfus ve sera gazı uygulamalarında olduğu gibi birçok etken faktöre bağlıdır. Yurdakul 2014 yılındaki çalışmasında GSYİH, efektif döviz kuru, mal/hizmet ihracatı, yurtiçi kredi hacmi faktörleri altında yapay sinir ağları ile Türkiye'deki ithalatı tahmin etmeye çalışmıştır. Bu kesimde yıllara göre dış ticaret hacmi (özel ticaret), ML ve eksponansiyel fonksiyon yardımıyla incelemekte ve gerçek verilerle karşılaştırılmaktadır. Şekil

3’de,  $\alpha = 0,305345$  ve  $\lambda = 0,02$  değeri için mevcut verilerden hareketle gelecek yıllara ait dış ticaret hacmi ile ilgili tahminler verilmektedir.



Şekil 3. Türkiye'nin dış ticaret hacminin yıllara göre değişimi ( $\alpha = 0,305345$ ).

## 5. Sonuçlar ve Öneriler

İnsan davranışları doğanın geleceğinde önemli rol oynar. Bu davranışların doğa üzerindeki etkileri önceden tahmin etmek buna göre matematiksel bir model oluşturmak hem bilimsel çalışmalar hem de gelecek nesiller açısından önemlidir. Bu bağlamda fiziksel süreçlerin evriminin matematiksel modellenmesi ve geleceğe dönük tahmin yapılması önem arz etmektedir. Doğa ve yaşamda karşımıza çıkan birçok fiziksel süreç zaman ile artma veya azalma gösterir. Bu süreçleri temsil eden diferansiyel denklemlerden biri olan kinetik denklemin çözümünde karşımıza genellikle eksponansiyel fonksiyon ve türevleri çıkmaktadır. Süreçlerin dinamiğini anlamak, çalışılan sistemin gelecekteki durumunu araştırmak ve ona göre önlem almak veya yatırım yapmak açısından önemlidir. Örneğin sera gazı salınımı miktarının on yıllar sonraki durumunu tahmin etmek ve buna

göre önlem almak veya dış ticaret hacminin ileriki yıllardaki durumunu tahmin ederek bu ihtiyaca yönelik uygun miktarda yatırım yapmaya olanak sağlamaktadır. Bu çalışmadaki amaç, sistemlerin incelenmesinde kesirsel matematiğin standart matematiğe göre daha kullanışlı ve doğru bir araç olduğudur. Çünkü, doğadaki kompleks davranış doğanın fraktal ve non-Markovian yapısını ihmal edilerek açıklanamaz. Başka bir deyişle, fiziksel süreçlerin zaman veya uzaydaki evrilmelerini standart matematiksel yöntemlerle incelemek bu süreçleri açıklamak için yeterli değildir. Gerçekte fiziksel süreçler Markovian ve Euclidian değildirler. Kesirsel matematiksel yöntemler içinde ise fraktal ve non-Markovian özellikleri doğal olarak içinde barındıran yararlı matematiksel araçlardır. Bu bağlamda, yaşam ve doğadan alınan Türkiye'deki nüfus artışı, sera gazı salınım miktarları ve dış ticaret hacmi örneklerine ait veriler kesirsel matematiksel çözümlerde sıkça karşımıza çıkan ML fonksiyonu yardımıyla ele alınmıştır. Doğadaki veya yaşamdaki verilerle elde edilen grafikler kesirsel türev mertebesi  $\alpha$  ve mevcut başlangıç koşulları ile çizdirilmiştir. Şekil 1, 2 ve 3'ten görüleceği gibi  $\alpha \sim 0,35$  ve  $\lambda \sim 0,1 - 0,2$  değerleri ve başlangıç koşulları için (5) denklemi, gerçek değerler ile eksponansiyel fonksiyona göre daha iyi bir uyum içerisindedir. Bu bağlamda denilebilir ki, hangi tahmin metodu kullanılırsa kullanılsın standart matematiksel yöntemler yerine kesirsel olanlar tercih edilmelidir. Sonuç olarak doğanın fraktal ve non-Markovian yapısı sebebiyle standart matematik yerine kesirsel matematik, eksponansiyel fonksiyon yerine onu genelleyen ML fonksiyonu tercih edilmesi daha doğru gözükmektedir.

## Kaynaklar

- Boğar, E. ve Boğar, Z. Ö., (2017). Türkiye'nin Sektörel CO2 Gazı Salınımlarının Yapay Sinir Ağları ile Tahmini, *Akademia Disiplinlerarası Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 3 (2), 12-24.
- Bowen, W.D., McMillan, J and Mohn, R., (2003). Sustained exponential population growth of grey seals at Sable Island, Nova Scotia, *ICES Journal of Marine Science*, 60, 6, 1265–1274.
- Büyükkılıç, F. and Demirhan, D., (2009). Cumulative growth with fibonacci approach, golden section and physics, *Chaos, Solitons and Fractals*, 42, 24–32.
- Büyükkılıç, F., Ok Bayrakdar, Z. and Demirhan, D., (2016). Investigation of the Cumulative Diminution Process Using the Fibonacci Method and Fractional Calculus, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 444, 336-344.
- Büyükkılıç, F., Ok Bayrakdar, Z. and Demirhan, D., (2015). Investigation of Cumulative Growth Process via Fibonacci Method and Fractional Calculus, *Applied Mathematics and Computation*, 265, 237-244.
- Çalık, A. E., Ertik, H., Öder, B. and Şirin, H., (2013). A fractional calculus approach to investigate the alpha decay processes, *International Journal of Modern Physics E*, 22 (7), 1350049.
- Çalık, A. E., Şirin, H., Ertik, H. and Şen, M., (2016). Analysis of charge variation in fractional order LC electrical circuit, *Revista Mexicana de Fisica* 62, 437.
- Çalık, A. E., Şirin, H., Ertik, H., Öder, B. and Şen, M., (2014). Half-lives of Spherical Proton Emitters within the Framework of Fractional Calculus, *International Journal of Modern Physics E*, 23 (9), 1450044.
- Çalık, A.E. ve Şirin, H., (2017). Türkiye'deki elektrik enerji ihtiyacının matematiksel bir modellenmesi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(6), 1475-1482.

- Çalık, A.E. ve Şirin, H., (2018). Farklı tipte üretilen harçların yarı-değer kalınlıklarının teorik olarak incelenmesi, *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi B- Teorik Bilimler*, 6(1), 36-44.
- Çalık, A.E., Şirin, H. and Şen, M., (2020). Experimental and fractional analysis of half-value thicknesses of polyethylene absorber, *Revista Mexicana de Fisica*, 66 (2), 232-238.
- Çeşmeli, M. Ş. ve Pençe, İ., (2020). Makine Öğrenimi Yöntemleri ile Türkiye için Sera Gazı Emisyonu Tahmini, *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, 8-2, 332-348.
- Ertik, H., Çalık, A. E., Şirin, H., Şen, M. and Öder, B., (2015). Investigation of electrical RC circuit within the framework of fractional calculus, *Revista Mexicana de Fisica*, 61, 58.
- Haubold, H. J. and Mathai, A.M., (2000). The fractional kinetic equation and thermonuclear functions, *Astrophysics and Space Science* 327, 53–63.
- Herrmann, R., (2011). Fractional Calculus: An Introduction for Physicists, World Scientific.
- Hilfer, R., (2000). Applications of Fractional Calculus In Physics, World Scientific.
- Hilfer, R., (2003). On fractional relaxation, *Fractals*, Vol. 11, Supplementary Issue, 251-257.
- Holland, R.R., Ellis, C. A., Geller, B. M., Plante, D.A. and Secker-Walker, R.H., (1999). Life Expectancy Estimation with Breast Cancer: Bias of the Declining Exponential Function and an Alternative to Its Use, *Medical Decision Making*, 19, 4, 385-393.
- İskender, C., (2018). Türkiye Nüfus Büyümesi ve Tahminleri: Matematiksel Büyüme Modelleri ve İstatistiksel Analiz ile Kuramsal ve Uygulamalı Bir Yaklaşım, *Ekonometri ve İstatistik e-Dergisi*, 14(28): 75–141.
- Keeling, M. J., (2000). Simple stochastic models and their power-law type behaviour. *Theoretical Population Biology* 58, 21-31.
- Keiding, N., (1975). Extinction and Exponential Growth in Random Environments, *Theoretical Population Biology*, 8 (1), 49-63.
- Keitt, T. H. and Stanley, H. E., (1998). Dynamics of North American breeding bird populations. *Nature* 393, 257 -260.
- Keitt, T. H., Amaral, L. A. N., Buldyrev, S. V. and Stanley, H. E., (2002). Scaling in the growth of geographically subdivided populations: invariant patterns from a continent-wide biological survey. *Philosophical Transactions B*, 357, 627-633.
- Krane, K. S. (1988). Introductory Nuclear Physics, John Wiley and Sons.
- Marquet, P. A., Quiñones, R. A., Abades, S., Labra, F., Tognelli, M., Arim and M, Rivadeneira, M., (2005). Scaling and power-laws in ecological systems, *Journal of Experimental Biology*, 208: 1749-1769.
- Martinez, A.S., Gonzales, R.S. and Espindola A.L., (2009). Generalized exponential function and discrete growth models, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 388, 2922-2930.
- Miller K. S. and Ross B., (1993). An Introduction to the Fractional Calculus and Fractional Differential Equations, John Wiley and Sons Inc.
- Nivanen, L., Mehaute, A. and Wang Q.A., (2003). Generalized algebra within a nonextensive statistics, *Reports on Mathematical Physics*, 52, 437-444.
- Oldham K. B. and Spanier, J., (2006). The Fractional Calculus: Theory and Applications of Differentiation and Integration to Arbitrary Order, Dover Publications.
- Pabuçcu, H. ve Bayramoğlu, T., (2016). Yapay Sinir Ağları ile CO2 emisyonu tahmini: Türkiye örneği, *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18 (3), 762-778.
- Podlubny I., (1999). Fractional Differential Equations, Academic Press.
- Ricketts, J. H. and Head, G. A., (1999). A five-parameter logistic equation for investigating asymmetry of curvature in baroreflex studies. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 277 (2), 441–454.
- Sabatelli, L., Keating, S., Dudley, J. And Richmond, P., (2002). Waiting time distributions in financial markets, *The European Physical Journal B*, 27, 273-275.
- Saxena, R., Mathai, A. and Haubold, H., (2002). On fractional kinetic equations, *Astrophysics and Space Science*, 282, 281–287.
- Shimojo, M., (2014). An Application of Bondi K-Factor to the Preliminary Investigation into Some Natural Phenomena, *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*, 59 (2), 301-303.



- Shimojo, M., Nakano Y., (2013). An investigation into relationships between exponential functions and some natural phenomena, *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*, 58 (1), 51-53.
- Sibonga, J.D., Evans, H.J., Sung, H.G., Spector, E.R., Lang, T.F., Oganov, V.S., Bakulin, A.V., Shackelford, L.C., LeBlanc, A.D., (2007). Recovery of spaceflight-induced bone loss: Bone mineral density after long-duration missions as fitted with an exponential function, *Bone*, 41 (6), 973-978.
- Silva, C. A, Prange, R. E. and Yakovenko V. M., (2004). Exponential distribution of financial returns at mesoscopic time lags: a new stylized fact, *Physica A* 344, 227–235.
- Stanley, M. H. R., Amaral, L. A. N., Buldyrev, S. V., Havlin, S., Leschhorn, H., Maass, P., Salinger, M. A. & Stanley, H. E. (1996). Scaling behavior in the growth of companies. *Nature* 379,804 -806.
- Şen, M. and Çalık, A. E., (2014). Calculation of Half-Value Thickness for Aluminum Absorbers by Means of Fractional Calculus, *Annals of Nuclear Energy*, 63, 46-50.
- Şen, M., Çalık A. E., and Ertik, H., (2014). Determination of half-value thickness of aluminum foils for different beta sources by using fractional calculus, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 335, 78-84.
- Şen, M., Çalık, A.E. and Şirin, H., (2019). Theoretical investigation of tenth-value thicknesses of aluminium absorbers, *AIP Conference Proceedings*, 2178, 030058.
- Şirin, H. & Çalık, A.E. (2019). Newton'un Soğuma Kanunu: Kesirsel Bir Yaklaşım, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19, 60-66.
- Vacher, H.L., (2000). The Exponential Function, *Journal of Geoscience Education*, 48 (1), 70-77.
- Vandermeer, J., (2010). How Populations Grow: The Exponential and Logistic Equations, *Nature Education Knowledge* 3(10),15.
- Verma, K.M., Asad, A. and Chatterjee S. (2020). COVID-19 Pandemic: Power Law Spread and Flattening of the Curve, *Transactions of the Indian National Academy of Engineerin*, 5, 103-108.
- Yurdakul, E. M. (2014). *Türkiye'de İthalatın Gelişimi ve İthalatın Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle Tahmin Edilebilirliğine Yönelik Bir Analiz*, Doktora Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 2(2), 275-295, 2020  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>



Araştırma Makalesi / Research Article

Doi: [10.47898/ijeased.792519](https://doi.org/10.47898/ijeased.792519)

## Bazı Dayanıklı Şeker Pancarı Çeşitlerinin *Rhizoctonia* spp.'ye Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi

Meltem AVAN<sup>1,a\*</sup>, Yakup Zekai KATIRCIOĞLU<sup>1,b</sup>

<sup>1,a</sup> Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 06110, Türkiye.

<sup>1,b</sup> Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 06110, Türkiye.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : <a href="mailto:meltem_avn@hotmail.com">meltem_avn@hotmail.com</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0002-2939-8177">https://orcid.org/0000-0002-2939-8177</a> , M. Avan  <a href="https://orcid.org/0000-0001-5308-9414">https://orcid.org/0000-0001-5308-9414</a> , Y.Z.Katircioğlu	Geliş Tarihi / Received Date : 09.09.2020 Revizyon Tarihi / Revision Date : 03.10.2020 Kabul Tarihi / Accepted Date : 17.10.2020 Yayın Tarihi / Published Date : 15.12.2020
<b>Alıntı /Cite :</b> Avan, M., Katircioğlu, Y.Z. (2020). Bazı Dayanıklı Şeker Pancarı Çeşitlerinin <i>Rhizoctonia</i> spp.'ye Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2(2), 275-295.	

### Özet

Şeker pancarında fide ve kök çürüklüklerine sebep olan fungal hastalıklar, bu bitkide önemli verim ve kalite kayıplarına sebep olmaktadır. Ülkemizde Konya bölgesi, şeker pancarı üretim alanlarının yaklaşık %35.5'ini elinde tutan önemli bir şeker pancarı üretim alanıdır. Son yıllarda Konya bölgesinde kök çürümesi ve çökertenin meydana getirdiği verim kayıplarında önemli artışlar meydana gelmiştir. Çeşit reaksiyon çalışmaları, 2015-2017 büyüme dönemlerinde, Konya bölgesinde şeker pancarı taç ve kök çürüklüğüne neden olan *Rhizoctonia* spp.'lerden tespiti yapılan AG-2-2-IIIB, AG-4-HGI, AG-4-HGII, AG-4-HGIII, AG-A ve AG-K izolatlarına karşı denenmiştir. Bu çalışmada, 10 dirençli şeker pancarı çeşidi ve izolatların anastomosis grupları belirlenen ve tüm AG'leri temsil eden %50'nin üzerinde en yüksek virülansa sahip izolatlarından birer adet seçilerek, saksı denemelerinde inokulum tabaka tekniği kullanılarak denemeye tabi tutulmuştur. Dayanıklı şeker pancarı çeşitleri, *Rhizoctonia* kök çürüklüğü ile entegre bir yönetimin parçasıdır. Denemeler sonucunda çok çekirdekli *Rhizoctonia* izolatlarında inokulum seviyesinin ve patojenin yüksek olan virülensliğinin de etkisi sonucu, çeşitlerde bir dayanıklılık tespit edilmemiştir. Virülensliği daha düşük olan iki çekirdekli *Rhizoctonia*'lar da ise AG-A için Iguana, Valentina, Eldorado, Rodeo, Lider ve 5K614 çeşitleri, AG-K için ise Lider ve Valentina çeşitleri yüksek dayanıklı olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Beta vulgaris*, Çökerten, Dayanıklı çeşitler, *Rhizoctonia* spp., Yapay inokülasyon.

## ***Determination of Reactions of Some Resistant Sugar Beet Varieties against Rhizoctonia spp.***

### **Abstract**

Fungal diseases causing rotting of seedlings and roots on sugar-beet are one of the major problems for significant yield and quality losses. In Turkey, Konya region is an important sugar-beet production area with approximately 35.5% of Turkey production. In recent years, there has been significant increases in yield losses caused by root rot and damping-off in the Konya region. Resistant sugar beet variety reaction studies were tested against AG-2-2-IIIB, AG-4-HGI, AG-4-HGII, AG-4-HGIII, AG-A and AG-K isolates identified from *Rhizoctonia* spp., which cause sugar beet crown and root rot in Konya region, during the growing periods of 2015-2017. In this study, 10 resistant sugarbeet varieties and anastomosis groups of the isolates with the highest virulence above 50% were selected and each of them was tested by using an inoculum layer technique in the pot experiments. Cultivation of resistant sugar-beet varieties is part of an integrated management with *Rhizoctonia* root rot. As a result, no effective resistant varieties for multinucleate *Rhizoctonia* have been detected whereas binucleate *Rhizoctonia* with lower virulence, Iguana, Valentina, Eldorado, Rodeo, Lider and 5K614 varieties for AG-A, Lider and Valentina varieties for AG-K have been determined as high resistant.

**Keywords:** *Beta vulgaris*, damping-off, resistant varieties, *Rhizoctonia* spp., artificial inoculation.

### **1. Giriş**

Amaranthaceae familyasından bir endüstri bitkisi olan şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.), Türkiye'de şeker endüstrisinin hammaddesi olarak yetiştirilen, yaklaşık 3 milyon dekarlık alandan 20 bin ton üretimi yapılan önemli bir bitkidir (Anonim, 2017). Türkiye, şeker pancarı üretimi bakımından Fransa, Rusya, ABD ve Almanya'dan sonra 5. sırada yer alarak dünya ülkeleri arasında önemli bir yer edinmiştir (FAOSTAT, 2019). *Rhizoctonia solani* Kühn (Teleomorph: *Thanatephorus cucumeris*) konukçusu olduğu bitkilerde %5-20 verim kaybına sebep olan, dünya çapında ekonomik önemi olan, oldukça yaygın ve patojenik olan toprak kökenli bir fungustur. *Rhizoctonia* fungusu genetik özelliklerine göre çeşitli anastomosis gruplarına ve alt gruplara ayrılır (Ogoshi, 1987). Şimdiye kadar, 13 AG (AG-1'den 13'e) multinükleat *R. solani* ve 19 AG (AG-A'dan AG-I, AG-K, AG-L, AG-O, AG-S, AG-U, AG-W'ye) binükleat *Rhizoctonia* tanımlanmıştır (Ogoshi, 1987; Carling ve ark., 2002; García ve ark., 2006; Yang ve ark., 2015a, b; Ajayi-Oyetunde ve Bradley, 2017; Dong ve ark., 2017). *R. solani* toprakta ve birçok konukçusu olduğu bitkilerde hayatta kalabildiğinden dolayı, hastalıkla mücadele ve etkili koruma yöntemleri geliştirmek oldukça zorlaşmıştır (Herr, 1996). Windels ve Nabben (1989) Amerika'da MN *R. solani* AG-2-2 sebep olduğu şeker pancarı fideleri, taç ve kök çürükleri ve çökertenin çok ciddi ve dünyada birçok yerde tespit edilen bir şeker pancarı hastalığı olduğunu, AG-5 ve binükleat *Rhizoctonia*'ların da patojenik olmadığını tespit etmişlerdir. BN *Rhizoctonia* grupları arasında da en fazla izole edilen

anastomosis grup AG-K olduğu bulunmuştur. Berdugo ve ark. (2012)'ya göre dünya çapında AG-2-2 anastomosis grubunun, *Rhizoctonia* kök ve taç çürüklüğü ile ilişkili en yıkıcı ve en önemli anastomosis grubu iken AG-4 şeker pancarında çökerten ile ilgili en çok görülen anastomoz grubu olduğunu bildirmiştir. Zhao ve ark. (2019) Çin' de yaptığı çalışmasında şeker pancarları fidelerinde AG-4, AG-2-2-IIIB, AG-K, AG-A, AG-5 AG-11, AG-3 gibi anastomosis gruba ait izolatları tespit ederek, AG-4 izolatlarının AG-2-2-IIIB izolatlarından daha virülene olduklarını bildirmişlerdir. Wang ve ark. (2012) şeker pancarında AG-A anastomosis grubu izolatlarını %53-70 arasında patojen bulurken, Zhao ve ark. 2019'da Çin'de yapmış olduğu çalışmalarında şeker pancarında AG-A grubu izolatlarını ortalama %56 oranında, AG-K grubu izolatlarını ise ortalama %78.7 oranında patojen olarak tespit etmişlerdir.

Patojeni kontrol etmek için uygulanan en önemli mücadele yollarından biri de *Rhizoctonia*'ya dayanıklı çeşitlerin kullanımınıdır (Buddemeyer ve Märlander, 2004). *R. solani* patojeninin tarlada birden ortaya çıkabilmesi sebebiyle, hastalığa karşı dayanıklılık çalışmaları daha da zorlaşmıştır (Pierson ve Gaskill, 1961). Kontrollü şartlar dışında, tarlada yapılan denemelerde yapay inokulasyon yöntemi geliştirilmiştir (Engelkes ve Windels, 1996). Bu yöntemle enfekte edilmiş arpa, mısır, darı veya buğday kullanımı uygulamada oldukça zor olduğu kadar elde edilecek sonuçlar da tatmin edici bulunmamaktadır. Hastalık çevresel şartlara ve hastalığın yoğunluğuna göre yıldan yıla ve tarladan tarlaya göre farklılık göstermektedir.

Bu çalışmada dayanıklı şeker pancarı çeşitlerinin etkilerini tespit etmek için 10 adet dayanıklı şeker pancarı çeşitleri ve moleküler çalışmalarla tespiti yapılan multinükleat *R. solani* ve binükleat *Rhizoctonia* spp. izolatlarından virülensliği %50'nin üzerinde olan izolatlar seçilerek saksı denemesinde kullanılmıştır.

Bu çalışma ile virülensliği %100 olan 4 adet multinükleat *R. solani* izolatları ile virülensliği %53-69 arasında değişen binükleat *Rhizoctonia* spp. izolatlarının, dayanıklı şeker pancarı çeşitlerine karşı iklim odası koşullarındaki hassasiyetini değerlendirerek, bu sonuçlarla, yeni sera ve arazi tekniklerini geliştirmesine ışık tutmak hedeflenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

Konya bölgesi şeker pancarları örneklerinden izole edilen *Rhizoctonia*'ların tür ve anastomosis grupları belirlenmesinde, multinükleat (MN) ve binükleat (BN) *Rhizoctonia* izolatları,

kendi aralarında önce koloni morfolojilerine, renklerine ve skleroti yapılarına ve skleroti büyüklük ve renklerine göre gruplara kategorize edilmiş, klasik anastomosis grup tayini yapılmış ve izolatların moleküler yöntemlerle tayini gerçekleştirilmiştir (Avan, 2020). Yapılan moleküler tanılama çalışmaları sonucunda tespit edilen izolatlardan multinükleat *Rhizoctonia solani* AG-2-2-III B, AG-4-HGI, AG-4-HGII, AG-4-HGIII anastomosis gruplarının % 100 virülens izolatları ile, binükleat *Rhizoctonia* spp. AG-A'nin % 53 ve AG-K'nın % 69 virülensliğe sahip, en virulent izolatları reaksiyon çalışmasında kullanılmıştır. Şeker pancarı çeşitleri olarak ıslahçı firmaları tarafından *Rhizoctonia*, *Rhizomonium* ve *Cercospora* veya külemeye (*Erysiphe betae*) karşı tolerans olduğu bildirilen ve ülkemizde yaygın kullanılan kök ve şeker verimi yüksek, silolamaya ve makineli hasata uygun Boa, Eldorado, Lider, Mohican, Rodeo, Serenade, Valentina çeşitleri ve aday çeşitlerden Iguana, 5K613, 5K614 isimli 10 adet şeker pancarı çeşitleri temin edilerek denemeler kurulmuştur. (Not: Boa, Eldorado, Lider, Mohican, Rodeo, Iguana isimli çeşitler Sesvanderhave firmasına; Serenade, Valentina, 5K613, 5K614 isimli çeşitler ise KWS firmasına aittir.)

Çeşit reaksiyon denemelerinde, inokulum tabakası tekniği (inoculum layer technique) kullanılarak şeker pancarı fideleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir (Herr ve ark., 1980). *Rhizoctonia* izolatları zayıflatılmış PDA (g/l olarak; PDA (Merck) 20, agar 10, su 1000 ml) besi ortamında geliştirilerek deneme için hazırlanmıştır. Toprak sterilizatöründe steril edilen kum+bahçe toprağı+yanmış çiftlik gübresi, steril saksıların 2/3'ünü dolduracak şekilde aktarılmıştır (Şekil 1 a). Ardından petrilerde geliştirilen *Rhizoctonia* izolatları yuvarlak tabaka şeklinde toprağın üst kısmına yerleştirilip (Şekil 1 b), üzerlerine saksı başına 10 adet steril tohumlar, dairesel olarak yerleştirilmiştir (Şekil 1 c). Bu tohumların üzerlerine hazırlanan toprak karışımı ile kapatılarak saksılar sulanmıştır (Şekil 1 d) ve deneme 4 tekerrürlü olacak şekilde tekrarlanmıştır. Kontrol saksılarda herhangi bir patojen diski kullanılmamıştır, sadece steril tohumlar ekilerek, üzeri toprakla kapatılmıştır. Kontrollü şartlarda iklim odasında saksılar 23- 24°C'de ve %60-70 nispi nem koşullarında 12 saat aydınlık 12 saat karanlık koşullarda inkübe edilmiştir. Bu süre içerisinde toprağı nemli tutmak için düzenli sulama yapılmıştır. Bitkilerin çıkışından itibaren çıkan bitkiler ve çıkış sonrası ölen bitkiler kaydedilerek, son değerlendirme ise 6. haftanın sonunda kalan bitkiler sökülerek 0-4 skalasına göre değerlendirilmiştir (Hanson, 2006) (Tablo 1). Ölen bitkilerden örnekler alınarak, yarı güçlü PDA ortamında fungus teşhisleri tekrar yapılmıştır.

**Tablo 1.** Hanson (2006) 0-4 hastalık skalası

Değerlendirme	Skala Değeri
Hiç leke olmayan sağlıklı bitki	0
Hafif gelişme geriliği ve yapraklarda solgunluk	1
Klorotik yapraklar mevcut ve yaprak kenarlarında nekrozlu görünüm	2
Kök kısımlarında kuruma, kahverengileşme, yapraklarda ölüm	3
Ölmüş bitki	4

Elde edilen verilerden Townsend-Heuberger formülü kullanılarak hastalık yüzdeleri hesaplanmıştır (Townsend ve Heuberger, 1943).

Townsend-Heuberger formülü:

$$\text{Hastalık Yüzdesi: } \frac{\sum (\text{değer alan bitki sayısı} \times \text{sınıf değeri})}{\text{En yüksek skala değeri} \times \text{toplam bitki sayısı}}$$

Townsend-Heuberger formülüne göre hastalık şiddeti hesaplanarak dayanıklılık seviyesi gruplamaları (I= ≤% 20: Yüksek düzeyde dayanıklı (HR), II= % 21-50: Orta düzeyde dayanıklı (MR), III= % 51-80: Düşük düzeyde dayanıklı (LR), IV= >% 80: Duyarlı (S) olarak kullanılmıştır.





Şekil 1. *Rhizoctonia* izolatları ve dayanıklı çeşitlerle saksı denemesi kurulum aşamaları

Çeşitlerin multinükleat *Rhizoctonia solani* ve binükleat *Rhizoctonia* spp.'ye ait 6 anastomosis grubunun agresif izolatlarına ait % etkilerini hesaplamak için Abbott formülü kullanılmıştır (Abbott, 1925).





Çalışmada gözlenen endeks değerleri, hem derecelendirmeye bağlı olarak belirlenmiş değerler olmasından dolayı hem de parametrik bir yöntem olan varyans analizinin ön şartlarını yerine getirmemiş olmasından dolayı veriler parametrik olmayan test yöntemi olan Kruskal-Wallis yöntemi uygulanarak analiz edilmiştir. Uygulanan analiz sonucuna bağlı olarak gerekli olduğu zaman hangi gruplar arasındaki farkların istatistik olarak önemli olduğu çoklu karşılaştırma testi uygulanarak kontrol edilmiştir. Analizler MINITAB istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır.


### **3. Bulgular ve Tartışma**

#### **3.1. Dayanıklı Şeker Pancarı Çeşitlerinin Multinükleat *Rhizoctonia solani* AG-2-2-IIIB, AG-4-HGI, AG-4-HGII ve AG-4-HGIII İzolatlarına Karşı Reaksiyonları**







Yapılan çeşit reaksiyonu denemeleri, kontrol grubu olarak hazırlanan Iguane (Şekil 2 a), Valentina (Şekil 2 c), 5K614 (Şekil 2 e), 5K613 (Şekil 2 g), Serenade (Şekil 2 i), Rodeo (Şekil 2 k), Mohican (Şekil 2 m), Lider (Şekil 2 o), Eldorado (Şekil 2 r), Boa (Şekil 2 t) çeşitlerinin ve AG-2-2-IIIB, AG-4-HGI, AG-4-HGII, AG-4-HGIII anastomosis grubuna ait en yüksek virülensliğe sahip izolatların çeşitler üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi sonucunda, Boa (Şekil 2 u), Eldorado (Şekil 2 s), Iguana (Şekil 2 b), Lider (Şekil 2 p), Serenade (Şekil 2 j), Valentina (2 d), 5K613 (Şekil 2 h) ve 5K614 (Şekil 2 f) isimli dayanıklı çeşitlere ait tohumlarda çıkışlara bile izin vermeden, ölümünü gerçekleştirmiş, Mohican ve Rodeo çeşitlerinde tesadüfe dayalı olduğu düşünülen bir kaç tohum çıkışı meydana gelmiştir. Dolayısıyla tüm çeşitler bu izolatlara karşı duyarlı olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Kruskal-Wallis test yöntemi kullanılarak istatistiki bir değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Uygulanan analiz sonucuna bağlı olarak multinükleat AG-2-2-IIIB, AG-4-HGI, AG-4-HGII, AG-4-HGIII anastomosis grubuna ait izolatların çeşitler üzerinde ve anastomosis grupları temsil eden hastalıkların kendi aralarında da istatistiksel olarak önemli bir farkı olmadığı kanısına varılmıştır.

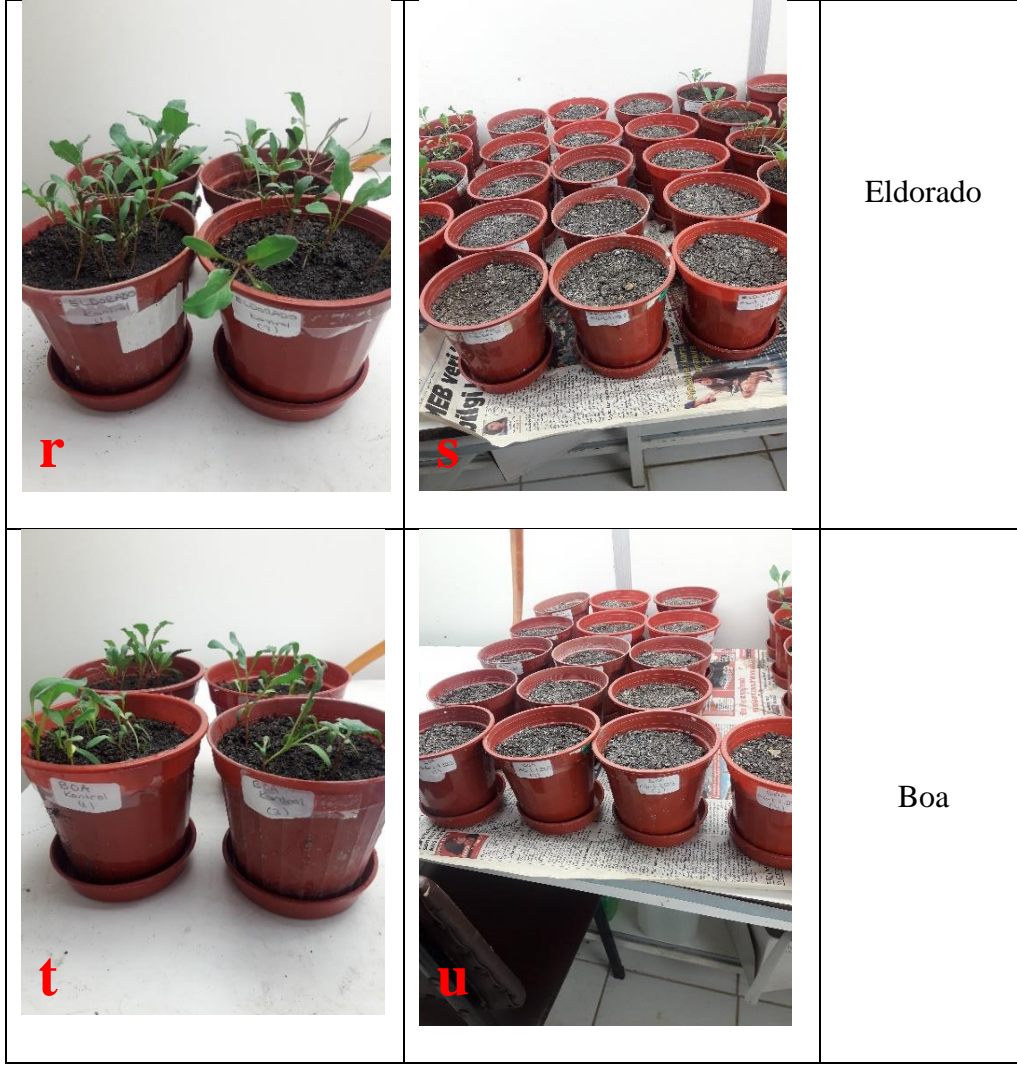


KONTROL GRUPLARI	<i>Rhizoctonia solani</i> AG-2-2-IIIB, AG-4-(HGI-HGII-HGIII)	ÇEŞİTLER
 <p><b>a</b></p>	 <p><b>b</b></p>	Iguana
 <p><b>c</b></p>	 <p><b>d</b></p>	Valentina

 <p><b>e</b></p>	 <p><b>f</b></p>	5K614
 <p><b>g</b></p>	 <p><b>h</b></p>	5K613
 <p><b>i</b></p>	 <p><b>j</b></p>	Serenade









		Rodeo
		Mohican
		Lider



**Şekil 2.** Tüm çeşitlere ait kontrol gruplar ve multinükleat *Rhizoctonia solani* AG-2-2-IIIB, AG-4-HGI, AG-4-HGII, AG-4-HGIII izolatlarının çeşitlere etkisi

3.2. Dayanıklı Şeker Pancarı Çeşitlerinin Binükleat *Rhizoctonia* spp. AG-A, AG-K İzolatlarına Karşı Reaksiyonları

<b>KONTROL GRUPLARI</b>	<b>AG-A</b>	<b>AG-K</b>
 <b>a</b>	 <b>b</b>	 <b>c</b>
<b>Iguana</b>		
 <b>ç</b>	 <b>d</b>	 <b>e</b>
<b>Valentina</b>		

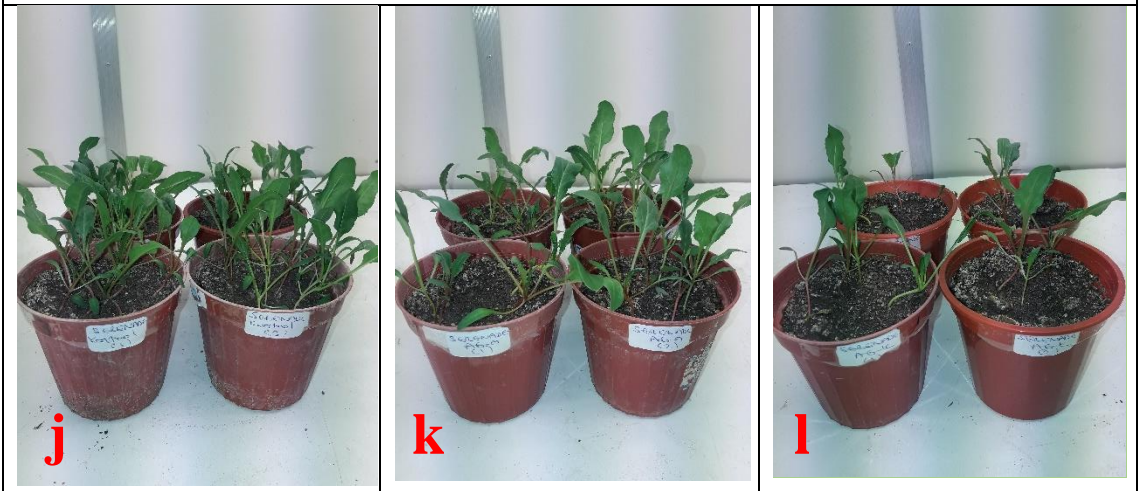




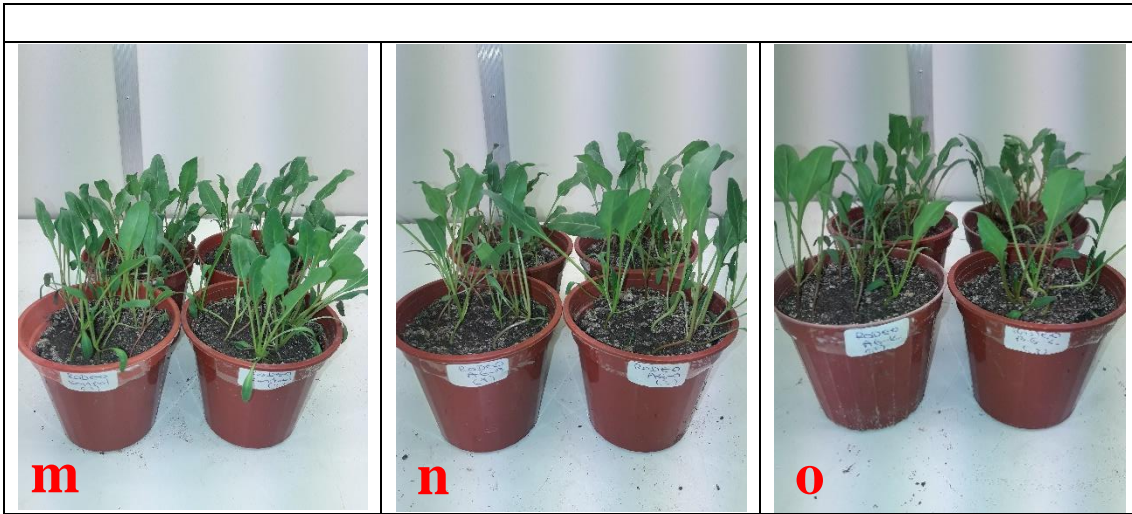
5K614



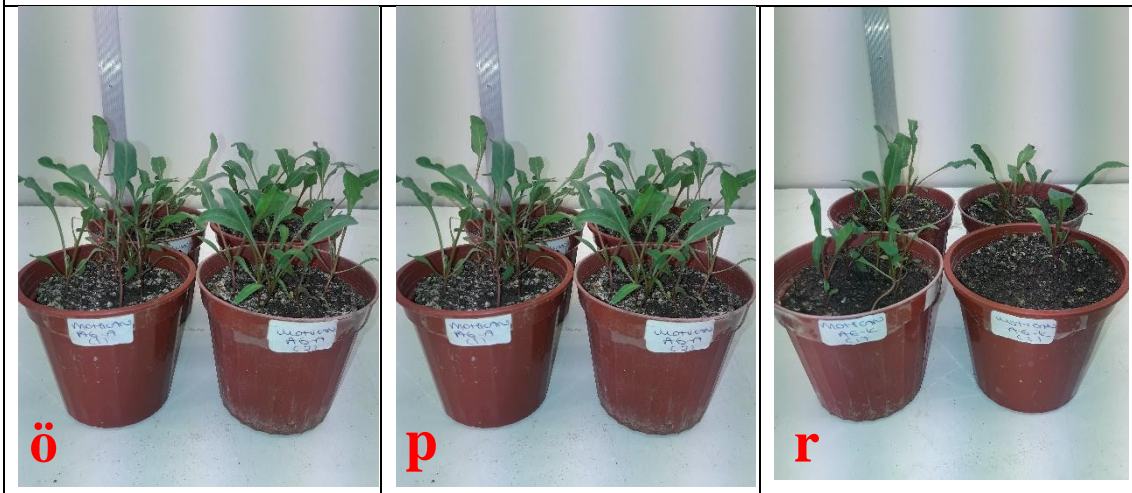
5K613



Serenade



**Rodeo**

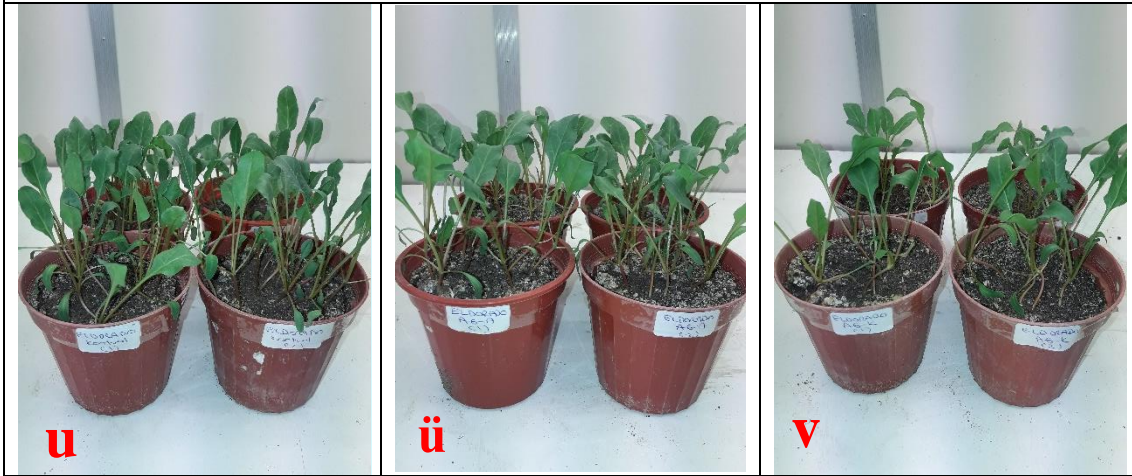


**Mohican**





**Lider**



**Eldorado**



**Boa**



**Şekil 3.** Tüm çeşitlere ait kontroller ve binükleat *Rhizoctonia* spp. AG-A ve AG-K izolatlarının çeşitlere etkisine ait deneme sonuçları

**Tablo 2.** Çeşitler ile AG-A ve AG-K izolatlar arasındaki Kruskal-Wallis test yöntemi ile çoklu ve tüm ikili karşılaştırmaların sonuçları

ÇEŞİTLER	AG-A ve AG-K için	
	Çoklu Karşılaştırma	Tüm ikili karşılaştırmalar
Boa	P=0,012<0,05	Kontrol--AG-K=0,00321<0,01
Eldorado	P=0,006<0,05	Kontrol--AG-K=0,00137<0,01
Iguana	P=0,01<0,05	Kontrol--AG-K=0,00332<0,01
Lider	P=0,006<0,05	Kontrol--AG-K=0,00149<0,01
Mohican	P=0,012<0,05	Kontrol--AG-K=0,0031<0,01
Rodeo	P=0,006<0,05	Kontrol--AG-K=0,00137<0,01
Serenade	P=0,006<0,05	Kontrol--AG-K=0,00137<0,01
Valentina	P=0,069>0,05	AG-A ve AG-K arasında gözlenen endeks değerleri bakımından gözlenen farkların istatistik olarak önemli değildir.
5K613	P=0,011<0,05	Kontrol--AG-A=0,00313<0,01
5K614	P=0,006<0,05	Kontrol--AG-K=0,00146<0,05

Yapılan çalışmalar sonucunda AG-A ve AG-K anastomosis gruplarına ait agresif izolatların Boa, Eldorado, Iguana, Lider, Serenade, Valentina, 5K613 ve 5K614 isimli çeşitlere karşı sonuçları istatistiki değerlendirilmesi ile farkı önemli bulunmuştur. Yapılan istatistikler sonucunda:

Boa, Eldorado, Iguana, Lider, Mohican, Rodeo, Serenade, 5K614 çeşidinin AG-A ve AG-K grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermiştir (P<0.05). Yapılan çoklu karşılaştırma yöntemi ile kontrol grubu ile AG-K izolatları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır (P<0.01).

5K613 çeşidinin AG-A ve AG-K grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermiştir (P<0.05). Yapılan çoklu karşılaştırma yöntemi ile kontrol grubu ile AG-A izolatları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır (P<0.01).

Valentina çeşidinin AG-A ve AG-K grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı sonucuna varılmıştır (P>0.05). Dolayısıyla BN *Rhizoctonia* anastomosis grupları olan AG-A ve AG-K izolatlarının birbirleri arasındaki farkı önemli değilken, çeşitler arasındaki farkları önemli bulunmuştur (Tablo 2).

**Tablo 3.** Çeşitlerin ve MN *Rhizoctonia solani* ve BN *Rhizoctonia* spp.'ye ait 6 anastomosis grubunun agresif izolatlarına ait % etkileri ve hastalık şiddeti göre dayanıklılık seviyesi gruplamaları

Çeşitler	AG-2-2- IIB	AG-4- HGI	AG-4- HGII	AG-4- HGIII	AG-A	AG-K
Boa	0 (S)	0 (S)	0 (S)	0 (S)	58 (MR)	45 (LR)
Eldorado	0 (S)	0 (S)	0 (S)	0 (S)	93 (HR)	50 (MR)
Iguana	0 (S)	0 (S)	0 (S)	0 (S)	100 (HR)	70 (MR)
Lider	0 (S)	0 (S)	0 (S)	0 (S)	92 (HR)	85 (HR)
Serenade	0 (S)	0 (S)	0 (S)	0 (S)	70 (MR)	28 (LR)
Valentina	0 (S)	0 (S)	0 (S)	0 (S)	95 (HR)	80 (HR)
Mohican	0 (S)	0 (S)	0 (S)	5 (S)	66 (MR)	50 (MR)
Rodeo	0 (S)	0 (S)	0 (S)	10 (S)	93 (HR)	68 (MR)
5K613	0 (S)	0 (S)	0 (S)	0 (S)	33 (LR)	56 (MR)
5K614	0 (S)	0 (S)	0 (S)	0 (S)	80 (HR)	56 (MR)

[Towsend-Heuberger formülüne göre hastalık şiddeti hesaplanarak dayanıklılık seviyesi gruplamaları (I= ≤% 20: Yüksek düzeyde dayanıklı (HR), II= % 21-50: Orta düzeyde dayanıklı (MR), III= % 51-80: Düşük düzeyde dayanıklı (LR), IV= >% 80: Duyarlı (S)]

Çalışmada 10 adet dayanıklı şeker pancarı çeşitleri ile beraber, BN *Rhizoctonia* spp.'lerden AG-K ve AG-A'ya ait en yüksek virülensliğe sahip izolatları ve her bir çeşite ait kontrol saksılarının (Şekil 3 a, ç, f, h, j, m, ö, s, u, y) 4 tekerrürlü olarak denenmesi sonucu, AG-A izolatu için Iguana (Şekil 3 b), Valentina (Şekil 3 d), Eldorado (Şekil 3 ü), Rodeo (Şekil 3 n) ve Lider ç (Şekil 3 ş), 5K614 çeşitlerinde (Şekil 3 g) yüksek düzeyde dayanıklılık (HR) olduğu ve Serenade çeşidinde (Şekil 3 k) ise orta düzeyde dayanıklılık (MR) olduğu tespit edilmiştir. 5K613 çeşidinin (Şekil 3 ı) ise düşük düzeyde dayanıklı (LR) olduğu bulunmuştur. AG-K izolatu için Lider (Şekil 3 t) ve Valentina çeşidi (Şekil 3 e) yüksek düzeyde dayanıklı (HR) bulunurken, Eldorado (Şekil 3 v), Iguana (Şekil 3 c), Mohican (Şekil 3 r), Rodeo (Şekil 3 o), 5K613 (Şekil 3 i) ve 5K614 (Şekil 3 ğ) çeşitlerinde ise orta düzeyde dayanıklılık olduğu gözlemlenmiştir. Düşük düzeyde dayanıklı (LR) olan çeşit olarak Serenade (Şekil 3 l) çeşidinin olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 3).

Bu çalışmanın amacı, *Rhizoctonia* taç ve kök çürüklüğü ve çökertene neden olan *Rhizoctonia solani* ve binükleat *Rhizoctonia* spp.'ye karşı dirençli şeker pancarı çeşitlerini test etmek ve sera ile tarla koşullarında uygun teknikleri geliştirmek için bir yol açmayı sağlamaktır. Şeker pancarının tarladaki *Rhizoctonia* kök çürüklüğü ve çökertene karşı direncinin test edilmesinde, *Rhizoctonia* fungusunun öngörülemeyen bir şekilde ve çoğunlukla düzensiz olarak birden ortaya çıkabilmekte ve hastalık çevresel faktörlerden de çok fazla etkilenebilmektedir. Aynı zamanda iklim odasında

yapılan çalışmalarda *Rhizoctonia* kök çürüklüğünün oluşumu için hem konukçu bitkinin hem de *Rhizoctonia*'nın spesifik gereksinimlerinin dikkate alınması oldukça önemlidir (Dhingra ve Sinclair, 1995). Tarlada test koşulları hassas olarak ayarlanmış olsa bile ilkbaharda yapılan tarla denemeleri ile yaz sonu ya da sonbaharda yapılan denemeler arasında yetersiz ışıktan kaynaklanan yavaş enfeksiyon gelişimi ve hastalık seyrinde azalmalar meydana gelmektedir (Scholten ve ark., 2001). Bu açıdan iklim odası denemeleri tarla denemelerine, önemli bir alternatif metod olarak sunulmaktadır.

Denemeler sonucunda , multinükleat olan 4 anastomosis grubu AG-2-2-IIIB, AG-4-(HGI, HGII, HGIII); BN, 2 anastomosis grubu olan AG-A ve AG-K ile çeşitlerin reaksiyonu kontrollü iklim odası çalışmalarında *Rhizoctonia* izolatlarına (AG-2-2-IIIB, AG-4-HGI, AG-4-HGII, AG-4-HGIII) karşı kullanılan 10 çeşidin hepsinin de dayanıklı olmadığı, AG-A ve AG-K izolatları için de kısmen dayanıklı çeşitler olarak da Lider ve Valentina çeşitleri olduğu tespit edilmiştir. Büttner ve ark. (2004) şeker pancarı kök çürüklüğünün entegre kontrol stratejisinin ana çözüm kaynağının dayanıklı şeker pancarı çeşitleri olduğunu ifade etmiştir. Yapmış olduğu çalışmasında kullanmış olduğu dayanıklı tüm şeker pancarı çeşitlerinin *R. solani*'den etkilendiğini fakat kısmen dirençli çeşitler olduğunu bildirerek bizim çalışmamızda paralel sonuçlara erişmiştir. Halloin ve Johnson (2000) çalışmalarında, dirençli ve hassas farklı şeker pancarı çeşitlerinin karışımlarını ekerek, karışımda dirençli çeşit miktarını artırdıkça hastalık ve buna bağlı verim kayıpları azaldığını tespit etmişlerdir. Engelkes ve Windels (1996), Şeker pancarı, soya fasulyesi ve fasulye çeşitlerinin özellikle *R. solani* AG 2-2 IIIB ve AG-2-2-IV'e karşı oldukça hassas olduğunu bildirmiştir. Ayrıca *R. solani*'ye dayanıklı çeşitlerin olduğunu fakat genellikle bunların ekimde çok fazla tercih edilmediğini ifade etmişlerdir. Oysa hastalık gelişimini bilmenin zor olduğunu ve hastalığın az yada olmadığı zamanlarda hassas çeşitlerin dayanıklı çeşitlere göre daha fazla verim potansiyeline sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda kullandığımız bu 10 adet dayanıklı şeker pancarı çeşidinin *R. solani*'nin AG-2-2-IIIB'ye karşı dayanıklı bulunmayıp duyarlı olduğu tespit edildiği gibi aynı zamanda AG-4-(HGI, HGII, HGIII) anastomosis gruplara karşı da hassas oldukları tespit edilmiştir.

Ülkemizde şeker pancarı için *Rhizoctonia* türlerinin çeşit reaksiyonlarına ait detaylı bir çalışma bulunmamaktadır. Dünya' da ise bu konuda yapılan çalışmalar çok kısıtlıdır. Yine dünyada yapılanlar ile bu yaptığımız bu çeşit reaksiyon çalışmasında, şeker pancarı çeşitlerinin *Rhizoctonia*

türlerine karşı hassas olduğu görülmektedir. Özellikle *Rhizoctonia* AG-2-2-IIIB başta olmak üzere AG-4-(HGI, HGII, HGIII) grubu izolatlar karşı çeşitler oldukça dayanıksız bulunmuştur.

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Dayanıklı şeker pancarı çeşitlerinin, virülensliği %100 olan multinükleat *Rhizoctonia solani* izolatlarına karşı hiç bir dayanıklılık gösteremediği, virülensliği %53 ile düşük virülens ve %69 ile orta virülens binükleat *Rhizoctonia* spp. izolatlarına karşı diğer virülensliği yüksek izolatlarla oranla, kısmi bir dayanıklılık görüldüğü tespit edilerek, şeker pancarına karşı dayanıklı çeşit geliştirme konusunda ve patojenin direncini değerlendirmede farklı bir bakış açısı getirilerek konuya katkılar sağlamaktadır.

Yaz dönemi dışında yapılan tarla denemelerinde yetersiz ışık alımı nedeniyle, patojenin gelişiminin yavaşlaması, hastalığın daha yavaş ilerleyişi dolayısıyla hastalığın seyrinde gerilemelere sebebiyet verdiği için dolayı meydana gelebilecek bu olumsuz sonuçlara bir alternatif olarak yapmış olduğumuz iklim odası çalışmaları hastalıkla mücadelede bir ışık tutmuştur.

#### Teşekkür

Bu çalışma, 1150562 nolu TÜBİTAK projesinde elde edilen bitki örneklerinden ve 18L0447014 nolu Ankara Üniversitesi BAP Projesi ile finanse edilen proje sonuçlarının bir kısmını içermektedir. Yazarlar ayrıca Ankara Şeker Enstitüsünden Dr. Rıza Kaya'ya ve arazi çalışmasına katkıları nedeniyle Torku, Konya Şeker ve Ilgın şeker fabrikalarına teşekkür ederler.

Not: Bu çalışma Meltem AVAN'ın doktora tezinden üretilmiştir.

#### Kaynaklar

- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18:265–267.
- Ajayi-Oyetunde, O. O., ve Bradley, C. A. (2017). Identification and characterization of *Rhizoctonia* species associated with soybean seedling disease. *Plant Disease*, 101(4), 520–533.
- Anonim (2017). T.C. Şeker Kurumu 2016 Yılı Faaliyet Raporu. 26.05.2017 Ankara.
- Avan, M. (2020). Konya bölgesi şeker pancarı ekim alanlarında görülen *Rhizoctonia* türlerinin karakterizasyonu ve mücadelesi üzerine araştırmalar (Yayımlanmamış doktora tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

- Berdugo, C., Hillnhütter, C., Sikora, R. ve Oerke, E. C. (2012). A Resistance Bioassay for *Rhizoctonia* Root and Crown Rot and Damping-off Caused by the Anastomosis Groups AG 2-2IIIB and AG 4 in Sugar Beet. *Journal of Agricultural Science and Technology*, A, 2(3A), 294.
- Buddemeyer, J., ve Märlander, B. (2004). Integrated control of crown rot in sugar beet roots (*Rhizoctonia solani* Kühn) – the impact of tillage factors, crop rotation, and selection of varieties, including maize. *Zuckerindustrie*, 129, 799-809.
- Büttner, G., Pfähler, B., ve Märlander, B. (2004). Greenhouse and field techniques for testing sugar beet for resistance to *Rhizoctonia* root and crown rot. *Plant breeding*, 123(2), 158-166.
- Carling, D. E., Baird, R. E., Gitaitis, R. D., Brainard, K. A. ve Kuninaga, S. (2002). Characterization of AG-13 a newly reported anastomosis group of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology*, 92(8), 893–899.
- Dhingra, O. D., ve Sinclair, J. B. (1995). *Basic Plant Pathology Methods*. 2nd edn. CRC Lewis Publishers, Boca Raton, London.
- Dong, W. H., Li, Y. Q., Duan, C. F., Li, X. G., Naito, S., Conner, R. L., vd. (2017). Identification of AG-V, a new anastomosis group of binucleate *Rhizoctonia* spp. from taro and ginger in Yunnan province. *European Journal of Plant Pathology*, 148(4), 895–906.
- Engelkes, C. A., ve Windels, C. E. (1996). Susceptibility of sugar beet and beans to *Rhizoctonia solani* AG-2-2 IIIb and AG-2-2 IV. *Plant Disease*, 80, 1413-1417.
- FAOSTAT, (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations [online]. Website <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize> (accessed on 12.12.2019).
- García, V.G., Portal Onco, M. A. ve Susan, V. R. (2006). Review. Biology and Systematics of the form genus *Rhizoctonia*. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 4(1), 55-79.
- González Garcia, V., Portal Onco, M. A., ve Rubio Susan, V. (2006). Review. Biology and systematics of the form genus *Rhizoctonia*. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 4, 55–79.
- Halloin, J. M., ve Johnson, D. J. (2000). Reduction of sugarbeet losses from *Rhizoctonia* crown and root rot by use of mixtures of resistant and susceptible varieties. *Phytopathology*, 90.
- Hanson, L. E. (2006). First report of *Fusarium* yellows of sugar beet caused by *Fusarium oxysporum* in Michigan, *Plant Disease*, 90, 1554.
- Herr, L. J., ve Roberts, D. L. (1980). Characterization of *Rhizoctonia* populations obtained from sugarbeet fields with differing soil textures. *Phytopathology*, 70(6), 476-480.
- Herr, L. J. (1996). Sugar beet disease incited by *Rhizoctonia solani* spp. In *Rhizoctonia* Species: Taxonomy, Molecular Biology, Ecology, Pathology and Disease Control, 341-349. *Kluwer Academic Publ.*, The Netherlands.
- Ogoshi, A. (1987). Ecology and pathogenicity of anastomosis and intraspecific groups of *Rhizoctonia solani* Kühn. *Annual Review of Phytopathology*, 25, 125–143.
- Pierson, V. G., ve Gaskill, J. O. (1961). Artificial exposure of sugar beets to *Rhizoctonia solani*. *Journal of the American Society of Sugar Beet Technologists*, 11, 574-590.
- Scholten, O. E., Panella, L. W., De Bock, T. S. M., ve Lange, W. (2001). A greenhouse test for screening sugar beet (*Beta vulgaris*) for resistance to *Rhizoctonia solani*. *European Journal of Plant Pathology*, 107, 161-166.
- Townsend, G. K., ve Heuberger, J. W. (1943). Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Disease Report*, 27, 340-343.
- Wang, P. P., ve Wu, X. H. (2012). First report of sugar beet seedling damping-off caused by binucleate *Rhizoctonia* AG-A in China. *Plant disease*, 96(11), 1696-1696.
- Windels, C. E. ve Nabben, D. J. (1989). Characterization and pathogenicity of anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* isolated from *Beta vulgaris*. *Phytopathology*, 79(1), 83-88.
- Yang, Y. G., Zhao, C., Guo, Z. J. ve Wu, X. H. (2015a). Anastomosis group and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* associated with stem canker and black scurf of potato in China. *European Journal of Plant Pathology*, 143(1), 99–111.

- Yang, Y. G., Zhao, C., Guo, Z. J. ve Wu, X. H. (2015b). Characterization of a new anastomosis group (AG-W) of binucleate *Rhizoctonia*, causal agent for potato stem canker. *Plant Disease*, 99(12), 1757–1763.
- Zhao, C., Li, Y., Wu, S., Wang, P., Han, C., ve Wu, X. (2019). Anastomosis group and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. associated with seedling damping-off of sugar beet in China. *European Journal of Plant Pathology*, 153(3), 869-878.

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

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 2(2), 296-307, 2020  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

**Derleme Makalesi / Review Article****Doi: [10.47898/ijeased.757100](https://doi.org/10.47898/ijeased.757100)**

## **Doğu Karadeniz Bölgesindeki Hidroelektrik Santrallerin (HES) Kapasite Faktörlerinin Değerlendirilmesi**

Esin ACAR \*

Artvin Çoruh Üniversitesi, Borçka Acarlar MYO, İnşaat Bölümü, Artvin, 08000, Türkiye.

<b>Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)</b>	<b>Makale Süreci / Article Process</b>	
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : <a href="mailto:esin.acar@artvin.edu.tr">esin.acar@artvin.edu.tr</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0002-3926-2804">https://orcid.org/0000-0002-3926-2804</a> , E. Acar	<b>Geliş Tarihi / Received Date</b> :	24.06.2020
	<b>Revizyon Tarihi / Revision Date</b> :	06.09.2020
	<b>Kabul Tarihi / Accepted Date</b> :	17.10.2020
	<b>Yayın Tarihi / Published Date</b> :	15.12.2020

**Alıntı /Cite** : Acar, E. (2020). Doğu Karadeniz Bölgesindeki Hidroelektrik Santrallerin (HES) Kapasite Faktörlerinin Değerlendirilmesi, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2(2), 296-307.

### **Özet**

Ülkemiz su potansiyeli açısından dünyada önemli bir yere sahip olup, farklı bölgelerinde Baraj Hidroelektrik Santraller yer almaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesi de Türkiye’de önemli bir su potansiyeline sahiptir. Bu potansiyel enerji üretimi, taşkın koruma, içme suyu, sulama gibi çeşitli maksatlara hizmet veren baraj projeleri sayesinde hayat bulmaktadır. Özellikle Baraj Hidroelektrik Santralleri (HES) Türkiye’de ve hatta dünyada önemli bir konuma sahiptir. Farklı amaçlara hizmet edebilen barajlar bu bölgede özellikle enerji üretimi bakımından önem kazanmaktadır. Üretilen enerji miktarları ve kurulu güçleri bakımından Doğu Karadeniz Bölgesi ülkemizin sayılı Baraj HES projelerini barındırmaktadır. Bu kapasitede olmalarının en önemli etkisi su potansiyelinin yüksek olmasıdır. Baraj enerji üretimini etkileyen en önemli parametrelerden birisi kurulu güç (K.G.) kapasiteleri ve üretilen ortalama enerji miktarlarıdır. Bu parametreler ile Baraj HES projelerinin kapasite faktörleri projelerinin yapılabirlikleri açısından önemlidir. Kapasite faktörü; enerji santralının belli bir zaman aralığında ürettiği toplam enerji miktarının, tam kapasitede üretebileceği enerji miktarına olan oranıdır. Bu faktör projenin ekonomik, teknik ve fizibilite değerlendirmelerinde dikkate alınması gereken bir değerdir. Bu çalışma ile coğrafi olarak Doğu Karadeniz Bölgesinde yer alan Baraj HES projeleri değerlendirilmiştir. Bu projelerin kurulu güç ve enerji üretim değerleri elde edilerek, kapasite faktörleri belirlenmiş ve projeler arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Böylece teknik değerlendirme kriterlerinden birisi olan kapasite faktörünün önemi vurgulanarak, ortaya çıkan sonuçlar tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Baraj HES, Kapasite faktörü, Kurulu güç, Enerji üretimi.



## ***Determination Of The Capacity Factors Of Dam Hydroelectric Power Plants (HEPP) In Eastern Black Sea Region***

### ***Abstract***

*There are different Dam Hydroelectric Power Plants in various regions of our country. Eastern Black Sea Region also has significant water potential in Turkey. This potential comes to life thanks to dam projects serving various purposes such as energy production, flood protection, drinking water and irrigation. Especially Dam Hydroelectric Power Plants (HPP) has an important position in the world and even Turkey. The dams that can serve different purposes gain importance in this region especially in terms of energy production. In terms of the energy produced and installed powers, the Eastern Black Sea Region hosts the numbered Dam HEPP projects of our country. The most important effect of these capacities is the high water potential. One of the most important parameters affecting dam energy production is installed power (GG) capacities and average energy produced. With these parameters, capacity factors of Baraj HEPP projects are important for the feasibility of projects. Capacity factor; is the ratio of the total amount of energy produced by the power plant in a certain period of time to the amount of energy it can produce at full capacity. This factor is a value that should be taken into account in the economic, technical and feasibility assessments of the project. With this study, the Dam HEPP projects located in the Eastern Black Sea Region were evaluated geographically. The installed power and energy production values of these projects were obtained, capacity factors were determined and comparisons were made between the projects. Thus, the importance of the capacity factor, which is one of the technical evaluation criteria, was emphasized and the results were discussed.*

**Keywords:** *Dam HEPP, Capacity factor, Installed capacity, Energy production.*

### **1. Giriş**

Çevre sorunlarının başında enerji üretmek amacıyla kullanılan santraller gelmektedir. Özellikle yenilenebilir olmayan (termik, doğalgaz, nükleer gibi) enerji santralleri ülkemizde olduğu gibi birçok ülkede de kullanılmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan su, ülkemizde en çok enerji üretimi yapılan temiz enerji kaynağıdır. Özellikle nehir ve baraj hidroelektrik santraller temiz, güvenilir ve çevresel etkilerinin daha az olduğu enerji üretim santralleridir.

Doğu Karadeniz Bölgesi ülkemizde ki önemli su potansiyellerini içinde barındırmaktadır. Bu sebeple hem bölgesel hem de genel olarak enerji gereksinimlerimiz için kurulan hidroelektrik santraller bu bölgede de yer almaktadır.

Hidroelektrik santraller enerji kaynağı olarak suyu kullanmaktadırlar. Bu santraller mevcut suyun potansiyel enerjisini kinetik enerjiye çevirerek elektrik enerjisini üretirler. Genellikle nehir ve baraj santralleri olmak üzere ikiye ayrılır ve baraj santralleri rezervuar sisteminden oluştuğu için genellikle daha güvenilir, yüksek enerji potansiyeline sahiptir. Baraj yüksekliği ile oluşan rezervuar sayesinde suyun belirli bir yükseklikten düşürülmesi ile oluşan enerjiden faydalanılır. Bu sebeple düşü miktarı enerji üretiminde önemli bir faktördür.

Hidroelektrik santrallerin en önemli faktörü olan su potansiyeli yağış verimi ile doğru orantılıdır. Bu santrallerin en büyük avantajı ise enerji üretim kaynaklarının yenilenebilir olması ve hammaddesi olan suyun enerji üretilmesi ile tükenmemesidir. Su kaynakları olarak akarsular önemli bir yer tutmaktadır.

Hidroelektrik santraller, diğer üretim tipleri ile kıyaslandığında en düşük işletme maliyetine, en uzun işletme ömrüne ve en yüksek verime haizdirler (Gökdemir ve ark., 2012).

Barajlar bir veya birden fazla amaca hizmet verebilmektedir. Bu amaçlar; enerji, sulama, taşkın, içme-kullanma suyu gibi sayılabilir. Ülkemizdeki barajların birçoğu enerji ve sulama amaçlarına hizmet vermektedir. Enerji amacı sadece baraj projeleri ile değil regülatörlü sistemler olan kanal ya da nehir tipi HES'ler ile de karşılanabilmektedir.

Rezervuarlı yani depolamalı baraj santralleri mambasında oluşturdukları baraj gölleri sayesinde enerji için daha düzenli debi sağlamaktadır. Özellikle kurak sezonlarda yani yağış miktarlarının daha düşük olduğu zamanlarda baraj rezervuarındaki su enerji için kullanılmaktadır. Yağışlı dönemlerde ise rezervuar dolacağı için enerji üretimi hemen hemen her mevsimde gerçekleşebilmektedir. Bu dönemler barajın emniyetli su rezervuarı oluşturdukları zamanlardır.

Depolamalı hidroelektrik santrallerde, zaman içinde rastgele bir değişken niteliğinde olan akım, depolama yapılmak suretiyle düzenlenmekte ve bu düzenli debiyle akarsudan elde edilen güvenilir enerji büyük ölçüde artmaktadır. Bu açıdan barajlar ülkemizde asla vazgeçilemeyecek tesislerdir (Dalkır ve Şeşen, 2011).

Baraj HES projelerinin projelendirme aşamalarında su potansiyeli dikkate alınarak yapılan optimizasyon çalışmaları neticesinde en uygun ortalama ve maksimum debi miktarı belirlenir. Maksimum debi aynı zamanda proje debisine de karşılık gelmektedir. Maksimum debi ve düşü yüksekliği baz alınarak kurulu güç, ortalama debi ve düşü yüksekliği ile de ortalama toplam enerji hesaplanmaktadır. Kurulu güç ve toplam enerji miktarlarına göre belirlenen kapasite faktörü ile HES projelerinin verimlilik değerlendirilmesi yapılabilmektedir.

## **2. Materyal ve Metot**

Baraj gölleri insanlar tarafından içme suyu eldesi, enerji üretimi ve sulama gibi amaçlarda kullanılmak üzere, akarsuların önüne inşa edilen setlerin ardında toplanan durgun su kütleleridir (Özyalın ve Ustaoglu, 2008). Barajların çoğu tek amaçlı barajlardır, ancak şu anda artan sayıda çok amaçlı baraj bulunmaktadır. Dünya Barajlar kayıtlarını en son yayınına göre sulama, barajların açık

ara en yaygın amacıdır. Tek amaçlı barajların %48' i sulama, %17'si hidroelektrik (elektrik üretimi), %13'ü su temini, %10'u sel kontrolü, %5'i rekreasyon ve %1'den azı denizcilik ve balık çiftçiliği içindir (URL-1,2020).

Baraj projeleri ülkemizde enerji, sulama ve içme suyu amaçlarının yanı sıra taşkın koruma amacına da hizmet vermektedir. Özellikle havza bazlı projeler genellikle enerji üretim amaçlı olarak Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer almaktadır.

Baraj HES projelerinde kurulu güç ve toplam enerji üretim değerlerinin hesaplanması büyük önem arz etmektedir. Toplam enerji ve kurulu güce ait hesaplamalar şu şekilde yapılmaktadır (Acar, 2008).

Toplam enerji hesaplanırken, ortalama debi değeri kullanılır. Ortalama debi hesabında ise büyükten küçüğe sıralanan ve uzun yılları kapsayan günlük debilerin ortalaması alınır ve bu değer "ortalama debi" yi oluşturmaktadır.

Enerji hesaplamalarında güvenilir debi ( $Q_{güv}$ ) ve ortalama debi ( $Q_{ort}$ ) kullanılır. Aynı zamanda enerji hesabında türbin verimi ve jeneratör verimi yüzde (%) olarak kullanılır. Bu verimler yer çekimi katsayısı olan  $9,81 \text{ m/s}^2$  ile çarpılarak enerji katsayısı bulunur. Bu enerji katsayısı ile net düşü, debi ve bir yıldaki saat ( $365 \text{ gün} \times 24 \text{ saat} = 8760$ ) çarpılarak cinsinden yıllık enerji üretim değeri bulunmaktadır.

Enerji güç ile zamanın çarpımı, güç ise birim zamanda yapılan iş olarak tarif edildiğine göre bir hidroelektrik santralden elde edilecek enerji aşağıdaki eşitlikler yardımıyla şöyle hesaplanabilir;

$$\text{İş} = Q \times \rho \times H \times t \quad (1)$$

$$\text{Güç} = \frac{\text{iş}}{\text{zaman}} = Q \times \rho \times H \quad (2)$$

Buradaki debi  $Q(\text{m}^3/\text{s})$ , suyun özgül kütlesi  $\rho (\text{kg}/\text{m}^3)$ , düşü  $H(\text{m})$ , zamanı  $t(\text{s})$  ise ifade etmektedir.

Suyun özgül kütlesi  $\rho = 1000 \text{ kg}/\text{m}^3$  ve  $102 \text{ kgm/s} = 1 \text{ kw}$  olduğu göz önüne alındığında;

$$\text{Güç} = P (\text{kw}) = \frac{1000 \times Q \times H}{102} = 9,81 \times Q \times H \quad (3)$$

ifadesi elde edilir.

g: yerçekimi ivmesini temsil etmektedir ve değeri  $9,81 \text{ m/s}^2$  'dir.

Enerji, güç ile zamanın çarpımı olduğuna göre; yıllık enerji kwh cinsinden aşağıdaki formülle hesaplanır;

$$\text{Enerji} = 9,81 \times Q \times H_{net} \times 8760 \text{ saat/yıl} \quad (4)$$

Bir hidroelektrik santralin üretebileceği enerji hesaplanırken türbin ve jeneratörün verimleri de yüzde olarak alınmaktadır. Bu durumda enerji denklemi aşağıdaki gibi olmaktadır;

$$\text{Enerji} = 9,81 \times Q \times H_{net} \times 8760 \times \text{türbin verimi} \times \text{jeneratör verimi} \quad (5)$$

Bu ifadede debi  $Q_{güv}$  ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) için güvenilir enerji ( $E_{güv}$ ) hesaplanmaktadır. Güvenilir enerji hesabı için  $Q_{güv}$ , toplam enerji ( $E_{top}$ ) hesabı için ise  $Q_{ort}$  ortalama debi değeri kullanılır. Burada güvenilir debi zamanın % 95 inde akarsudan geçen olan debiyi ifade etmektedir.

İkincil ya da sekonder enerji, toplam enerjiden güvenilir enerji değeri çıkartılarak bulunur ve şu şekilde ifade edilir;

$$E_{ikin} = E_{top} - E_{güv} \quad (6)$$

Güvenilir debinin yüksek olması o projenin güvenilirliğini artırmaktadır. İkincil enerji olarak bulunan değer ise ortalama debi ile hesaplanan üretilen toplam enerjiden, güvenilir enerjinin çıkarılmasıyla bulunur.

Kurulu güç değeri kurulacak olan hidroelektrik santralin üretebileceği enerji için gereken gücü ifade eder ve en optimum debi ile hesaplanmaktadır;

$$\text{Kurulu güç} = 9,81 \times Q_{optimum} \times H_{net} \times \text{türbin verimi} \times \text{jeneratör verimi} \quad (7)$$

Kurulu gücün birimi kW olarak hesaplanmaktadır.

Optimum debi projede optimizasyon yapılarak bulunmaktadır. Yani en ekonomik kanal ya da tünel kapasitesinin bulunması hedeflendiği için, hidroelektrik santral için kurulacak bütün tesislerin

maliyetleriyle, debiye karşılık gelen kurulu güç değerleri ve enerji üretimleri arasında değerlendirme yapılarak bulunur.

Kurulu güç ve toplam enerjinin bulunması ile de kapasite faktörü (K.F.) belirlenebilmektedir.

Kapasite faktörü eşitlik 8’de ifade edilmiştir (Masters, 2004; Mathew, 2006; Arıkan ve Çam, 2012).

$$K. F. = \frac{\text{üretilen toplam enerji}}{\text{kurulu güç (K.G.)} \times 8760} \quad (8)$$

Kapasite faktörü: bir enerji üretim sisteminin bir yıl içerisinde (8760 saat) toplam kaç saat tam güçte enerji verdiğini anlatır. Bir başka deyişle santralin bir yıl içerisinde üretmiş olduğu enerjinin, santralin bir yıl boyunca nominal güçte çalışarak üretebileceği enerjiye oranı kapasite faktörü olarak adlandırılır (Akkaş, 2001).

Kapasite faktörü genellikle Rüzgâr Enerji Santrallerinde (RES) bir enerji verimliliği hesabı olarak kullanılmaktadır. Fakat HES projelerinde de projenin rantabilitesini yani verimliliğini ortaya koyan en önemli etkenlerden biridir. Bu sebeple özellikle fizibilite raporunda projelerin kapasite faktörleri önemli bir yapılabirlik göstergesidir.

Hidroelektrik enerji tesislerinin kapasite faktörleri diğer yenilenebilir enerji tesislerinden farklı olarak ele alınmalıdır. Bir nehir havzasındaki projeye esas alınacak akım değerleri oldukça değişken olabildiği gibi havzadan havzaya da farklılık gösterebilir. Bundan dolayı HES’lerin kapasite faktörlerinin değişim aralığı oldukça geniş olabilir (Yıldız ve ark., 2019).

## 2.1. Doğu Karadeniz Bölgesindeki Baraj HES Projeleri

Doğu Karadeniz Bölgesi Artvin, Rize, Trabzon, Bayburt, Gümüşhane ve Giresun illerini kapsamaktadır (Şekil 1). Bu bölge hem Karadeniz bölgesi için hem de ülke geneli için önemli su kaynaklarını barındırmaktadır. Bu sebeple birçok enerji üretim amaçlı hidroelektrik santral projeleri bu bölgede yer almaktadır.



Şekil 1. Doğu Karadeniz Bölgesi

Ülkemizde su kaynaklarının kullanımı konusunda Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü çalışmaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesinde DSİ, 22. Bölge Müdürlüğü Trabzon ve 26. Bölge Müdürlüğü Artvin olarak hizmet vermektedir.

Trabzon Bölge Müdürlüğü'nün çalışma alanı; Trabzon, Rize, Bayburt, Gümüşhane ve Giresun illerini kapsamaktadır. Bu illerdeki işletmede olan Baraj HES projeleri Gümüşhane ve Trabzon illerinde olup, web sitesinden alınan bilgilere göre (URL-2, 2018);

Gümüşhane, Trabzon ve Artvin illerindeki Baraj HES projeleri Tablo 1.de verilmiştir.

Tablo 1. Baraj Hidroelektrik Santralleri

Sıra No	İli	Baraj Adı	İnşaata Başlanan Yıl	İşletmeye Alındığı Yıl	Kurulu Güç (MW)	Toplam Enerji (GWh)
1	Gümüşhane	Kürtün Barajı	1986	2003	85	198.00
2	Gümüşhane	Torul Barajı	2000	2008	100	322.00
3	Trabzon	Atasu Barajı	1998	2012	5	27.14
4	Artvin	Muratlı Barajı	1999	2005	115	444.12
5	Artvin	Borçka Barajı	1999	2007	300	1339.00
6	Artvin	Deriner Barajı	1988	2012	670	2118.00
7	Artvin	Artvin Barajı	2010	2016	332	1026.00

Artvin Bölge Müdürlüğünün çalışma alanı; Artvin ilini kapsamaktadır. Bu ildeki işletmede olan Baraj HES projeleri (URL-3, 2018) web sitesinden alınmıştır.

## 2.2. Baraj HES Projelerinin Kapasite Faktörleri

Doğu Karadeniz Bölgesinde Gümüşhane, Trabzon ve Artvin illerindeki Baraj HES projeleri değerlendirildiğinde en çok enerji üreten projelerin Artvin İlinde olduğu görülmüştür. Bu mevcut projelerin kapasite faktörleri hesaplanmış ve Tablo 2.de verilmiştir.

**Tablo 2.** Baraj HES projelerinin kapasite faktörleri hesabı

Sıra No	İli	Baraj Adı	Kurulu Güç (MW)	Toplam Enerji (GWh)	Kapasite Faktörü
1	Gümüşhane	Kürtün Barajı	85.00	198.00	26,59%
2	Gümüşhane	Torul Barajı	100.00	322.00	36,76%
3	Artvin	Muratlı Barajı	115.00	444.12	44,09%
4	Artvin	Borçka Barajı	300.00	1339.00	50,95%
5	Artvin	Deriner Barajı	670.00	2118.00	36,09%
6	Artvin	Artvin Barajı	332.00	1026.00	35,28%

## 3. Bulgular ve Tartışma

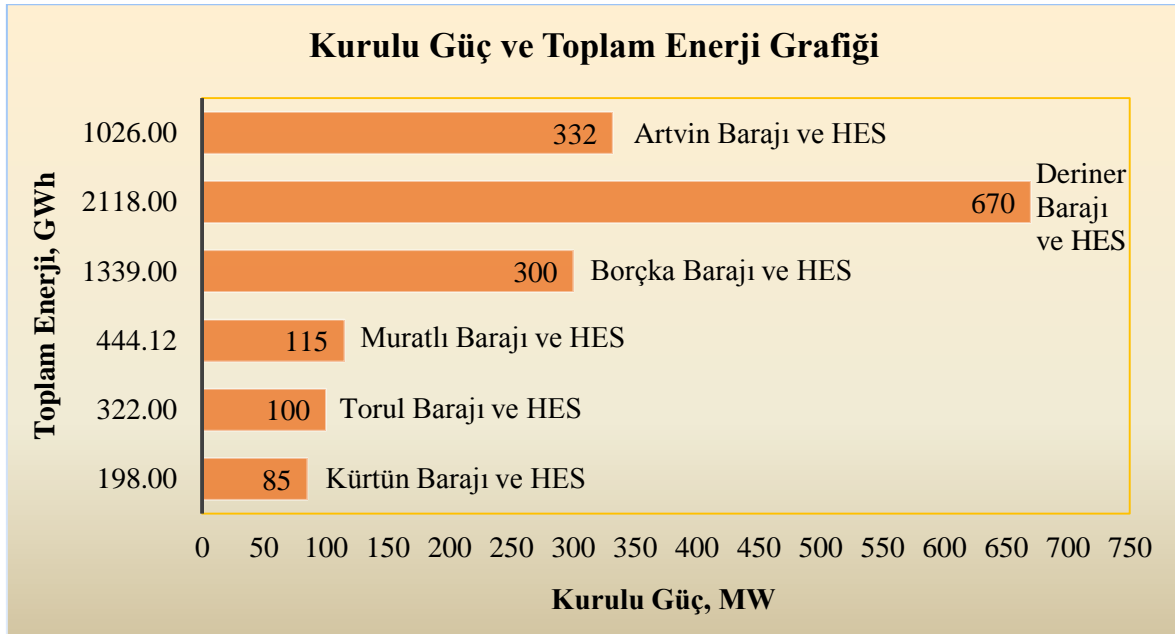
Kapasite faktörü bir projenin rantabilitesinin de bir ölçütüdür. Bu sebeple kapasite faktörü ne kadar yüksek olursa projenin mevcut kurulu gücünden çok daha fazla yararlandığı ve rantabilite değerinin de yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Böylece bu tarz projelerin enerji üretim değerleri ile kapasite faktörleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu sonucuna da varılmaktadır.

Değerlendirmede Gümüşhane İlinde bulunan Kürtün Barajı ve Torul Barajı ile Artvin İlinde bulunan Muratlı Barajı, Borçka Barajı, Deriner Barajı ve Artvin Barajı kullanılmıştır. Trabzon İlinde yer alan Atasu Barajının diğer barajlara göre kurulu güç ve toplam enerji değerlerinin düşük olmasından dolayı sağlıklı bir veri sağlamayacağı düşünüldüğünden değerlendirme dışı bırakılmıştır.



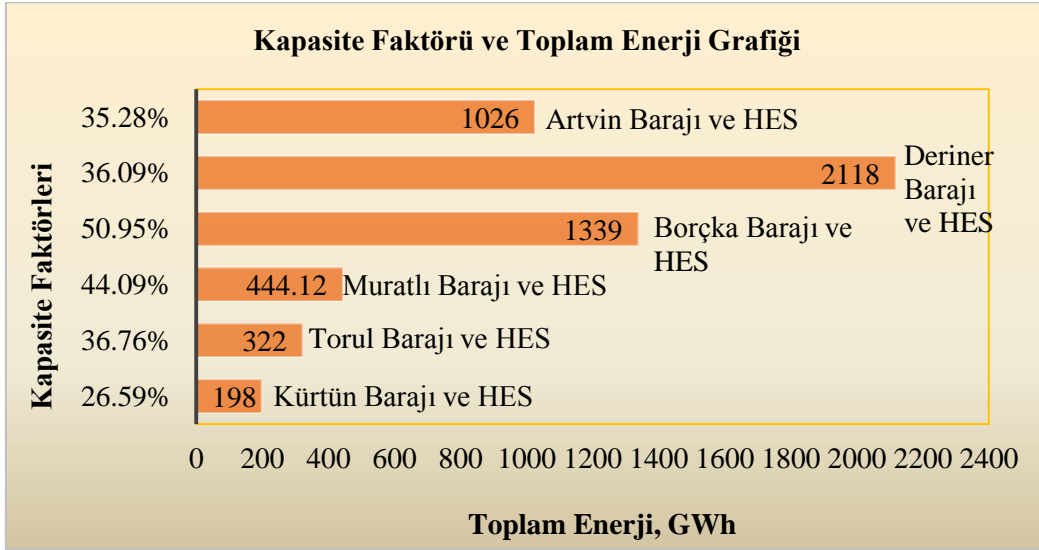
Yapılan çalışmada kurulu güç değerleri maksimum kapasitedeki gücü ifade ettiği için toplam enerji üretim değerleri ile arasındaki ilişkinin birbirine yakın olması projelerin enerji verimliliği açısından optimum düzeyde olduğunu da göstermektedir. Bu sebeple kapasite faktörünün yüksek olması projelerin rantabil olması ile doğrudan ilişkilidir. Böylece hidroelektrik santral projelerinde de kapasite faktörü büyük önem arz etmektedir.

Doğu Karadeniz Bölgesinde yer alan projelerin Kurulu güç- Toplam Enerji grafiği Şekil 2.de verilmiştir. Bu durumda; Deriner Barajı en yüksek Kurulu Güç ve Toplam Enerji üretim değerine sahiptir.



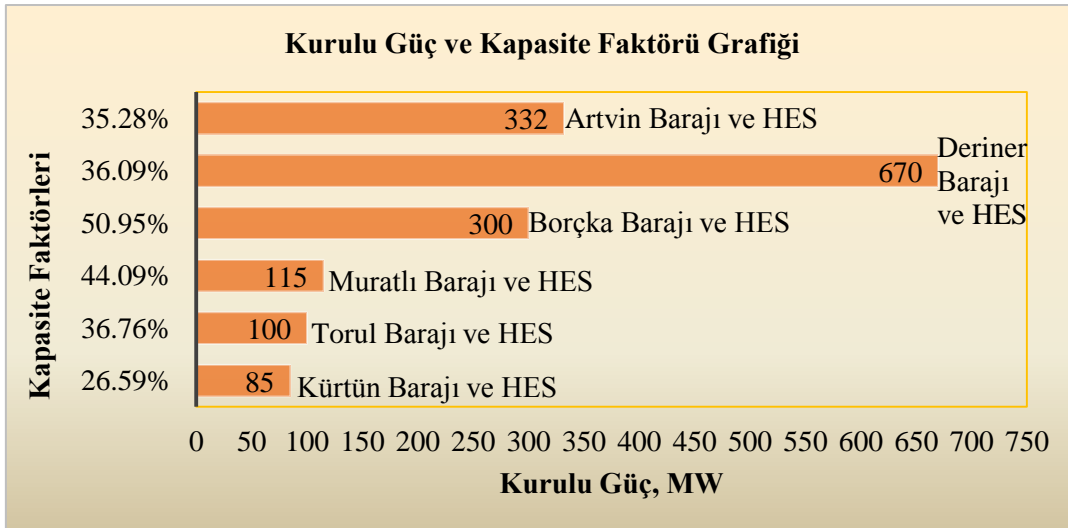
Şekil 2. Kurulu Güç ve Toplam Enerji Grafiği

Projelerin kapasite faktörlerine göre toplam enerji ilişkisi Şekil 3.te verilmiştir. Bu grafiğe göre Deriner Barajının en yüksek enerji üretim değerine sahip olmasına rağmen kapasite faktörü %36,09 olup, 1339.00 Gwh enerji üretim değeri ile Borçka Barajı ve HES projesi en yüksek kapasite faktörüne (%50,95) sahiptir.



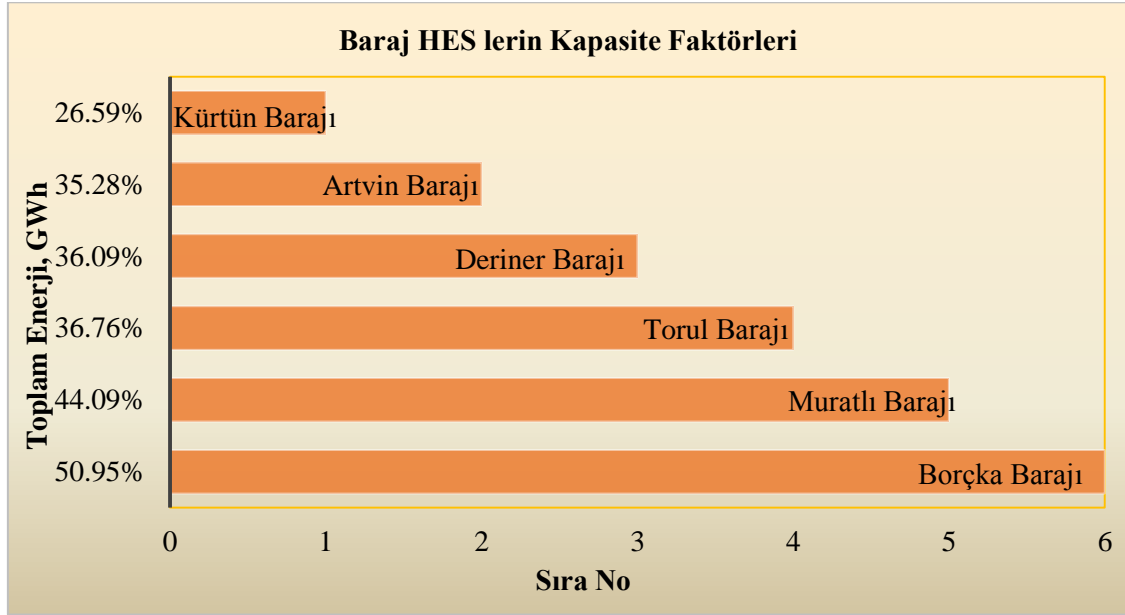
Şekil 3. Kapasite Faktörü ve Toplam Enerji Grafiği

Projelerin kapasite faktörlerine göre Kurulu Güç ilişkisi Şekil 4.te verilmiştir. Bu grafiğe göre 670.00 MW kurulu gücündeki Deriner Barajı ve HES projesi en yüksek kurulu güce sahip olmasına rağmen, 300.00 MW kurulu gücündeki Borçka Barajı ve HES projesi en yüksek kapasite faktörüne sahiptir.



Şekil 4. Kapasite Faktörü ve Toplam Enerji Grafiği

Projelerin kapasite faktörlerine sırası ile Şekil 5.te verilmiştir. Bu grafiğe göre Borçka Barajı ve HES projesi en yüksek, Kürtün Barajı ve HES ise en düşük kapasite faktörüne sahiptir.



Şekil 5. Baraj Hidroelektrik Santrallerin Kapasite Faktörleri

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Sonuç olarak kapasite faktörü yalnızca kurulu güç ya da toplam enerji üretim değerine bağlı değildir. En yüksek kurulu güç ve enerji üretim değerlerine rağmen daha düşük kapasite faktörü çıkabilmektedir. Örneğin çalışmamızda en yüksek kurulu güç ve enerji üretim değeri olan Deriner Barajı ve HES projesinin kapasite faktörü %36,09 iken daha düşük değerlere sahip Borçka Barajı ve HES projesi %50,95 lik kapasite faktörü değerine sahiptir.

Borçka Barajı ve HES, mevcut kurulu gücünün yarısını kullanarak enerji üretebilmekte ve bu değerinde oldukça yüksek bir değere tekabül gelmektedir. Ortalama %30 luk kapasite faktörlerinin verimli projeler olarak değerlendirildiği analizlere göre bu değerinin büyüklüğü aşıkardır.

Borçka Barajının su potansiyelinin bu değere katkısı oldukça büyüktür. Aynı zamanda kapasite faktörünün yüksek değer olması bu projenin oldukça doğru bir yatırım olduğunun da göstergesidir. Genel itibari ile kapasite faktörlerinin %30 seviyelerinde olan Doğu Karadeniz Bölgesindeki Baraj HES projelerinin ne kadar doğru ve verimli projeler olduğunu da ortaya koymaktadır.

Ülkemizde yer alan ve planlanan özellikle Baraj HES projeleri yüksek enerji üretimi yapan projelerdir. Kapasite faktörlerinin proje değerlendirmelerinde göz önünde bulundurularak optimum proje çözümlerinde bulunulması birçok projeyi yapılabilirlik açısından rantabil kılacaktır. Bu durum

mevcut kapasitesini daha çok kullanabilen projelerin verimlilik değerlerinin artacağı anlamına da gelmektedir. Örneğin karşılaştırma yapılacak olursa; ülkemizin önemli enerji kaynaklarından birisi olan Atatürk Barajı 2400 MW kurulu gücünde olup, 8400 Gwh yıllık enerji üretimi gerçekleştirmektedir (URL-4) ve Atatürk Barajının kapasite faktörü %26,97 dir. Doğu Karadeniz Bölgesinde yer alan Baraj HES ler değerlendirildiğinde de kapasite faktörlerinin %26,59 ila %50,95 aralığında olması önemli ve doğru yatırımlar olduğunun göstergesidir. Kapasite faktörlerinin yüksek olması ile su kaynaklarının da ne kadar güvenilir olduğu ve enerji üretiminin devamlılığı açısından da önemi vurgulanmaktadır.

## Teşekkür

International Civil Engineering and Architecture Conference 2019, 17-20 April 2019, Trabzon/Turkey, Volume 1: Civil Engineering, page 854-860, ISBN: 978-605-81854-3-2 (Tk) 978-605-81854-4-9 (1.c).

Konferansın gerçekleştirilmesinde katkı sağlayan tüm kurul üyelerine teşekkür ederim.

## Kaynaklar

- Acar, E. (2008). *Türkiye'deki Rüzgâr ve Hidroelektrik Enerji Potansiyellerinin Karşılaştırılması ve Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Akkaş, A.A. (2001). Rüzgâr Enerjisi Sistemlerinin Performans Değerlendirmesi. *Rüzgâr Enerjisi Sempozyumu* (s.75-84).
- Arıkan, Y., Çam, E. (2017). Rüzgâr ve Güneş Enerjisi Sistemlerinin Fizibilite Analizlerinin Web Tabanında Gerçekleştirilmesi. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 9(1), 1-10.
- Dalkır, Ö. ve Şeşen, Ş. (2011), Çevre ve Temiz Enerji: Hidroelektrik, Ankara: Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü.
- Gökdemir, M., Kömürcü, M.İ. (2012). *Türkiye'de Hidroelektrik Enerji ve HES Uygulamalarına Genel Bakış*. İMO Su Yapıları Kurulu, TMH- 471, 18-26.
- Mathew, S. (2006). *Wind Energy Fundamentals, Resource Analysis and Economics*. Netherlands: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Masters, M. (2004). *Renewable and Efficient Electric Power Systems*. U.S.A.: John Wiley and Sons Publishers.
- Özyalın, S, Ustaoglu, M. (2008). Kemer Baraj Gölü (Aydın) Net Fitoplankton Kompozisyonunun İncelenmesi. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 25 (4), 275-282.
- URL-1: [https://www.icold-cigb.org/GB/dams/role\\_of\\_dams.asp](https://www.icold-cigb.org/GB/dams/role_of_dams.asp), (Erişim Tarihi: 15.09.2020).
- URL-2: <http://bolge22.dsi.gov.tr/isletmedekitesisler/baraj-g%C3%B6let>, (Erişim Tarihi: 22.06.2020).
- URL-3: <http://bolge26.dsi.gov.tr/isletmedekitesisler/baraj-g%C3%B6let>, (Erişim Tarihi: 22.06.2020).
- URL-4: <http://www.dsi.gov.tr/projeler/ataturk-baraji>, (Erişim Tarihi: 17.09.2020).
- Yıldız, D., Yıldız D., ve Özgüler, H. (2019). Hidroenerji Raporu Yekdem'e Kayıtlı HES'lerin Üretim Verimliliği. Su Politikaları Derneği (SPD) Hidropolitik Akademi. Erişim: <https://www.enerjiportali.com/wp-content/uploads/2019/07/YEKDEMe-Kay%C4%B1tl%C4%B1-HESlerin-%C3%9Cretim-Verimlili%C4%9Fi.pdf>

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

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 2(2), 308-324, 2020  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>





**Araştırma Makalesi / Research Article****Doi: [10.47898/ijeased.800037](https://doi.org/10.47898/ijeased.800037)**

## **Alan Kullanımı/Arazi Örtüsü Değişiminin Mekansal ve Zamansal Analizi: İzmir/Türkiye Örneği**

İpek KARAALİ<sup>1a\*</sup>, Ebru ERSOY TONYALOĞLU<sup>2a</sup>, Birsen KESGİN ATAK<sup>2b</sup>, Engin NURLU<sup>1b</sup>

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, İzmir, 35030, Türkiye.

<sup>2</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Aydın, 09100, Türkiye.

<b>Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)</b>	<b>Makale Süreci / Article Process</b>	
<b>*Sorumlu Yazar / Corresponding author :</b> <a href="mailto:ipekkaraali23@gmail.com">ipekkaraali23@gmail.com</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0002-2125-8487">https://orcid.org/0000-0002-2125-8487</a> , İ. Karaali  <a href="https://orcid.org/0000-0002-2945-3885">https://orcid.org/0000-0002-2945-3885</a> , E. Ersoy Tonyaloğlu  <a href="https://orcid.org/0000-0003-4786-0801">https://orcid.org/0000-0003-4786-0801</a> , B. Kesgin Atak  <a href="https://orcid.org/0000-0001-5458-7749">https://orcid.org/0000-0001-5458-7749</a> , E. Nurlu	<b>Geliş Tarihi / Received Date</b> : 25.09.2020 <b>Revizyon Tarihi / Revision Date</b> : 10.10.2020 <b>Kabul Tarihi / Accepted Date</b> : 24.10.2020 <b>Yayım Tarihi / Published Date</b> : 15.12.2020	

**Alıntı /Cite** : Karaali, İ., Ersoy Tonyaloğlu, E., Kesgin Atak, B., Nurlu, E. (2020). Alan Kullanımı/Arazi Örtüsü Değişiminin Mekansal ve Zamansal Analizi: İzmir/Türkiye Örneği, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2(2), 308-324.

### **Özet**

Çalışmanın amacı 1990 ve 2019 yılları arasında nüfus artışı ile birlikte hızlı kentleşmenin yaşandığı İzmir ili Karşıyaka, Bayraklı, Konak ve Bornova ilçelerinde alan kullanım/arazi örtüsü (AK/AÖ)'nde meydana gelen değişimlerin peyzaj metrikleri ile analiz edilmesidir. Çalışmada 1990 yılına ait Landsat 4-5 TM ve 2019 yılına ait Landsat 8 uydu görüntüleri nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi kullanılarak sınıflandırılmış ve 1990 ve 2019 yıllarına ait AK/AÖ haritaları elde edilmiştir. AK/AÖ değişimi, FRAGSTATS yazılımında sınıf düzeyinde 9 peyzaj metriğinden yararlanılarak yorumlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, çalışma alanında en büyük değişim yapay yüzeylerde artış şeklinde yaşanmıştır. Yapay yüzeylerde baskın olarak sanayi ve yerleşim alanlarının hızla artması, doğal peyzajın bütünlüğünü bozarak çalışma alanında mevcut doğal peyzaj öğelerinde parçalanma, delinme ve izolasyona neden olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Uzaktan algılama, Peyzaj metrikleri, Landsat uydu görüntüleri, Alan kullanım/arazi örtüsü, Nesne tabanlı sınıflandırma.

## ***Analysis of Spatio-temporal Land Use/Land Cover Change: Case of Izmir, Turkey***

### ***Abstract***

*This study aims to analyze the changes in land use/land cover (LU/LC) using landscape metrics in Karşıyaka, Bayraklı, Konak and Bornova districts of Izmir metropolitan city, where the rapid urbanization was experienced together with population growth between 1990 and 2019. LU/LC maps were derived from Landsat 4-5 TM and Landsat 8 satellite images of 1990 and 2019 using object-based classification method. LU/LC change has been detected and interpreted in FRAGSTATS software using 9 core landscape metrics at class level. According to our results, the largest change in LU/LC was the increase in artificial surfaces. The rapid increase in industrial and residential areas of artificial surfaces disrupted the integrity of the natural landscape and caused fragmentation, perforation and isolation in the natural landscape elements in the study area.*

**Keywords:** *Remote sensing, Landscape metrics, Landsat satellite images, Land use/land cover, Object based classification.*

### **1. Giriş**

Peyzaj ekolojisi, peyzaj yapısı, süreçler (işlev) ve değişim arasındaki etkileşimin önemini vurgulamaktadır (Urban ve ark., 1987; Turner, 1989; Turner ve ark., 2001). Peyzaj yapısı, peyzajın doğal ve çok önemli bir yönünü ifade etmektedir ve bu nedenle peyzaj ekolojisi alanında birçok çalışma peyzaj yapısını analiz ederek bir peyzajın yapı, işlev(ler) ve değişim(ler)i arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi üzerine temellendirilmiştir (Herold ve ark., 2002; Matsushita ve ark., 2006; DiBari, 2007; Yu ve Nakagoshi, 2007). Peyzajlar, zaman ve mekan içinde mekansal bileşenlerin kompozisyonundan oluşturmaktadır. Peyzajların mekansal yapısının belirlenmesi peyzaj ekolojisi araştırmalarının ana amaçlarından birini oluşturmaktadır. Peyzaj yapısı, hem doğal çevrenin hem de insan kaynaklı değişimlerin karmaşık koşullarını ifade etmektedir. Peyzaj, doğal ve kültürel süreçlerin birbiri ile etkileşimi sonucunda değişime uğrayan dinamik bir yapıya sahiptir. Tüm canlılarla birlikte insanlar da meydana gelen değişimlerden etkilenmektedir. Bu değişimler zaman zaman fark edilemeyecek boyutta ilerleyip, sonuçta peyzaj üzerinde ciddi boyutta etkilere yol açmaktadır. Peyzajda meydana gelen değişimler, doğal süksesyonların dışında, sanayileşme, kentleşme, tarım faaliyetleri gibi insan faaliyetlerinden kaynaklanan gelişmeler ile oluşabilmektedir. Sürdürülebilir gelişmeye engel olan ve insan yaşamını doğrudan etkileyen bu değişimlerin izlenmesinde ve gerekli tedbirlerin alınmasında biyolojik çeşitlilik, kentleşme, alan kullanım/arazi örtüsü (AK/AÖ) ve nüfus değişimi gibi göstergeler kullanılmaktadır (OECD, 2003; U.S. EPA, 2008; Nurlu ve ark., 2008 ve 2009).

AK/AÖ haritaları, peyzaj yapısının incelenmesinde sıklıkla kullanılan ve peyzajdaki kategorik coğrafi birimlerin mekansal olarak gösterimini yansıtan en önemli peyzaj göstergelerinden birini oluşturmaktadır. Alan Kullanımı (AK), insanlığın arazi örtüsünden ne şekilde yararlandığını ifade

etmekte ve arazi yönetim uygulamalarını içermektedirken, Arazi Örtüsü (AÖ) kavramı ise arazinin yüzeyini kaplayan doğal bitki örtüsünü, toprak tabakası ile biyomasını, tarım ürünlerini ve diğer tüm insan yapılarını ifade etmektedir (Verburg ve ark., 2009; Somuncu ve ark., 2010). Tanımlardan da anlaşıldığı gibi, AÖ kavramı genellikle, çevresel koşullara bağlı olarak şekillenmekteyken, AK kavramı ise insanların farklı ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla çeşitli sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel bileşenler doğrultusunda, insan ve çevre arasında bir ilişki kurmaktadır. Dolayısıyla, AK ve AÖ’nde yaşanan değişimler genellikle birbirlerini etkilemekte, çoğu zaman birbirinde yaşanan değişimleri tetiklemektedirler. AK/AÖ değişimi, günümüzde küresel ölçekte doğal ve sosyal sistemler ile bağlantılı olan karmaşık ve biyoçeşitlilik, yerel / bölgesel / küresel iklim ile ekosistem servisleri vb dinamik süreçler üzerinde etkili olmaktadır (Turner ve ark., 1990). Bu kapsamda, AK/AÖ belirlenmesi ve zaman içindeki değişiminin izlenmesi, peyzaj planlama ve yönetiminde karar vericilere yardımcı olmakta ve mevcut değişimler üzerinden eğilimlerin saptanması yoluyla yanlış kararların belirlenmesi ve gelecekte daha sağlıklı planlama kararlarının alınmasında önemli bir rol oynamaktadır. AK/AÖ değişiminin belirlenebilmesi ancak düzenli aralıklarla tutulmuş zamansal veriler ile mümkün olmaktadır. Bu kapsamda, mevcut peyzajların doğal ve kültürel özellikleri temelinde bir dizi tematik kategoriye ayrılması süreci olan AK/AÖ haritalaması, peyzajların mevcut ve geçmiş durumu hakkında bizlere ışık tutmaktadır.

Peyzajdaki değişimleri incelemek için yaygın olarak kullanılan göstergelerden biri olan arazi örtüsü (AÖ) göstergeleri, genellikle uydu görüntülerinden oluşan veri setleri kullanılarak, yarı doğal ve doğal alanlardaki kayıpları ve kazançları, belirlenen arazi örtüsü (AÖ) sınıflarındaki değişimi ve dönüşümü, yapay yüzeylerdeki gelişimi (kentsel alanlar, sanayi ve maden alanları gibi yapay yüzeylerin değişimi) ve yüzey sularındaki değişimi izlemek için kullanılmaktadır (OECD, 2017; Hašič ve Mackie, 2018; Ersoy, 2019). Peyzajda geleceğe yönelik vizyon oluşturulması, uygulanan plan kararlarının doğruluğuna, peyzajın yönetilmesine ve bunların sonucunda oluşan peyzaj değişimlerine bağlıdır (U.S. EPA, 2008; Nurlu ve ark., 2008 ve 2009). AK/AÖ değişimleri peyzajın değişimini ortaya koyan önemli göstergelerdendir (U.S. EPA, 2008). Bu kapsamda, uzaktan algılama (UA) teknikleri ve coğrafi bilgi sistemlerinin (CBS) kullanımı ile AK/AÖ değişimleri saptanabilmektedir (Bürge ve ark., 2004). Peyzajların ileriye yönelik gelişme eğilimlerini de göstermesi açısından, AK/AÖ’deki değişimler oldukça önemlidir. Peyzajlarda oluşan değişimleri olumlu yönde etkilemek, doğru ve etkili plan kararları ve bu plan kararlarının olası sonuçlarına karşı gerçekçi öngörülerle mümkün kılınabilmektedir (Barredo ve ark., 2003a ve 2003b). Bu kapsamda, tüm dünyada ve Türkiye’de AK/AÖ değişimleri analiz edilerek değerlendirilmektedir.



Örneğin, Alphan (2003)'ın kent ve kent bitişiğindeki tarım alanları ve yarı doğal alanlar üzerinde durduğu çalışmada, Adana ilinde 1984 ve 2000 yılları arasında meydana gelen değişimler incelenmiş ve meydana gelen değişimlerde göçler ve kalkınma stratejilerinin etkili olduğu belirtilmiştir. Kesgin ve Nurlu (2009) sınıflandırma sonrası karşılaştırma yöntemi kullanarak İzmir ili Çandarlı ilçesinde peyzajda meydana gelen değişimleri tespit etmişlerdir. Herold ve ark (2002) 1978-1998 yılları arasında California, USA'de kentsel büyümeden kaynaklanan AK/AÖ değişimini peyzaj metrikleri ile analiz etmiştir. Ji ve ark (2006) ise Landsat uydu görüntülerinin yardımı ile 1972-2001 yılları arasında Kansas, USA'de kentsel büyümeyi peyzaj metriklerini kullanarak karakterize etmiştir. Bunlara ek olarak, Kesgin Atak ve Ersoy Tonyaloğlu (2019) 1990 ve 2017 yıllarına ait Landsat uydu görüntülerini kullanarak Aydın ilinde NDVI verilerine dayanan yöntem kullanılarak, yoğun kentleşme bölgelerindeki AK/AÖ değişimlerine bağlı karasal karbon depolarının potansiyelleri incelenmiştir.

Günümüzde peyzaj yapısını analiz etmek, değerlendirmek ve peyzajda meydana gelen değişimleri tespit etmek için geliştirilmiş çeşitli yöntemler ve araçlar bulunmaktadır. Peyzajda meydana gelen değişimlerin tespit edilmesinde kullanılan yöntemlerden birisi de farklı yazılımlar aracılığı ile peyzaj metriklerinin hesaplanmasıdır. Peyzaj metrikleri, peyzaj planlama çalışmalarına ışık tutan birçok mekansal ve mekansal olmayan verinin elde edilmesine yardımcı olmakta ve peyzaj yapısının değerlendirilmesi, peyzaj işleyişi (fonksiyonları) ile değişiminin analiz edilmesi ve saptanmasında temel olabilecek birçok veri sağlamaktadır. Özellikle, peyzaj yapısı ile fonksiyonu ve değişimi arasında belirgin ilişkiler elde edilebildiğinde, peyzaj metrikleri peyzaj planıcıları için çok önemli araçlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Peyzaj metrikleri, başta peyzajda yaşanan ekolojik işleyiş ve süreçler olmak üzere, farklı planlama modellerinin değerlendirilmesi ve karşılaştırılması ile bu modellerin mevcut peyzaj sistemi üzerindeki olası etkilerinin saptanması ve değerlendirilmesinde de etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Martensen ve ark., 2008; Deng ve ark., 2009; Aguilera ve ark., 2011). Peyzaj metrikleri, özellikle niceliksel (sayısal) bilgilerin üretilmesi yoluyla, planlamada objektif kararlar alınmasına da yardımcı olmaktadır.

Peyzaj değişim süreçlerinin daha iyi anlaşılması amacıyla da kullanılan peyzaj metrikleri, genellikle 3 düzeyde hesaplanmaktadır. Bunlar; peyzaj mozaïği (tüm peyzaj), peyzaj sınıfları ve peyzaj lekeleri düzeylerinde hesaplanan farklı metriklerden oluşmaktadır. 3 farklı düzeyde hesaplanabilen peyzaj metrikleri, peyzajın kompozisyonu ve konfigürasyonu ile ilgili sayısal bilgiler elde etmemizi sağlayan önemli göstergelerdendir (Botequilha Leitão ve ark., 2006). Peyzaj kompozisyon metrikleri, peyzajın mekansal olmayan özellikleri hakkında, peyzaj konfigürasyon

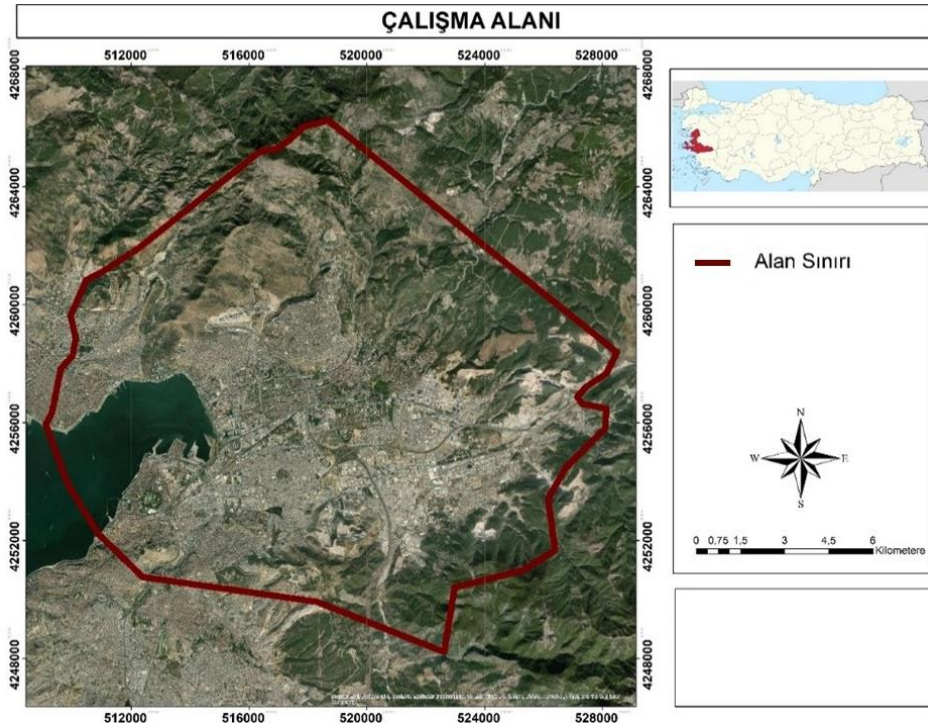
metrikleri ise mekansal özellikleri hakkında veri sağlamaktadır (Gustafson, 1998). Peyzaj metrikleri, birçok CBS ve UA yazılımının uzantısında (extension), örneğin Patch Analyst, hesaplanabileceği gibi, FRAGSTATS gibi bağımsız yazılımlar ile de hesaplanabilmektedir.

Çalışmanın amacı, 1990 ve 2019 yılları arasında 29 yıllık dönemde nüfus artışı ile birlikte hızlı kentleşmenin yaşandığı İzmir ili Karşıyaka, Bayraklı, Konak ve Bornova ilçelerinde AK/AÖ'nde meydana gelen değişimlerin peyzaj metrikleri ile analiz edilmesidir. Çalışmada, 1990 yılı Landsat 4-5 TM uydu görüntüsü ve 2019 yılı Landsat 8 uydu görüntüsüne nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi uygulanarak, 1990 ve 2019 yıllarına ait AK/AÖ haritaları elde edilmiştir. Elde edilen AK/AÖ haritalarının değişim analizleri yapılmıştır. AK/AÖ değişimi, sınıf düzeyinde 9 peyzaj metriğinden yararlanılarak yorumlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

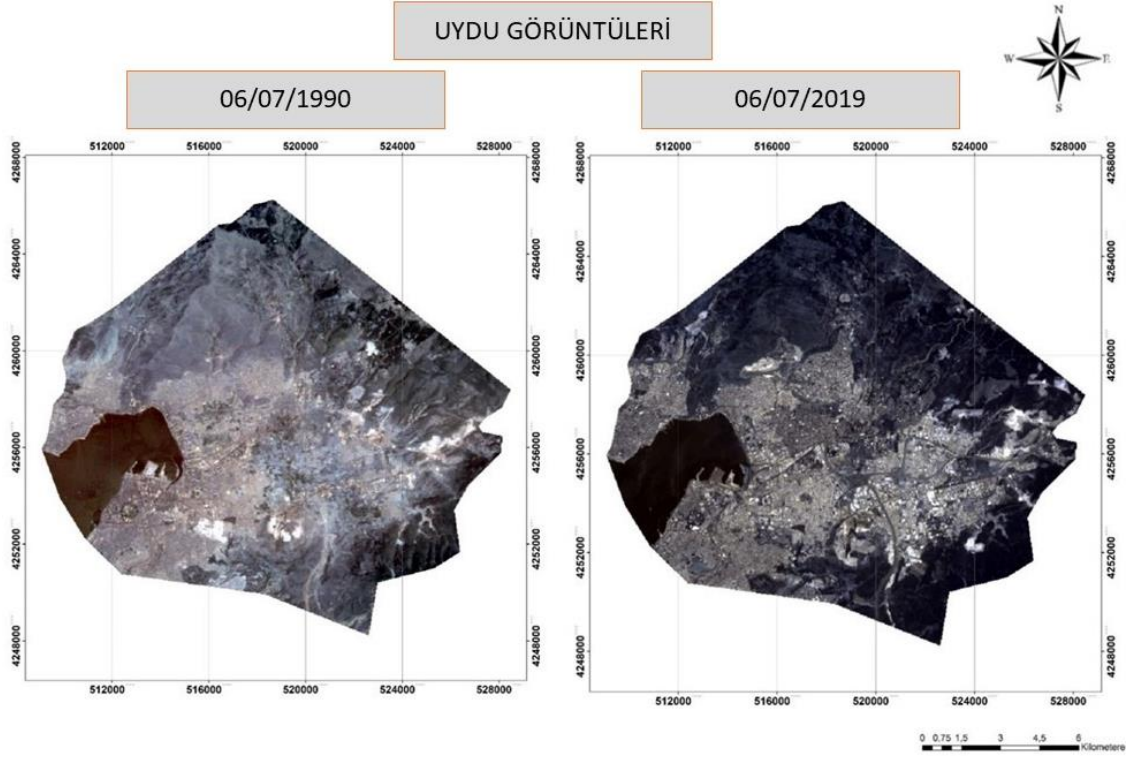
Çalışma alanı, İzmir ilinin Konak, Bornova, Bayraklı ve Karşıyaka ilçelerinin bir bölümünü (yaklaşık 22.193,5 ha alan) kaplamaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı

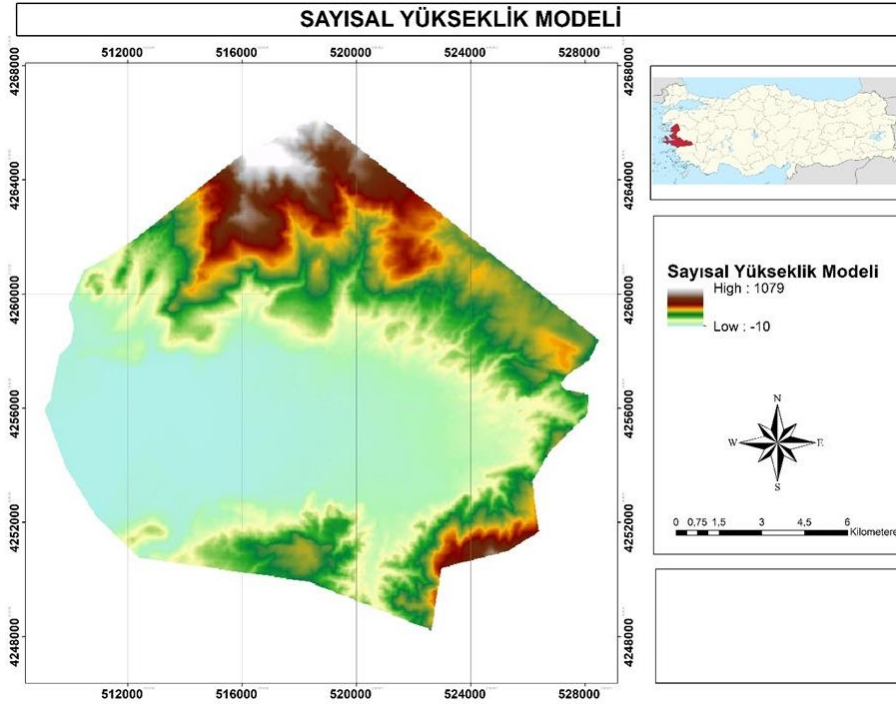
Türkiye'nin üçüncü büyük kenti olan İzmir kenti, Ege Bölgesi'nin bir kıyı kentidir. İlin, kuzeyinde Balıkesir, güneyinde Aydın, batısında ise Manisa illeri ile doğusunda Ege Denizi yer almaktadır. İzmir ili sınırları 37° 45' ve 39° 15' kuzey enlemleri ile 26 ° 15' ve 28 ° 20' doğu boylamları arasında yer almakta olup, ilin yüzölçümü 12.012 km<sup>2</sup>dir. İzmir'de bulunan Gediz Nehri ve Menderes Nehri, Ege Bölgesi'nin önemli akarsularıdır. İzmir kent merkezi, İzmir Körfezi'nin etrafına kurulmuştur. İzmir kıyı bandı, kuzeyde Dikili ilçesine, güneyde Selçuk ilçesine kadar uzanmaktadır. Bu özellikleriyle İzmir, doğal bir turizm ve liman kentidir (İÇDR, 2019). İzmir'de yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı olmak üzere tipik Akdeniz iklimi görülmektedir. Dağların denize dik olması ve ovaların İç Batı Anadolu'ya kadar uzanması, karasal ortamda denizel iklimin yaşanmasına olanak sağlamaktadır. En sıcak aylar Temmuz-Ağustos, en soğuk aylar Ocak ve Şubat aylarıdır. İlde kar yağışı yok denecek kadar azdır (İÇDR, 2019). İzmir ilinin topraklarının büyük bir bölümü, kırmızı Akdeniz toprakları ve kalkersiz kahverengi topraklardır. Akdeniz'in doğal bitki örtüsünün özelliklerini gösteren İzmir ilinde, geniş, sert ve iğne yapraklı, sürekli yeşil kalan, kuraklığa dayanıklı ağaç ve çalılar doğal bitki örtüsünü oluşturmaktadır. İzmir ilinin nüfusu 2019 TÜİK verilerine göre 4.367.251 kişidir. Bu sayı ile İzmir ili, Türkiye'nin en büyük üçüncü büyük şehridir (TÜİK, 2019).

Çalışmada veri kaynağı olarak, Landsat 4-5 TM ve Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Landsat 4-5 TM uydu görüntüsünün Blue (Band1), Green (Band2), Red (Band3), NIR (Band4), SWIR (Band5), SWIR (Band7,) bandları olmak üzere 6 spektral bandı kullanılmıştır. Landsat 8 uydu görüntüsünün ise, Coastal (Band1), Blue (Band2), Green (Band3), Red (Band4), NIR (Band5), SWIR (Band6), SWIR (Band7) bandları olmak üzere 7 spektral bandı kullanılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. 1990 ve 2019 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri

Çalışmada, ASTER Küresel Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) yardımcı veri olarak kullanılmıştır. ASTER verileri, karasal yüzeylerin sıcaklığı, yansımaya değerleri ve yükseklik verileri hakkında ayrıntılı haritalar yapmak için kullanılmaktadır (ASTER, 2016). Bu çalışmada SYM verisi, AK/AÖ haritalarını oluşturmada nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi kullanılarak yapılan segmentasyon işlemi için kullanılmıştır (Şekil 3).

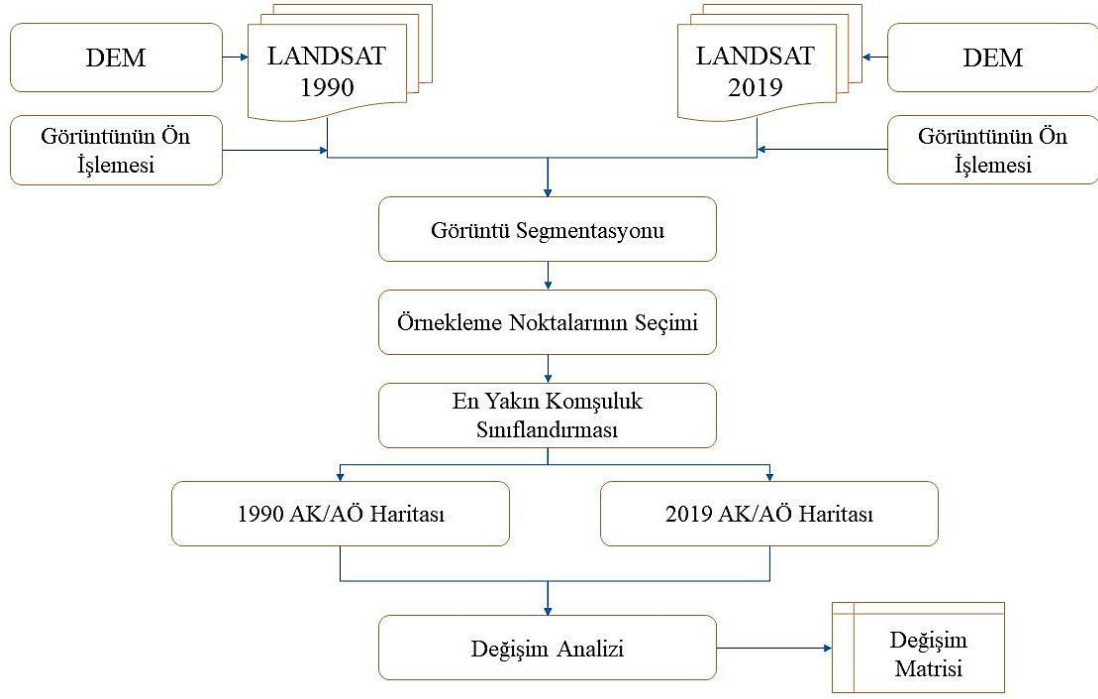


Şekil 3. Çalışma alanına ait SYM (DEM) verisi

AK/AÖ sınıflandırma çalışmalarında, nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi uygulanmıştır. Bu kapsamda uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında eCognition Developer 9.1 (Trimble Geospatial, 2015) ve ArcGIS 10.7 (ESRI, 2019) yazılımları kullanılmıştır. Sınıflandırmada, eCognition Developer 9.1 yazılımı, En Yakın Komşuluk Yöntemi (Nearest Neighbor) kontrollü sınıflandırma yönteminden yararlanılmıştır. AK/AÖ meydana gelen değişimlerin tespit edilmesinde, ENVI 5.1 (L3Harris Geospatial, 2013) ve FRAGSTATS 4.2.1 (McGarigal ve ark., 2012) yazılımları kullanılmıştır. 1990 ve 2019 yılları arasındaki değişimin saptanmasında ENVI 5.1 yazılımı, peyzaj yapısındaki değişimlerin saptanmasında FRAGSTATS 4.2.1 yazılımı kullanılmıştır.

## 2.2. Yöntem

Çalışmanın yöntemi, 1990 ve 2019 yıllarına ait Landsat uydu görüntülerinin nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi ile sınıflandırılması ve AK/AÖ haritalarının oluşturulması, oluşturulan AK/AÖ haritalarının değişimlerinin belirlenmesi ve peyzaj metriklerinden faydalanarak değişim analizinin yapılması aşamalarından oluşmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Yöntem akış şeması

Çalışma alanının 1990 yılına ait 30 m yer çözünürlüğünde Landsat 4-5 TM uydu görüntüsü ve 2019 yılına ait 30 m yer çözünürlüğünde Landsat 8 uydu görüntüleri nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi ile sınıflandırılmıştır. Nesne tabanlı sınıflandırma yönteminde, ilk aşamada uygun parametreler ile segmentasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Segmentasyon aşamasında 1990 yılı Landsat 4-5 uydu görüntüsü ve 2019 yılı Landsat 8 uydu görüntüsünün bandlarına ek olarak, ASTER Küresel SYM verisi yardımcı veri olarak kullanılmıştır. Bandların yansıma değerleri ile çözünürlükleri göz önünde bulundurularak, en uygun parametreler belirlenmiştir. Segmentlere ayrılan uydu görüntülerinin sınıflandırma işleminde AK/AÖ sınıfları belirlenmiş ve belirlenen AK/AÖ sınıflarına uygun örnek seçimleri yapılmıştır. Çalışma alanının sınıflandırılmasına yönelik, alanın kullanım durumuna uygun alt sınıflar oluşturulmuştur. Landsat 4-5 uydu görüntüsü ile Landsat 8 uydu görüntüsü için 24 alt sınıf oluşturulmuştur. Oluşturulan alt sınıflar, yapay yüzeyler (kentsel alanlar, sanayi alanları, maden ve depolama alanları vb. gibi), tarım alanları, orman alanları, maki ve otsu bitkiler, bitki örtüsü az/hiç olmayan alanlar, su yüzeyleri ve kent içi yeşil alanlar olmak üzere 7 ana sınıfta toplanmıştır.

Sınıflandırmaların doğruluğunu ve geçerliliğini ölçmek amacıyla, sınıflandırma sonunda elde edilen elde edilen AK/AÖ haritalarına doğruluk analizi uygulanmıştır. 1990 ve 2019 yıllarına ait sınıflandırılmış uydu görüntülerinin doğruluklarının belirlenmesinde, hata matrisi ve Kappa (k)

katsayısı ile doğruluk analizi uygulanmıştır (Foody, 2002; Congalton ve Green, 1999). Toplam doğruluk, üretici doğruluğu, kullanıcı doğruluğu ve Kappa istatistik değerleri hesaplanmıştır. Landsat 4-5 ve Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılarak elde edilen AK/AÖ haritalarının doğruluk analizleri, ArcGIS 10.7 yazılımında gerçekleştirilmiştir (Şekil 4).

Son olarak FRAGSTATS 4.2.1 yazılımı yardımıyla sınıf düzeyindeki peyzaj metriklerinden toplam yama alanı (CA), peyzaj yüzdesi (PLAND), parça/yama sayısı (NP), ortalama alan (AREA\_MN), alan ağırlıklı ortalama alan (AREA\_AM), Öklid en yakın komşu mesafesi (ENN\_AM), yakınlık indeksi (PROX\_AM), etkin ağ büyüklüğü (MESH) ve bitişiklik indeksi (IJI) hesaplanmıştır (Tablo 1).

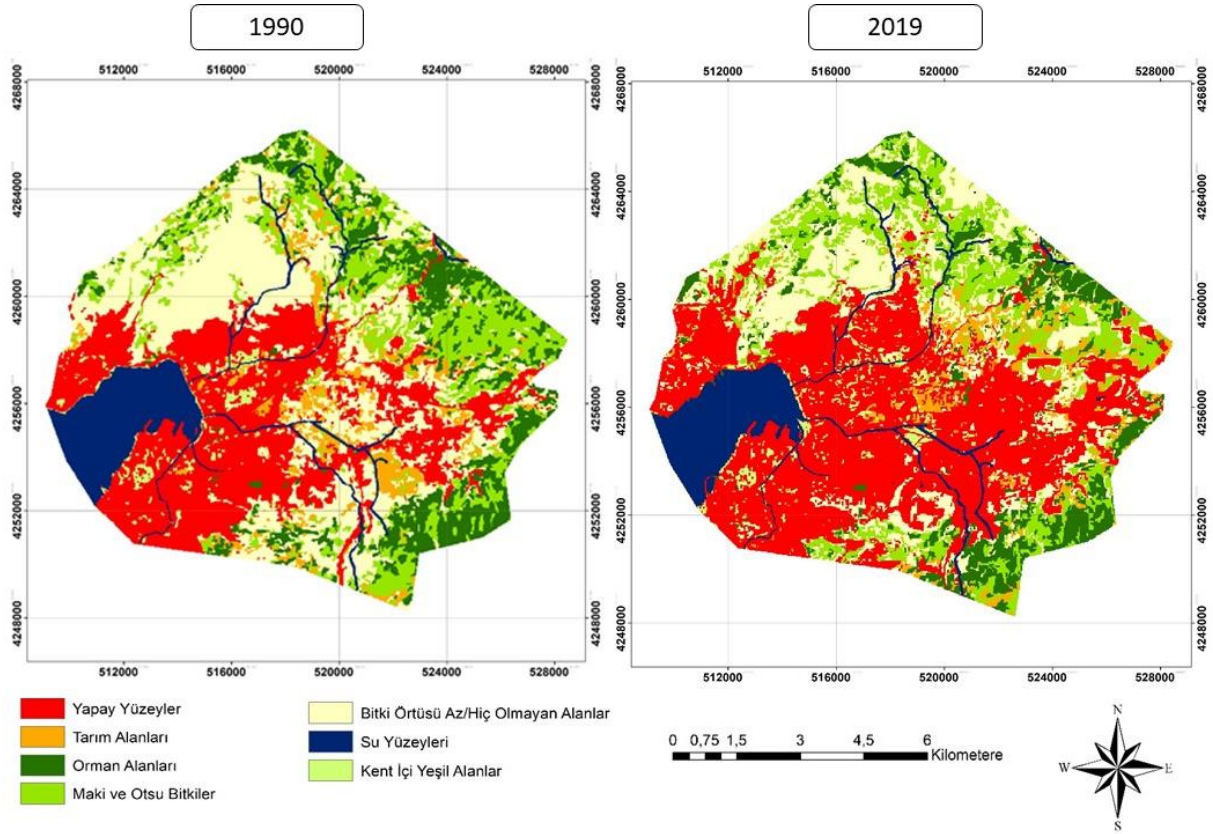
**Tablo 1.** Araştırmada kullanılan peyzaj metrikleri (Leitão ve ark., 2012; McGarigal, 2014)

Metrik Adı (İng)	Metrik Adı (TR)	Birim	Kısaltma	Kullanım Amacı
Total Areaa	Toplam yama alanı	ha	CA	Baskınlık, hakimiyet
Percentage of Landscape	Peyzaj Yüzdesi	%	PLAND	Baskınlık, hakimiyet
Number of Patches	Parça/yama sayısı		NP	Parçalanma
Patch Area Mean	Ortalama alan	ha	AREA-MN	NP ile birlikte parçalanma
Euclidean Nearest Neighbor Distance	Öklid en yakın komşu mesafesi	m	ENN-AM	Parçalanma ve izolasyon
Proximity Index	Yakınlık indeksi		PROX-AM	Parçalanma/Bağlantılılık
Effective Mesh Size	Etkin ağ büyüklüğü		MESH	Parçalanma/Bağlantılılık
Patch Area- Area Weighted Mean	Alan ağırlıklı ortalama leke büyüklüğü	ha	AREA-AM	NP ile birlikte parçalanma
Interpersation Juxtaposition Index	Bitişiklik indeksi		IJI	Parçalanma/Bağlantılılık

### 3. Bulgular ve Tartışma

Sınıflandırma sonrası AK/AÖ haritalarının doğruluk analizleri sonucunda 1990 yılı AK/AÖ için kullanıcı doğruluğu %91, Kappa değeri %89 iken 2019 AK/AÖ için kullanıcı doğruluğu %98, Kappa değeri %98 olarak hesaplanmıştır. 1990 ve 2019 yıllarına ait AK/AÖ haritaları Şekil 5'te verilmiştir.





Şekil 5. 1990 ve 2019 yılları AK/AÖ haritaları

1990 ve 2019 yıllarına ait AK/AÖ haritalarındaki farklı AK/AÖ sınıflarının toplam alanları Tablo 2’de sunulmuştur. Elde edilen veriler incelendiğinde, 1990 ve 2019 yılları arasında en büyük değişim %12,4 olarak yapay yüzeyler sınıfında meydana geldiği görülmektedir. Bu değişimi %9,1’lik değişim ile bitki örtüsü az/hiç olmayan alanlar izlemiştir. Tarım alanları %1,21, orman alanları %2,9, su yüzeyleri %0,25 oranında azalırken, kent içi yeşil alanlar %1 artış göstermiştir. En az değişime uğrayan sınıf ise %0,03 ile maki ve otsu bitkiler sınıfı olmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. 1990 ve 2019 yıllarına ait AK/AÖ sınıfları ve alanları (ha)

AK/AÖ Sınıfları	1990 (ha)	2019 (ha)	% Değişim
Yapay Yüzeyler	6148,08	8915,49	12,4
Tarım Alanları	1420,02	1150,11	1,21
Orman Alanları	2709,9	2066,31	2,9
Maki ve Otsu Bitkiler	3292,38	3288,87	0,03
Bitki Örtüsü Az/Hiç Olmayan Alanlar	6336,81	4320,27	9,1
Su Yüzeyleri	1930,14	1873,62	0,25
Kent İçi Yeşil Alanlar	356,13	578,79	1
Toplam	22193,5	22193,5	-

1990 ve 2019 yılları arasındaki 29 yıllık dönemde, çalışma alanında yaşanan değişimleri tespit etmek ve bu değişimin yarattığı, neden olduğu yapısal ve işlevsel süreçleri açıklamak amacıyla hesaplanan 9 peyzaj metriğine ilişkin sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir. Her iki yılda da çalışma alanında baskın AK/AÖ sınıfının yapay yüzeyler olduğu tespit edilmiştir. Yapay yüzeyler, kent merkezinin genişlemesi ve buna bağlı olarak yapılaşmanın artması sonucunda 29 yıllık dönem sonunda 2.767,4 ha artmıştır. Bu durum maki, orman ve tarım alanlarını parçalamış ve daraltmıştır. Her ne kadar maki ve otsu bitkiler sınıfının toplam alanında ciddi bir azalma olmamış olsa da artan NP, azalan AREA\_MN ve AREA\_AM değerleri, PROX\_AM ve ENN\_AM değerleri ile birlikte ele alındığında, maki ve otsu bitkiler sınıfında artan parçalanma ve izolasyona işaret etmektedir. Diğer yandan orman alanları sınıfının toplam alanı yaklaşık %25 azalma göstermiştir. Artan NP, azalan AREA\_MN ve AREA\_AM değerleri, PROX\_AM, ENN\_AM ve MESH değerleri ile birlikte orman sınıfında çok ciddi parçalanmaların meydana geldiğini ve fiziksel/mekansal bağlantılılığın zayıfladığı anlamını taşımaktadır. 29 yıllık dönem içinde tarım alanlarında da benzer bir değişim meydana gelmiştir. Yapılaşma faaliyetleri doğal peyzajda bölünme ve delinmelere yol açmıştır. Kentsel bölgelerin gelişmesi tarımsal faaliyetlerde de azalmayı beraberinde getirmiş, kentsel gelişme tarım alanları üzerinde baskı oluşturmaya başlamıştır. 1990-2019 yılları arasında tarım alanlarında 269,91 ha alan kaybı meydana gelmiştir.

1990-2019 yılları arasında bitki örtüsü az/hiç olmayan alanlardan 2.018,61 ha kadar kayıp olmuştur. Bitki örtüsü az/hiç olmayan alanlarda yaşanan kayıplar yapay yüzeylere, tarım alanları ve az da olsa orman alanlarına dönüşüm şeklinde yaşanmıştır. Diğer yandan ormanlarda 650,16 ha alan kaybı yaşanmıştır. Artan NP, azalan AREA\_MN ve AREA\_AM değerleri orman alanlarına artan parçalanma ve delinme süreçlerine işaret etmektedir. Son 19 yıllık süre zarfında orman alanlarında yaşanan parçalanma ve delinmeler aynı zamanda orman peyzajı bağlantılılığını olumsuz yönde etkileyen faktörler arasında yer almaktadır. Kent içi yeşil alanlarda 222,6 ha alan artışı görülmektedir. 1990-2019 yılları arasında alanlarda sırasıyla; bitki örtüsü az/hiç olmayan alanlarında 2.016,54 ha, orman alanları 643,59 ha, tarım alanlarında 269,91 ha, su yüzeylerinde 56,52 ha, maki alanlarında 3,51 ha kayıplar görülmüştür. Aynı dönemde yapay yüzeyler 2.767,41 ha, kent içi yeşil alanlar ise 222,6 ha artmıştır.

**Tablo 3.** 1990 ve 2019 yıllarına ait peyzaj metrikleri sonuçları

Sınıflar	Yıllar	CA	PLAND	NP	AREA_MN	AREA_AM	IJI	MESH	PROX_AM	ENN_AM
1	1990	6.148,89	27,68	130,00	47,30	1.519,03	78,64	420,52	5.510,29	90,14
	2019	8.918,46	40,16	209,00	42,67	2.309,89	88,88	927,73	10.476,97	101,00
2	1990	1.421,28	6,39	323,00	4,40	40,59	79,72	2,60	14,61	82,45
	2019	1.151,46	5,19	395,00	2,92	22,76	83,65	1,18	32,76	74,35
3	1990	2.718,90	12,24	234,00	11,62	280,87	60,81	34,38	57,19	71,32
	2019	2.068,74	9,32	254,00	8,14	121,28	75,06	11,30	157,69	76,19
4	1990	3.296,07	14,83	350,00	9,42	230,38	67,11	34,19	42,02	109,44
	2019	3.290,04	14,82	376,00	8,75	120,05	73,97	17,79	157,08	111,33
5	1990	6.339,87	28,54	422,00	15,02	651,24	83,15	185,89	1.566,69	1.770,00
	2019	4.321,26	19,46	508,00	8,51	447,43	77,79	87,07	246,13	148,20
6	1990	1.930,32	8,69	2,00	965,16	1.891,48	88,57	164,38	0,12	64,13
	2019	1.875,96	8,45	16,00	117,25	1.818,84	72,52	153,66	0,01	233,83
7	1990	356,13	1,60	152,00	2,34	16,17	49,59	0,03	5,04	157,54
	2019	579,42	2,61	430,00	1,35	6,74	55,62	0,01	7,70	61,92

1= Yapay Yüzeyler, 2= Tarım Alanları, 3= Orman Alanları, 4= Maki ve Otsu Bitkiler, 5= Bitki Örtüsü Az/Hiç Olmayan Alanlar, 6= Su Yüzeyleri, 7= Kent İçi Yeşil Alanlar

Yapay yüzeylerin toplam alanında artış meydana gelmesine rağmen, NP değerinde %12,48 artış ve AREA\_AM değerinde 1,2 kat artış meydana gelmiştir. Bu durum yapay yüzeylerinin bağlantılı yamalarının alanlarının arttığını ve alan genelinde yeni yamaların oluştuğu anlamına gelmektedir. Bu bulgular AREA\_AM, ENN\_AM, PROX\_AM, MESH, IJI değerleri ile desteklenmektedir (Tablo 3). Tüm bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde ise orman alanlarında yaşanan parçalanma ve izolasyon süreçlerinin yoğunlaştığı görülmektedir. Yıllar içinde orman alanları, maki alanları, tarım alanları ve bitki örtüsü az/hiç olmayan alanlar sınıfları kentleşmenin baskısı ile yapay yüzeylere dönüşmüşlerdir.

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

İzmir ilinin kent merkezini konu alan çalışmada, 06/07/1990 tarihine ait Landsat 4-5 TM uydu görüntüsü ve 06/07/2019 tarihine ait Landsat 8 uydu görüntüsü Nesne Tabanlı Sınıflandırma yöntemi ile sınıflandırılıp AK/AÖ haritaları elde edilmiştir. AK/AÖ haritalarının doğruluk analizleri gerçekleştirilmiştir. AK/AÖ haritaları 1990 yılında yapay yüzeyler 6148,08 ha, tarım alanları 1420,02 ha, orman alanları 2709,90 ha, maki ve otsu bitkiler 3292,38 ha, bitki örtüsü az/hiç olmayan alanlar 6336,81 ha, su yüzeyleri 1930,14 ha ve kent içi yeşil alanlar 356,13 ha; 2019 yılında ise 8915,49 ha, tarım alanları 11501,1 ha, orman alanları 20663,1 ha, maki ve otsu bitkiler 32888,7 ha, bitki örtüsü az/hiç olmayan alanlar 43202,7 ha, su yüzeyleri 18736,2 ha ve kent içi yeşil

alanlar 5787,9 ha olarak bulunmuştur. 1990-2019 yılları arasındaki AK/AÖ değişimine bakıldığında, alanlarda sırasıyla; bitki örtüsü az/hiç olmayan alanlarında 2.016,54 ha, orman alanları 643,59 ha, tarım alanlarında 269,91 ha, su yüzeylerinde 56,52 ha, maki alanlarında 3,51 ha kayıplar görülmüştür. Aynı dönemde yapay yüzeyler 2.767,41 ha, kent içi yeşil alanlar ise 222,6 ha artmıştır.

Yapay yüzeylerin toplam alanında artış meydana gelmesine rağmen, NP değerinde %12,48 artış ve AREA\_AM değerinde 1,2 kat artış meydana gelmiştir. Bu durum yapay yüzeylerinin bağlantılı yamalarının alanlarının arttığını ve alan genelinde yeni yamaların oluştuğu anlamına gelmektedir. Bu bulgular, AREA\_AM, ENN\_AM, PROX\_AM, MESH, IJI değerleri ve diğer peyzaj metrikleri ile desteklenmektedir. Tüm bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde ise orman alanlarında yaşanan parçalanma ve izolasyon süreçlerinin yoğunlaştığı görülmektedir. Yıllar içinde orman alanları, maki alanları, tarım alanları ve bitki örtüsü az/hiç olmayan alanlar sınıfları kentleşmenin baskısı ile yapay yüzeylere dönüşmüşlerdir.

1990 ve 2019 yılları arasında yapay yüzeyler gözle görülebilecek ölçüde değişime uğramıştır. Sanayi faaliyetleri, eğitim, göç gibi nedenlerden dolayı nüfusun artmasıyla kentsel bölgelerde de artış olmuştur. Orman alanlarının bazı bölgelerde tarım alanları veya az/hiç bitki örtülü alanlara dönüştüğu gözlemlense de çalışma alanı genelinde bütün sınıflardan, baskın sınıf olan yapay yüzeylere dönüşüm gerçekleşmiştir. Orman alanları, maki alanları ve tarım alanlarında yaşanan kayıpların yanı sıra bu alanlarda parçalanma ve delinme de söz konusudur. Doğal alanların giderek azalması ve kentsel bölgelerin gelişmesi ekolojik dengeyi etkilemektedir.

Bu çalışmada, 1990 ve 2019 yılları arasında meydana gelen en büyük değişim yapay yüzeyler sınıfında meydana gelmiştir. Yapay yüzeylerde baskın olarak sanayi ve yerleşim alanlarının hızla artması, doğal peyzajın bütünlüğünü bozarak peyzajda parçalanmalara, delinmelere ve izolasyona neden olmaktadır. Doğal peyzajın parçalanıp, mekansal bağlantının azalması insanlardan çok kentlerde ve kent çeperinde yaşayan birçok canlı türünü etkilemektedir. Birçok canlı türüne ev sahipliği yapan ve parçalanıp bağlantısı kopan doğal alanların, yeniden bağlantılı hale getirilmesi gerekmektedir.

Sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma doğrultusunda, doğal peyzajda bozulmaları önlemek ve zararları en aza indirebilmek için doğaya uyumlu çözümler aranmalıdır. İleriye yönelik yapılan plan ve kararlarda, kentsel gelişme alanlarının doğal yapıya verilecek zararın en aza indirgenmesi ve bozulmaya uğramış doğal alanların onarılmasına ilişkin kararlara yer verilmelidir. Doğal ve kültürel peyzajların korunması, yönetilmesi ve planlanmasının önemi ve gerekliliği, doğal alanların bozulmaya uğraması, orman ve tarım alanlarının parçalanması gibi peyzaj tahribatları

sonucu oluşan peyzajdaki parçalanmalar ve kayıplar meydana gelmesi ile anlaşılmaktadır. Çalışmada ortaya çıkarılan bilgiler doğrultusunda kentsel peyzajlardaki gelişimin doğal peyzajlara zarar vermeden, ekolojik dengeler ışığında gerçekleşmesi sağlanmış olur.

## Kaynaklar

- Aguilera, F., Valenzuela, L. M. and Botequilha-Leitão, A., (2011). Landscape metrics in the analysis of urban land use patterns: A case study in a Spanish metropolitan area. *Landscape and Urban Planning*, 99 (3-4), 226- 238.
- Alphan, H., (2003). Land- use change and urbanization of Adana, Turkey. *Land Degrad. Dev.*, 14, 575-586.
- ASTER, Global DEM Missions, (2016). <https://asterweb.jpl.nasa.gov/mission.asp>, (Erişim Tarihi: 1 Haziran 2020).
- Atak, Kesgin, B., (2020). Analyzing Urban Landscape Structure Changes Using Landscape Metrics; The Case of Izmir. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 57 (1), 119-128.
- Barredo, J. I., Kasanko, M., McCormick, N. and Lavalle, C., (2003-b). Modelling Dynamic Spatial Processes: Simulation of Urban Future Scenarios Through Cellular Automata, *Landscape and Urban Planning*, 64 (3), 145-160.
- Barredo, J. I., Lavalle, C., Demichel, L., Kasanko, M. and McCormick, N., (2003-a). Sustainable Urban and Regional Planning: The MOLAND Activities on Urban Scenario Modeling and Forecast, *EC Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability*, 54.
- Botequilha Leitão, A., Miller, J., Ahern, J. and McGarigal, K. (Eds.), (2006). *Measuring Landscapes: A Professional Planner's Manual*, Washington, D.C.: Island Press.
- Bürgi, M., Hersperger, A. M. and Schneeberger, N., (2004). Driving Forces of Landscape Change Current and New Directions, *Landscape Ecology*, 19 (8), 857-868.
- Congalton, R. G. and Green, K., (1999). *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data Principles and Practices*. Boca Raton: Lewis Publisher.
- Deng, J. S., Wang, K., Hong, Y. and Qi, J. G., (2009). Spatio-temporal dynamics and evolution of land use change and landscape pattern in response to rapid urbanization. *Landscape and Urban Planning*, 92 (3-4), 187-198.
- DiBari, J.N., (2007). Evaluation of five landscape-level metrics for measuring the effects of urbanization on landscape structure: the case of Tucson, Arizona, USA. *Landscape and Urban Planning*, 79(3-4), 308-313.
- Ersoy, E., (2019). Assessment of Road-Induced Landscape Fragmentation and Implications for Landscape Planning: The Case of Izmir Province, *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9 (3), 699-709.
- ESRI, (2019). ArcGIS 10.7 Software, Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA.
- Foody, G., (2002). Status of land cover classification accuracy assessment, *Remote Sensing of Environment*, 80 (1), 185-201.
- Geospatial, T., (2015). eCognition Developer 9.1 Software, Trimble Navigation Limited, United States of America.
- Gustafson, E. J., (1998). Quantifying Landscape Spatial Pattern: What Is the State of the Art?, *Ecosystems*, 1, 143-156.
- Hašič I. and Mackie, A., (2018). *Land Cover Change and Conversions: Methodology and Results for OECD and G20 Countries*. Paris: OECD Publishing.
- Herold, M., Couclelis, H., and Clarke, K.C., (2005). The role of spatial metrics in the analysis and modeling of urban land use change. *Computers, environment and urban systems*, 29 (4), 369-399.
- Herold, M., Scepan, J. and Clarke, K., (2002). The Use of Remote Sensing and Landscape Metrics to Describe Structures and Changes in Urban Land Uses, *Environment and Planning*, 34(8), 1443-1458.

- İÇDR, (2019). İzmir İli 2018 Yılı Çevre Durum Raporu, Türkiye Cumhuriyeti İzmir Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. [https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/-zm-r\\_2018\\_cdr\\_son-20191122120621.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/-zm-r_2018_cdr_son-20191122120621.pdf), (Erişim Tarihi: 7 Haziran 2020).
- Ji, W., Ma, J., Twibell, R. W., and Underhill, K., (2006). Characterizing urban sprawl using multi-stage remote sensing images and landscape metrics. *Computers, Environment and Urban Systems*, 30(6), 861-879.
- Kesgin Atak, B. ve Ersoy Tonyaloğlu, E., (2019). Aydın İli Örneğinde Karbon Depolama Potansiyelinin Mekansal ve Zamansal Analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19 (3), 778-786.
- Kesgin, B. and Nurlu, E., (2009). Land cover changes on the coastal zone of Candarli Bay, Turkey using remote sensed data, *Environmental Monitoring and Assessment*, 157 (1), 89-96.
- Kurtşan, K., (2018). *Tarımsal Peyzaj Değişimi Analizi: İzmir ili Bornova İlçesi Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Leitão, A.B., Miller, J., Ahern, J. and McGarigal, K., (2012). *Measuring landscapes: A planner's handbook*. Island press.
- L3Harris Geospatial, (2013). ENVI 5.1 Image Analysis Software, Harris Geospatial Solutions Inc., USA.
- Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E. and Moran, E., (2004). Change detection techniques, *International Journal of Remote Sensing*, 25 (12), 2365-2401.
- Martesen, A.C., Pimentel, R.G. and Metzger, J.P., (2008). Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: Implications for conservation, *Biological Conservation*, 141(9), 2184-2192.
- Matsushita, B., Xu, M. and Fukushima, T., (2006). Characterizing the changes in landscape structure in the lake Kasumigaura Basin, Japan using a high-quality GIS dataset. *Landscape and Urban Planning*, 78, 241-250.
- McGarigal, K., Cushman, S. A. and Ene, E., (2012). FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. University of Massachusetts, Amherst. <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>, (Erişim Tarihi: 20 Mayıs 2020).
- McGarigal, K., (2014). FRAGSTATS help. *Documentation for FRAGSTATS 4*. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps Documentation. [https://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/documents/fragstats\\_documents.html](https://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/documents/fragstats_documents.html), (Erişim Tarihi: 17 Ekim 2020).
- Nurlu, E., Erdem, Ü., Güvensen, A. ve Erdoğan, N., (2009). CORINE Standartlarına Göre Karaburun Yarımadası Örneğinde Alan Kullanımı/Arazi Örtüsü Değişiminin Saptanması Üzerine Araştırma Proje Raporu, E.Ü. Bilimsel Araştırma Fonu, Proje No: 2005-ÇSUM005, İzmir.
- Nurlu, E., Erdem, Ü., Öztürk, M. Güvensen, A. ve Türk, T., (2008). Landsc., Demog. Dev., Biodiversity and Sust. Land Use Strategy: A Case Study on Karaburun. Petrosillo, I., Müller, F., Jones, K.B., Zurlini, G., Krauze, K., Victorov, S., Li, B.-L., Kepner, W.G. (Eds), *Use of Landsc. Scien. for the Asses. of Environ. Security* (357-368). Peninsula: Springer.
- OECD, (2003). OECD Environmental Indicators-Development, Measurement and Use, Reference Paper, OECD Environmental Performance and Information Division, Paris.
- OECD, (2017). *Green Growth Indicators 2017*, Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264268586>, (Erişim Tarihi: 1 Haziran 2020).
- Selim, S. ve Sönmez, N. K., (2015). Sığla (*Liquidambar orientalis* Miller) Popülasyonları Dağılımının CBS ile Belirlenmesi ve Habitat Kalitesinin Peyzaj Metrikleri Kullanılarak Değerlendirilmesi; Muğla Köyceğiz Örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12 (1), 30-38.
- Singh, A., (1989). Digital Change Detection Techniques Using Remotely-Sensed Data, *International Journal of Remote Sensing*, 10, 989-1003.
- Somuncu, M., Akpınar, N., Kurum, E., Çabuk Kaya, N. ve Özelçi Eceral, T., (2010). Gümüşhane ili yaylalarındaki arazi kullanımı ve işlev değişiminin değerlendirilmesi: Kazıkbeli ve Alistire yaylaları örneği, *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 2(2):107-127.
- Tağıl, Ş., (2014). Edremit Körfezi'nin Kuzey Sahil Bölgesinde Peyzaj Paterni ve Arazi Örtüsünün Zamansal ve Mekansal Değişimi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17 (31), 1-16.

- TUIK, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi., (2019). [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1059](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1059), (Erişim Tarihi: 5 Haziran 2020).
- Turner II, B. L., Kasperson, R. E., Meyer, W. B., Dow, K. M., Golding, D., Kasperson, J. X., Mitchell, R.C. and Ratick, S. J., (1990). Two types of global environmental change: definitional and spatial-scale issues in their human dimensions. *Global Environmental Change*, 1(1), 14-22.
- Turner, M. G., (1989). Landscape Ecology: The Effect of Pattern on Process. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 20, 171-197.
- Turner, M.G., Gardner, R.H., and O'Neill. R.V., (2001). *Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process*. New York, USA: Springer-Verlag.
- U.S. EPA, (2008). EPA's 2008 Report on the Environment. National Center for Environmental Assessment, Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R07/045F.
- Urban, D.L., O'Neill, R.V. and Shugart, H. H., (1987). Landscape ecology. *BioScience* 37:119–127.
- Verburg, P. H. and Overmars, K. P., (2009). Combining Top-down and Bottom-up Dynamics in Land Use Modelling: Exploring the Future of Abandoned Farmlands in Europe with the DynaCLUE Model, *Landscape Ecology*, 24 (9), 1167-1181.
- Yu, X. J. and Nakagoshi, C. N., (2007). Spatial and temporal dynamics of urban sprawl along two urban-rural transects: a case study of Guangzhou, China. *Landscape and Urban Planning*, 79, 69-109.



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

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 2(2), 325-336, 2020  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>



Araştırma Makalesi / *Research Article*Doi: [10.47898/ijeased.806736](https://doi.org/10.47898/ijeased.806736)

## DC04 Kalite Sac Malzemelere Temper Haddelme ile Pürüzlülük Transferinde Yağlayıcının Etkisinin İncelenmesi

Batuhan ÖZAKIN<sup>1\*</sup>, Naci KURGAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Samsun Üniversitesi, Kavak Meslek Yüksekokulu, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, Samsun, 55850, Türkiye.

<sup>2</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Samsun, 55200, Türkiye.

Yazar Kimliği / <i>Author ID (ORCID Number)</i>	Makale Süreci / <i>Article Process</i>
*Sorumlu Yazar / <i>Corresponding author</i> : <a href="mailto:batuhan.ozakin@samsun.edu.tr">batuhan.ozakin@samsun.edu.tr</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0003-1754-949X">https://orcid.org/0000-0003-1754-949X</a> , B. Özakin  <a href="https://orcid.org/0000-0001-7297-7249">https://orcid.org/0000-0001-7297-7249</a> , N. Kurgan	Geliş Tarihi / <i>Received Date</i> : 06.10.2020 Revizyon Tarihi / <i>Revision Date</i> : 24.10.2020 Kabul Tarihi / <i>Accepted Date</i> : 31.10.2020 Yayın Tarihi / <i>Published Date</i> : 15.12.2020

**Alıntı /Cite** : Özakin, B., Kurgan, N. (2020). DC04 Kalite Sac Malzemelere Temper Haddelme ile Pürüzlülük Transferinde Yağlayıcının Etkisinin İncelenmesi, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2(2), 325-336.

### Özet

Soğuk haddelme üretim sürecinin son aşaması olan temper haddelme işleminde sac malzemelerin yüzeyine özel pürüzlendirilmiş merdaneler ile pürüzlülük transfer edilir. Özellikle otomotiv alanında kullanılan sac malzemelerin, standart aralıkta ve homojen dağılım göstermesi kaydıyla bir pürüzlülük değerine sahip olması istenir. Homojen dağılım ve standartları karşılayan pürüzlülük değeri sayesinde sac malzemelerin şekillendirme kabiliyeti ve boya yapışma özelliği iyileşmiş olur. Bu çalışmada otomotiv ve beyaz eşya sektöründe yoğun bir şekilde kullanılan şekillendirme kabiliyeti yüksek olan DC04 kalite sac malzemelere temper haddelme ile pürüzlülük transferinde yağlayıcının etkisi (mineral yağ) deneysel olarak incelenmiştir. 500 µm ezme miktarında yapılan deneylerde yağlayıcı kullanılan şartlarda daha az miktarda pürüzlülük transfer edildiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca 3D alan tarama görüntüleri ve malzeme oranı eğrileri (MRC) incelendiğinde kuru şartlara göre daha homojen bir pürüzlülük profili elde edilmiştir. Yağlayıcının hem haddelme kuvvetini azalttığı ve yüzeyde bir film tabaka oluşturarak pürüzlülük transferinin azalmasına, hem de malzeme yüzeyine homojen bir pürüzlülük profili transferi meydana gelmesine sebep olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Temper haddelme, Pürüzlülük transferi, Yağlayıcı, DC04 kalite sac malzemeler.

## ***Investigation of the Effect of Lubricant on Roughness Transfer with Temper Rolling to DC04 Grade Sheet Materials***

### ***Abstract***

*In the skin-pass rolling process, which is the last stage of the cold rolling production process, roughness is transferred to the surface of sheet materials with specially roughened rolls. In particular, sheet materials used in the automotive field are required to have a roughness value provided that they are in a standard range and have a homogeneous distribution. Thanks to the roughness value that is homogeneously distributed and meets the standards, the forming ability and paint adhesion of sheet materials are improved. In this study, the effect of lubricant (mineral oil) on roughness transfer by skin-pass rolling to DC04 grade sheet materials, which are used extensively in the automotive and white goods industry, was experimentally investigated. It was concluded that less roughness was transferred under the conditions where the lubricant was used in the experiments conducted with a 500 µm reduction. Also, when 3D area scan images and material ratio curves (MRC) were examined, a more homogeneous roughness profile was obtained compared to dry conditions. It was concluded that the lubricant both reduced the rolling force and caused a decrease in roughness transfer by forming a film layer on the surface, and a homogeneous roughness profile transfer to the material surface.*

**Keywords:** *Skin-pass (Temper) rolling, Roughness transfer, Lubricant, DC04 grade sheet materials.*

### **1. Giriş**

Çelik şerit veya sac malzemelere pürüzlülük profili, soğuk haddeleme imalat sürecinin son basamağı olan temper haddeleme işlemindeki özel pürüzlülük profiline sahip iş merdaneleri vasıtasıyla aktarılır (Kijima, 2013; Xia ve ark., 2017; Wu ve ark., 2019). Özel pürüzlülük profiline sahip iş merdanelerinin yüzeyi farklı yükseklikte tepe ve çukurlardan meydana gelir. Merdanelerin yüzeyinde bulunan bu tepeler malzemenin yüzeyinde çukurlar, merdane yüzeyindeki çukurlar ise malzeme yüzeyinde tepeler oluşturarak malzemeyi pürüzlendirir (Fujii ve ark., 2014; Wentink ve ark., 2015). Otomotiv sektörü ve beyaz eşya sektörü gibi uygulamalarda kullanılan sac malzemelerin boyanabilme ve şekillendirilebilmesi için yüzeyinin optimum düzeyde pürüzlülük profiline sahip olması gerekir (Xin ve ark., 2014; Burdek, 2015). Temper haddeleme işleminde özel pürüzlü merdaneler ile sac malzeme yüzeyine transfer edilen pürüzlülük profili haddeleme parametrelerinden etkilenir (Özakın ve Kurgan, 2019). Bu haddeleme parametreleri; merdane parametreleri, haddeleme hızı, ezme oranı, haddeleme kuvveti, haddeleme uzaması, yağlayıcı şartları vb. olup sac malzeme yüzeyine aktarılan pürüzlülük transferini etkilemektedir (Burdek, 2015; Çolak ve Kurgan, 2018; Mekicha ve ark., 2020). Sunulan çalışmanın esas olarak odaklandığı haddeleme parametresi yağlayıcı şartları olup bu konuda literatüre katkı sağlayan çalışmalara göz atalım. Zhang ve Lenard, (1992) yağlayıcının türüne bakılmaksızın kullanılmasının merdane üzerinde meydana gelen yüklerin azalmasına katkıda bulunduğunu ve malzemenin ileriye doğru

kayma, sürtünme katsayısı ve merdane kuvvetinin artan yağ viskozitesi ile azaldığını belirtmişlerdir. Dick ve Lenard, (2005) çelik şeritlerin soğuk haddelenmesinde hadde yüküne yağlayıcı viskozitesinin etkisini incelemişler ve sonuç olarak yağlayıcı kullanılması durumunda hadde yüklerinin azaldığını ve viskozitenin etkisinin daha yüksek hızlarda ve kalınlık azalmalarında belirgin olduğu sonucuna varmışlardır. Kijima ve Bay, (2009) yağlama koşullarının yüksek miktarda meydana gelen deformasyonla (yüksek basınç) birlikte temas yüzeyinde kayma oluşumunu tetiklediğini kuru sürtünme koşullarına göre daha ölçülebilir bir farklılık doğurduğunu ortaya koymuşlardır. Nagase ve ark., (2009) yüksek karbonlu çelikler için suda çözünür yağlayıcı ile yüzey haddeme işleminin, kuru ve mineral yağlı temper haddeme koşullarına göre daha fazla pürüzlülük transferi sağladığını belirlemişlerdir. Ek olarak, düşük karbonlu çelikler için suda çözünür yağlayıcı ve kuru koşullarda pürüzlülük transferinin eşit pürüzlülük aktarımı sağladığını, mineral yağlayıcı kullanılan koşullar altında ise daha düşük pürüzlülük transferinin elde edildiğini bulmuşlardır. Kijima, (2015a; 2015b) temper haddemede yağlayıcı kullanılmasının, uzama ve pürüzlülük transferi üzerindeki etkisine değinmiş ve yağlama davranışı ile merdane yarıçapı arasındaki ilişkiyi deneysel haddeme testleri ile ortaya koymuştur. Sonuç olarak, yağlamanın % 1 uzamaya kadar pürüzlülük transferini etkilemediği görülmüştür. Çolak ve Kurgan, (2018) malzeme yüzeyindeki pürüzlülüğün yağlama nedeniyle azaldığını göstermişler ayrıca pürüzlülük ölçümlerinden elde edilen deneysel standart sapma miktarlarını kullanarak yağlanmış haddemede daha homojen bir pürüzlülük dağılımı elde edildiğini belirtmişlerdir. Söz konusu literatür çalışmaları pürüzlülük transferini etkileyen yağlayıcıların etkisiyle birlikte transferin ne düzeyde gerçekleştiği veya sürtünme koşulları ile ilgili çözümler sunmaktadır. Literatürde temper haddemede yağlayıcı şartlarının pürüzlülük transferini ne şekilde etkilediği ve sac malzemede elde edilen pürüzlülük profilinin homojen dağılım sergileyip sergilemediği konusunda çözümler üreten çalışmalara dair büyük bir boşluk olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada otomotiv ve beyaz eşya sektöründe yoğun bir şekilde kullanılan şekillendirme kabiliyeti yüksek olan DC04 kalite sac malzemelere temper haddeme ile pürüzlülük transferinde yağlayıcının etkisi (mineral yağ) deneysel olarak incelenmiştir. 500 µm ezme miktarında yapılan deneylerde kuru ve yağlayıcı kullanılan şartlarda pürüzlülük transfer oranı, pürüzlülük parametreleri, malzeme oranı eğrileri (MRC) ve 3D alan tarama görüntüleri birlikte değerlendirilerek sac malzemede elde edilen pürüzlülük profilinin homojen dağılım sergileyip sergilemediği konusunda birtakım karşılaştırmalar yapılmaya çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Deneyleerde DC04 kalite (ERD 7114) sac malzeme kullanılmıştır. Kullanılan DC04 kalite sac malzemenin spektral analizi, Spektrolab marka optik emisyon spektrometresi ile tespit edilmiştir. DC04 sac malzemeye ait kimyasal bileşim Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** DC04 kalite sac malzemeye ait kimyasal bileşim

Kimyasal bileşim (%)										
Fe	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Mo	Al
Denge	0.027	0.006	0.152	0.015	0.013	0.033	0.031	0.044	0.005	0.045

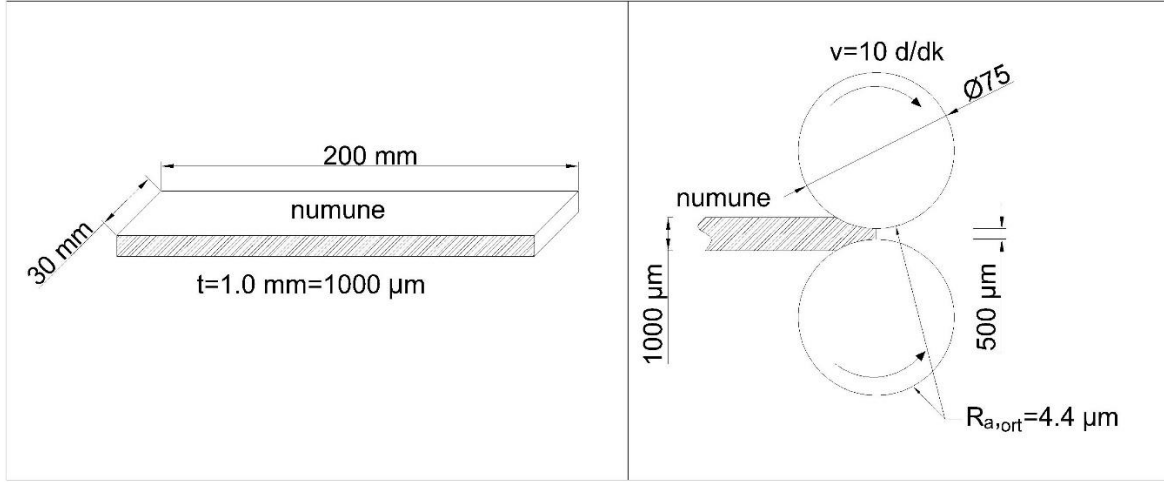
Deneyleerde kullanılan DC04 kalite sac malzemenin çekme özelliklerinin belirlenmesinde haddeleme yönüne paralel olarak hazırlanmış test numunelerine oda sıcaklığında, Instron marka üniversal çekme cihazı kullanılarak TS EN ISO 6892-1 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. DC04 kalite sac malzemeye ait çekme özellikleri Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2.** DC04 kalite sac malzemeye ait çekme özellikleri

Malzeme kalitesi	Erdemir Kalite	Standart	Akma mukavemeti (MPa)	Çekme mukavemeti (MPa)	Toplam uzama (%)
DC04	ERD 7114	EN 10130	154 ± 8	270 ± 11	39.2 ± 0.3

Temper haddeleme deneylerinde kullanılan 1.0 mm kalınlıktaki sac malzemenin test numuneleri 30 mm genişlik ve 200 mm uzunlukta kesilerek haddeleme deneylerine hazır hale getirilmiştir.

Temper haddeleme deneyleri Karabük Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Laboratuvarında bulunan özel olarak imal edilmiş bir haddeleme düzeneğinde gerçekleştirilmiştir. 2’li merdane düzenine sahip düzeneğe, 2379 soğuk iş takım çeliğinden imal edilen 75 mm çap, 50 mm uzunluk, elmasla pürüzlendirilen ve ortalama 4.4 µm yüzey pürüzlülüğüne sahip merdane çifti kullanılmıştır. Deneyler 10 d/dk haddeleme hızında, 500 µm ezme miktarında, kuru ve yağlayıcı (mineral yağ, 40 °C’de 1.57 cm<sup>2</sup>/s) kullanılan koşullarda gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışmaya ait bilgiler Şekil 1’de verilmiştir. Deney numunelerinin temper haddelenmesi esnasında haddeleme kuvvetinin belirlenmesi için düzeneğin üzerinde bulunan yük ölçüm cihazındaki en yüksek değer okunmuştur.



Şekil 1. Deneysel çalışmaya ait bilgiler

Hadde merdanelerinin ve haddelenmiş sac malzeme numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçümlerinde sırasıyla Mitutoyo marka SJ-410 model pürüzlülük ölçme cihazı ile PCE-RT2000 model pürüzlülük ölçme cihazı kullanılmıştır. Merdane çiftinin pürüzlülük ölçümlerinde, bir merdane için 0°, 90°, 180°, 270° açılardan alınan pürüzlülük ölçümlerinin ortalaması alınarak her bir merdanelenin pürüzlülüğü tayin edilmiştir. Her bir merdanelenin bu ortalama pürüzlülük değerlerinin ortalaması alınarak merdane çiftinin ortalama pürüzlülük değeri 4.4 µm olarak belirlenmiştir. Sac malzemelerin yüzey pürüzlülükleri ise test numunelerinin alt ve üst kısımlarından üçer adet haddelenme doğrultusunda alınan yüzey pürüzlülük ölçümlerinin ortalaması alınarak belirlenmiştir.

3D alan tarama görüntüleri ve pürüzlülük ölçümlerinde Bruker Contour GT-K model optik profilometre cihazı kullanılmıştır. 3D alan tarama görüntüleri 0.95×1.25 mm alan üzerinden yüksek hassasiyette alınmıştır. Yüzeylerden alınan pürüzlülük profilinin homojen dağılım sergileyip sergilemediği Vision-Software programında gerçekleştirilen analizler ile elde edilen pürüzlülük parametreleri, malzeme oranı eğrileri (MRC) yardımıyla değerlendirilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

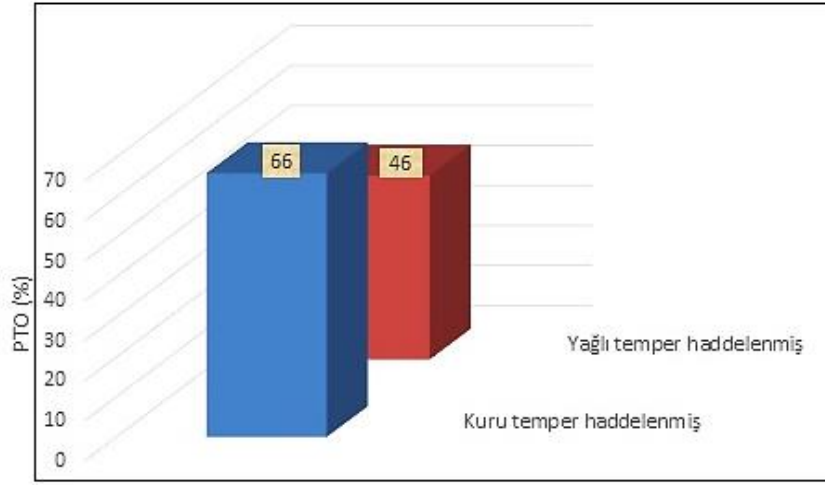
Temper haddelenme neticesinde sac malzeme yüzeyine aktarılan pürüzlülük transfer oranı (PTO), Denklem (1)'de verilen formül yardımıyla hesaplanmıştır (Kijima, 2014). Formülde  $R_{a,s}$ ; sac malzemenin haddelenme sonrasında yüzeyinden alınan pürüzlülük değerlerinin aritmetik ortalama pürüzlülük değerini,  $R_{a,i}$ ; sac malzemenin haddelenme öncesinde yüzeyinden alınan

pürüzlülük değerlerinin aritmetik ortalama pürüzlülük değerini ve  $R_{a_m}$ ; Merdane çiftinin aritmetik ortalama pürüzlülük değerini göstermektedir.

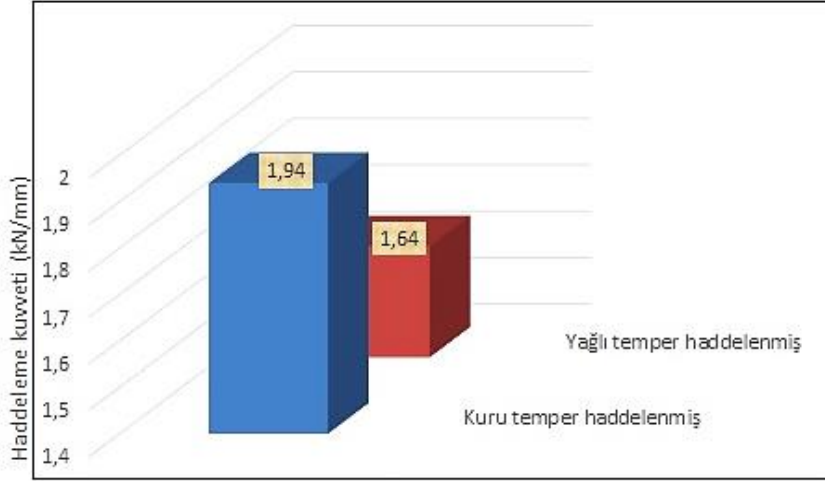
$$PTO (\%) = \frac{R_{a_s} - R_{a_i}}{R_{a_m} - R_{a_i}} \times 100 \quad (1)$$

Kuru ve yağlı şartlarda yapılan temper haddeleme sonrasında malzeme yüzeyine aktarılan pürüzlülük transfer oranı (PTO), Şekil 2(a)'da gösterilmiştir. Kuru şartlarda yapılan temper haddelemede pürüzlülük transfer oranı yağlı ortam koşullarına göre daha fazladır. Bu durum yağlayıcının kaymayı artırarak kuru ortam koşullarına göre sürtünmeyi azaltmasından kaynaklanmaktadır (Kijima ve Bay, 2009). Ayrıca merdane yüzeyindeki tepe ve vadilerin yağlayıcı etkisinden dolayı sac malzeme yüzeyine tamamen sirayet edemediğini ve yağlı ortam koşullarında kuru şartlara göre pürüzlülük transfer oranının daha az olmasına neden olduğu söylenebilir.

Kuru ve yağlı şartlarda yapılan temper haddeleme esnasında haddeleme düzeneğinden okunan yükten elde edilen haddeleme kuvveti ise Şekil 2(b)'de gösterilmiştir. Yağlayıcı kullanılan şartlarda yapılan temper haddeleme işleminde haddeleme kuvveti, kuru ortam şartlarında yapılan temper haddelemeye göre daha az olduğu görülmektedir. Bu durum literatürde bulunan çalışmaların sonuçları ile desteklenmektedir (Zhang ve Lenard, 1992; Dick ve Lenard, 2005). Ayrıca, yağlayıcının merdane ile malzeme ara yüzeyinde film tabaka oluşturması neticesinde merdane pürüzlülük profilinin (tepeler ve vadiler) sac malzeme yüzeyine sirayet edememesine ve bu sayede haddeleme kuvvetinin daha az değerler almasına neden olduğu söylenebilir. Haddeleme kuvvetinin az olması merdane ömrünün daha uzun olması için önemlidir. Dolayısıyla yağlı koşullarda yapılan temper haddelemede merdane ömrü açısından bu avantajı da beraberinde getireceği söylenebilir. Elde edilen bulgular doğrultusunda haddeleme kuvveti ile pürüzlülük transfer oranı arasında bir ilişki olduğu söylenebilir.



(a)



(b)

**Şekil 2.** Kuru ve yağlı şartlarda yapılan temper haddelmede (a) Malzeme yüzeyine aktarılan pürüzlülük transfer oranı (PTO), (b) Haddelme düzeneğinden okunan yükten elde edilen haddelme kuvveti

Otomotiv saclarının pürüzlülük profilinde bulunan tepeler ile vadilerin homojen bir şekilde dağılım göstermesi, sac malzemenin boyanabilme ve şekillendirme kabiliyeti için önemlidir (Elkoca, 2008). Kuru ve yağlı şartlarda malzemenin yüzeyinden alınan 3D pürüzlülük ölçümlerinden elde edilen pürüzlülük parametreleri Tablo 3'te verilmiştir.  $S_k$  parametresi çekirdek pürüzlülüğü olup kuru şartlarda yapılan temper haddelmede elde edilen profil yüksekliği, yağlı temper haddelmeden yaklaşık % 70 daha fazladır. Yani kuru şartlarda yapılan temper haddelmede yağlı temper haddelmeye göre profil yüksekliği daha fazla olan tepe ve vadilerin oluşum gösterdiği söylenebilir.  $S_{pk}$  ve  $S_{vk}$  parametreleri sırasıyla çekirdek pürüzlülüğüne ( $S_k$ ) ilave edilecek olan tepelerin yüksekliği ve vadilerin derinliğini göstermektedir. Bu değerler her ne kadar kuru ve yağlı

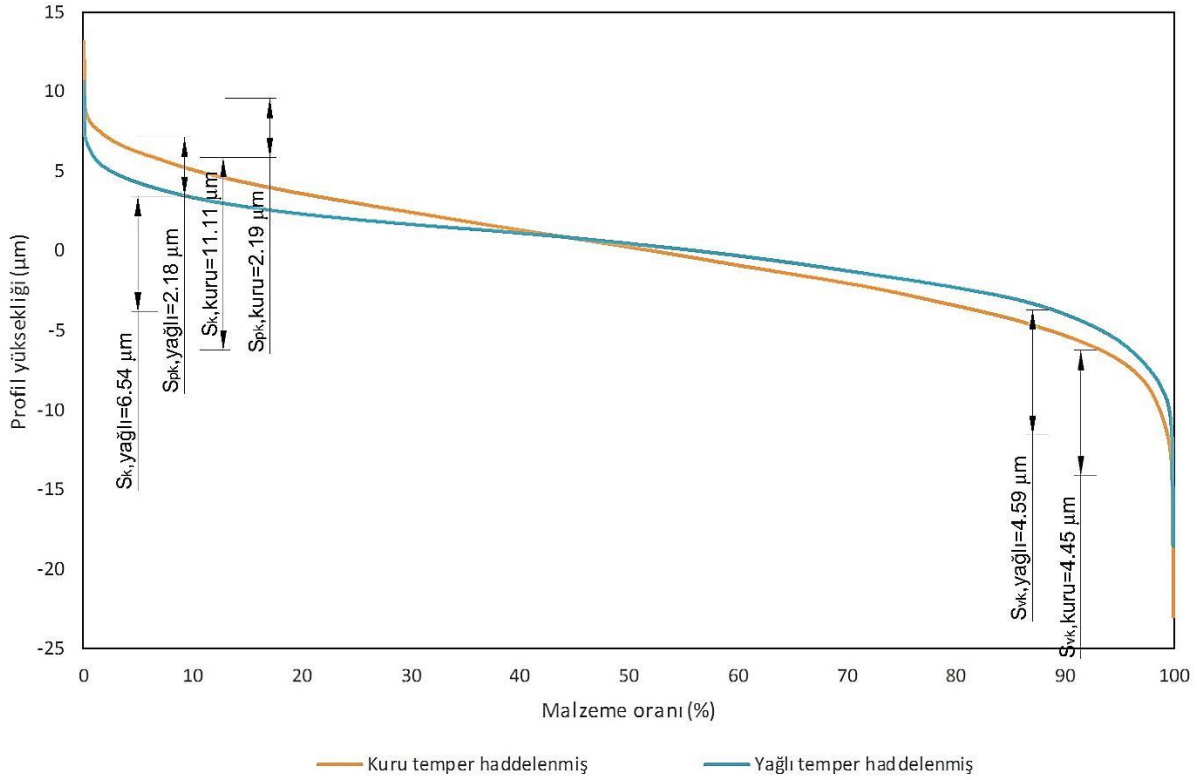


temper haddeleme koşullarına göre birbiri ile dengeli olsa da yine kuru şartlarda yağlı şartlara göre tepe ve vadi oluşumunun daha fazla olduğunu ve homojen dağılımın yağlı koşullarda yapılan temper haddelemede daha fazla olduğu söylenebilir. Kuru şartlarda yapılan temper haddelemede elde edilen çekirdek pürüzlülüğünün ( $R_k$ ), iki farklı yağlayıcı (soğuk hadde yağlayıcı ve temper hadde yağlayıcı) ile elde edilen çekirdek pürüzlülüğüne ( $R_k$ ) kıyasla daha fazla olduğu sonucu elde edilen bu bulguyu doğrular niteliktedir (Kijima, 2015b).

**Tablo 3.** 3D pürüzlülük ölçümü ile elde edilen pürüzlülük parametreleri

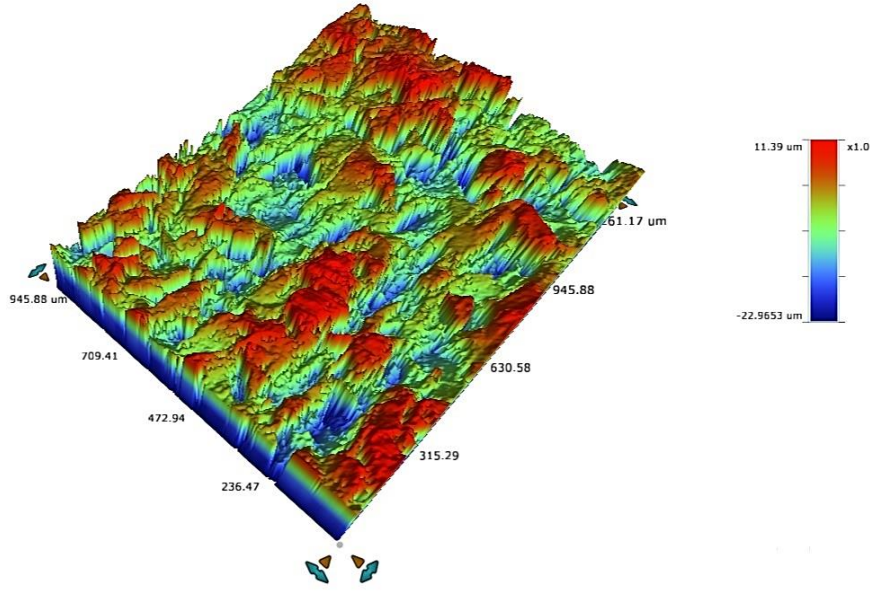
Parametre/Koşul	Kuru	Yağlı
$S_k$ ( $\mu\text{m}$ )	11.11	6.54
$S_{pk}$ ( $\mu\text{m}$ )	2.18	2.19
$S_{vk}$ ( $\mu\text{m}$ )	4.45	4.59

Şekil 3'te kuru ve yağlı şartlarda yapılan temper haddeleme neticesinde, pürüzlülük parametrelerinden elde edilen profil yüksekliği-malzeme oranı eğrisi (MRC) görülmektedir. Tablo 3'te verilen parametreler eğri üzerinde gösterilmiştir. Şekil 3'te kuru temper haddelemede sac malzeme yüzeyinde meydana gelen pürüzlülük profili incelendiğinde yağlı temper haddelemeye göre daha yüksek tepe ve daha derin vadilerin oluştuğu ( $S_{k,kuru} > S_{k,yağlı}$ ) görülmektedir. Yüksek tepeler şekillendirme esnasında sorun teşkil edecek (yüksek güç sarfiyatı, yüksek sürtünme vb.) ve derin vadiler boyama esnasında tam doldurulamayarak birtakım olumsuzluklar (korozyon, boya miktarında artış vb.) meydana gelecektir. Dolayısıyla yağlı şartlarda yapılan temper haddelemede sac malzeme üzerindeki pürüzlülük dağılımının kuru şartlarda yapılan temper haddelemeye göre daha homojen olduğunu göstermektedir. Bu duruma benzer bulgular Çolak ve Kurgan (2018) tarafından, yüzeylerden alınan pürüzlülük ölçümlerinin standart sapmaları değerlendirilerek verilmiştir.

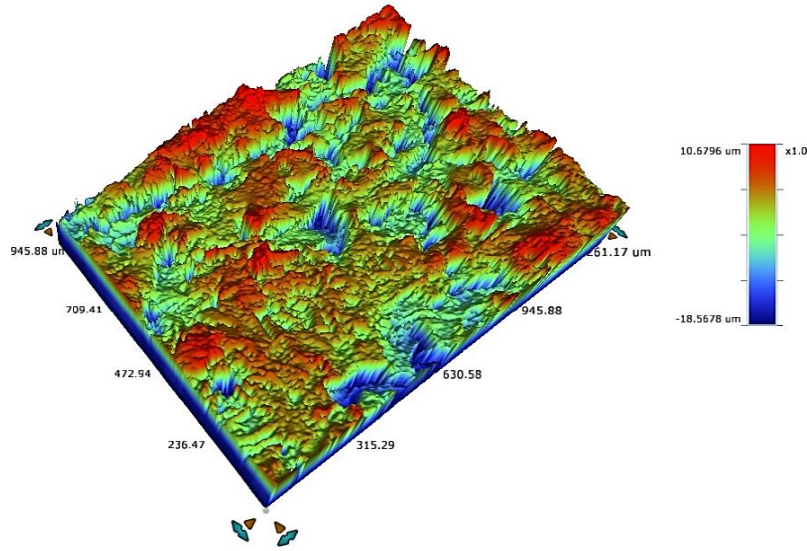


Şekil 3. Pürüzlülük parametrelerinden elde edilen profil yüksekliği-malzeme oranı eğrisi (MRC)

Şekil 4'te kuru ve yağlı şartlarda temper haddelenmiş malzeme yüzeylerinden alınan 3D pürüzlülük görüntüleri görülmektedir. Şekil 4(a)'da kuru temper haddelenmiş malzemede tepelerin maksimum yüksekliği ( $11.39 \mu\text{m}$ ) ile vadilerin maksimum derinliğinin ( $-22.97 \mu\text{m}$ ), Şekil 4(b)'de yağlı temper haddelenmiş malzemede tepelerin maksimum yüksekliği ( $10.68 \mu\text{m}$ ) ile vadilerin maksimum derinliğinden ( $-18.57 \mu\text{m}$ ) fazla olduğu görülmektedir. Bu görüntüler değerlendirildiğinde kuru şartlarda temper haddelenmiş malzemede yağlı temper haddelenmiş malzemeye göre daha yüksek tepe ve daha derin vadi oluşumu meydana geldiğini göstermektedir. Bununla birlikte, kuru temper haddelenmiş malzemede tepe ve vadi oluşum miktarının (kırmızı ve mavi renkler) yağlı temper haddelenmiş malzemeye göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bu görüntüler elde edilen diğer bulguları doğrulamaktadır. Dolayısıyla yağlı temper haddelme koşullarında kuru temper haddelme koşullarına göre daha homojen bir pürüzlülük dağılımı meydana geldiği söylenebilir.



(a) Kuru temper haddelenmiş



(b) Yağlı temper haddelenmiş

Şekil 4. Temper haddelenmiş malzeme yüzeylerinden alınan 3D pürüzlülük görüntüleri, (a) Kuru temper haddelenmiş, (b) Yağlı temper haddelenmiş

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada otomotiv ve beyaz eşya sektöründe yoğun bir şekilde kullanılan şekillendirme kabiliyeti yüksek olan DC04 kalite sac malzemelere temper haddeme ile pürüzlülük transferinde yağlayıcının etkisi (mineral yağ) deneysel olarak incelenmiştir. 500  $\mu\text{m}$  ezme miktarında yapılan

deneylede kuru ve yağlayıcı kullanılan şartlarda pürüzlülük transfer oranı, pürüzlülük parametreleri, malzeme oranı eğrileri (MRC) ve 3D alan tarama görüntüleri birlikte değerlendirilmiş ve aşağıda sunulan sonuçlara varılmıştır.

- Yağlı ortam koşullarında yapılan temper haddemede kuru şartlarda yapılan temper haddemeye göre pürüzlülük transfer oranının daha az olduğu sonucuna varılmıştır.
- Haddeme kuvveti ile pürüzlülük transfer oranı arasında bir paralellik olduğu ve yağlı koşullarda yapılan temper haddemede haddeme kuvveti kuru şartlarda yapılan temper haddemeye göre daha az olduğu sonucuna varılmıştır. Böylece yağlı şartlarda yapılan temper haddemede kuru şartlara göre merdane ömrünün daha uzun olabileceği sonucuna varılmıştır.
- Kuru şartlarda yapılan temper haddemede yağlı şartlarda yapılan temper haddemeye göre daha yüksek tepe ve daha derin vadilerin olduğu gözlemlendi. Bu durumun şekillendirme ve boyama esnasında birtakım sorunlara (yüksek güç sarfıyatı, yüksek sürtünme, boya miktarında artış, korozyon vb.) neden olabileceği sonucuna varılmıştır.
- Yağlı şartlarda yapılan temper haddemede sac malzeme üzerindeki pürüzlülük dağılımının kuru şartlarda yapılan temper haddemeye göre daha homojen olduğu sonucuna varılmıştır.

### **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**

Yazarlar, Ondokuz Mayıs Üniversitesi PYO. MUH.1904.19.013 proje numarası ve TÜBİTAK “2211-C” tarafından sağlanan destekler ile Karabük Üniversitesi Teknoloji Fakültesinin laboratuvar destekleri ve ERDEMİR T.A.Ş.’nin malzeme bağışları için teşekkür ederler.

## Kaynaklar

- Burdek, M. (2015). The change of work roll surface topography during skin pass rolling of steel sheets. *Industrial Lubrication and Tribology*, 67(6), 606-611.
- Çolak, B., and Kurgan, N. (2018). An experimental investigation into roughness transfer in skin-pass rolling of steel strips. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 96, 3321-3330.
- Dick, K., and Lenard, J. G. (2005). The effect of roll roughness and lubricant viscosity on the loads on the mill during cold rolling of steel strips. *Journal of Materials Processing Technology*, 168(1), 16-24.
- Elkoca, O. (2008). A study on the characteristics of electrical discharge textured skin pass mill work roll. *Surface and Coatings Technology*, 202(12), 2765-2774.
- Fujii, Y., Maeda, Y., and Ifuku, R. (2014). Prediction of surface roughness on rolled sheet by texture roll. *Procedia Engineering*, 81, 161-166.
- Kijima, H., and Bay, N. (2009). Influence of tool roughness and lubrication on contact conditions in skin-pass rolling. *Journal of Materials Processing Technology*, 209(10), 4835-4841.
- Kijima, H. (2013). Influence of roll radius on contact condition and material deformation in skin-pass rolling of steel strip. *Journal of Materials Processing Technology*, 213(10), 1764-1771.
- Kijima, H. (2014). Influence of roll radius on roughness transfer in skin-pass rolling of steel strip. *Journal of Materials Processing Technology*, 214(5), 1111-1119.
- Kijima, H. (2015a). Influence of lubrication on roughness crushing in skin-pass rolling of steel strip. *Journal of Materials Processing Technology*, 216, 1-9.
- Kijima, H. (2015b). An experimental investigation on the influence of lubrication on roughness transfer in skin-pass rolling of steel strip. *Journal of Materials Processing Technology*, 225, 1-8.
- Mekicha, M. A., de Rooij, M. B., Jacobs, L., Matthews, D. T. A., and Schipper, D. J. (2020). Experimental validation of contact models for cold-rolling processes. *Journal of Materials Processing Technology*, 275, 116371.
- Nagase, N., Shido, S., and Yarita, I. (2009). The Effect of Soluble Lubricant on Surface Imprinting in Temper Rolling by 4 Hi Rolling Mill. *ISIJ International*, 49(6), 881-889.
- Özakın, B., and Kurgan, N. (2019). Temper Haddedeleme Pürüzlülük Transferini Etkileyen Parametrelerin İncelenmesine Yönelik Bir Derleme Çalışması. *International Periodical of Recent Technologies in Applied Engineering*, 1(2), 67-78.
- Wentink, D. J., Matthews, D., Appelman, N. M., and Toose, E. M. (2015). A generic model for surface texture development, wear and roughness transfer in skin pass rolling. *Wear*, 328, 167-176.
- Wu, C., Zhang, L., Qu, P., Li, S., and Jiang, Z. (2019). A new method for predicting the three-dimensional surface texture transfer in the skin pass rolling of metal strips. *Wear*, 426, 1246-1264.
- Xia, C., Zhang, X., Zhang, J., Li, H., and Jia, S. (2017). Evolution on topography of textured work rolls and steel strips during cold rolling and temper rolling. *Steel Research International*, 88(9), 1600469.
- Xin, L. I. U., Yu, W. G., Zhang, Q. F., and Jiang, S. M. (2014). Influence of surface roughness of galvanized steel sheet on self-lubricated coating. *Journal of Iron and Steel Research International*, 21(3), 342-347.
- Zhang, S., and Lenard, J. G. (1992). The effects of the reduction, speed and lubricant viscosity on friction in cold rolling. *Journal of Materials Processing Technology*, 30(2), 197-209.

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


*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 2(2), 337-347, 2020  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

**Araştırma Makalesi / Research Article****Doi: [10.47898/ijeased.790991](https://doi.org/10.47898/ijeased.790991)**

## **Make Use of Volcanic Slag as Aggregate in the Production of Concrete**

Ayşe BICER\*

\* Department of Bio Engineering, Malatya Turgut Ozal University, Malatya , 44210, Turkey.

<b>Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)</b>	<b>Makale Süreci / Article Process</b>	
* <b>Sorumlu Yazar / Corresponding author :</b> <a href="mailto:ayse.bicer@ozal.edu.tr">ayse.bicer@ozal.edu.tr</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0003-4514-5644">https://orcid.org/0000-0003-4514-5644</a> , A. Bicer	<b>Geliş Tarihi / Received Date :</b>	05.09.2020
	<b>Revizyon Tarihi / Revision Date :</b>	23.09.2020
	<b>Kabul Tarihi / Accepted Date :</b>	31.10.2020
	<b>Yayın Tarihi / Published Date :</b>	15.12.2020

**Alıntı / Cite :** Bicer A. (2020). Make Use of Volcanic Slag as Aggregate in the Production of Concrete, International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design, 2(2), 337-347.

### **Abstract**

In this study, thermal and mechanical properties of lightweight concretes obtained by using volcanic slag as aggregate are analyzed. Volcanic slag is a natural material that is light and low in thermal conductivity. Such slags have large reserves in many parts of the Eastern Anatolia Region. Volcanic slag obtained from the quarries in Yeniköy district of Elazığ province was used in the production of concrete as aggregate for the study. Samples were subjected to thermal conductivity, water absorption and drying, compressive and tensile strength and abrasion tests. The following results were obtained from this study: i) Volcanic slag is lighter than sand in terms of aggregate, ii) When examined in terms of strength, it can provide BS14 concrete class required by standards. iii) It is a good building material due to its thermal and sound insulation properties.

**Keywords:** Volcanic slag, Light concrete, Aggregate, Building material.

## ***Volkanik Cürufun Agregası Olarak Beton Üretiminde Değerlendirilmesi***

### **Özet**

*Bu çalışmada, volkanik cürufun agregası olarak kullanılmasıyla elde edilen hafif betonların ısı ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Volkanik cüruf, yapı itibarı ile hafif ve ısı iletkenliği düşük olan doğal bir malzemedir. Bu tür cüruflar Doğu Anadolu Bölgesi'nin birçok yöresinde geniş rezervlere sahip bulunmaktadır. Çalışma için Elazığ ilinde bulunan Yeniköy mevkiindeki ocaklardan temin edilen volkanik cüruf, agregası olarak beton üretiminde kullanılmıştır. Numuneler ısı iletkenlik, su emme ve kuruma, basınç ve çekme dayanımı ve aşınma deneylerine tabi tutulmuştur. Bu çalışma sonucunda i) Volkanik cüruf agregalı betonların maliyet yönünden normal betonlardan daha ekonomik olduğu, ii)*

*Dayanım yönünden incelendiğinde üretilen betonların standartların gerektirdiği BS14 beton sınıfını sağlayabildiği, iii) Isı ve sese karşı yalıtım özelliği nedeniyle iyi bir yapı malzemesi olduğu saptanmıştır.*

**Anahtar Kelimeler:** *Volkanik cüruf, Hafif beton, Isıl iletkenlik, Yapı malzemesi.*

## 1. Introduction

The excess of unit volume weight of conventional concrete used in reinforced concrete constructions is generally a significant disadvantage. This disadvantage causes an increase in self weight in reinforced concrete structures. Today, efforts to produce low unit weight lightweight concrete are gaining more and more importance in order to reduce the unit weight of concrete (Yıldırım and Aksoy, 1996). Lightweight concretes are still produced using many methods, but most of these methods fail to achieve the intended economical conditions. The reasons for the use of lightweight concrete in buildings can be summarized as follows: by means of reducing the self-weight of the structure, shrinking its cross-section, reducing the equipment to be used, providing heat and sound insulation along with reliability against earthquake and fire. However, evaluation of the existing light aggregate in regions where normal concrete aggregate is not available makes light concrete production more attractive to be used.

Additionally, the production of natural lightweight aggregate is quite cost-efficient since it does not require any specific technology or fabrication, and the cost of construction elements to be produced with this material also is also more affordable. Today, lightweight concrete has become the most important construction material in the world especially in residential construction (Bicer, 2019-a), (Bicer, 2020).

A number of studies have been carried out on the addition of volcanic slags to cement or on their use in concrete as aggregates. Some of these studies are summarized below;

Lemougna et al., (2020), investigated the effect of ground granulated blast furnace slag on the geopolymerization of low reactive volcanic ash. Contrafatto et al., (2020), studied on concerns the reuse of pyroclastic products generated by volcano Etna eruptions for production of lightweight insulating mortar. Sapci et al., (2014), analyzed the eligibility criteria for use as light aggregate and volcanic ignimbrite formations in and around Aksaray-Taşpınar region. Salazar et al., (2017), investigated the effect of high amount (70%) of natural volcanic pozzolan on alkali activation and the addition of up to 30% granular blast furnace slag on the strength of concrete. Demirdag et al., (2003, 2004), analyzed the usability of volcanic slag aggregates in the building industry. Khan and Amin (2017), investigated the effect of basaltic



volcanic ash which can be found in the eastern province of Saudi Arabia on the compressive strength of concrete as mixed with different percentages. Letelier et al., (2020), investigated the effects of volcanic dust obtained from the last eruption of Calbuco volcano (Chile) on the strength of cementitious concrete added to clinker

Elazığ region has rich volcanic slag reserves as in many regions of the country. There are slags of different petrographic character around Yeniköy, Saricubuk, Karayazi, Serince and Karakocan in the region. It is an important coincidence that most of these volcanic slag reserves are close to Elazığ city center and other settlements (Neville, 1991). The slag analyzed in this study was obtained from slag quarries located in Yenikoy location 5 km south of Elazığ and which was used as an aggregate for concrete production. Due to the low density of the volcanic slag aggregate, the density of the concretes prepared is also low. Especially when it is intended to reduce the weight of the building, light concretes are of vital importance, due to the fact that potential earthquake damages will be able to be minimized.

In this study, after determining the physical properties of volcanic slag with the experiments made according to TS 699, it was divided into two separate groups according to their particle diameters (largest grain diameter  $D_{max} = 31.5$  mm and  $D_{max} = 16.0$  mm) to be used as aggregate. Volcanic slag has been used as aggregate in lightweight concrete production in two ways. This method of use is either as a whole of the volcanic aggregate or with the addition of natural sand in certain proportions. The prepared samples were subjected to thermal conductivity, water absorption and drying, compression and tensile strength and abrasion tests.

## **2. Material and Methods**

### **2.1. Materials**

#### **2.1.1. Volcanic Slag**

The main purpose of using volcanic slag as aggregate, which has a light and porous appearance, is to produce lightweight concrete and to provide energy saving by thermal insulation in buildings. The high energy costs reveal the importance of volcanic slag aggregate concrete. The volcanic slag used in the tests is a blasted rock and has a blackish-gray, hollow and spongy appearance (Figure 1). The rock generally consists of plagioclase microliths arranged in a certain direction and among them olivine crystals and oxidized glassy materials. Olivines are mostly shapeless, sometimes semi-shaped and their grain sizes are differ from each other. Gas cavities in

the material are not filled with any second mineral. Olivine constitutes 25% to 30% of the rock. Therefore, the rock can be named as basalt with olivine. The values as can be seen in Table 1 were determined in the tests carried out on the volcanic slag sample according to Turkish standard (TSE 699, 2016).



**Fig 1.** Volcanic slag

**Table 1.** Physical properties of volcanic slag

Physical property	Value	Unit
Compressive strength	18	N/mm <sup>2</sup>
Unit volume weight	1.15-1.40	g/cm <sup>3</sup>
Specific weight	2.20	g/cm <sup>3</sup>
Abrasion (Böhme DIN 52108)	11	%
Loose unit weight (as aggregate)	0.550-0.780	g/cm <sup>3</sup>
Porosity	0.35-0.45	%
Water absorption	4.5	%

### 2.1.2. Cement

PÇ 325 cement obtained from Elazığ cement factory was used in the production of concrete samples (TSE 24, 1974). Table 2 shows the chemical component of cement used in this study respectively

**Table 2.** PÇ 325 cement components, (%)

Component	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	LOI	Not avail.
PÇ 325	18.65	6.15	3.25	56.4	2.34	2.91	0.7	2.84	6.75

After pouring the prepared mortars into molds measuring 150x60x20 mm for thermal tests and 100x100x100 mm for strength tests, the samples shown in Figure 2 were prepared and left for the 28-days of drying process.



**Fig 2.** View of samples

## **2.2. Methods**

### **2.2.1. Thermal Conductivity**

Measurements were made with the “*Shootherm-QTM*” brand device, which measures in the temporary regime and works with the Hot Wire method (Denko, 1990), (Vysniauskas et al. 1988) (Figure 3). With this device measuring according to DIN 51046 norm, thermal conductivity coefficient was measured at 22-25 °C room temperature and 5 different points on each sample and arithmetic averages of 3 values that were compatible with each other were taken from these measurements. The device gives the heat transfer coefficient in the range of 0.02-6 W/mK with 5% accuracy.



**Fig 3.** Shootherm-QTM unit

### **2.2.2. Compressive Strength, Tensile Strength and Abrasion Tests**

In the compressive strength test of the samples, *Ele* International brand device was used, which can apply force on 3000 kN on a single axis. According to TS 500, compressive strength values are converted to tensile strength results with Equation (1) (TSE 500, 2000).

$$f_{ctk} = 0,35 \cdot \sqrt{f_{ck}} \quad (1)$$

In here,  $f_{bd}$ : is the compressive strength (N/mm<sup>2</sup>) and  $f_{cd}$ : is the tensile strength (N/mm<sup>2</sup>)

In the volcanic slag abrasion (bohme) test, the wear loss value in terms of volume was determined as 11% for 88 cycles.

### 2.2.3. Water Absorption Test (WAT)

The purpose of this test is to determine the resistance of the materials against the freezing risk at temperatures lower than 0°C and in contact with water. The critical value is that the water absorption rate is less than 30%. Where the water absorption rate exceeds this value, there will be a risk of cracking, breaking and spreading in the material (Bicer, 2019-b), (Ytong, 1985). For this test, the dry weight ( $W_k$ ) and the water absorbed weights ( $W_d$ ) of the stones were measured and the water absorption rates were calculated with Equation (2).

$$WAT = \frac{W_d - W_k}{W_k} \cdot 100 \quad (2)$$

## 3. Results and Discussion

Volcanic slags consist of important natural pozzolanic materials. They are also suitable for use in light concrete production and as a cement additive. They can also be used as a natural rock in the construction of building elements. The increasing energy costs and the fact that the building need does not require sacrifice from the comfort of use reveals the importance of volcanic slag aggregate concrete.

Turkey has rich reserves in terms of volcanic slag. This is an important advantage, and the use of the material for appropriate purposes will provide significant benefits to the national economy. Using the thermal insulation feature of the volcanic slag will provide significant gains in terms of heat energy consumption due to the cold winter seasons.

The volcanic slag has been brought to the brick dimensions and it is possible to use it especially in the construction of filler (partition) walls in buildings. Lightweight briquette blocks produced artificially are still used for this purpose. Where volcanic slag is used as briquettes or bricks, the thermal conductivity coefficient has been determined as 0.260-0.290 W/mK on average. Examining similar studies, the thermal conductivity coefficient was determined by Contrafatto et al

(2020) as 0.154-0.266 W/mK for Etna volcanic aggregates and 0.189-0.227 W/mK for Aksaray ignimbrites by Sapci et al (2014). The heat conduction coefficients obtained following the measurements carried out are slightly higher than these two aggregates. This difference is related to the porosity of aggregates.

When the thermal conductivity coefficients of volcanic slag aggregate concretes of 0.360-0.795 W/mK in this study are compared with the average heat conduction coefficient of normal concretes of 1.4 W/mK (Density: 2307 kg/m<sup>3</sup>) (Toksoy, 1988), the importance of volcanic slag aggregate can be clearly understood. It can be clearly seen that volcanic slag is a natural material and it also provides a significant cost-efficiency in building expenses and heating costs thanks to having large reserves in the region.

The volcanic slag was broken up to be used in light concrete production as aggregate and was brought to grain sizes specified in TS 1114 (1986). Within the scope of test-based studies, volcanic slag was used as an aggregate in two ways within light concrete production. This method of use is either as the whole aggregate needed or in combination with the addition of natural sand in certain proportions.

When producing lightweight concrete samples for thermal insulation purposes, two separate series samples were prepared based on the granulometric combination, which was foreseen in TS 1114, with the largest grain diameter of the volcanic slag used as aggregate, D<sub>max</sub> = 31.5 mm and D<sub>max</sub> = 16.0 mm. The granulometric composition of the samples can be seen in Table 3.

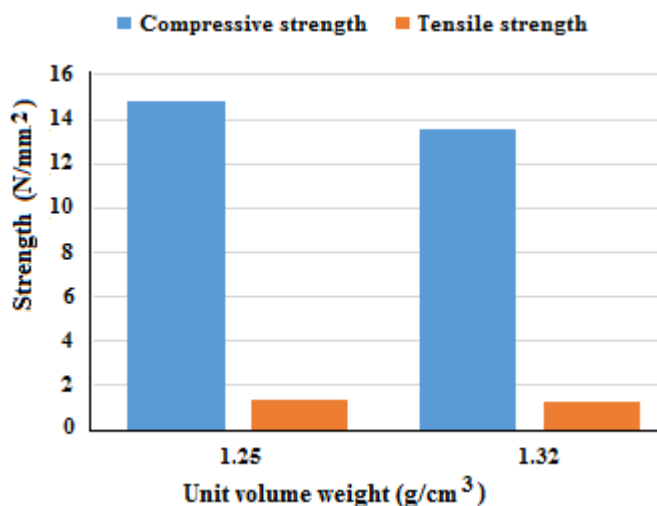
**Table 3.** Granulometric combination of volcanic slag used

Screen size (mm)	1.5	6.0	8.0	4.0	2.0	1.0	0.50	0.25
Passed <b>Serie I</b>	-	100	76	56	42	32	20	8
(%) <b>Serie II</b>	100	80	62	47	37	26	17	8

In each series, three standard samples were prepared separately for measuring unit volume weight, compressive strength, abrasion, water absorption and drying and thermal conductivity. In concrete samples, Water / Cement (W/C) = 0.40 was kept constant. The results obtained from the tests can be seen in Table 4 and Fig. 4). The compressive strength values of 14.8-19.4 N/mm<sup>2</sup> measured on the samples are close to or lower (10-32 N/mm<sup>2</sup>) according to the compression stress value of concrete with Etna volcanic aggregates determined by Contrafatto et al (2020) (According to aggregate grain diameter and cement ratio), the compressive strength (6-6.5 N/mm<sup>2</sup>) of Aksaray ignimbrites aggregate concretes determined by Sapci et al (2014) is found to be higher.

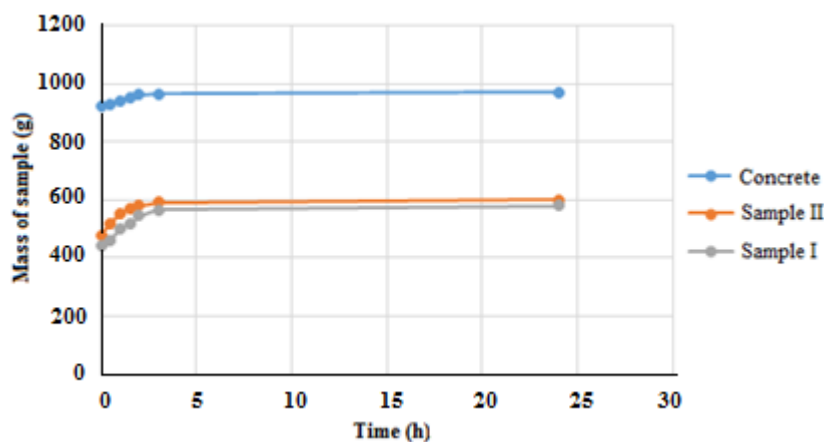
**Table 4.** Properties of concrete with volcanic slag aggregate

Serial No	Max. grain diam.(mm)	Unit volume weight (gr/cm <sup>3</sup> )	Thermal con. (W/mK)	Compressive st. (N/mm <sup>2</sup> )	Tensile st. (N/mm <sup>2</sup> )	Water ab. (%)
I	16.0	1.32	0.430	14.8	1.35	5.8
II	31.5	1.25	0.360	13.6	1.29	8.6
Concrete	31.5	2.24	0.795	19.4	1.54	3.1



**Fig 4.** Strengths values versus unit volume weight

The mass change versus time in the water absorption test of the concrete is shown in Figure 5. Water absorption rates below 30% indicate that there is no risk of freezing of the concretes in question at temperatures below 0 °C. In the drying test, as seen in Figure 6, it can be seen that the volcanic slag concrete samples in particular have little breathing ability.



**Fig 5.** Mass change of samples in water absorption tests

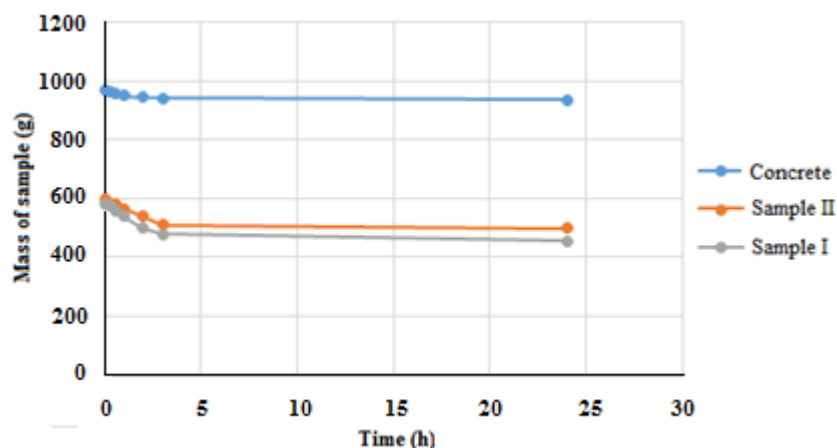


Fig 6. Mass change of samples in the drying test

When producing concrete samples for thermal insulation, it is possible to increase the strength of concrete by adding natural sand to the volcanic slag used as aggregate. However, in this case, the thermal insulation property of the concrete will be negatively affected. The values obtained by adding 8%, 18% and 30% (0-4) mm natural sand to the volcanic slag aggregate are shown in Table 5, Fig. 7 and Fig.8.

Table 5. Properties of volcanic slag + concrete with natural sand aggregate

Sample No	Sand (%)	Unit volume weight ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	Thermal con.(W/mK)	Compressive st. ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
1	8	1.436	0.480	15.1
2	18	1.583	0.565	16.8
3	30	1.764	0.640	19.4

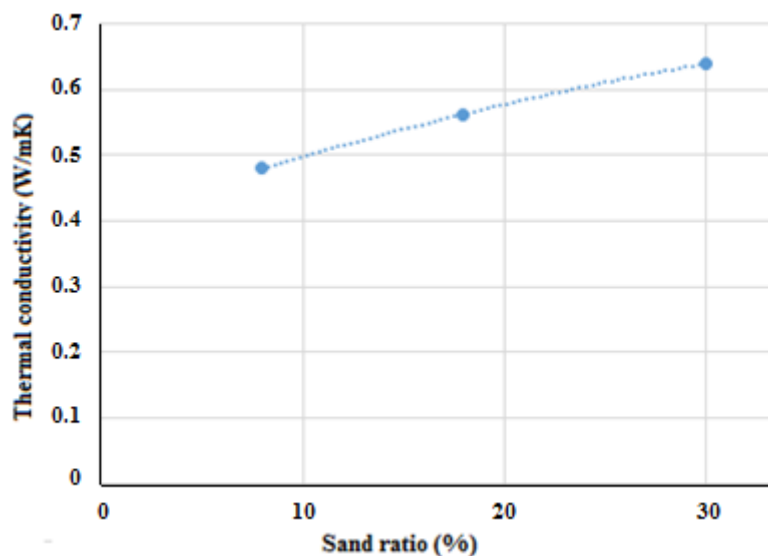


Fig 7. Thermal conductivity variations according to sand in volcanic slag concrete



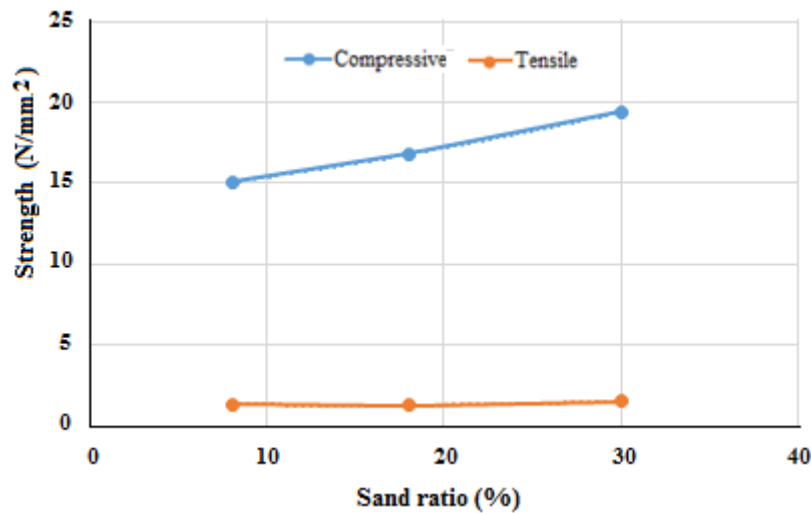


Fig 8. Strengths variations according to sand in volcanic slag concrete

#### 4. Conclusions

The following results were obtained in this work carried out to evaluate the volcanic slag in the Elazig region.

✓ In case the volcanic slag with sufficient zones in the region is used as a partition element in the form of brick or briquette, it will lighten the building weight and reduce heating costs with its light weight and 0.260-0.290 W/mK heat transmission coefficient.

✓ Slag has advantages that can be used as aggregate in light concrete production. In this case, thermal conductivity is reduced by 40-50% compared to normal concrete, and 20-30% reduction in structure self-weight. The compression stresses of this type of concrete are reduced by 15 N/mm<sup>2</sup> and the heat transmission coefficients as 0.360 W/mK. In this case, earthquake effects will be reduced in terms of building safety due to both building heat and sound insulation and to a decrease in the building self-weight.

✓ In the event that the aim is to increase the strength values of the buildings, volcanic slag + sand mixtures can be used as aggregate. In this case, the compressive strength value of the concrete will be increased by 20 N/mm<sup>2</sup>, while the heat transmission coefficient will increase by 0.640 W/mK.

In conclusion, it can be suggested to use volcanic slag in concrete as potential aggregate material based on this study

## References

- Bicer, A. (2019-a). Ahlat ve Malazgirt yapı taşlarının bazı fiziksel özellikleri, *Fırat Üniversitesi Müh. Bil. Dergisi*, 31(2), 301-307.
- Bicer, A. (2019-b). Some physical properties of the building stones from Southeastern Anatolia, region, Bartın University *International Journal of Natural and Applied Sciences*, 2(1), 9-15.
- Bicer, A. (2020). Thermal Properties of Gypsum Plaster with Fly Ash, *International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design*, 2(1),120-133.
- Contrafatto, L., Lazzaro, C., Gazzo, D.S., Greco, L. (2020). Physical, mechanical and thermal properties of lightweight insulating mortar with recycled Etna volcanic aggregates, *Construction and Building Materials*, 240, 117917.
- Demirdag, S., Emirdag, S., Gündüz, L. (2003). Evaluation of volcanic slugs in civil industry as a lightweight concrete aggregate, *III Ulusal Kırmataş Sempozyumu*, 4 Aralık 2003, 51-58, İstanbul, Türkiye.
- Demirdag, S., Gündüz, L., Sarac, S. (2004). Volkanik Curuf Agregaların Yapı Sektöründe Kullanımı, 5. *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, 13-14 Mayıs 2004, 286-290, İzmir, Türkiye
- Denko, S. (1990), Shotherm Operation Manual No 125-2. K.K. Instrument products department, 13-9, Shiba Daimon, Tokyo, 105, Japan.
- Khan, K., Amin, M.N. (2017). Influence of fineness of volcanic ash and its blends with quarry dust and slag on compressive strength of mortar under different curing temperatures, *Construction and Building Materials*, 154, 514–528.
- Lemougna, P. N., Nzeukou, A., Aziwo, B., Tchamba, A.B., Wang, K., Melo, U.C., Cui, X. (2020). Effect of slag on the improvement of setting time and compressive strength of low reactive volcanic ash geopolymers synthesized at room temperature, *Materials Chemistry and Physics*, 239, 122077.
- Letelier, V., Ortega, J.M., Tremino, R.M., Henriquez-Jara, B., Fustos, I., Herraiz, T.R., Mariconi, G., Climent, M.A., Sanchez, I. (2020). The use of volcanic powder as a cement replacement for the development of sustainable mortars, *Applied Sciences*, 10, 1460
- Neville, A. M. (1991). Properties of concrete, *Longman Scientific*, New York.
- Salazar, R.A.R., Gutiérrez, M., Puertas, F. (2017). Study of synergy between a natural volcanic pozzolan and a granulated blast furnace slag in the production of geopolymeric pastes and mortars, *Construction and Building Materials*, 157, 151–160.
- Sapci, N., Gunduz, L., Yagmurlu, F. (2014). Usage of Aksaray ignimbrites as natural lightweight aggregate and evaluation of production for lightweight Hollow masonry units, *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 20(3), 63-69.
- Toksoy, M. (1988), Thermal conductivity coefficients of industrial materials, *Journal of Engineers and Machinery*, 347, 12-15.
- TS 699/T1, (2016). Doğal yapı taşları - İnceleme ve laboratuvar deney yöntemleri, *TSE*, Ankara.
- TSE 500, (2000), *Turkish Standard*, Ankara.
- TSE 24, (1974). Çimentoların fiziksel muayane standartı, *TSE*, Ankara.
- TSE 1114, (1986). Hafif agregalar- “Beton için”, *TSE*, Ankara.
- Vysniauskas, V.V., Zikas, A.A., Zaliauskas, A.A. (1988). Determination of the thermal conductivity of ceramics by the hot-wire technique, *Heat Transfer Soviet Research*, 20 (1), 137-142.
- Yıldırım, M.Ş., Aksoy, H.S. (1996). Hafif betonların ısı ve ekonomik analizi üzerine bir araştırma, *GAP I. Müh. Kongresi*, Şanlıurfa.
- Ytong (1985). Yapı malzeme ve elemanları, özellikleri-kullanma yöntemleri, *Ytong*, İstanbul.

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

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 2(2), 348-369, 2020  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>



**Araştırma Makalesi / Research Article****Doi: [10.47898/ijeased.801324](https://doi.org/10.47898/ijeased.801324)**

## **Priming Uygulamalarının Farklı Gelişim Dönemlerindeki Patlıcan Tohumlarının Canlılık ve Kalitesi Üzerine Etkisi**

Yasemin ÇELİK<sup>1</sup>, Burcu Begüm KENANOĞLU<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Uşak Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uşak, 64200, Türkiye.

<sup>2</sup> Uşak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Uşak, 64200, Türkiye.

<b>Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)</b>	<b>Makale Süreci / Article Process</b>	
<b>*Sorumlu Yazar / Corresponding author :</b> <a href="mailto:burcu.kenanoglu@usak.edu.tr">burcu.kenanoglu@usak.edu.tr</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0003-2653-5399">https://orcid.org/0000-0003-2653-5399</a> , Y. Çelik  <a href="https://orcid.org/0000-0001-5307-5194">https://orcid.org/0000-0001-5307-5194</a> , B.B. Kenanoğlu	<b>Geliş Tarihi / Received Date</b> :	28.09.2020
	<b>Revizyon Tarihi / Revision Date</b> :	02.11.2020
	<b>Kabul Tarihi / Accepted Date</b> :	08.11.2020
	<b>Yayın Tarihi / Published Date</b> :	15.12.2020
<b>Alıntı / Cite :</b> Çelik, Y., Kenanoğlu, B.B. (2020). Priming Uygulamalarının Farklı Gelişim Dönemlerindeki Patlıcan Tohumlarının Canlılık Ve Kalitesi Üzerine Etkisi, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2(2), 348-369.		

### **Özet**

Bu çalışmada, Kemer 27 patlıcan çeşidine ait tohumların hidropriming (HP), osmopriming (OP) ve termopriming (TP) uygulamalarının tohum kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Kemer 27 (K) çeşidinin farklı olgunluk seviyelerinde hasat edilen (çiçeklenmeden sonraki 50,55,60,70,80 ve 90. gün) tohumları 35 ve 15<sup>0</sup>C'de 8 saat (4:4 sa/karanlık-aydınlık koşulda) süre boyunca, %10'luk PEG-6000 ile OP, 35 ve 15<sup>0</sup>C'de 8 saat (4:4 sa/karanlık-aydınlık koşulda) sürede saf su ile HP ve 50<sup>0</sup>C'de 2 farklı sürede (15 ve 30 dakika) su banyosunda TP işlemleri uygulanmıştır. Tüm kontrol ve uygulama gruplarında tohum nem miktarlarındaki değişim belirlenmiştir. Denemeler sonucunda, patlıcan tohumlarının priming uygulamaları ile canlılık (ortalama çimlenme oranı ve süresi, kök-sürgün uzunlukları, nem değişimleri) kriterleri değerlendirilmiştir. Genel olarak incelenen parametrelere göre priming olumlu etkisi tohumların olgunluğu ile ilişkili bulunmuştur. Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre toplam ve normal çimlenme oranları (%) ile nem miktarları (%) açısından hasat zamanı, priming ve interkasyonları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak değişken düzeylerde önemli (p≤0.05, 0.01) olduğu belirlenmiştir. Kök ve sürgün uzunlukları (mm) bakımından ise hasat zamanları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0.01). Bu çalışma ile patlıcan tohumlarında kullanılan özellikle TP uygulaması diğer priming metotlarına göre çimlenme performansı üzerine daha etkili olmuştur. Kimyasal madde olmadan yapılan bu teknik girdi masraflarını da azalttığı için özellikle organik üretimde kullanılacak tohumlar için alternatif bir uygulama olarak önerilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** *Solanum melongena* L., Hidropriming, Osmopriming, Termopriming, Çimlenme performansı.

## ***The Effect of Priming Treatments on Vitality and Quality of Eggplant Seeds in Different Maturity Periods***

### **Abstract**

In this research, the effects of hidropriming (HP), ozmopriming (OP) and thermopriming (TP) treatments on seed quality in Kemer 27 eggplant variety seeds were investigated. Eggplant cv..Kemer 27 (K) seeds which harvested at different maturity levels (50,55,60,70,80 and 90. days after flowering) were subjected to OP treatments at 15 and 35 0C for 8 hours (4:4 / in the dark-light condition) with 10% PEG-6000 solution, HP treatments at 15 and 35 0C (4:4 / dark-light condition) for 8 hours with distilled water and TP treatments were applied in water bath for two different times (15 and 30 minutes) at 50 °C. Change of seed moisture levels were determined in control and priming groups in all cultivars. At the end of the experiments; all priming treatments of eggplant seeds were evaluated on the basis of viability (mean germination rate and time, seedling root-shoot length, changes of moisture). Generally, when the analyzed parameters were evaluated, it was seen that the priming positive effect was related to the maturity of the seeds. According to Duncan test results, it was determined that the difference between harvest time, priming and interactions in terms of total and normal germination rates (%) and moisture content (%) was statistically significant ( $p \leq 0.05, 0.01$ ) at varying levels. Regarding to the root and shoot lengths (mm), the difference between harvest times was found to be statistically significant ( $p < 0.01$ ). With this study, especially TP treatment used in eggplant seeds was more effective on germination performance than other priming methods. This technique, which is made without chemicals, can be applied especially in organic seeds as it also reduces input costs.

**Key words:** *Solanum melongena L, Hydropriming, Osmopriming, Thermopriming, Germination performance.*

### **1. Giriş**

Patlıcan, *Solanaceae* familyasına ait bir tür olup, anavatanı Hindistan olarak bilinmektedir. Dünya ve Türkiye’de sebze yetiştiriciliği açısından patlıcan (*Solanum melongena L.*) en çok üretilen, tüketilen ve ekonomik açıdan en yüksek olan türler arasında yer almaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü verilerine göre, 2018 yılı dünya patlıcan üretimi 29 milyon tondur (FAO, 2018). İstatistiklere göre; ülkemizde 2019 yılında 30 milyon ton sebze üretimi yapılırken, patlıcan üretimi 822659 ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2019). Patlıcan *Solanaceae* sebzeleri arasında en termofilik olandır. Bitkisel gelişim, büyüme ve verim için gece en az 15 °C ve gündüz 23-25 °C sıcaklıklar gereklidir. Patlıcanın düşük gece sıcaklıklarına toleransı düşüktür. Düşük verim, bozulmuş polen gelişimi ve canlılığı, anormal meyve renk gelişimi ve tohumuz meyve oluşumu olmak üzere birçok anormaliteler görülmektedir (Karapanos ve ark., 2008). Meyve olgunluğunu etkileyen faktörler; ana bitkinin gelişim durumu, ekolojik ve fizyolojik faktörler olarak üç farklı başlık altında değerlendirilmektedir. Meyvenin gelişim ve olgunlaşması için ekolojik olarak öncelikle ışık, sıcaklık, bitkinin beslenmesi gibi çevre faktörlerinin yanında bazı kültürel işlemler de oldukça önemlidir. Tohum olgunluğu incelendiğinde ise, iki önemli olgunluk kavramı ile karşılaşılır. Bu kavramlar fizyolojik ve hasat olgunluğudur. Fizyolojik olgunluk, tohuma taşınan maksimum kuru madde birikimi ile ilişkili olup tohumun yüksek kaliteye ulaştığı en uygun hasat

zamanı kriteridir. Bu dönemin belirlenmesi tohum canlılığının yüksek olması ve tohum kayıplarının azalması bakımından önemlidir. Hasat olgunluğu ise, tohumun depolanması için uygun olduğu gelişim dönemidir. Patlıcan meyvelerinin hasadı için en uygun dönem ve tohumun ekstraksiyonu için ideal dinlenme süresinin belirlenmesinin amaçlandığı bir çalışmada; meyveler, polinasyondan sonra 49, 56, 63, 70 ve 77. günlerde toplanmış ve her dönemde hasat edilen meyvelerin tohumları, hasattan hemen sonra ya da hasat sonrası bir haftalık dinlenme periyodundan sonra mekanik ekstraksiyon yapılmıştır. Tohumların fizyolojik kalitesi için çimlenme yüzdesi, çimlenme ve çıkış hız endeksleri ve elektriksel iletkenlik testleri yapılmıştır. Tohumların çimlenme ve canlılık sonuçları bakımından meyve hasadı için en uygun sürenin 70. gün olduğu belirlenmiştir ve tohumların hasattan hemen sonra çıkarılması uygun bulunmuştur (Martins ve ark., 2012). Yapılan çalışmalarda genel olarak; patlıcan tohum üretimi için (*Solanum melongena* L.) meyveler antesinden yaklaşık 50-60 gün sonra çeşit, iklim ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak tam olgunluk döneminde hasat edilmesi önerilmektedir (Chen, 2001; Demir, 2002; Yogeasha, 2008). Ham meyvelerden ekstrakte edilen tohumlar ya çok düşük düzeyde yada hiç çimlenememektedirler. Ayrıca meyve gelişimi ve olgunlaşması sırasında bitkideki meyveler arasında rekabet olması tohum boyutunun azalmasına neden olmaktadır (Passam, 2001). Patlıcan klimakterik bir tür olmasına rağmen, hasat sonrası meyvelerde tohumlar olgunlaşmaya devam edebilmekte ve bu durum çimlenmeyi uyarmaktadır (Passam, 2010). Bazı bitki türleri için tohum maksimum fizyolojik kalite ile maksimum kuru ağırlığa aynı anda ulaşırken, bazı türler için ise öncesi yada sonrası dönemde gerçekleşmektedir. Maksimum kaliteye ulaşıldığı zaman tohumların fizyolojik kalitesinde kademeli azalma teşvik edilmekte ve fizyolojik olgunluktan itibaren, tohum pratik olarak ana bitkiden ayrı olup foto-asimile edilmiş bileşiklerin alımını yapamamaktadır (Demir ve Ellis, 1992).

Priming, birçok türde tohum kalitesini artırmak, çimlenmeyi ve depolama performansını iyileştirmek için kullanılan bir tekniktir (McDonald, 2000). Tohumların, çimlenme öncesi metabolizmanın aktif hale getirilerek tohumdan kökçüğün çıkmasına izin verilmeden bir solüsyon içerisinde nemlendirilmesidir. Priming uygulamasının faydaları; nükleik asitlerin onarımı ve oluşumu, protein sentezinin artması ile hem mitokondrinin hem de hücre zarlarının onarımı olarak ifade edilmektedir (McDonald, 2000). Ayrıca, priming uygulamaları ile tohumlarda antioksidan mekanizması yenilenmektedir. Bununla birlikte, priming tekniği ile iyileştirilmiş tohumların çimlenmesinin ardındaki fizyolojik nedenler ve biyokimyasal değişiklikler halen belirsizdir. Tohum canlılığını iyileştirmek için kullanılan priming tekniği ile türe göre değişen kritik nem kapsamı

yükselmektedir. Bu sayede uzun periyotlarda ve aerobik koşullarda, canlılıkta iyileşme sağlanmaktadır. Örneğin kritik nem kapsamı; marulda %15 (İbrahim ve Roberts, 1983), soğanda %18 (Ward ve Powell, 1983), buğdayda %28- 30 (Petruzelli, 1986) ve bezelyede %34-38 (Sivritepe ve Eriş, 2000) olarak belirlenmiştir. Bu yöntemlerden en yaygın olanlarından biri de ozmoprimuming tekniğidir. Ozmoprimuming uygulamalarında genellikle polietilen glikol (PEG), mannitol, gliserol, sükröz gibi ozmotik maddeler kullanılır (Parera ve Cantliffe, 1994; Elkoca ve ark., 2006). Genellikle araştırmalarda, tohum fizyolojisini etkileyen yüksek molekül ağırlığına sahip organik bileşik olan PEG kullanılmaktadır (Sivritepe, 1999). Ancak PEG uygulamasının en büyük dezavantajı kullanılan konsantrasyondaki artışa bağlı olarak çözelti içerisinde oksijen çözünürlüğündeki yetersizliktir (Mexal ve ark., 1975). Örneğin, PEG moleküllerinin tohuma girememesi ile tohum ve çevresinin su potansiyeli dengeye geldiğinde tohumun su alımına devam etmeyeceği öne sürülmüştür (Mehra ve ark., 2003).

Hidropriming; tohumlar için uygun sıcaklıklarda ve belli sürelerde su emdirilmesi olayıdır. Bu teknikte kimyasal madde kullanılmadığı için hem tohumlarda uygulama süresi boyunca kimyasal madde birikimi hem de çevreye zararlı herhangi bir atık ortaya çıkmamaktadır. Ancak bu teknikte bazen hızlı su alımı ile tohum dokuları zarar görebilmekte ve su alım zararı meydana gelebilmektedir (McDonald, 2000). Hidropriming, ozmoprimuming ve giberellik asit yöntemlerinin kullanıldığı bir araştırmada; soğan tohumlarında anormal kök gelişimi engellenerek, özellikle hidropriming uygulamasıyla çimlenme oranı ve çimlenme yüzdesi artmıştır (Tajbakhsh ve ark., 2004). Polietilen glikol (%20, 25, 29, 32.4, 35 ve 40'lük PEG-6000 ile 4, 8, 12, 16, 20, 24, 48 ve 96 saat sürelerde) ile yapılan bir çalışmada; ozmoprimuming uygulamalarının domates, biber, patlıcan ve karnabahar gibi türlerin tohumlarında canlılık ve güç üzerindeki etkiler incelenmiştir. Priming uygulamalarının sonucunda; %35 ve 40'lük PEG-6000 çözeltileri ile yapılan uygulamaların dışında kontrole göre canlılık ve güç bakımından olumlu sonuçlar alınmıştır. %29'lük PEG çözeltileri ile 48 saat uygulanan domates tohumlarında; %32.4'lük PEG çözeltileri ile 48 saat uygulanan biber ve karnabahar tohumlarında, %32.4'lük PEG çözeltileri ile 48 ve 96 saat uygulama gören patlıcan tohumlarında en iyi sonuçlar belirlenmiştir (Saxena ve Singh, 1987). Birçok çalışmada, patlıcan tohumları için, saf su, PEG ve KNO<sub>3</sub> kullanılarak, 0-1.6 MPa arasında, 15 ve 20 °C'de 96 saate kadar çeşitli priming yöntemleri test edilmiştir (Fanan ve Novembre, 2007; Nascimento, 2005; Nascimento ve Lima, 2008; Trigo ve Trigo, 1999). Sharma ve ark., (2013) yapmış oldukları bir çalışmada, tohum priming işlemlerinin bamya tohum çimlenmesi, ortalama çimlenme süresi, fide

performansı, canlılık indeksi ile biyokimyasal parametreler, tohum elektriksel iletkenlik değeri, lipid peroksidasyon, dehidrogenaz aktivitesi, antioksidan enzimler gibi bazı fizyolojik özellikler üzerindeki etkileri incelemiştir. Tohumları hidropriming, osmopriming, halopriming ile birlikte farklı priming kombinasyonları ile katı matriks priming işlemine tabi tutmuşlardır. 12 saat boyunca hidropriming ve kalsiyum alüminyum silikat ile 24 saat boyunca matriks priming yapılarak bamyada tohum çimlenmesi, fide gücü, ortalama çimlenme süresi ve pazarlanabilir meyve verimi önemli ölçüde artarken, basit, ekonomik ve güvenli olan hidroprimingin kontrole kıyasla meyve verimini % 55'e kadar arttırmada etkili olabileceğini öne sürmüşlerdir.

Termopriming tekniğinde ise tohumlar, karanlık ortamda yüksek sıcaklıktaki oksijence zenginleştirilen saf su içerisinde belli sürelerde tutulur. Tohum çimlenme performansı dış ortam sıcaklık uygulamaları ile değişmektedir. Birçok tür ve çeşit için tohumların çimlenme sıcaklıkları mevcuttur. Ekim öncesi yapılan düşük ya da yüksek sıcaklık uygulamaları ile normal ya da toplam çimlenme oranları olumlu etkilenmektedir (Hardegree, 1996; Min ve Seo, 1999). Termopriming uygulamaları hem tohum çimlenmesi ve fide çıkışını olumlu etkilemekte hem de bitki büyümesi ve gelişmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca enzim aktivitesi, bitki büyümesi ve metabolizması üzerine olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir. Havuç tohumunun çimlenmesinde yüksek sıcaklıkların olumsuz etkilerini değerlendirmek ve yüksek sıcaklıklarda çimlenme üzerine priming işleminin faydalarını bulma amacıyla yapılan çalışma iki farklı aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, Brasília havuç tohumları, 35 °C'de 24, 48, 72 ve 96 saatlik farklı sürelerle termopriming işlemine tabi tutulmuş ardından 20 °C'ye aktarmışlardır. Tohumlar ayrıca 20 °C (optimum) ve 35 °C (maksimum) sabit sıcaklıklarda priming işlemine tabi tutmuşlardır. İkinci olarak tohumlar ışık altında, 72 saat boyunca, 15 °C'de, havalandırılmış PEG 6000 (% 30) çözeltisi içinde priming işlemi gerçekleştirilmiştir. Tohumlar daha sonra 20 ve 35 °C'de çimlendirilmiştir. Sabit yüksek sıcaklıklar (35 °C) toplam çimlenmeyi azaltırken 35 °C'de uzun süre priming işlemine tabi tutulan tohumlar, 20 °C'ye aktarıldıklarında daha düşük bir çimlenme performansı belirlenmiştir. Bununla birlikte, priming işlemine tabi tutulmuş tohumların, olumsuz (35 °C) koşullarda daha yüksek çimlenmeye sahip olduğunu gözlemlemiştir. Termopriming uygulamasının, özellikle yaz aylarında tarlada havuç tohum performansını ve tek tip fide oluşumunu iyileştirmek için önemli bir araç olarak kullanılabilir olduğu sonucuna varmışlardır (Nascimento ve Pereira, 2007). Sani ve Jodaeian (2015) yaptıkları çalışmada soya fasulyesi tohumlarının çimlenmesi üzerine farklı zaman aralıklarında (kontrol, 5 ve 10 dakika) uygulanan termopriming etkisinin belirlenmesini



amaçlamışlardır. Sonuçlara göre termoprining uygulamasının çimlenme yüzdesi, fide kuru ağırlığı ve fide canlılığı üzerindeki etkisinin önemli olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Sonuçlarında en yüksek çimlenme yüzdesinin (% 77), en yüksek fide kuru ağırlığının (1.39 g) ve en iyi fide kuvvetinin (107.03) 10 dakikalık termoprining ile elde edildiğini ortaya koymuşlardır.

Bu çalışmada, Kemer 27 patlıcan çeşidine ait tohumlara farklı süre ve sıcaklıklarda ozmo, hidro ve termo priming uygulamaları yapılarak, tohum canlılığının (normal çimlenme oranı ve çimlenme hızı, fide sürgün ve kök uzunlukları) nasıl etkilendiğini ortaya koymak amaçlanmıştır.

## **2. Materyal ve Metot**

Bu araştırma 2019-2020 yıllarında Uşak Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait araştırma laboratuvar ve uygulama alanında yürütülmüştür.

### **2.1. Materyal:**

Bu çalışmada, bitkisel materyal olarak Fitalya fideden temin edilen Kemer 27 çeşidi patlıcan tohumları kullanılmıştır. Tohumlar hasatlardan sonra denemelerde kullanılincaya kadar hermetik olarak kapatılmış cam kavanozlarda ve buzdolabında 4°C’de muhafaza edilmiştir.

### **2.2. Yöntem:**

#### **2.2.1. Tohum Hasadı (Çiçeklenmeden Sonraki Gün Sayısına Göre):**

Nisan 2019’da dikim yapılmış, çevre koşullarına bağlı olarak 30-90 arası çiçek etiketlenmiştir. Çiçeklenme sonrası 50,55,60,70,80 ve 90. günlerde etiketli çiçeklerden ise 15-25 adet meyve tohum amacı ile hasat edilmiştir. Daha sonra hemen hasat (bekletme işlemi yapılmamış) edilen meyvelerden fermantasyon (su) yöntemi ile tohumlar elde edilmiştir.

#### **2.2.2. Tohum Partilerinin Başlangıç Canlılıkları Ve Nem Kapsamlarının Belirlenmesi**

##### **2.2.2.1. Nem Tayini(%):**

Her partinin tohum nemi, 1g’lık 2 tekerrürlü örnekler ile başlangıç ağırlıkları tartıldıktan sonra 130°C’de 1 saat bekletilmiştir (ISTA, 1999). Ardından tohumlar fırından çıkarıldıktan sonra soğuması için fırın kaplarının ağızları kapalı şekilde desikatörde yarım saat bekletilerek, son

ağırlıkları tartılmış ve başlangıç nem miktarları (%) saptanmıştır. Nem tayini başlangıç nemi ve tüm uygulamalar sonucunda yapılmış ve uygulamalar arasındaki nem değişimi gözlemlenmiştir.

$$\text{Nem miktarı (\%)} = \frac{\text{BTA} - \text{STA}}{\text{BTA}} \times 100 \quad (1)$$

BTA: Başlangıç tohum ağırlığı

STA: Son tohum ağırlığı

### 2.2.2.2.Çimlendirme Testi (%):

Çimlendirme testi için her tohum partisi 3 tekerrür x 25 tohum ile petrilerde 25 °C’de 14 gün süre ile devam etmiştir (ISTA, 1999). Çimlenme kriteri olarak 2mm’lik kökçük çıkışı esas alınarak, sayımlar her gün yapılmıştır. Çimlendirme denemesinin sonunda toplam (TÇ) ve normal (NÇ) çimlenme oranları (%) belirlenmiştir. Çimlendirme testi sonunda fidelerin kök (KU) ve sürgün (SU) uzunluk (mm) ölçümleri yapılmıştır.



Şekil 1. Kemer 27 patlıcan çeşidinin sürgün (sol taraf) ve kök (sağ taraf) uzunluk ölçümü

### 2.2.2.3.Ortalama Çimlenme Zamanı (gün):

Çimlendirme denemesi sırasında yapılan günlük sayımlar kullanılarak aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\text{OÇZ} = \frac{\sum n \cdot D}{\sum n} \quad (2)$$

Formülde; OÇZ: Ortalama çimlenme zamanı

n: D. günde çimlenen tohum sayısı

D: Çimlenme başlangıcından itibaren geçen günü ifade etmektedir

## 2.1. Priming Uygulamaları

### Hidropriming:

Farklı olgunluk dönemlerine göre keselenen tohumlar saf su içeren küvetlere yerleştirilen tel üzerine dizilmiştir. Uygulama 35°C ve 15°C etüvlerde 8saat fotoperiyot (4saat aydınlık, 4saat karanlık) ayarlanarak iki farklı uygulama gerçekleştirilmiştir. İlk uygulamada tohumlar 35°C’de 8saat (4saat aydınlık, 4saat karanlık) etüv de bekletilip çimlenme testi için petrilere aktarılmıştır. İkinci uygulamada ise tohumlar 15°C’de 8saat (4saat aydınlık, 4saat karanlık) etüv de bekletilip çimlenme testi için petrilere aktarılmıştır (Fanan ve Novembre, 2007; Nascimento, 2005; Nascimento ve Lima, 2008; Trigo ve Trigo, 1999).

### Ozmopriming:

Farklı olgunluk dönemlerine göre keselenen tohumlar, PEG çözeltisi (%10’luk) içeren küvetlere yerleştirilen tel üzerine dizilmiştir. Uygulama 35°C ve 15°C etüvlerde 8saat fotoperiyot (4saat aydınlık, 4saat karanlık) olmak üzere iki farklı uygulama gerçekleştirilmiştir. İlk uygulamada tohumlar 35°C’de 8saat (4saat aydınlık, 4saat karanlık) etüv de bekletilip çimlenme testi için petrilere aktarılmıştır. İkinci uygulamada ise tohumlar 15°C’de 8saat (4saat aydınlık, 4saat karanlık) etüv de bekletilip çimlenme testi için petrilere aktarılmıştır (Fanan ve Novembre, 2007; Nascimento, 2005; Nascimento ve Lima, 2008; Trigo ve Trigo, 1999).



Şekil 2. Bitki büyüme dolabında (Nüve GC 400 ) osmo ve hidropriming uygulamalarının yapılışı

## **Termoprining:**

Farklı olgunluk dönemlerine göre keselenen tohumlar, 50°C’de 2 farklı sürede (15 ve 30 dakika) su banyosunda bekletilmiştir. Çıkarılan tohumlar kurutma kağıtlarında fazla nemi alındıktan sonra çimlenme testi için petrilere aktarılmıştır.

## **2.2. İstatistiksel Analiz**

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Laboratuvar testleri sonuçlarının istatistiksel önemi ve ortalamalar arasındaki farklar Duncan’ın çoklu ve tekli testleri kullanılarak  $p \leq 0.05$  düzeyinde değerlendirilmiştir. İstatistiksel analizde SPSS paket programı kullanılmıştır.

## **3. Araştırma Bulguları ve Tartışma**

Kemer 27 çeşidinin tohum canlılık değerleri (toplam çimlenme, normal çimlenme, ortalama çimlenme zamanı, sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, nem miktarı) bakımından ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak çok önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuştur (Tablo 1).

**Tablo 1.** Kemer 27 çeşidine ait varyans analiz tablosu

	Varyans	Serbestlik derecesi 1	Serbestlik derecesi 2	Önem derecesi
TÇ	2,717	41	84	,000
NÇ	2,702	41	84	,000
OÇZ	2,881	41	84	,000
SU	5,029	41	84	,000
KU	3,901	41	84	,000
NEM	2,057	41	84	,003

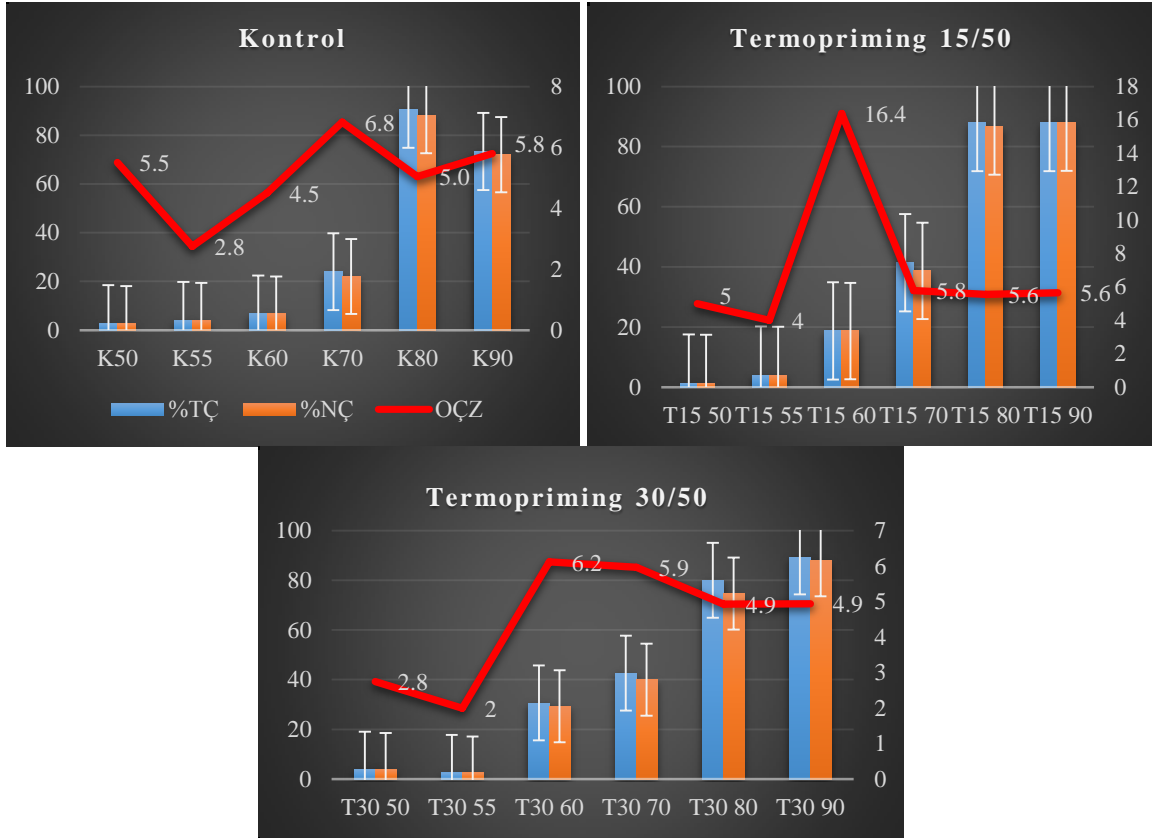
Denemelerde tohum canlılığının ele alındığı; priming, hasat zamanı (gün) ve priming x hasat zamanı interaksyonu konularına bağlı olarak belirlenen parametrelerin istatistiksel olarak anlamlılık düzeyi tablo 2’de verilmiştir. Özellikle hasat zamanı sonuçlarının ortalamaları arasındaki farklılıklar ( $p<0.01$ ) istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Tam gelişmemiş tohum oranı dışındaki tüm özelliklerde hasat zamanları arası farklılığın %1 olasılık düzeyinde önemli olduğu

görülmektedir (Tablo 2). Çeşit x olgunlaşma dönemi (hasat gün) interaksyonu toplam çimlenme, normal çimlenme ve nem sonuçları %1 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur. Toplam ve normal çimlenme sonuçlarına göre; istatistiksel olarak tam gelişmemiş tohumlar (50 ve 55. gün hasatları) aynı grupta iken diğer olgunluk zamanları farklı gruplarda yer almıştır. Ortalama çimlenme zamanlarının sonuçlarında ise 50 ve 55. gün hasatları ayrı, diğer hasat zamanları ise aynı grup oluşturarak istatistiksel olarak iki gruba ayrılmıştır. Nem miktarları ile kök ve sürgün uzunlukları sonuçlarında ise ham tohum grubu (50.gün) diğer hasat zamanlarından ayrı grup olmuştur. Çalışmamızda toplam ve normal çimlenme sonuçlarına göre; istatistiksel olarak 15-35 °C’de yapılan OP ve HP uygulamalarına tabi tutulan tohumlar aynı grupta yer almıştır. Sürgün uzunlukları sonuçlarında ise istatistiksel olarak kontrol, 50 °C’de 30 dakikada yapılan TP ve 15-35 °C’de yapılan HP uygulamalarının tohumları aynı grupta yer almıştır.

**Tablo 2.** İncelenen parametreler ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Bağımlı değişkenler	Varyasyon	Kareler ortalaması	Önem derecesi
Priming	TÇ	6	1260,656	,000
	NÇ	6	1734,550	,000
	OÇZ	6	12,678	,006
	SU	6	251,998	,102
	KU	6	104,356	,005
	NEM	6	4384,908	,000
Hasat gün	TÇ	5	16296,356	,000
	NÇ	5	13920,337	,000
	OÇZ	5	86,442	,000
	SU	5	2121,137	,000
	KU	5	302,630	,000
	NEM	5	98,817	,000
Hasat gün * priming	TÇ	30	407,170	,000
	NÇ	30	483,122	,000
	OÇZ	30	4,727	,240
	SU	30	110,126	,750
	KU	30	19,414	,928
	NEM	30	50,602	,000

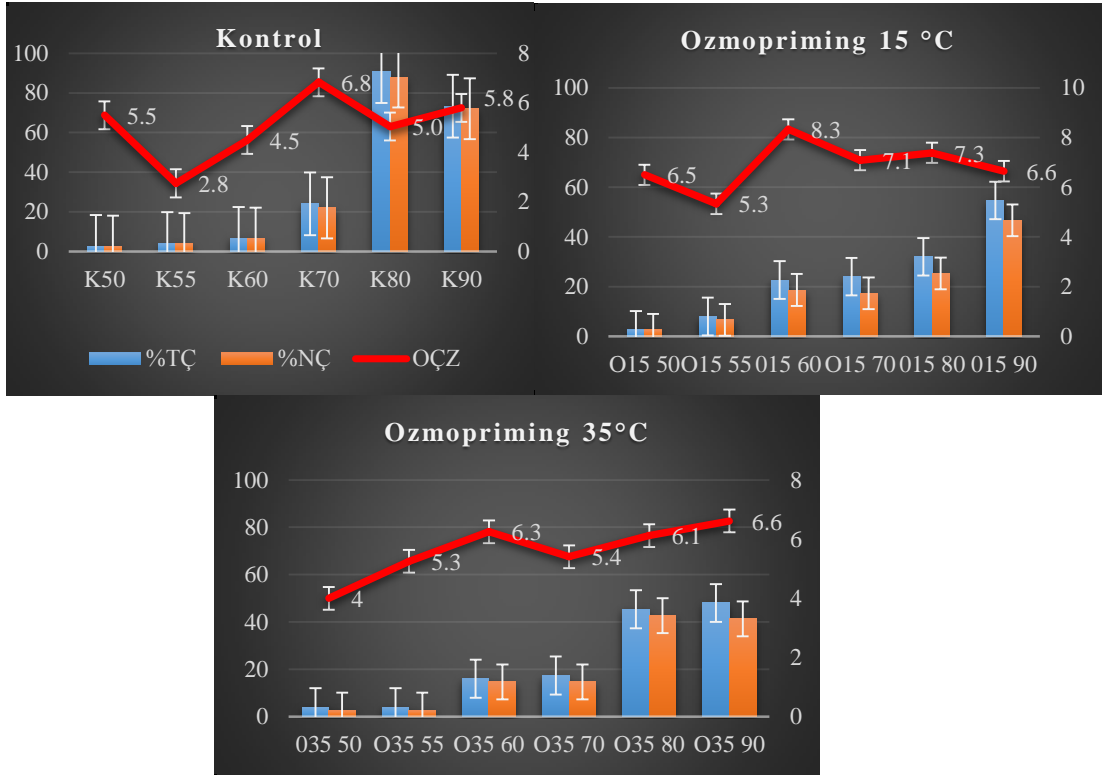
Tablo 2’de görüldüğü gibi, incelenen tüm özelliklerde farklı olgunlaşma dönemlerinin etkisi %1 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu sonuçlar, literatürde yer alan farklı priming uygulamaları ile benzerlik göstererek, çimlenme oranının arttığını destekler niteliktedir (Demir ve Okçu 2004, Venkatasubramanian ve Umarani 2007). Sebze türlerinin arasında patlıcan tohumları yavaş bir çimlenme süreci göstermektedirler (Demir 2003). ISTA kurallarına göre 14 günlük çimlenme periyodu önerilse de yapılan birçok çalışma sonrası elde edilen gözlemler bu sürenin uzatılması ile çimlenmenin devam edebileceği görülmüştür (Anonymus, 2017). Çimlenme periyodundaki yavaşlığın farklı nedenleri olsa da kısmen tohum dormansisinin bunda etkili olabileceği öngörülmektedir (Yogeesha ve ark., 2006). Bu durum kısmi dormansi olarak adlandırılmaktadır. Bu dormansinin varlığı çimlenmeyi yavaşlatarak sürecin uzamasına ve kademeli çimlenmeye neden olmaktadır. Çalışmamızda, 50. ve 55. gün hasatlarına ait tohumlarda ortalama çimlenme zamanı 2-6 gün arası iken, 70. ve 90. gün hasatlarda ise 5-7 gün olarak belirlenmiştir. Genel olarak uygulamaların etkisi incelendiğinde ise; ham tohumlarda (50 ve 55. gün) OP 15 uygulaması, 60., 70. ve 80. gün hasat gruplarında HP 35 uygulaması sonucu çimlenme süresi en uzun olmuştur. Ancak 90. gün hasadının tohumlarında uygulanan OP 15-35 ve HP 15-35 sonucu ortalama çimlenme süresi benzerlik göstererek 7 günde tamamlanmıştır. Çimlenme sürecindeki değişkenlik fide kalitesini de olumsuz etkilemektedir. Özellikle bir heterojen gelişim ile popülasyon içinde farklı boyutlarda fideler oluşmaktadır (Demir ve ark., 2008). Tohum üretimi için patlıcan meyvesi normalde tam olgunlukta hasat edilir, bu da çeşide, iklime ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak antesis döneminden yaklaşık 50-60 gün sonraya denk geldiği bildirilmiştir (Demir, 2002; Rashid, 2000; Yogeesha, 2008).



**Şekil 3.** Kemer 27 çeşidinin farklı olgunluktaki tohumlarında kontrol ve TP (50°C, 15-30 dakika) uygulamaları sonrası toplam (TÇ) ve normal (NÇ) çimlenme oranları (%) ile ortalama çimlenme zamanları (OÇZ, gün)

Kontrol ve termoprining uygulanmış grupların çimlenme sonuçları değerlendirildiğinde; çiçeklenmeden sonraki 60, 70 ve 90. gün hasatlarına ait tohumların çimlenme performansında termoprining ile artış sağlandığı görülmüştür. Kemer çeşidinin toplam çimlenme sonucunda, 90. gün tohum hasadında 50°C’de 30 dakikalık termoprining ile artış belirlenmiştir (Şekil 3). Duran (2016) yaptığı çalışmada da patlıcan türünde tohum gücü ve fide kalitesi, yapılan termoprining (TP) ve kurutma uygulamalarının etkileri ile incelemiştir. Kemer 27, Pala 49 ve Topan 374 çeşidi patlıcan tohumlarına farklı sıcaklık (40, 45 ve 50°C) ve sürelerde (5, 10, 15, 20, 25 ve 30 dk) TP uygulanmıştır. Patlıcan tohumlarının TP ve kurutma uygulamalarına olan tepkileri canlılık (normal çimlenme oranı) ve farklı güç parametreleri değerlendirilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ile TP ve kurutma uygulamalarının tohum canlılık ve gücünde artış sağlamasından dolayı tohum ve fide endüstrisine tavsiye edilebilir nitelikte olduğu sonucu ortaya konulmuştur.

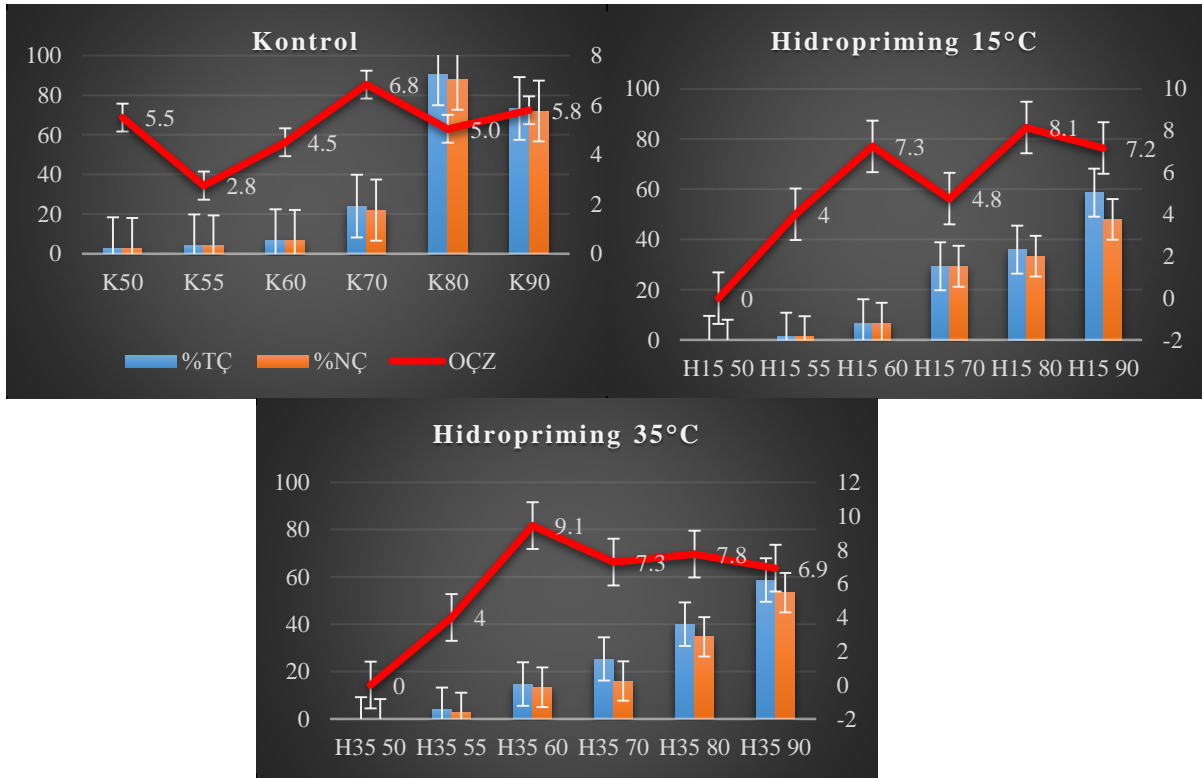




Şekil 4. Kemer 27 çeşidinin farklı olgunluktaki tohumlarında kontrol ve OP (15 ve 35°C) uygulamaları sonrası toplam (TÇ) ve normal (NÇ) çimlenme oranları (%) ile ortalama çimlenme zamanları (OÇZ, gün)

Kontrol ve ozmoprining uygulanmış grupların çimlenme sonuçları değerlendirildiğinde; özellikle tam olgunluğa ulaşamayan çiçeklenmeden sonraki 60 ve 70. gün hasatlarına ait tohumların çimlenme (TÇ, NÇ) performansında ozmoprining ile artış sağlandığı görülmüştür. Ancak bu tohumların canlılığı yinede ticari olarak satılabilecek seviyeye ulaşmamıştır. Kemer çeşidinin tohum çimlenme parametrelerinde en yüksek toplam çimlenme sonucu 90. gün tohum hasadında 15 °C'de uygulanan ozmoprining ile belirlenmiştir (Şekil 4). Brezilya koşullarında, patlıcan tohumlarının fizyolojik olgunluğu ile ilgili yapılan bir çalışmada ise, kaliteli tohumların antesisten sonraki 50. günde hasat edilen meyvelerden alındığı belirlenmiş ve daha yüksek çimlenme yüzdesi elde etmek için tohumların antesisten 86 gün sonra toplanması gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca hasat sonrası bekletmenin çimlenme yüzdesini etkilemediği gözlemlenmiştir (Martins ve ark., 2012). Yine benzer bir çalışmada ise, antesisten 70 gün sonra toplanan tohumlarda, embriyonun su kapsamını arttırmak için yeterli düzeyde ozmotik potansiyel oluşturularak birincil kökün daha önceki hasatlardan iyi çıkış gösterdiği izlenmiştir (Hegarty, 1978). Bu sonuçlar ile lahana ve kolza tohumlarında Still ve Bradford (1998), kavunda Welbaum ve Bradford (1990), patlıcan tohumlarında Demir ve diğerleri (2003) de olgunlaşmamış tohumlara dışarıdan uygulanan ozmotik

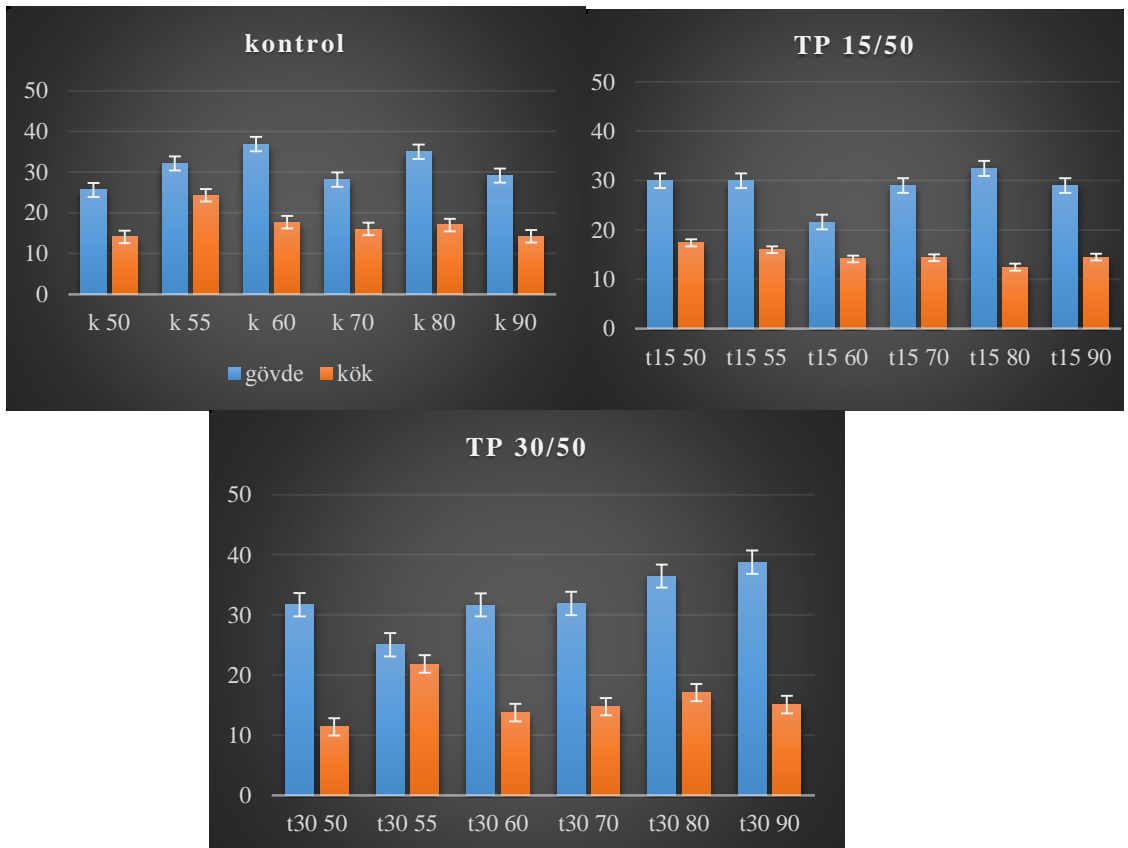
potansiyel ve tuz streslerine olgun dönem tohumlarına göre daha duyarlı olduklarını belirlenmişlerdir. Tuzların hem ozmotik hem de toksik etkileri çimlenme performansını engellemektedir (Allen ve ark.,1986). Demir ve arkadaşları (2008), farklı olgunluktaki biber tohumları ile yaptıkları çalışmada; aynı hasat dönemini ve konsantrasyonlardaki sonuçları PEG ile karşılaştırıldığında NaCl uygulaması ile çimlenme yüzdeleri daha yüksek olmuş ve PEG' in çimlenme üzerindeki olumsuz etkisinin spesifik iyon birikiminden çok ozmotik etkiden olabileceğini ortaya koymuşlardır. Mehra ve diğerleri (2003), PEG moleküllerinin tohuma girmediğini ve bu nedenle tohumun ve çevresinin su potansiyeli dengeye geldiğinde tohumun emilmeye devam etmeyeceğini öne sürmüştür. Bu gibi sebeplerden ötürü çalışmamızda uygulanan ozmoprime sonucunda çimlenme performansı kontrolden daha kötü olmuştur.



**Şekil 5.** Kemer 27 çeşidinin farklı olgunluktaki tohumlarında kontrol ve HP (15 ve 35°C) uygulamaları sonrası toplam (TÇ) ve normal (NÇ) çimlenme oranları (%) ile ortalama çimlenme zamanları (OÇZ, gün)

Kontrol ve hidropriming uygulanmış grupların çimlenme sonuçları değerlendirildiğinde; özellikle tam olgunluğa ulaşamayan çiçeklenmeden sonraki 60. ve 70. gün hasatlarına ait tohumların çimlenme (TÇ, NÇ) performansında hidropriming ile artış sağlandığı görülmüştür (Şekil 5). Yapılan bir çalışmada; patlıcan meyvelerini tozlaşmadan 70 gün sonra hasat etmek yüksek

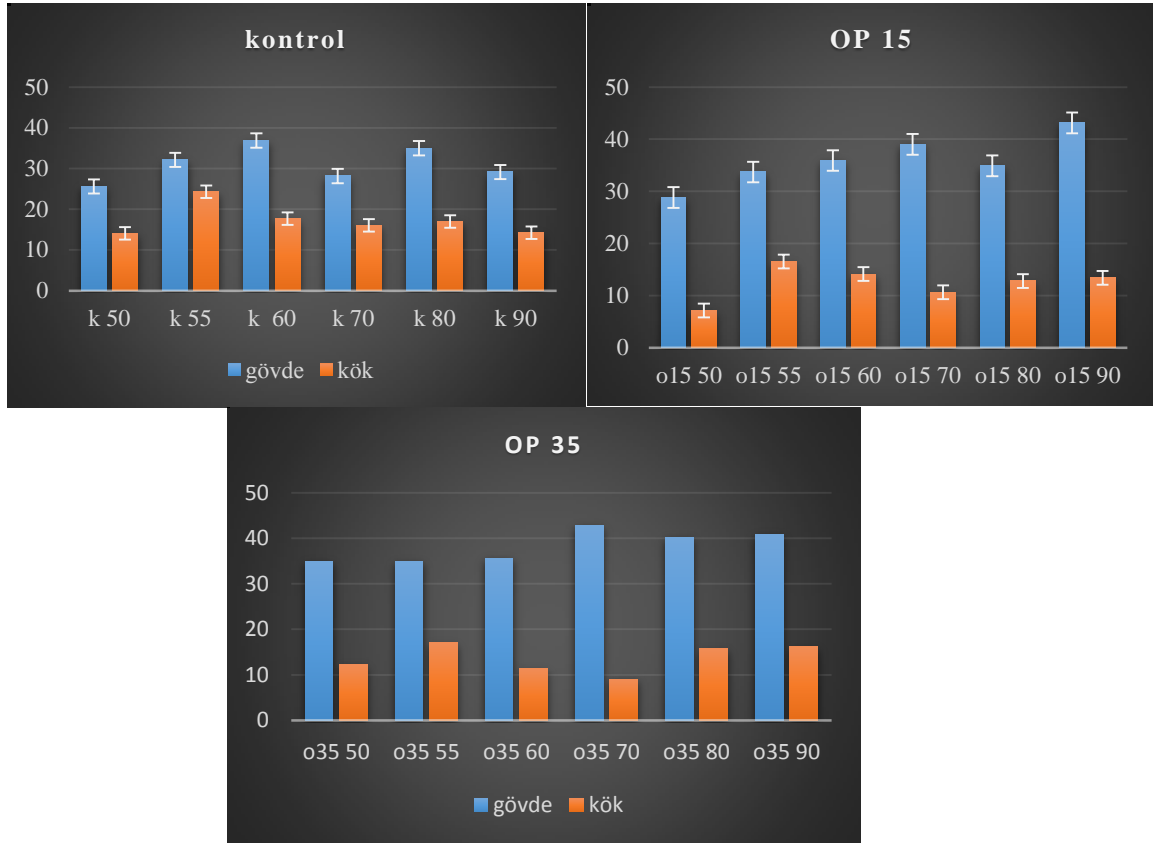
fizyolojik kalitede tohum fermantasyonu için ideal bulunmuştur. Ayrıca meyvelerin hasat sonrası depolama süresi, patlıcan tohumlarının fizyolojik kalitesini değiştirmemiştir (Martins ve ark., 2012). Oksijence zenginleştirilen saf suda 20°C sıcaklıkta farklı sürelerde tutulan Pala 49 çeşidi patlıcan tohumları ile yapılan araştırmada; hidropriming uygulamaları ile tohumların ulaştıkları nem kapsamları hesaplanmış ve iki kısma ayrılmışlardır. Tohumların bir kısmına yüzeysel kurutma yapılmış, diğer yarısı ise orijinal nem kapsamlarına gelinceye kadar kurutulmuştur. Patlıcan tohumlarının hidropriming ve kurutma uygulamalarına göre normal çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme indeksi, fide güç indeksi ve fide kuru ağırlıkları gibi parametreler değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, hidropriming grubu kontrol grubuna göre tohum canlılığı ve gücünde artış belirlenmiştir (Sivritepe ve Teoman, 2014). Hidrasyonun başlangıcında, yüksek matris potansiyeli çimlenmenin gecikmesi veya çimlenmeyi normalde önleyen veya geciktiren çözeltilerden su emilmesine neden olabileceği belirtilmiştir (Marshall ve Naylor, 1985).



Şekil 6. Kemer 27 çeşidinin farklı olgunluktaki tohumlarında kontrol ve TP (50°C, 15-30 dakika) uygulamaları sonrası kök ve gövde uzunlukları (mm)

Kök ve sürgün uzunlukları sonuçları irdelendiğinde; termopriming uygulaması ile değişken etkiler belirlenmiştir. Özellikle 50°C de 30 dakika uygulanan TP ile kök uzunlukları 55, 80 ve 90.

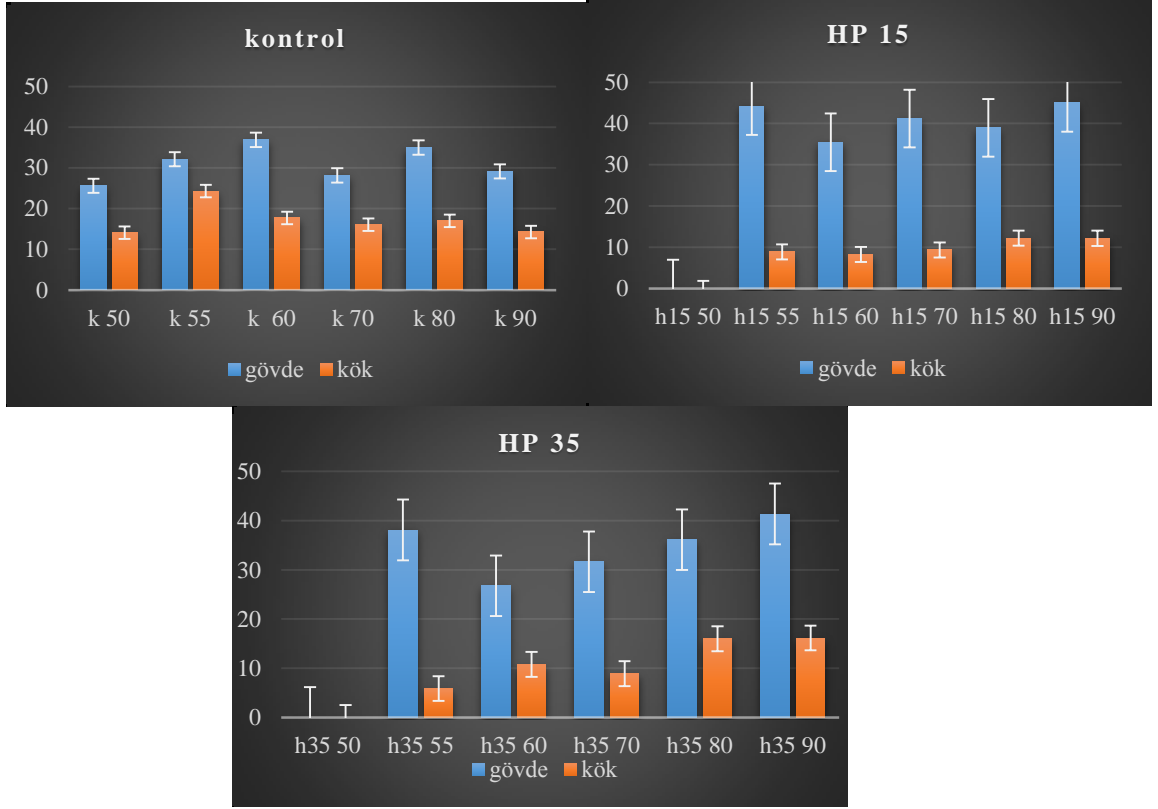
gün hasatlarında kontrole göre daha uzun olurken, sürgün uzunlukları ise 55 ve 60. gün hariç diğer hasatlarda kontroldeki değerlerin arttığı görülmüştür (Şekil 6). Benzer sonuçlar aynı aileye üyesi olan domates tohumları ile yapılan çalışmada da belirlenmiştir. 50, 60 ve 70°C’lerde 15, 2 ve 1-2 dk boyunca su emdirilen tohumlar ekimden sonraki 30 günde kontrolden %20 daha uzun olmuştur (Klein ve Hebbe, 1994).



**Şekil 7.** Kemer 27 çeşidinin farklı olgunlukta tohumlarında kontrol ve OP (15 ve 35°C) uygulamaları sonrası kök ve gövde uzunlukları (mm)

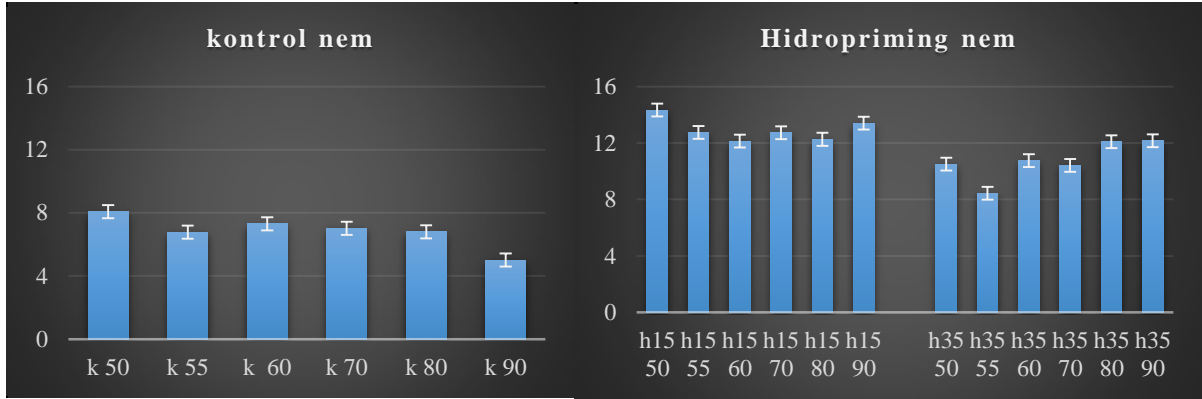
Kök ve sürgün uzunlukları sonuçlarında ozmoprimum uygulamasının etkisi ele alındığında; kök uzunluklarının kontrol grubunda daha uzun olduğu, sürgün uzunluklarının ise kontrole (25-36 mm) grubuna göre OP uygulamasından (28-55 mm) daha olumlu etkilendiği belirlenmiştir (Şekil 7). Daha önceki çalışmalar, çimlenme parametrelerinin, düşük konsantrasyonlu tuz çözeltilerinde yüksek konsantrasyonlardan daha fazla arttığını göstermiştir. Ayrıca priming işleminin başarısının, bitki türü, priming maddesinin su potansiyeli, priming süresi, sıcaklık, tohum gücü ve dehidrasyon ile priming yapılan tohumun depo koşulları gibi faktörlerin kombinasyonundan etkilendiğini göstermiştir (Moradidezfuli ve ark., 2008). Ancak Luna ve Moreno'ya (2009) göre, bu faktörlere duyarlılık türe göre değişir. PEG çözeltisi oksijen difüzyonunu kısıtlayabilir ve tohum solunumu

engellenebilir (Nascimento ve Costa, 2009) hatta ikincil bir dormansi hali başlatılabilir (Trigo ve ark.,1999) ayrıca etkilenen parametreler tekdüzelik ve çimlenme yüzdesidir.



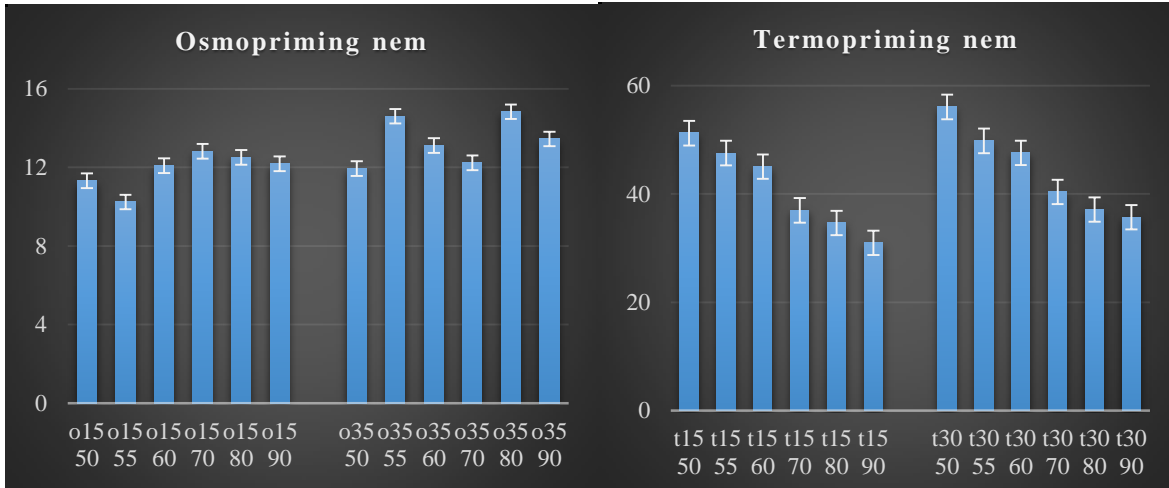
Şekil 8. Kemer 27 çeşidinin farklı olgunluktaki tohumlarında kontrol ve HP (15 ve 35°C) uygulamaları sonrası kök ve gövde uzunlukları (mm)

Kök ve sürgün uzunlukları sonuçlarında hidropriming uygulaması ile de özellikle 90. gün hasatlarının tohumlarında sürgün uzunlukları kontrol grubundan göre daha uzun olmuştur (Şekil 8). Venkatasubramanian ve Umarani (2007) yaptıkları çalışma ile domates, patlıcan ve biberde homojen ve hızlı bir çimlenme için osmopriming (PEG 1000) ve halopriming ( $KNO_3$  ve  $NaCl$ ) işlemlerini değerlendirmişlerdir. Bu yöntemler arasında, patlıcan, biber ve domates için hidropriming (48 saat), tohumun canlılığını artırabilen en iyi yöntem olarak belirlenmiştir.



Şekil 9. Kemer 27 çeşidinin farklı olgunluktaki tohumlarında kontrol ve HP (15 ve 35°C) uygulamaları sonrası nem miktarlarındaki değişim (%100)

Kontrol ve priming gruplarındaki nem değişimlerinin sonuçları, yapılan tüm priming uygulamaları ile tohumların nem düzeylerinde belirgin artışlar olmuştur. Hidropriming sonrası tohumların nemleri; 50. gün hasatlarında %4, 55. günde %3, 60, 70 ve 80.günde %4, 90. günde %8 artmıştır. Osmopriming ile bu değerler 50. günde %3, 55. günde %5, 60, 70 ve 80. günde %6, 90. günde ise %7 oranında değişmiştir. Termopriming gruplarında ise en belirgin değişim elde edilmiştir. 50. günde %45, 55. günde %41, 60. günde %39, 70. günde %31, 80. günde %28.5, 90. günde ise %27.5 oranında değişmiştir (Şekil 9,10).



Şekil 10. Kemer 27 çeşidinin farklı olgunluktaki tohumlarında OP (15 ve 35°C) ve TP (50°C, 15-30 dakika) uygulamaları sonrası nem miktarlarındaki değişim (%100)

## **Sonuçlar**

Meyve gelişim ve olgunlaşma sürecinde tohumun gelişimi; genetik, fizyolojik ve çevre koşullarını içeren birçok faktörden etkilenmektedir. Bu nedenle aynı çevre koşullarında yetiştirilen bitkilerde tohum gelişim dönemleri farklı olabilmektedir. Gelişme sırasında maksimum tohum kalitesine ulaşılması tohum ve meyve özellikleriyle ilişkili olup, ideal hasat süresini tanımlamak için önemlidir. Bu çalışmada, Kemer 27 patlıcan tohumlarında çimlenmenin başlangıç aşamalarında kalite ve performansı arttırmak amacıyla yapılan HP, OP ve TP uygulamaları ile çeşitli denemeler gerçekleştirilmiştir. Denemelerden elde edilen sonuçlar canlılık (TÇ, NÇ, OÇZ, kök-sürgün uzunluğu) bazında değerlendirilmiştir. Kemer çeşidinin tohum çimlenme parametrelerinde en yüksek çimlenme sonuçları 80. gün tohum hasatlarında elde edilmiştir. Bu sonucu 90. gün tohum hasatlarında 50°C'de 15-30 dakikalık termoprimering (%89), 15-35 °C'de uygulanan hidroprimering (%58) ve 15 °C'de uygulanan ozmoprimering (%55) gruplarında belirlenmiştir (Şekil 3,4,5). Özellikle 60-70. gün hasatlarında termoprimering ile çimlenme değerleri %10-20 oranında artmıştır. Kök ve sürgün uzunlukları sonuçları açısından, 50°C de 30 dakika uygulanan TP ile kök uzunlukları 55, 80 ve 90. gün hasatlarında kontrole göre daha uzun olurken, sürgün uzunlukları ise 55 ve 60. gün hariç diğer hasatlarda kontroldeki değerlere göre arttığı belirlenmiştir (Şekil 6). Kök ve sürgün uzunlukları hidroprimering uygulaması ile de özellikle 90. gün hasatlarının tohumlarında sürgün uzunlukları kontrol grubundan daha uzun olmuştur (Şekil 8). Çimlenme oranının %75-80 arasında olması bir tohumluğun ticari olarak tohumluk özelliği taşıması için gerekli orandır. Yapılan priming çalışması ile canlılık seviyelerinin standardı sağlanmaktadır. Yapılacak çalışmalarda, daha fazla olgunluk seviyelerine sahip tohum partilerinde değişken süre ve konsantrasyonlarda priming uygulamaları ile daha belirgin sonuçlara varılabilir.

## **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 birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında hazırlandığı yüksek lisans tezinin bir bölümünden üretilmiştir.

## Kaynaklar

- Allen, S. G., Dobrenz, A. K., Bartels, P. G., (1986), Physiological response of salt-tolerance and nontolerant alfalfa to salinity during germination. *Crop Science*, 26, 1004-1008.
- Anonymus. (2017). International Seed Testing Association. International rules for seed testing. Zurich, Switzerland.
- Chen, N.C., (2001). Eggplant seed production. AVRDC International Cooperators' Guide. Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Taiwan, pp. 4.
- Demir, İ., Ellis, R.H., (1992). Changes in seed quality during seed development and maturation in tomato. *Seed Science Research*, v.2, p.81-87.
- Demir, İ., Mavi, K., Sermenli, T., Ozcoban, M., (2002). Seed development and maturation in aubergine (*Solanum melongena* L.), *Gartenbauwissenschaft*, 67: 148-154.
- Demir, İ., (2003). Effect of controlled hydration treatment on quality of aubergine seeds following storage. *Phyton*, 43(2), 307-317.
- Demir, İ., Mavi, K., Ozcoban, M., Okcu, G., (2003). Effect of salt stress on germination and seedling growth in serially harvested aubergine (*Solanum melongena* L.) seeds during development. *Israel J. Plant Sci.*, 51, 125-131.
- Demir, İ., Ermis, S., Mavi, K., Matthews, S., (2008). Mean germination time of pepper (*Capsicum annuum* L.) Seed lots predicts size and uniformity of seedlings in germination tests. *Seed Science And Technology*, 36(1), 21-30
- Demir, İ., Okcu, G., (2004). Aerated Hydration Treatment For Improved Germination And Seedling Growth In Aubergine (*Solanum melongena*) And Pepper (*Capsicum annuum*), *Ann. appl. Biol.*, 144:121-123.
- Duran, U.T.,(2016).Patlıcan Tohumlarında TermoPriming Uygulamalarının Fide Kalitesi ve Performansı Üzerine Etkiler, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Elkoca, E., Haliloğlu, K., Eşitken, A., Ercişli, S.,(2006). Hydro and osmopriming improve chickpea germination, *Acta Agriculturae Scandinavica Section B, Soil and Plant Science*, 57(3): 193-200.
- Fanan, S., Novembre, A.D.L.C., (2007). Condicionamento fisiológico de Sementes De Berinjela. *Bragantia*, V. 66, N. 4, P. 675-683.
- FAO. Patlıcan üretim miktarı(2018),<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, (Erişim Tarihi: 17.09.2020).
- Hardegree, S.P., (1996). Optimization of seed priming treatments to increase low temperature germination rate, *Journal of Range Management*, 49: 87-92.
- Hegarty, T W., (1978). The physiology of seed hydration and dehydration and relation between water stress and control of germination: A Review. *Plant Cell And Environment*, 1, 1001-1119.
- Ibrahim, A.E., Roberts, E.H.,(1983). Viability of lettuce seeds. I. Survival in hermetic storage. *Journal of Experimental Botany*, 34: 620-630.
- ISTA (1999): International Rules for Testing Seeds. *Seed Sci. and Technol.* 27: 155-175.
- Karapanos, I., Mahmood, S., Thanopoulos, C.,(2008). Fruit set in solanaceous vegetable crops as affected by floral and environmental factors, *The European Journal of Plant Science And Biotechnology*, 2, s85-105
- Klein, J.D., Hebbe, Y., (1994). Growth of tomato plants following short term high temperature seed priming with calcium chloride, *Seed Science and Technology*, 22: 223-230.
- Luna, B., Moreno, J.M., (2009). Light and nitrate effects on seed germination of mediterranean plant species of several functional groups. *Plant Ecology*, V.203, N.1, P.123-135
- Martins, D., Vilela, F., Guimaraes, R., Gomes, L., Silva, P., (2012). Physiological Maturity of Eggplants Seeds, *Revista Brasileira de sementes*, 34(4), s534-540.

- Marshall, A. H., Naylor, R. E. L. (1985). Ryegrass seedwater relationships. *Seed Science and Technology*, 13, 829-845
- McDonald, M.B., Black M., (Eds) Bewley J.D.,(2000). *Seed technology and its biological basis*. Sheffield, UK; Sheffield Academic Press.
- Mehra, V., Tripathi, J., Powell, A.A., (2003), Aerated hydration treatment improves the response of *Brassica juncea* and *Barassica campestris* seeds to stress during germination. *Seed Sci. Technol*, 31, 57- 70.
- Min, T.G., Seo, B.M.,(1999). Optimum conditions for tobacco seed priming by PEG 6000, *Korean Journal of Crop Science*, 44(3): 263-266.
- Mexal, J., Fisher, J.T., Osteryoung, J., Reid, C.P.,(1975). Oxygen availability in polyethyleneglycol solutions and its implications in plant-water relations, *Plant Physiology*, 55: 20-24.
- Moradidezfuli, P., Sharif-Zadeh, F., Janmohammadi, M., (2008). Influence Of Priming techniques On Seed germination behavior Of Maize in bredlines (*Zea mays* L.). *Journal Of Agriculture and biological sciences*.3, 22-25.
- Nascimento, W.M., (2005). Condicionamento osmótico De Sementes De Hortaliças visando A Germinação Em Condições De Temperaturas baixas. *Horticultura brasileira*, V.23, N.2, P.211-214.
- Nascimento, W.M., Pereira, R.S. (2007). Preventing thermo-inhibition in carrot by seed priming. *Seed Sci. & Technol.*, 35, 504-507.
- Nascimento, W.M., Costa, C.J., (2009). Condicionamento osmótico De Sementes De Hortaliças. *Tecnologia De Sementes De Hortaliças*, P.345-396.
- Nascimento, W.M., Lima, L.B., (2008). Condicionamento osmótico De Sementes De Berinjela visando A Germinação sob temperaturas baixas. *Revista brasileira De Sementes*, V.30, N.2, P.224-227.
- Parera C.A., Cantliffe D.J.,(1994). Pre-sowing seed priming, *Horticultural Reviews*, 16: 109-141.
- Passam, H.C., Baltas, C., Boyiatzoglou, A., Khah, E.M., (2001). Flower morphology and number of aubergine (*Solanum melongena* L.) in relation to fruit load and auxin application. *Scientia Horticulturae*, 89: 309-316.
- Passam, H.C., Theodoropoulou, S., Karanissa, T., Karapanos, I.C., (2010). Influence of harvest time and after-ripening on the seed quality of eggplant. *Scientia Horticulturae*, 125: 518-520.
- Rashid, M.A., Singh, D.P., (2000). *A manual on vegetable seed production in Bangladesh*. Bangladesh; AVRDC-USAID-Bangladesh Project, Horticulture Research Centre, Bangladesh Agricultural Research Institute Joydebpur, pp. 119.
- Sani, B., Jodaean, V., (2015). The Role of Thermo Priming on Improving Seedling Production Technology (Ispt) in Soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] Seeds. *International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering* Vol:9, No:7.
- Saxena O.P., Singh G.,(1987). Osmotic priming studies in some vegetable seeds. *Acta Horticulturae*. 215:201-207.
- Sharma, A.D., Rathore S.V.S., Srinivasana, K., Tyagi R.K.,(2013). Comparison of various seed priming methods for seed germination, seedling vigour and fruit yield in okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench), *Scientia Horticulturae*, 165: 75-81.
- Sivritepe, H.Ö., Teoman, S.,(2014). Patlıcan tohumlarının fizyolojik olarak iyileştirilmesinde kullanılan farklı hidrasyon ve kurutma uygulamalarının karşılaştırması. *10. Sebze Tarımı Sempozyumu*. Tekirdağ.
- Sivritepe, H.Ö., Eriş, A., (2000). The effect of post-storage hydration treatments on viability and repair of genetic damage in peaseeds. *Acta Hort*. 517: 143-149.
- Sivritepe, H.Ö., (1999). Sebze tohumlarında kalite ve performansın artırılması üzerine ozmotik koşullandırmanın etkileri. *Türkiye 3. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi* (s. 525-529). Ankara.
- Still, D. W., Bradford, K. J., (1998). Using hydrotime and ABA-times model to quantify seed quality of *Brassicac*s during development. *J. Amer. Soc. Hort. Sci*, 123(4), 692-699.
- Tajbakhsh, M., Brown, P.H., Gracie, A.J., Spurr, C.J., Donovan, N., Clark, R.J.,(2004). Mitigation of stunted root abnormality in onion (*Allium cepa* L.) using seed priming treatments, *Seed Science and Technology*, 32: 683-692.
- Trigo, M.F.O.O., Trigo, L.F.N., (1999). Effect of priming on germination and on vigor of eggplant (*Solanum melongena* L.) Seeds. *Revista brasileira De Sementes*. 21, 107-113.
- Trigo, M.F.O.O., Nedel, J.L., Trigo, L.F.N., (1999). Condicionamento osmótico Em Sementes De Cebola: I. Efeito sobre A Germinação. *Scientia Agricola, Piracicaba*, V.56, N.4, P.1059-1067.

- TÜİK. *Patlıcan üretim miktarı 2019*, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>, (Erişim Tarihi: 17.09.2020).
- Venkatasubramanian, A., Umarani, R., (2007). Evaluation of seed priming methods to improve seed performance of tomato (*Lycopersicon esculentum*), eggplant (*Solanum melongena*) and chilli (*Capsicum annum*), *SeedSci. & Technol*, 35, 487-493.
- Vidigal, D., Dias, D., Dias, L., Finger, F. (2011). Changes in Seed Quality During Fruit Maturation of Sweet Pepper, *Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia*, 68(5), s535-539.
- Yogeesha, H.S., Singh, T.H., Naik, L.B., (2008). Seed germination in relation to seed development in eggplant (*Solanum melongena*), *IndianJournal of Agricultural Science*, 78: 1010-1012.
- Yogeesha, H.S., Upreti, K.K., Padmini, K., Bhanuprakash, K., Murti, G.S.R., (2006). Mechanism of seed dormancy in eggplant (*Solanum melongena L.*). *Seed Science and Technology*, 34(2), 319-325.
- Ward, F.H., Powell, A.A., (1983). Evidence for repair processes in onion seeds during storage at high seed moisture contents, *Journal of Experimental Botany*, 34: 277-282.
- Welbaum, G. E., Tissaoui, T., Bradford, K. J., (1990), Water relations of seed development and germination in muskmelon (*Cucumis melo L.*) III. Sensitivity of germination to water potential and abscisic acid during development. *PlantPhysiology*, 92, 1029-1037.



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 2(2), 370-379, 2020  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>



Araştırma Makalesi / *Research Article*

Doi: [10.47898/ijeased.792611](https://doi.org/10.47898/ijeased.792611)

## Çukurova Yöresi Yapı Taşlarının Fiziksel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma

Ayşe BİÇER \*

Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, Malatya, 44210, Türkiye.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : <a href="mailto:ayse.bicer@ozal.edu.tr">ayse.bicer@ozal.edu.tr</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0003-4514-5644">https://orcid.org/0000-0003-4514-5644</a> , A. Biçer	Geliş Tarihi / Received Date : 09.09.2020 Revizyon Tarihi / Revision Date : 20.11.2020 Kabul Tarihi / Accepted Date : 22.11.2020 Yayın Tarihi / Published Date : 15.12.2020
Alıntı / Cite : Biçer, A. (2020). Çukurova Yöresi Yapı Taşlarının Fiziksel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2(2), 370-379.	

### Özet

Bu çalışmada, Adana ve yöresinde bina yapı elemanı olarak kullanılan Saimbeyli taşı, Kozan taşı, Kadirli taşı ve İçel taşları incelenmiştir. Amaç bölgede bina yapı elemanı olarak kullanılan bu taşların ısı ve mekanik özelliklerini araştırarak bina yapı elemanı olarak özelliklerinin belirlenmesidir. Her taş için, iki farklı ocaktan numuneler alınmış kimyasal içerikleri ve oranları belirlendikten sonra, ısı iletkenlik, özgül ısı kapasitesi, basınç gerilmesi, su emme, tenneffüs kabiliyeti ve aşınma oranları deneylerine tabi tutulmuştur. Sonuçlar, geleneksel yapı malzemeleri ile karşılaştırıldığında, taşların mekanik değerleri kabul edilebilir fakat ısı özellikleri yönünden zayıf olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Saimbeyli Taşı, Kozan Taşı, Kadirli Taşı, İçel Taşı, Yapı Malzemesi.

## *A Research on the Physical Properties of the Building Stones in Cukurova*

### Abstract

In this work, Saimbeyli, Kozan, Kadirli and Icel stones used for building materials in Adana region, are examined. The aim of this work is to determine the thermal and mechanical properties of these relevant materials on building construction. For each stone, specimens were taken from two separate localities and after the stones have been analyzed for composition and percentage of each component, heat conductivity, heat capacity, water absorption, respiration and mechanical strength measurements are carried out. The results show that all materials examined here have acceptable mechanical but poor thermal properties when compared with the conventional building materials.

**Keywords:** Saimbeyli Stone, Kozan Stone, Kadirli Stone, İçel Stone, Building Material.

## **1. Giriş**

Gerek enerji maliyetleri ve inşaat malzemelerindeki fiyat artışları, gerekse konut talebinin artması her bir yörenin jeolojik yapısına bağlı olarak doğal taşların taşıyıcı ve dolgu elemanı olarak kullanılmasını gündeme getirebilir. Taşlar, çoğunlukla taşıyıcı, nadiren dolgu elemanı olarak kullanılabilmiştir. Bu taşlara, Diyarbakır'ın Karaca taşı, Şanlıurfa'nın Urfa taşı, Nevşehir'in Ürgüp taşı örnek olarak gösterilebilir. Bu çalışmada, yapı malzemesi olarak kullanılabilirliği araştırılan taşların ortak özelliği, beyazımtırak kalker türlerinde olması, rezervlerinin zengin oluşu, ocaktan yeni çıkarıldığında bünyesinde bulunan nem nedeniyle, testere ile kesilebilir, matkap ile delinebilir, yontulabilir ve çivi çakılabilir durumda olmasıdır. Taşların bu özellikleri yöre halkı tarafından yapı malzemesi olarak itibar görmesini sağlamıştır. Bina yapı taşlarıyla ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Pivko (2003), taşların oluşumu ile ilgili araştırma yaparken, Türkiye'de Kazancı ve Gürbüz (2014), doğal taşlarının jeolojik oluşumları ile ilgili çalışmışlar yapmıştır. Dinçer ve diğ. (2012), ignimbiritlerin su emme oranları ile ilgili çalışma yapmıştır. Gürdal (1982), yapılarda kullanılan doğal taşların bozulma nedenleri ve korunmaları konusunu araştırmıştır. Bakış ve diğ. (2014), Ahlat Taşının inşaat sektöründe kullanılması, Bicer (2019-a) ise Ahlat ve Malazgirt taşlarının ısı ve mekanik özelliklerini belirleyen çalışma yapmıştır. Bicer (2019-b), yapmış olduğu farklı bir çalışmada, Fırat havzasındaki birçok yörede bina yapı malzemesi olarak kullanılan yapı taşlarının ısı ve mekanik özelliklerini belirlemiştir. Yine Biçer (2019-c), tarafından yapılan bir çalışma ile Elazığ ve Nevşehir yörelerinde binalarda kullanılan yapı taşların fiziksel özellikleri ortaya konmuştur.

Bu çalışmada, Adana ve çevresinde bulunan Saimbeyli taşı, İçel taşı, Kozan taşı ve Kadirli taşı incelenerek taşların ısı ve mekanik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Taşlar, günümüze kadar yöre halkı tarafından tercih edilmiş ve eski binalarda kullanılmıştır. Bu çalışma, taşlara uygulanan testler sonucu belirlenen özellikleri ile tercih nedenini ortaya koymaktadır.

## **2. Materyal ve Metot**

### **2.1. Materyal**

Çalışmada kullanılan taşların her biri yörelerinde iki farklı ocaktan temin edilmiştir. Bu taşlar ve temin yerleri aşağıda özetlenmiştir.

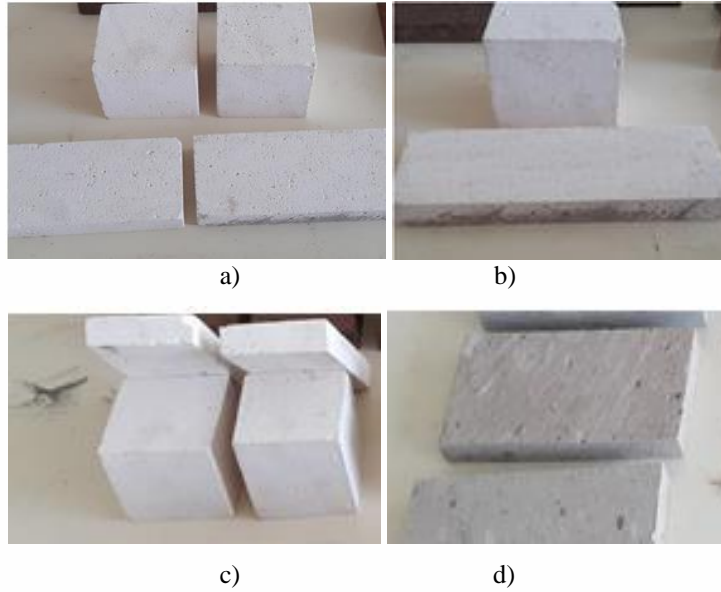
**Saimbeyli Taşı:** Adana'nın Saimbeyli ilçesinin Doğanbeyli köyünde çıkan bu taş, mermer kalitesindedir. Büyük bloklar halinde çıkarsa mermer olarak da kullanılabilir. Saimbeyli taşı, özellikle Adana'nın yaylalarında lüks binaların yapımında kullanılmaktadır. Sertliği 6-7 mohs mertebesindedir.

**Kozan Taşı:** Adana'nın Kozan ilçesinin Kisenit köyünde çıkan bu taş, bina yapımında kullanıldığı gibi karo-fayans yapımında da kullanılmaktadır. Sertlik derecesi 7 mohs dur.

**Kadirli Taşı:** Adana'nın Kadirli ilçesinin Mazgaç yaylasında çıkmaktadır. Yöre halkı tarafından bina yapımında kullanılmaktadır. Sertliği 6-7 mohs dur.

**İçel Taşı:** Mersin'inin Fındık yaylasında çıkmaktadır. Genellikle cami taşı olarak kullanılan bu taş, bina yapımında da kullanılmaktadır. Ayrıca her türlü yapı elemanı olarak da kullanılma özelliğine sahiptir. Sertliği 3-4 mohs mertebesindedir.

Sedimanter oluşumlu ve karbonat bileşimli kireç taşı olan bu taşlar ısıl deneyler için 120x50x20 mm ölçülerinde, basma gerilmesi ve aşınma oranı deneyleri için ise 100x100x100 mm ebatlarında kesilerek, yapılacak testler için hazır hale getirilmiştir (Şekil. 1).



Şekil. 1. Taş Örnekleri a) Saimbeyli, b) Kozan, c) Kadirli, d) İçel taşı

## 2.2. Metot

### 2.2.1. Isıl iletkenlik, Özgül Isı Kapasitesi ve Isıl Yayılma

Bu ölçümler için “Isomet 2104” marka cihaz kullanılmıştır. Cihaz, sıcak tel (Hot Wire) yöntemi ile DIN 51046 normuna göre ölçüm yapmaktadır (Isomet 2011, Vysniauskas & Zikas,1988)

(Şekil 2). Cihaz, ısı iletkenlik, özgül ısı kapasitesi ve ısı yayılma sonuçlarını birlikte vermektedir. Her numune için 3 farklı noktadan ölçümler yapılmış ve aritmetik ortalamaları alınarak Tablo 2’de topluca gösterilmiştir.



**Şekil. 2.** Isıl testler için kullanılan Isomet 2104 cihazı

### 2.2.2. Basınç ve Çekme Gerilmesi

Numuneler dayanım deneyleri TS 699 standardına göre yapılmıştır. Basma gerilmesi deneylerinde, Ele International marka, 3000 kN yüklemeli ve tek ekseninde kuvvet uygulayabilen cihaz kullanılmıştır (Bicer, 2019-a). Basınç dayanım sonuçları, TS 500’e göre Denklem (1) ile hesaplanarak çekme dayanım sonuçları belirlenmiştir. Sonuçlar Tablo 4’de gösterilmiştir.

$$f_{cd} = 0.35 \times f_{bd}^{1/2} \quad (1)$$

Burada,  $f_{bd}$ : basınç dayanımı ( $N/mm^2$ ) ve  $f_{cd}$ : çekme dayanımı ( $N/mm^2$ )’ dır.

### 2.2.3. Aşınma Oranı Testi

Sürtünmeden aşınma deneyi cihazı, 750 mm çapında aşındırma diskine sahiptir. Cihaz üzerinde devir sayısını gösteren bir gösterge vardır. Devir sayısı dijital olarak ayarlanmaktadır. Cihaz ayarlanan devri tamamladığında otomatik olarak durmaktadır (Şekil 3). Numuneler, sabitleme çenesine yerleştirilir. Çelik manivelanın baskı kolu, numunenin üzerine bırakılır. Bu şekilde numunenin sabit bir kuvvet ile aşınma diskine teması sağlanır. Disk üzerine, aşınma için 20



g zımpara tozu serpilmiştir. Her numune sonrası disk temizlenmiş ve zımpara tozu yeniden serpilmiştir.



Şekil. 3. Aşınma testi cihazı

Cihaz 88 devir/dakika çalıştırılmış ve Denklem (2) ile aşınma miktarı hesaplanmıştır.

$$\text{Aşınma oranı} = \{[W_1 - W_2] / W_1\} \cdot 100 \quad (2)$$

Burada, numunenin ilk ağırlığı,  $W_1$  (g) ve son ağırlığı,  $W_2$  (g) dir.

#### 2.2.4. Su Emme Deneyi

TSE 4045 göre yapılan bu deney,  $0^\circ\text{C}$ 'nin altındaki sıcaklıklarda ve su ile irtibatlı durumda, malzemelerin donma sonucu çatlama, parçalanma ve dağılma riskine karşı direncinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Malzemelerin su emme oranları %30 değerinin altında olması istenir (Devecioğlu, 2001). Bu deney için taşların kuru ağırlığı ( $W_k$ ) ölçüldükten sonra, su seviyesi kademeli olarak yükseltilecek bir su kabına konmuş ve numune gövdelerinin tamamı su içinde kalacak şekilde 24 saat bekletilmiştir. Sudan çıkarılıp silinerek, su emdirilmiş ağırlıkları ( $W_d$ ) ölçülmüş ve Denklem (3) ile su emme oranları hesaplanmıştır

$$\text{Su emme oranı} = \{[W_d - W_k] / W_k\} \cdot 100 \quad (3)$$

#### 2.2.5. Kuruma Testi

Bu deneyinin amacı, taşların teneffüs kabiliyetine sahip olup olmadığının araştırılmasıdır. Su kabından çıkarılan numuneler ıslak bir bezle silinerek  $22-23^\circ\text{C}$  oda sıcaklığında doğal kuruma için

bekletilmiştir. Kuruma, suyun malzeme derinliğinden yüzeye kılcal kanallar vasıtasıyla hareketi sonucu yüzeyden buharlaşma yolu ile gerçekleşir.

### 2.2.6. Yoğunluk Testi

Hacim ölçüler belli olan taşların kuru ağırlıkları %1 hassasiyetle ölçme yapan terazide ölçülerek, yoğunluklar hesap edilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Numunelerin yapılan kimyasal analiz sonuçları ile tespit edilen bileşenleri Tablo 1’de verilmiştir. Bu tablo taşların CaO ağırlıklı kireç taşları olduğu göstermektedir.

**Tablo 1.** Taşların Kimyasal Bileşimleri

Malzeme	SiO <sub>2</sub> (%)	CaO (%)	Kızdırma kayıbı (%)	Tayin edilemeyen (%)
Saimbeyli taşı	0.25	54.26	43.72	1.77
Kozan taşı	0.31	54.40	43.76	1.52
Kadirli taşı	0.17	54.06	44.25	1.52
İçel. taşı	0.24	54.74	43.29	1.73

Yöredeki çeşitli ocaklardan alınan numuneler üzerinde yapılan deneylerden, taşların yoğunluğu ortalama Saimbeyli taşı için 2640 Kg/m<sup>3</sup>, Kozan taşı için 2510 Kg/m<sup>3</sup>, Kadirli taşı için 2550 Kg/m<sup>3</sup> ve İçel taşı için ise 1850 Kg/m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Genellikle malzemenin porozite değeri alındıkları ocaklara göre çok az da olsa farklılık göstermektedir. Ortalama porozite değeri %5 olarak bulunmuştur.

Taş numunelerin ısı iletim katsayıları, her bir taş üç farklı noktadan ölçülmüş ve aritmetik ortalamaları alınarak belirlenen sonuçlar Tablo 2’de topluca gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Taşların Isıl Özellikleri

Malzemeler	Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )	Isıl iletkenlik (W/mK)	Özgül ısı kapasitesi Cp (J/kg°C)	Isıl yayıma a.10 <sup>-7</sup> (m <sup>2</sup> /s)
Saimbeyli taşı	2640	2.13	948	8.5
Kozan taşı	2510	1.84	832	8.8
Kadirli taşı	2550	1.86	802	9.1
İçel. taşı	1850	1.2	798	8.1

Belirlenen bu sonuçlar, diğer yapı malzemelerin fiziksel verileri ile çeşitli yönlerden kıyaslanmıştır. Gerek sürekli ve gerekse zamana bağlı rejimde ısı transferi göz önüne alındığında, Saimbeyli taşı, ısı iletkenlik yönünden Tablo 3’de gösterilen malzemelerden mermere göre daha iyi

görülmektedir. Kozan taşı ve Kadirli taşının ısı iletim katsayısı ise granit ve kum taşına göre yaklaşık aynı değerlerde olup mermerden daha küçüktür. Buna karşılık İçel taşı 1.2 W/mK değeri ile granit, mermer ve kum taşına göre ısı iletim değeri daha küçüktür. Taşların özgül ısı kapasiteleri Tablo 3’ gösterilen yapı malzemelerine yakın olmasına karşılık ısı yayılmaları granit ve kum taşına göre daha düşük çıkmıştır. Taşların gerek özgül ısı kapasitesi ve gerekse ısı yayılma değerleri birlikte değerlendirilmesi halinde, bu taşların kullanıldığı binalarda gece ve gündüz sıcaklık farkından kaynaklanan konfor rahatlığı sağlanmaktadır. Taşın bu özelliğinin yanında birçok yapı elemanına kıyasla kolayca işlenebilmesi, elektrik ve su tesisatı kanalları açmak amacıyla delinebilmesi, kesilebilmesi, çivi ve vida kullanımına izin vermesi kullanılabilirlik bakımından büyük avantajdır.

**Tablo 3.** Bazı Yapı Malzemelerin Isıl Özellikleri (Toksoy,1988)

Malzemeler	Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )	Isıl iletkenlik (W/mK)	Özgül ısı kapasitesi Cp(J/kg°C)	Isıl yayılma a.10 <sup>-7</sup> (m <sup>2</sup> /s)
Beton	1906	0.814	879	4.91
Granit	2643	1.73	816	13.15
Kalker	2483	1.16	906	5.68
Kum taşı	2235	1.85	712	11.65
Mermer	2603	2.77	808	3.94
Tuğla	1602	0.692	837	5.16

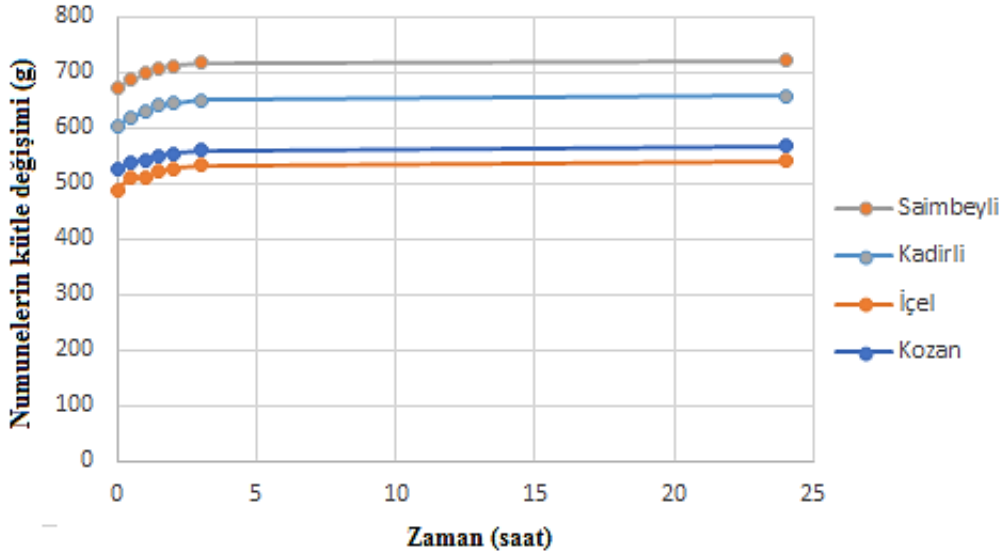
Bunların yanında, incelenen taşlar içerisinde, Saimbeyli ve Kadirli taşları Tablo 4’de gösterilen tek eksenli basınç gerilmesi değerleri olan 21 N/mm<sup>2</sup> lik ve 16 N/mm<sup>2</sup> ile daha iyi durumdadır. Bu taşların yük taşıyıcı duvar ve bölme elemanı olarak kullanılmasının yanında, hesaplanan %0.6 ve %0.7’ lik aşınma kaybı değerleri ile merdiven, parke gibi fazla aşınmaya maruz yapı elemanı olarak da kullanılabileceğini gösterir. Kozan ve İçel taşları dayanım değerleri yüksek olmamasına karşılık, taşların maliyetlerinin düşük olması ve özellikle İçel taşının hem taşıyıcı hem de enerji tasarrufu yönünden dış duvarlarda tuğla ve briket gibi kullanılması tercih nedeni olmaktadır.

**Tablo 4.** Taşların Mekanik Özellikleri

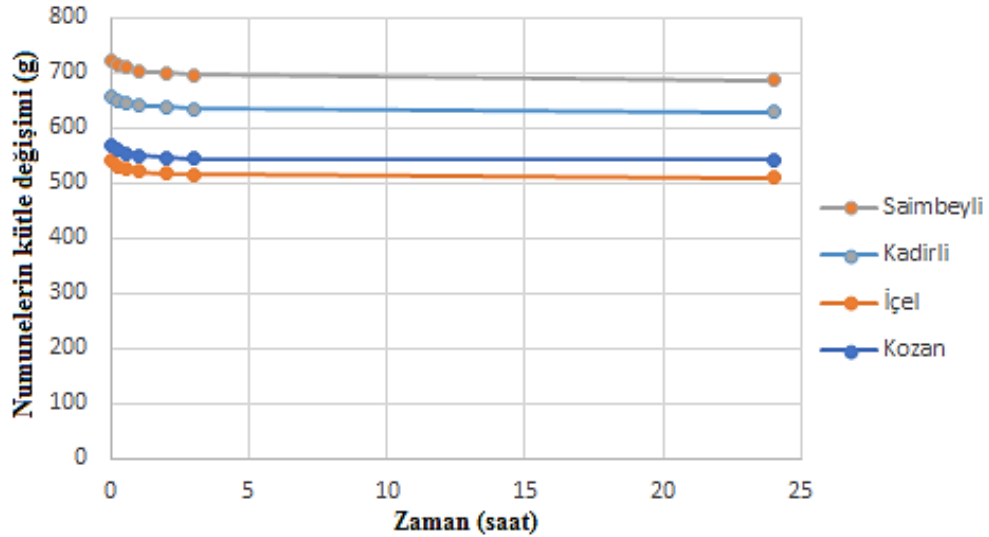
Malzemeler	Basma gerilmesi (N/mm <sup>2</sup> )	Çekme gerilmesi (N/mm <sup>2</sup> )	Su emme oranı (%)	Aşınma oranı (%)
Saimbeyli taşı	21	2.0	16	0.6
Kozan taşı	12.5	1.1	13	2.5
Kadirli taşı	16	1.5	18	0.7
Icel. taşı	6.5	0.6	14	4.9

Su emme ve kuruma deneylerinde, incelenen taşların tamamının su emme oranı %30’dan küçük çıkmıştır. Bu nedenle 0°C altındaki sıcaklıklarda donma yönünden hiç biri tehlike arz

etmemekte olup bu özellik taşların nemli ortamlarda kullanılabilirliğini göstermektedir. Su emme deneyinde numunelerin zamana göre ağırlık değişimi Şekil 5’de gösterilmiştir. Kuruma deneyinde ise taşların zamana göre ağırlık değişimi Şekil 6’da gösterilirken, azda olsa teneffüs kabiliyetine sahip oldukları görülmektedir (Şekil 6).



Şekil 5. Taşların Su Emme Deneyinde Zamana Göre Kütle Değişimi



Şekil 6. Taşların Kuruma Deneyinde Zamana Göre Kütle Değişimi

#### 4. Sonuçlar

Adana ve İçel şehirlerinin merkez ve ilçelerinde bina yapı elemanı olarak kullanılan yöre taşlarının ısı ve mekanik özellikleri deneysel olarak incelenmiş ve sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- ✓ İçel taşının düşük ısı iletim katsayısına sahip olması nedeniyle (1.2 W/mK) bina dış duvarlarında tuğla yerine kullanılması enerji ekonomisi yönünden önemlidir. İncelenen diğer taşların ısı özellikleri enerji ekonomisi yönünden cazip görünmemektedir.
- ✓ İncelenen taşlar içerisinde, özellikle Saimbeyli taşı (21 N/mm<sup>2</sup> basınç gerilmesi, % 0.6 aşınma oranı), Kadirli taşı (16 N/mm<sup>2</sup> basınç gerilmesi, % 0.7 aşınma oranı) ve Kozan taşı (12.5 N/mm<sup>2</sup> basınç gerilmesi) belirlenen değerleriyle, yük taşıyıcı duvar malzemelerinin yanı sıra aşınmaya dayanıklı döşeme kaplaması malzemesi olarak da kullanılabilceğini göstermektedir.
- ✓ İncelenen taşların, ocaklarının zengin rezervlere sahip olması, temini, işlenmelerinin kolay olması ve kesilerek doğrudan tuğla veya briket yerine kullanılması nedeniyle maliyetinin ucuz olması tercih nedeni olarak kabul edilebilir.

#### Kaynaklar

- Bakış A, Işık E, Hattatoğlu F. Akıllı A., (2014). Jeolojik miras nitelikli Ahlat Taşı'nın inşaat sektöründe kullanımı, *III. Uluslararası Ahlat-Avrasya Bilim, Kültür ve Sanat Sempozyumu Bildiriler Kitabı* (Editörler Doğru M. ve Aksoy E.), 46-59, 22-24 Eylül Ahlat- Bitlis.
- Bıçer A., (2019-a). Ahlat ve Malazgirt yapı taşlarının bazı fiziksel özellikleri, *Fırat Üniversitesi Müh. Bil. Dergisi*, 31(2), 301-307.
- Bicer A., (2019-b). Some physical properties of the building Stones from southeastern Anatolia region, *Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences*, 2(1), 9-15.
- Bicer A., (2019-c). Some physical properties of the building stones from Elazığ-Nevşehir region, *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(2), 96-102.
- Bicer A., (2019-d), Influence of tragacanth resin on the thermal and mechanical properties of fly ash-cement composites, *Journal of Adhesion Science and technology*, 33(10), 1019-1032.
- Devecioğlu A.G. (2001), An investigation on the heat conduction parameters of porous building stones, *Y. Lisans Tezi*, Fırat Üniversitesi.
- Dinçer İ, Özvan A., Akın, M., Tapan, M., Oyan, V., (2012). İgnimbiritlerin kapiler su emme potansiyellerinin değerlendirilmesi: Ahlat Taşı örneği. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17 (2), 64-71, 2012.
- Gürdal E., (1982). Anıtlarda ve yapılarda kullanılmış doğal taşların bozulmaları ve korunmaları, *Rölöve ve Restorasyon Dergisi*, 27-33.
- Isomet 2104, (2011), Applied Precision Ltd, Instrument products department, Bratislava-Slovakia.
- Kazancı N, Gürbüz A., (2014). Jeolojik miras nitelikli Türkiye doğal taşları, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 57: 1.
- Pivko D., (2003), Natural stones in earth's history, *Acta Geologica*, 58, 73-86.

- Toksoy M. (1988), Thermal conductivity coefficients of industrial materials, *Journal of Engineers and Machinery*, 347, 12-15.
- TS 699/T1, (2016). Doğal yapı taşları - İnceleme ve laboratuvar deney yöntemleri, TSE, Ankara.
- TSE 500, (2000), TSE, Ankara.
- TSE 4045 (1984)-Yapı malzemelerinde kapiler su emme tayini TSE, Ankara.
- Vysniauskas V.V, Zikas A.A. (1988), Determination of the thermal conductivity of ceramics by the Hot-Wire Technique. *Heat Transfer Soviet Research*, 20 (1): 137-142.

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

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 2(2), 380-400, 2020  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

Araştırma Makalesi / *Research Article*Doi: [10.47898/ijeased.756010](https://doi.org/10.47898/ijeased.756010)

## Ön ve Arka Manşon Çapı Farklılıklarının Karde Ring İplik Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi

Ahmet ZEYBEK \*

Süleyman Demirel Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği ABD, Isparta, 32400, Türkiye.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : <a href="mailto:zeybekahmet@gmail.com">zeybekahmet@gmail.com</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0001-6248-458X">https://orcid.org/0000-0001-6248-458X</a> , A. Zeybek	Geliş Tarihi / Received Date : 21.06.2020 Revizyon Tarihi / Revision Date : 19.10.2020 Kabul Tarihi / Accepted Date : 29.11.2020 Yayın Tarihi / Published Date : 15.12.2020
<b>Alıntı / Cite :</b> Zeybek, A. (2020). Ön ve Arka Manşon Çapı Farklılıklarının Karde Ring İplik Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2(2), 380-400.	

### Özet

Ring iplik eğirme sisteminde, ön ve arka manşonun sahip olduğu çap kombinasyonlarının karde ring iplik kalitesi üzerindeki etkisini araştırmak ve daha kaliteli iplik üretmek için hangi çap kombinasyonların daha iyi olduğunu belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada, Ege yöresine ait %100 pamuk elyafından, kalın ve ince numaralara karşılık olarak Ne 20/1 ve Ne 40/1 numaraya sahip karde ring iplik numuneleri üretilmiştir. Yapılan çalışma kapsamında, alandaki benzer çalışmalardan farklı olarak, ön ve arka manşon birlikte ele alınmış olup, ring iplik eğirme makinasında, 28 mm ve 30 mm ön ve arka manşon çapı kombinasyonları kullanılarak üretilen karde ipliklerin, CVM (%), İnce Yer (-%40/km) ve Kalın Yer (+%35/km) değerleri arasında istatistikî açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu ipliklerin manşon çap kombinasyonlarına göre Neps (+%200/km) değerlerinde ise istatistikî açıdan anlamlı bir farka rastlanamamıştır. Ayrıca, ön manşon çapının büyük olduğu durumlarda arka manşon çapının büyüklüğüne bakılmaksızın iplik kalitesinde artış gözlemlenmiştir. Elde edilen bulgular, ring iplikçiliği işletmelerinde iplik kalitesini artırmaya ışık tutacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Ring İplik Eğirme Makinası, Pamuk, Manşon Çapı, İplik Kalite Parametreleri.

## *Effect of Differences in Front and Back Cots Diameter on Carded Ring Yarn Quality Parameters*

### Abstract

*This study aims to investigate the effect of the diameter combinations of front and back cots on the quality of carded ring yarn in the ring spinning system and to determine which diameter combinations are better to produce better*



quality yarn. In this respect, carded ring yarn samples with the number Ne 20/1 and Ne 40/1 were produced from 100% cotton fiber belonging to the Aegean region. Within the scope of the study, different from similar studies in the field, the front and rear cots were handled together, and a statistically significant difference was found between CVm (%), Thin Place (-40%/km) and Thick Place (+35%/km) values of the carded yarns produced by using 28 mm and 30 mm front and back cot diameter combinations on the ring spinning machine. There was no statistically significant difference in Neps (+200%/km) values according to the cot diameter combinations of these yarns. In addition, when the diameter of the front collar is large, an increase in yarn quality has been observed regardless of the size of the back cot diameter. The findings obtained is expected to shed light on increasing the yarn quality in ring spinning mills.

**Keywords:** Ring spinning machine, Cotton, Cot Diameter, Yarn Quality Parameters.

## 1. Giriş

Ham madde, süreç kontrol teknikleri ve eğirme parametreleri nihai iplik özelliklerini etkileyen ana faktörlerdir (Majumdar & Majumdar, 2004; Lawrence, 2003). Ring iplik eğirme sisteminin çalışma prensipleri arasında çekim, büküm ve sarım adımları bulunmakta ve bu işlemlerin arasında bulunan çekim aşaması ipliğin kalite değerleri üzerinde önemli bir rol oynamaktadır (Khurshid ve ark., 2018). Çekim işlemi bileşenlerinin, özellikle de manşonun, ring iplik eğirme işleminde iplik kalitesi ve üretim maliyetleri üzerinde önemli bir etkisi vardır (Kane & Ghalsasi, 1992). Manşon, liflerle doğrudan temas halinde olduğu için nihai iplik kalitesi üzerindeki etkisi önemlidir (Ghane, Semnani, Saghafi & Beigzadeh, 2008).

Cer, penyöz, fitil ve ring makinalarında kullanılan manşon, lif üzerinde eşit basınç sağlayarak daha etkin bir çekim işlemi sağlar (Chakraborty, Hasan, Ghosh, & Redwanul, 2020). Ring iplikçiliğindeki ön manşonlar, ring eğirme işleminde yeterli çekme kuvveti oluşturmaktadır. Çekim direncinin üstesinden gelmek için, ön manşonda, lifler arasındaki sürtünme direncinin toplamından daha büyük veya ona eşit olan minimum çekme kuvveti ve apronların lifler üzerine uyguladığı kuvvet gerekmektedir (Akbar, Zeshan, Neaz, Cai, & Lin, 2017). Ön manşon, pamuğun eğirme mukavemetini etkilemekte ve lif kohezyonunda (kaymaya karşı direnç) önemli bir rol oynamaktadır (Ghane ve ark., 2008). Süreç içerisinde, manşonların yüzeyleri zarar görebilmekte ve çevresinde çatlaklar oluşabilmektedir. Bu durum, çekim işlemi sırasında liflerin kaymasına neden olmakta ve önlem amaçlı manşonların yüzeyi bir taşlama makinası ile taşlanmaktadır. Bu taşlama işlemi sonucunda, manşon çapı küçülmekte ve bu da iplik kalitesi üzerinde bazı farklılıklara yol açmaktadır (Ghane ve ark., 2008). Xu (2005) manşon çap farklılıklarının iplik kalitesi üzerindeki etkisini araştırdığı çalışmada, ön manşon çapının artmasıyla birlikte nihai iplik kalite parametrelerinin de iyileştiğini belirtmiştir. Benzer şekilde, Ghane ve ark. (2008), taşlama işlemi sonrası elde edilen optimum ön manşon çapının etkisini tahmin edebilmek adına bir algoritma

geliştirdikleri çalışmalarında, manşon çapı ile iplik düzgünsüzlük değerleri arasında ters orantı olduğunu ve ön manşon çapı arttıkça iplikteki düzgünsüzlüğün azaldığını bulmuşlardır.

Manşon çeşitleri nihai iplik üzerinde farklı etkiler oluşturabilmektedir. Manşon seçiminde, işlenecek elyafın türü, üretilmesi planlanan ipliğin numarası, kullanım alanı, makine konstrüksiyonu ve işletmelerde kullanılan testler önemli rol oynamaktadır. Bu parametreler göz önünde bulundurularak, manşonların sertliği ve tipine göre seçim yapılmaktadır. Bu zamana kadar ring iplikçiliği üzerine yapılmış çalışmaların büyük çoğunluğu manşon sertliği üzerinde yoğunlaşmaktadır (Akbar ve ark., 2017; Bagwan, Policepatil & Pawar, 2016; Chakraborty ve ark., 2020; Ferede, 2017; Khurshid ve ark., 2018; Sujai & Sivakumar, 2015).

Her ne kadar manşon sertliği hakkında birçok çalışma yapılmış olsa da, % 100 pamuk lifinden üretilen karde ring ipliklerinin ön ve arka manşon çaplarına göre düzgünsüzlük ve IPI (İnce Yer, Kalın Yer ve Neps hataları) kalite parametrelerinin üzerindeki etkisini araştıran çalışmaların azlığı göze çarpmaktadır. Bununla birlikte, alanda yapılan çalışmalarda genel olarak, ring iplik eğirme makinasının çekim bölgesindeki ön manşon üzerine yoğunlaşmış olup, bu çalışmada alandaki diğer çalışmalardan farklı olarak ön ve arka manşon birlikte ele alınmış olup, çap değerlerindeki değişimin, üretilen iplik kalitesine yaptığı etkinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

İplik kalitesi, iplik işletmelerinin ekonomik başarısında ve bu başarının sürdürülmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Uluslararası rekabet ve pazar gereklilikleri, kabul edilebilir bir fiyata daha kaliteli iplikler üretme gereğini belirlemektedir. (Akbar ve ark., 2017). Bu nedenle, daha iyi iplik kalite sonuçlarına ulaşmak amacıyla, iplik kalite parametrelerine etki eden unsurları araştırmak da büyük önem taşımaktadır. Bütün bunlar göz önünde bulundurulduğunda, bu çalışmanın amacı, ring iplik eğirme sistemindeki ön ve arka manşonun sahip olduğu çap kombinasyonlarının karde ring ipliğinin kalitesi üzerinde etkisini, üretilen iplik numaralarına göre ayrı ayrı incelemek ve aynı zamanda daha kaliteli iplik üretmek için hangi kombinasyonların daha iyi olduğunu belirlemeye çalışmaktır.

## **2. Materyal ve Metot**

### **2.1. Kullanılan Hammadde**

Bu çalışma kapsamında Ege yöresine ait pamuk elyafı kullanılmış olup, bu pamuk harmanının çeşitli yerlerinden alınarak toplanan pamuk elyaf numuneleri Uster HVI 1000 test sisteminde ölçüme tabi tutulmuştur. HVI test sistemi, Uster firması tarafından geliştirilen ve elyaf özelliklerinin

belirlenmesinde kullanılan bir test cihazı olmakla birlikte, elyafın standardizasyonunda da büyük bir önem arz etmektedir. (Foulk & Mcalister, 2002). Uster firmasının HVI test sistemini geliştirmesi, tek bir cihazda elyaf hakkında daha ayrıntılı bilgi edinmeyi ve bu bilgiler ışığında bir standart oluşturmayı mümkün hale getirmiştir (Bedez, 2012). Bu çalışma kapsamında, kullanılan Ege yöresine ait pamuk harmanının değişik yerlerinden 10 adet numune alınmış olup, alınan her numune için HVI test cihazında 3 adet ölçüm yapılmıştır. Bu ölçümler,  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklık ve  $\%65\pm 2$  bağıl nem değerlerinde (standart atmosfer koşullarında), Isparta Mensucat A.Ş. iplik üretim tesisinin iplik laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Ölçümler sonucunda bulunan değerlerin ortalaması Tablo 1’de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Pamuk Elyafı Uster HVI 1000 Ölçüm Değerleri

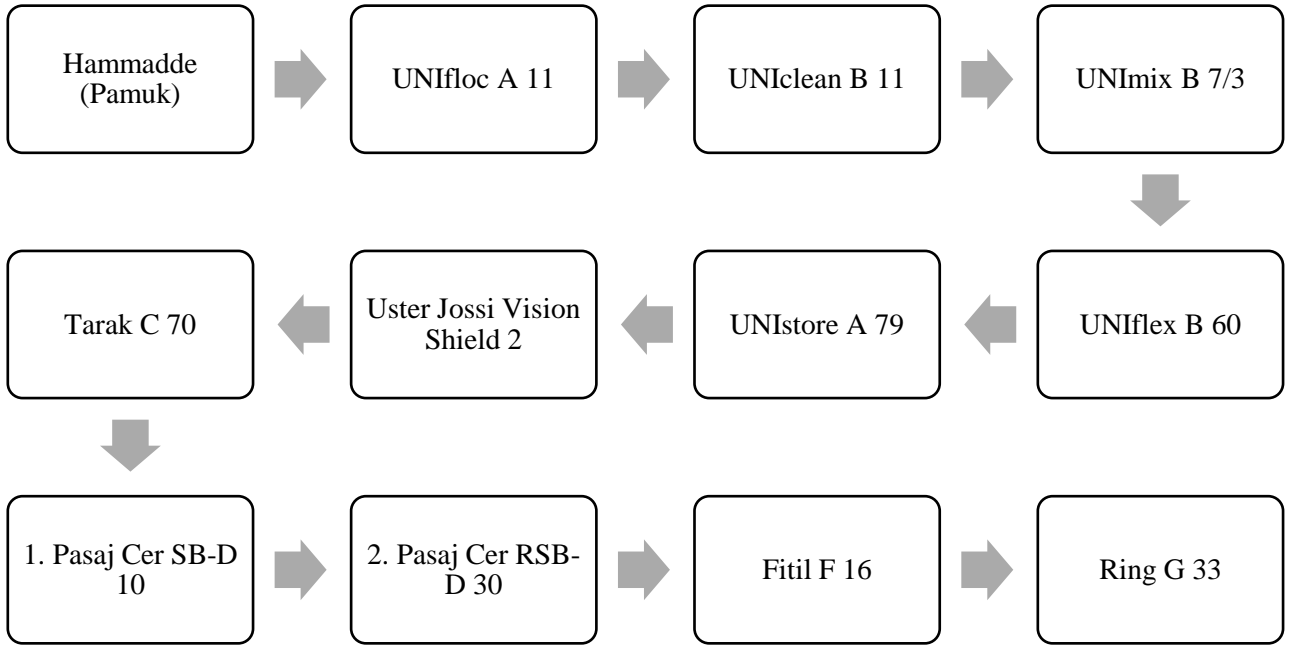
	<b>Ortalama</b>	<b>Std. Sapma</b>
Mikroner ( $\mu\text{g}/\text{inch}$ )	4.70	0.08
Üst yarı ortalama uzunluk (mm)	29,94	0,18
Uniformite indeksi (%)	82,9	0,8
SFI (%)	7,8	0,7
Mukavemet (g/tex)	32,4	0,6
Uzama (%)	4,4	0,1
Beyazlık derecesi	78,1	0,4
Sarıklık derecesi	8,4	0,1
Renk derecesi	31-1	-
Çepel sayısı	54	6

Tablo 1’de Uster HVI 1000 test siteminde ölçülen değerler sıralanmaktadır. Tek başına bir anlam ifade etmese de, ştapel uzunluk, küçük bir pamuk tutamındaki liflerin, uzunluklarına göre yan yana sıralandıkları ve liflerin uzunluk dağılımını gösteren ştapel diyagramından elde edilen elyaf uzunluk değeri olarak tanımlanırken, üst yarı ortalama uzunluk ise ağırlık esasına göre liflerin  $\%50$ ’ sinden daha ağır olan liflerin ortalama uzunluklarını ifade etmektedir ve ticari alanda geçerli olarak kullanılan değerdir (Şahin, 2015). Uniformite indeksi değeri ise ştapel diyagramından elde edilen ortalama uzunluğun, üst yarı ortalama uzunluğa oranı olarak ifade edilmektedir. Lif uzaması, doğal haldeyken life bir kuvvet uygulandığında, lifin kopuncaya kadar bu kuvvete uzayarak karşı koymaya çalışırken, kopma olmadan kuvvet ortadan kaldırıldığında lifin tekrar eski haline dönme isteği olarak tanımlanırken, mukavemet ise lifin herhangi bir basınca maruz kaldığında kopmaya karşı koyduğu dayanma gücü olarak tanımlanmaktadır (Toprakçı, 2008). Çepel, pamuk elyafındaki bitki yaprak ve kabuğu gibi yabancı maddeleri ifade etmektedir. Çepel sayısının fazlalığına bağlı olarak renk derecesinde bir düşüş meydana gelebilmekte, renk derecesindeki bu düşüş, iyi bir kütlü temizleme düzenine sahip çırçırılama ile ortadan kaldırılabilir. Pamuğun temizlik derecesi, pamuk fiyatını doğrudan etkileyen en önemli etkenlerden birisidir. (Erdal, 2006).

HVI test sisteminde ölçülen değerlere bakıldığında, uzunluk dağılımının, kısa lif iplikçiliği açısından sınır değerler arasında olduğu tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan pamuk, 4.7 olarak ölçülen mikroner değeriyle “orta ince”, 29,94 üst yarı ortalama uzunluk değeriyle “orta uzun”, %82,9 uniformite indeksi değeriyle “yüksek” sınıfta yer almakta, mukavemet değerine göre “çok sağlam” lif grubunda bulunan liflerin, uzama yüzdesi ise “çok zayıf” olarak sınıflandırma tablosunda yer bulmaktadır. Buna ilave olarak kısa elyaf oranı (12.7 mm’den küçük elyaf %’si) ise “düşük (iyi)” sınıfta bulunmuştur (Commercial Standardization of Instrument Testing of Cotton, 2020).

## 2.2. Makina Parkuru

Çalışmada kullanılmak üzere numune iplik üretimi Isparta Mensucat A.Ş. iplik üretim tesisinde gerçekleştirilmiş olup, Şekil 1’ de, yine çalışmada kullanılmak üzere üretilen numunelerin üretiminin yapıldığı karde ring iplik üretim hattı makina parkuru gösterilmiştir.



Şekil 1. Karde ring iplik makine hattı

Ring iplik eğirme makinasında (G 33) bu çalışma için üretilen iplik numunelerinin üretim parametrelerine ait değerler Tablo 2’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** İplik Numune Üretiminde Kullanılan Parametreler

İplik numarası	İplik üretimindeki parametreler	
Ne 20/1	Tarak, 1. ve 2. Pasaj Cer Şerit Numarası (Ne)	0,120
	Fitil numarası (Ne)	0,90
	Fitil bükümü (T/inch)	1,20
	İplik bükümü (T/m)	680
	Ortalama ring devri (d/dak.)	12500
	Ring kopça tipi ve ISO numarası	PM Udr Safir - 56
	Ring klips numarası (mm)	3,75
Ne 40/1	Tarak, 1. Ve 2. Cer Şerit Numarası (Ne)	0,120
	Fitil numarası (Ne)	0,90
	Fitil bükümü (T/inch)	1,20
	İplik bükümü (T/m)	962
	Ortalama ring devri (d/dak.)	15000
	Ring kopça tipi ve ISO numarası	PM Udr Safir - 31,5
	Ring klips numarası (mm)	2,5

Numune üretiminde, kullanılan harmandan 10 adet ve her biri 2000 metre uzunluğa sahip fitil üretimi gerçekleştirilmiş olup, bu fitillerden, piyasada en çok üretilen ince ve kalın numaraların karşılığı olarak Ne 20/1 ve Ne 40/1 numaralarında, her bir çap kombinasyonu için 10’ ar adet olmak üzere ring iplik eğirme makinasında toplam 80 adet kops üretimi gerçekleştirilmiştir. Ring iplik eğirme makinasında üretilen karde ring ipliklerin kops halinde Uster Tester 4 cihazıyla yapılan ölçümlerinde farklı sonuçların çıkmasına sebep olabilecek makina kaynaklı nedenlerin giderilmesi amacıyla üretilen numuneler, fitil ve ring iplik eğirme makinalarının aynı iğleri kullanılarak üretim gerçekleştirilmiştir.

### 2.3. Kullanılan Manşonlar

Bu çalışma için ring iplik eğirme makinasının (G33) çekim bölgesinde, daha uzun süreli kullanım ve geniş iplik numara yelpazesinde üretim yapılabilmesi nedeniyle, Saurer firmasına ait Accotex markalı manşonlar kullanılmıştır. Kısa lif iplikçiliğinde çoğunlukla tercih edilen ve Saurer firmasının geniş numara aralıklarında (Ne 20/1’ den Ne 50/1’ e kadar) üretim yapmak isteyen iplik işletmelerine önerdiği; önde 63, arkada ise 83 shore sertlik derecesine sahip mor ve gri renkli manşonlarla kops üretimi gerçekleştirilmiştir.

Ring iplik eğirme sisteminde, arka manşon olarak kullanılan ve daha sert bir yapıda olan gri renkli manşon, üretici firma (Saurer) tarafından önerilen 1500 saatlik bir taşlama periyoduna ve her bir taşlama işleminde 0,15 mm' lik bir çap değeri azalmasına sahiptir. Yine ring iplik eğirme sisteminde ön manşon olarak kullanılan ve arka manşona göre daha yumuşak bir yapıda olan mor renkli manşon, üretici firma (Saurer) tarafından önerilen 750 saatlik bir taşlama periyoduna sahip olup, her bir taşlama işleminde ise çap değerinden 0,20 mm kaybetmektedir. Taşlama miktarı farklılığı, manşonların sertlik derecesine bağlı olup, özellikle sert manşonlarda daha yüksek taşlama miktarı, manşonun aşırı ısınarak, yüzey yapısının bozulmasına yol açabilmektedir. Manşon sertlik değerlerinden kaynaklanan taşlama periyodunun ve taşlama miktarının farklı olması, zamanla ön ve arka manşonlar için bir çap varyasyonunu beraberinde getirmektedir. Ring iplik eğirme makinasında (G 33) bu çalışma için kullanılan manşon özellikleri ve kombinasyonları Tablo 3'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.** Çalışmada Kullanılan Manşon Çap Kombinasyonları ve Özellikleri

Manşon Kombinasyonları	Ön Manşon			Arka Manşon		
	Renk	Sertlik	Çap (mm)	Renk	Sertlik	Çap (mm)
K-1	Mor	63	30	Gri	83	30
K-2	Mor	63	30	Gri	83	28
K-3	Mor	63	28	Gri	83	30
K-4	Mor	63	28	Gri	83	28

Tablo 3' de görüldüğü üzere çalışmada dört farklı manşon kombinasyonu kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında kullanılan ön ve arka manşonlar, 30 mm ve 28 mm çap değerlerine sahip olup, 30 mm çap değeri yeni kullanılacak manşonun taşlama sonrası çapını, 28 mm ise kullanım ömrünü tamamlamak üzere olan manşon çap değerini yansıması açısından seçilmiştir.

#### 2.4. Veri Analizi

Ne 20/1 ve Ne 40/1 numara karde ring iplik numunelerinin düzgünlük CVm (%) ve IPI (imperfection index) ölçümleri Uster Tester 4 test cihazı ile gerçekleştirilmiştir.

CVm (%) değeri; bir materyalin ölçüme tabi tutulan uzunluğu boyunca olan toplam kütle varyasyonunun büyüklüğünü ifade etmektedir (Thilagavathi & Karthik, 2016). Uster Tester 4 test cihazı şerit, fitil ve iplik numunelerinin düzgünlük ve hata ölçümlerini, sabit hız ile kondansatör plakaları arasından geçirerek yapmaktadır. Materyal kütledeki değişim kondansatör sığasını

değiştirmekte, böylece CVm (%) değerleri ölçülmüş olmaktadır. Yine cihaz üzerinde bulunan spektograf ünitesi, tekrar eden, büyüklük ve dalga boyları aynı olan hataları sınıflandırıp IPI değeri olarak belirtmektedir (Kati, 2004).

IPI ifadesi, kesikli liflerden yapılan ipliklerde görülen hatalar olan, İnce Yer, Kalın Yer ve Neps hatalarını içermektedir. İnce Yer (-%40/km) değeri, ortalama iplik kesitinin %40'ına kadar olan iplik kesitlerinin km'deki adedi olarak tanımlanırken, Kalın Yer (+%35/km) değeri ise ortalama iplik kesitinin %135'sine kadar olan iplik kesitlerinin km'deki adedi olarak tanımlanmaktadır. Neps (+%200) değeri ise ortalama iplik kesitinin %300'ü büyüklüğündeki yerler olarak ifade edilmektedir (Thilagavathi & Karthik, 2016). Uster Tester 4 cihazının IPI ölçüm sonuçları için farklı hassasiyet ayarları bulunmaktadır. Piyasada genellikle İnce Yer (-%50/km) ve Kalın Yer (+%50/km) hassasiyet kullanımı söz konusu iken kaliteye önem veren ve bu doğrultuda üretim yapan firmalar açısından bir üst hassasiyet derecesi olan İnce Yer (-%40/km) ve Kalın Yer (+%35/km) değerleri büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma kapsamında da bu değerlerin kullanımı, gerek ölçüm hassasiyetinin artması gerekse bu artışın sonuçlar arasındaki farkı daha belirgin hale getirmesinden dolayı tercih edilmiştir.

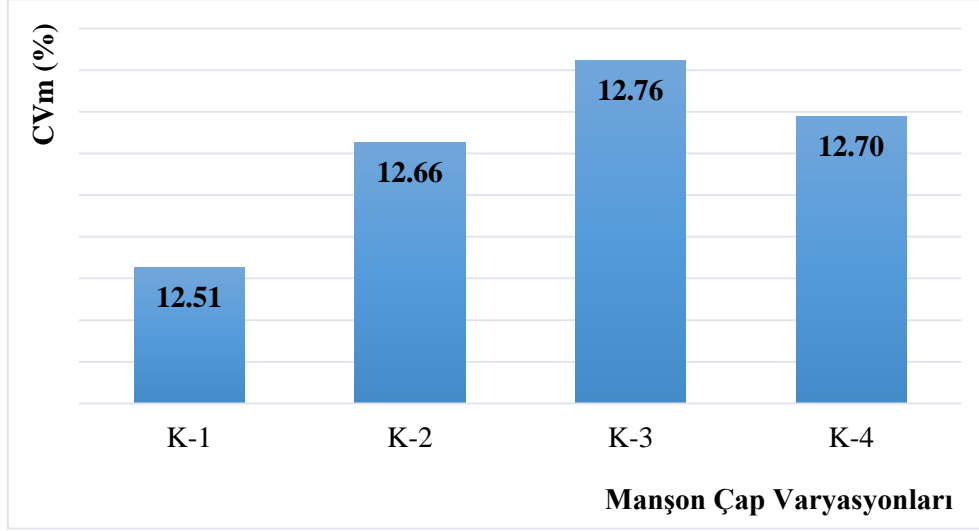
Çalışmada üretilen iplik numunelerinin Uster Tester 4 test cihazı ile ölçüme tabi tutulmasıyla elde edilen veriler istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir. Manşon çapı kombinasyonlarının nihai iplik CVm (%), İnce Yer (-%40/km), Kalın Yer (+%35/km) ve Neps (+%200/km) değerlerine etkisi olup olmadığını araştırmak amacıyla Tek Yönlü ANOVA istatistiksel analiz yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca, yukarıda belirtilen iplik kalite değerleri açısından hangi manşon çapı kombinasyonları arasında anlamlı farkın bulunduğunu tespit etmek amacıyla LSD Post Hoc analizine başvurulmuştur.

### **3. Bulgular**

#### **3.1. Ne 20/1 karde iplik ölçüm ve analiz sonuçları**

##### **3.1.1. Düzgünsüzlük ölçümlerine ait sonuçlar**

Ne 20/1 numarada üretilen karde ring ipliklerine ait düzgünsüzlük ortalama değerlerinin grafikleri Şekil 2' de sunulmuştur.



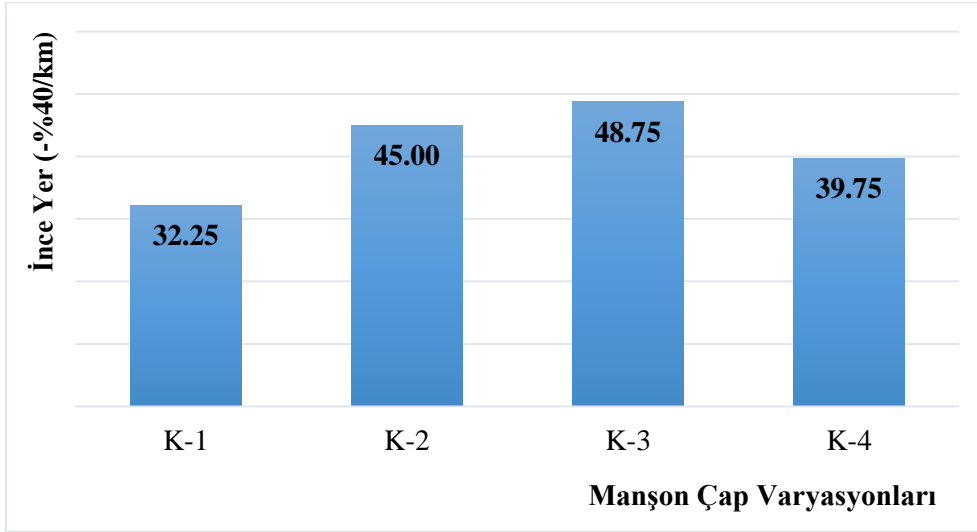
Şekil 2. Ne 20/1 CVm (%) ortalama değerler grafiği

Ne 20/1 numarada, 4 farklı ön ve arka manşon çapı kombinasyonlarında üretilen karde ring iplik numunelerine ait düzgünlük (CVm (%)) değer ortalamaları Şekil 2’ de verilmiştir. Buna göre, mor renkli ve 30 mm çapa sahip olan manşonun ön kısımda yer alması, 28 mm çapa sahip olan manşonun ön manşon olarak kullanılmasına kıyasla, üretilen ipliğın daha düşük CVm (%) ortalama değerine sahip olmasına neden olmuştur. Ön manşon çapı 30 mm ile sabit kaldığında, arka manşon çapının azalması CVm (%) değerinin artmasına neden olurken, ön manşon çapının 28 mm ile sabit kalması durumunda arka manşon çap değişiminin bu değerler üzerinde çok fazla bir etkisinin olmadığı söylenebilir. Diğer bir ifadeyle, 28 mm çap değerine sahip ön manşonun bulunduğu çap kombinasyonlarının (K-3 ve K-4), arka manşon çapına bakılmaksızın, daha yüksek CVm (%) sonuçlarına neden olduğu görölmektedir.

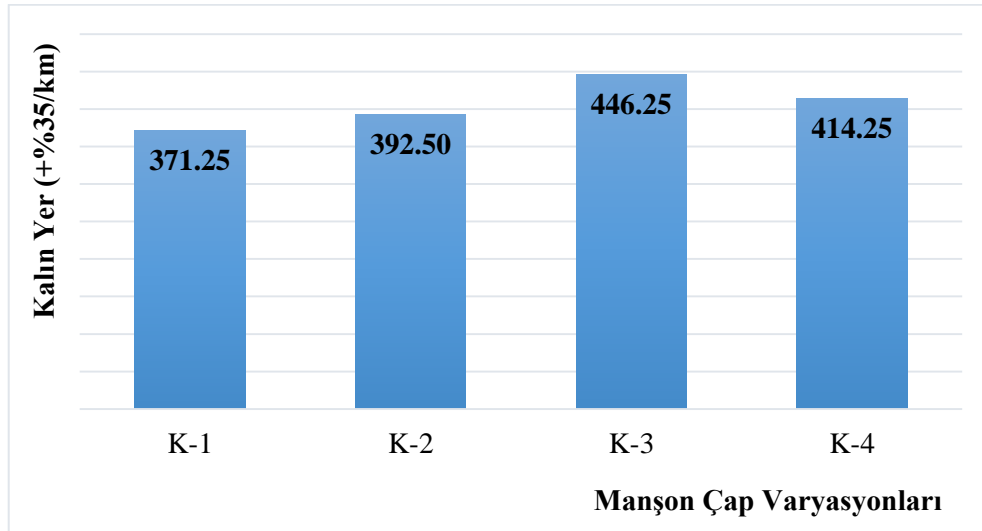
### 3.1.2. IPI ölçümlerine ait sonuçlar

Ne 20/1 numarada üretilen karde ring ipliklerine ait IPI ölçümlerine ait ortalama değerlerinin grafikleri Şekil 3,4 ve 5’ de sunulmuştur.





Şekil 3. Ne 20/1 İnce Yer (-%40/km) ortalama değerler grafiği

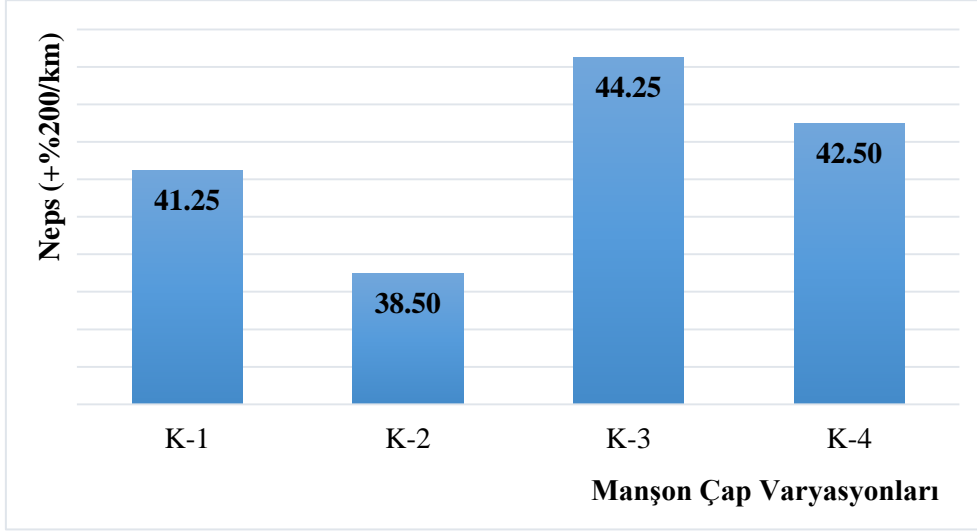


Şekil 4. Ne 20/1 Kalın Yer (+%35/km) ortalama değerler grafiği

Şekil 3 ve Şekil 4'e bakıldığında Ne 20/1 numarada üretilmiş karde ring ipliklerin İnce Yer (-%40/km) ve Kalın Yer (+%35/km) ortalama değerlerinin manşon çap kombinasyonlarına göre benzer eğriler çizdikleri görülmektedir. Buna göre, üretilmiş olan Ne 20/1 karde ipliklerinin arasında, İnce Yer (-%40/km) hataları bakımından daha iyi ölçüm sonuçlarının, hem ön hem de arka manşon çapı büyük olan kombinasyondan elde edildiği söylenilebilir. Benzer şekilde, bu manşon çapı kombinasyonuna sahip Ne 20/1 karde ipliklerin Kalın Yer (+%35/km) hatalarının da diğer kombinasyonlara kıyasla daha düşük olduğu görülmektedir. Ön manşonda, taşlama işlemiyle ortaya çıkan çap değerindeki azalma, İnce Yer (-%40/km) ve Kalın Yer (+%35/km) hatalarında artışı da

beraberinde getirmektedir. En yüksek düzgünlük oranları K-3 manşon çapı kombinasyonunda gözlemlenmektedir.

Neps (+%200/km) ortalama değerlerine ait ortalama değerler grafiği Şekil 5’ de sunulmuştur.



Şekil 5. Ne 20/1 Neps (+%200/km) ortalama değerler grafiği

Ne 20/1 karde ring ipliklerin manşon çapına göre Neps (+%200/km) ortalama değerleri Şekil 5’ de incelendiğinde, ön manşondaki çap artışı ile birlikte neps değerlerinde bir azalma gözlemlenmektedir. Arka manşon çapının iplik neps değerleri üzerindeki etkisine bakıldığında ise manşon çap değeri azalmasının, neps değerlerinde nispi bir düşüğe neden olduğu bulunmuştur. Fakat ANOVA analizi sonuçlarında da bahsedildiği üzere, manşon çapı varyasyonlarına ait neps değerleri arasındaki farkın anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

### 3.1.3. Düzgünlük analiz sonuçları

Manşon çap kombinasyonlarının Ne 20/1 karde ring ipliği düzgünlük değeri üzerinde bir etkisinin olup olmadığını araştırmak amacıyla Tek Yönlü ANOVA analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 4’te verilmiştir.

**Tablo 4.** Manşon Çap Kombinasyonlarına Göre Ne 20/1 Karde Ring İpliği Düzgünsüzlük Değerleri ANOVA Analizi Sonuçları

		Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p.
CVm (%)	Gruplararası	0,332	3	0,111	2,955	0,045*
	Grupiçi	1,349	36	0,037		
	Toplam	1,682	39			

\*: 0.05 seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır.

Tablo 4'ten de görülebileceği üzere, çalışmada kullanılan manşon çap kombinasyonları, Ne 20/1 numara ipliklerin CVm (%) değeri üzerinde istatistiki açıdan anlamlı bir etkiye sahiptir ( $p < .05$ ).

Ne 20/1 numara ipliklerin, CVm (%) değeri üzerindeki anlamlı farkların hangi manşon çapı grupları arasında olduğunu belirlemek için LSD post hoc analizi yapılmış olup elde edilen sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5.** Ne 20/1 Karde Ring İpliği Düzgünsüzlük Değeri LSD Sonuçları

	Manşon Çap Grupları		Ortalama Fark	Std. Hata	p
CVm (%)	K-1	K-2	-0,15000	0,08658	0,092
		K-3	-,24900*	0,08658	0,007*
		K-4	-,18200*	0,08658	0,043*
	K-2	K-3	-0,09900	0,08658	0,260
		K-4	-0,03200	0,08658	0,714
	K-3	K-4	0,06700	0,08658	0,444

\*: 0.05 seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır.

Dört farklı manşon çapı kombinasyonlarına göre üretilen ipliklerde en yüksek CVm (%) değeri ortalaması K-3 manşon çapı grubunda (% 12,76) olup, en düşük CVm (%) değeri K-1 manşon çapı grubunda (% 12,51) gözlemlenmiştir. Bununla birlikte CVm (%) değeri için LSD post hoc sonuçları K-1 ile K-3 ve K-1 ile K-4 manşon grupları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir.

### 3.1.4. IPI analiz sonuçları

Manşon çap kombinasyonlarının Ne 20/1 karde ring ipliği IPI değerleri üzerinde bir etkisinin olup olmadığını araştırmak amacıyla Tek Yönlü ANOVA analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6.** Manşon Çap Kombinasyonlarına Göre Ne 20/1 Karde Ring İpliği IPI Değerleri ANOVA Analizi Sonuçları

		Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p.
İnce Yer (-%40/km)	Gruplararası	1534,219	3	511,406	3,626	0,022*
	Grupiçi	5076,875	36	141,024		
	Toplam	6611,094	39			
Kalın Yer (+%35/km)	Gruplararası	30779,219	3	10259,740	3,195	0,035*
	Grupiçi	115594,375	36	3210,955		
	Toplam	146373,59375	39			
Neps (+%200/km)	Gruplararası	175,625	3	58,542	0,444	0,723
	Grupiçi	4743,750	36	131,771		
	Toplam	4919,375	39			

\*: 0.05 seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır.

Tablo 6’ da görülebileceği üzere, çalışmada kullanılan manşon çap kombinasyonları, Ne 20/1 numara ipliklerin İnce Yer (-%40/km) ve Kalın Yer (+%35/km) değerleri üzerinde istatistiki açıdan anlamlı bir etkiye sahiptir ( $p < .05$ ). Neps (+%200/km) değeri üzerinde, kullanılan manşon çap kombinasyonları istatistiki açıdan herhangi anlamlı bir etkiye sahip değildir.

Ne 20/1 numara ipliklerin, İnce Yer (-%40/km) ve Kalın Yer (+%35/km) değerleri üzerindeki anlamlı farkların hangi manşon çapı grupları arasında olduğunu belirlemek için LSD post hoc analizi yapılmış olup elde edilen sonuçlar Tablo 7’de verilmiştir.

**Tablo 7.** Ne 20/1 Karde Ring İpliği IPI Değerleri LSD Sonuçları

	Manşon Çap Grupları		Ortalama Fark	Std. Hata	p
İnce Yer (-%40/km)	K-1	K-2	-12,75000*	5,31082	0,022*
		K-3	-16,50000*	5,31082	0,004*
		K-4	-7,50000	5,31082	0,166
	K-2	K-3	-3,75000	5,31082	0,485
		K-4	5,25000	5,31082	0,329
	K-3	K-4	9,00000	5,31082	0,099
Kalın Yer (+%35/km)	K-1	K-2	-21,25000	25,34149	0,407
		K-3	-75,00000*	25,34149	0,005*
		K-4	-43,00000	25,34149	0,098
	K-2	K-3	-53,75000*	25,34149	0,041*
		K-4	-21,75000	25,34149	0,396
	K-3	K-4	32,00000	25,34149	0,215

\*: 0.05 seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır.

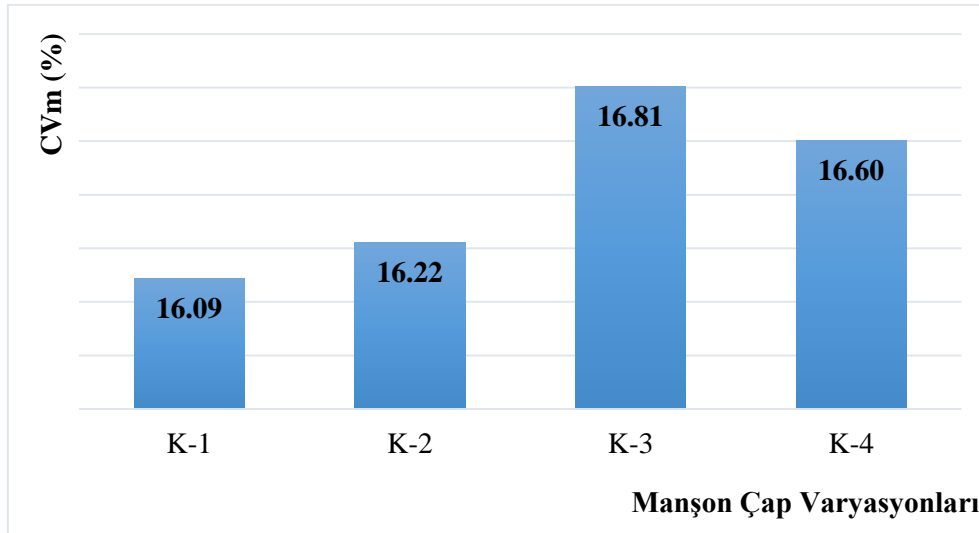
İnce Yer (-%40/km) değeri için LSD post hoc sonucuna bakıldığında, K-1 ile K-2 ve K-1 ile K-3 manşon grupları arasında anlamlı bir fark bulunduğu ve bununla birlikte, K-1 manşon çapı grubunun en düşük İnce Yer (-%40/km) değerine sahip olduğu görülmektedir.

Kalın Yer (+%35/km) değerleri için LSD post hoc sonuçlarına bakıldığında ise K-1 manşon çapı grubu ortalama değeri ile K-3 manşon çapı grubunun Kalın Yer (+%35/km) ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Ayrıca yine Kalın Yer (+%35/km) ortalama değerlerine bakıldığında, K-2 manşon çapı grubu ile K-3 manşon çapı grubunun ortalama değerleri arasında anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir. Diğer kalite değerlerinde olduğu gibi, K-1 manşon çapı grubunun en düşük Kalın Yer (+%35/km) ortalama değerine sahip olduğu gözlemlenmiştir.

### 3.2. Ne 40/1 karde iplik ölçüm ve analiz sonuçları

#### 3.2.1. Düzgünsüzlük ölçümlerine ait sonuçlar

Ne 40/1 numarada üretilen karde ring ipliklerine ait düzgünsüzlük ortalama değerlerinin grafikleri Şekil 6' da sunulmuştur.



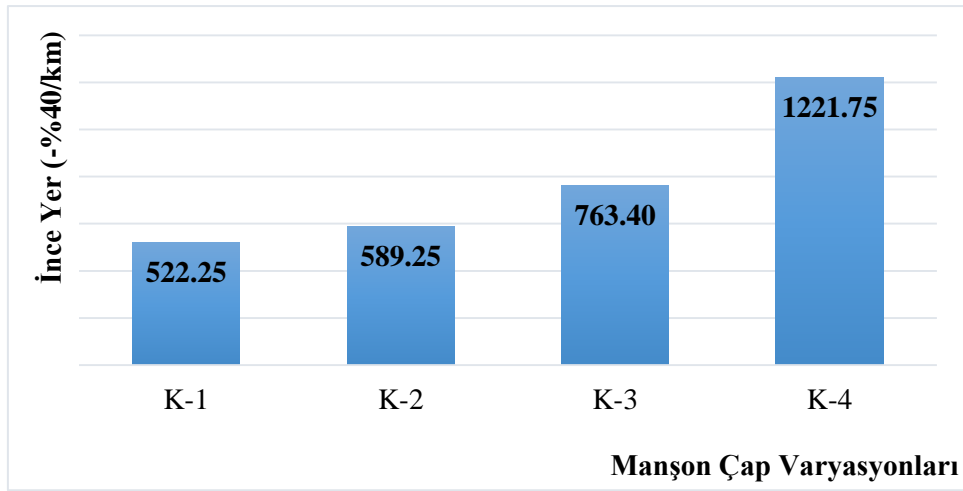
Şekil 6. Ne 40/1 CVm (%) ortalama değerler grafiği

Ne 40/1 numarada üretilmiş ipliklerin manşon çapı kombinasyonlarına göre düzgünsüzlük (CVm (%)) ortalama değerleri Şekil 6' da incelendiğinde, ön manşon çapının artışı ile ölçülen CVm (%) değerlerinin düşüş yaşadığı görülebilmektedir. Ayrıca, Ne 20/1 karde ring ipliğine benzer şekilde, Ne 40/1 numara ipliklerde de ön manşon çapı 30 mm ile sabit kaldığında, arka manşon çapının azalması CVm (%) değerlerinde bir artışa neden olduğu bulunmuştur. Ön manşon çapının

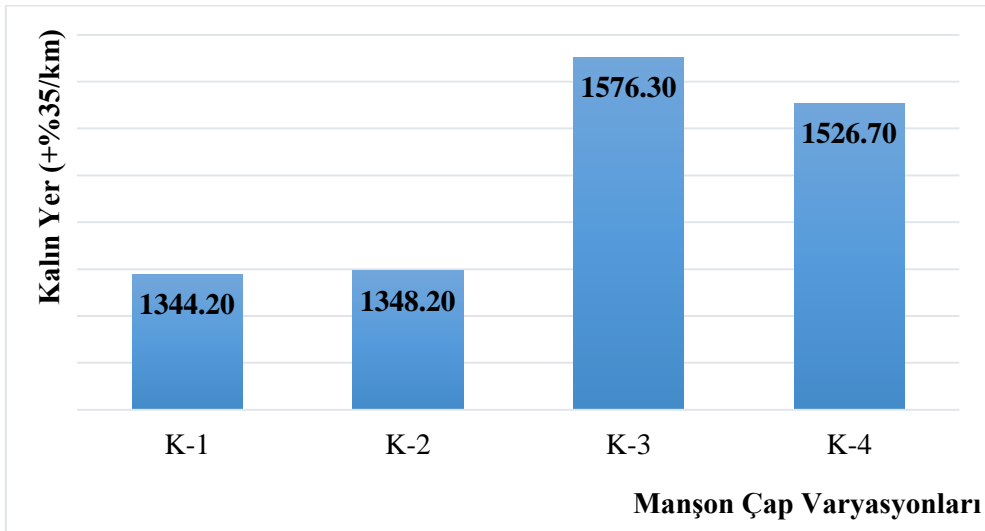
28 mm ile sabit kalması durumunda ise arka manşonun bu değerler üzerinde çok fazla bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

### 3.2.2. IPI ölçümlerine ait sonuçlar

Ne 40/1 numarada üretilen karde ring ipliklerine ait IPI ölçümlerine ait ortalama değerlerinin grafikleri Şekil 7,8 ve 9' da sunulmuştur.



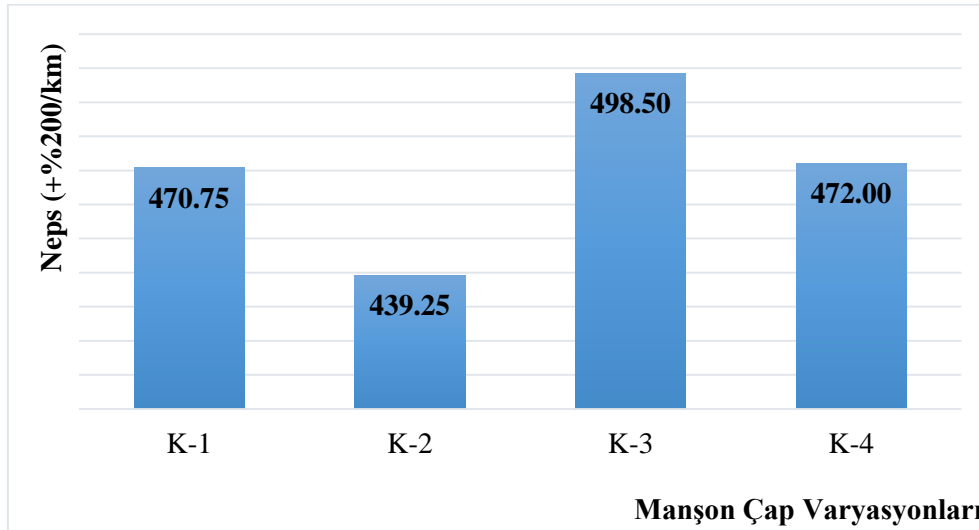
Şekil 7. Ne 40/1 İnce Yer (-%40/km) ortalama değerler grafiği



Şekil 8. Ne 40/1 Kalın Yer (+%35/km) ortalama değerler grafiği

Şekil 7 ve Şekil 8’ de belirtilen İnce Yer (-%40/km) ve Kalın Yer (+%35/km) ortalama değerleri incelendiğinde, Ne 40/1 karde ring ipliklerin İnce Yer (-%40/km) değerlerinde, hem ön hem de arka manşon çap değerlerinin azalmasıyla İnce Yer (-%40/km) hatalarının artması doğru bir orantıda gerçekleşmiştir. Bu durumda, manşon çapı, özellikle de ön manşonun çapı arttıkça, Ne 40/1 numaralı iplikte daha az İnce Yer (-%40/km) hatalarına rastlandığı söylenebilir. Bununla birlikte, her ne kadar İnce Yer (-%40/km) hatalarında olduğu gibi doğrusal bir artış göstermese de, manşon çapının azalmasıyla birlikte Kalın Yer (+%35/km) hatalarına da daha sık rastlandığı görülmüştür. Özellikle Kalın Yer (+%35/km) değerleri açısından düşünüldüğünde, ön manşon çapının hatasızlık oranına ciddi bir etki yaptığı söylenebilmektedir.

Neps (+%200/km) ortalama değerlerine ait ortalama değerler grafiği Şekil 9’ da sunulmuştur.



Şekil 9. Ne 40/1 Neps (+%200/km) ortalama değerler grafiği

Ne 40/1 numarada dört farklı manşon çap varyasyonlarına göre üretilmiş olan karde ring ipliklerinin Şekil 9’ da gösterilen Neps (+%200/km) oranlarında, Ne 20/1 numarada üretilmiş ipliklerin Neps (+%200/km) oranlarına benzer bir şekilde değişiklikler izlenmektedir. Ön manşonun sahip olduğu çap değeri arttıkça, Neps (+%200/km) değerleri düşüş göstermiştir. Arka manşonda ise bunun tam tersi bir durum gözlenmektedir. Diğer bir ifadeyle arka manşon çapı azaldıkça, Neps (+%200/km) değerinde de azalma olmuştur.

### 3.2.3. Düzgünsüzlük analiz sonuçları

Manşon çap kombinasyonlarının Ne 40/1 karde ring ipliği düzgünsüzlük değeri üzerinde bir etkisinin olup olmadığını araştırmak amacıyla Tek Yönlü ANOVA analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6.** Manşon Çap Kombinasyonlarına Göre Ne 40/1 Karde Ring İplik Düzgünsüzlük Değeri ANOVA Analizi Sonuçları

		Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p.
CVm (%)	Gruplararası	3,322	3	1,107	4,073	0,014*
	Grupiçi	9,788	36	0,272		
	Toplam	13,110	39			

\*: 0.05 seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır.

Ring iplik eğirme makinasında üretilen Ne 40/1 numara karde ipliklerin manşon çap kombinasyonlarına göre CVm (%) ortalama değerleri arasında anlamlı fark bulunmaktadır ( $p < 0.05$ ).

Bu anlamlı farkların hangi manşon çapı grupları arasında olduğunu belirlemek için LSD post hoc analizine başvurulmuş olup elde edilen sonuçlar Tablo 7'de verilmiştir.

**Tablo 7.** Ne 40/1 Karde Ring İplik Düzgünsüzlük LSD Sonuçları

	Manşon Çap Grupları		Ortalama Fark	Std. Hata	p
CVm (%)	K-1	K-2	-0,13500	0,23319	0,566
		K-3	-,71900*	0,23319	0,004*
		K-4	-,51600*	0,23319	0,033*
	K-2	K-3	-,58400*	0,23319	0,017*
		K-4	-0,38100	0,23319	0,111
	K-3	K-4	0,20300	0,23319	0,390

\*: 0.05 seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır.

Manşon çap kombinasyonlarında, CVm (%) değerleri arasındaki anlamlı farklar K-1 manşon çapı grubu ile K-3 ve K-4 manşon çapı grupları arasında, ayrıca K-2 ile K-3 manşon çapı grupları arasında görülmüştür. LSD post hoc analizi sonuçlarına göre en düşük CVm (%) ortalama değerine K-1 manşon çaplarında rastlanırken (%16,09), en yüksek CVm (%) değeri K-3 manşon grubunda (%16,81) ortaya çıkmıştır.



### 3.2.4. IPI analiz sonuçları

Manşon çap kombinasyonlarının Ne 40/1 karde ring ipliği düzgünsüzlük değeri üzerinde bir etkisinin olup olmadığını araştırmak amacıyla Tek Yönlü ANOVA analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 8’de verilmiştir.

**Tablo 8.** Manşon Çap Kombinasyonlarına Göre Ne 40/1 Karde Ring İplik Düzgünsüzlük Değeri ANOVA Analizi Sonuçları

		Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p.
İnce Yer (- %40/km)	Gruplararası	2981029,419	3	993676,473	1,522	0,225
	Grupiçi	23496973,275	36	652693,702		
	Toplam	26478002,694	39			
Kalın Yer (+%35/km)	Gruplararası	433861,700	3	144620,567	2,491	0,076
	Grupiçi	2089717,400	36	58047,706		
	Toplam	2523579,100	39			
Neps (+%200/km)	Gruplararası	17623,125	3	5874,375	0,810	0,497
	Grupiçi	261038,750	36	7251,076		
	Toplam	278661,875	39			

\*: 0.05 seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır.

Ring iplik eğirme makinasında üretilen Ne 40/1 numara karde ipliklerin manşon çap kombinasyonlarına göre IPI ortalama değerleri arasında herhangi bir anlamlı fark bulunmamaktadır ( $p>.05$ ). Dolayısıyla, Anova analizinde bulunan anlamlı farkların hangi manşon çap kombinasyonları arasında olduğunu belirlememizi sağlayan LSD post hoc analizi yapılmamıştır.

## 4. Tartışma ve Sonuç

Ne 20/1 ve Ne 40/1 numaralarında ve dört farklı (30 mm ve 28 mm) ön ve arka manşon çap kombinasyonlarında %100 pamuk hammaddesinden üretilen karde ring ipliklerin düzgünsüzlük ve IPI değerlerini incelemeyi amaçlayan bu çalışmanın sonucunda ön manşon çapının nihai ipliğin düzgünsüzlük ve IPI değerlerinde, özellikle de CVm (%), İnce Yer (-%40/km) ve Kalın Yer (+%35/km) değerlerinde, anlamlı bir etkisi olduğu bulunmuştur.

#### **4.1. CVm (%)**

Çalışma kapsamında yapılan ölçümler sonucu, üretilen her iki numaradaki (Ne 20/1 ve Ne 40/1) iplik numuneleri için, ön manşon çapının yüksek olduğu kombinasyonlarda (K-1, K-2), arka manşon çap değerinin azalması CVm (%) değerinin artmasına yol açmıştır. Artış oranı Ne 20/1 için % 1,20 olurken, Ne 40/1 için bu oran % 0,8 olarak tespit edilmiştir. Arka manşon çapının büyük olduğu kombinasyonlarda ise (K-1, K-3) ön manşon çapının azalması yine CVm (%) değerinin artmasına yol açmıştır. Artış oranı Ne 20/1 için % 1,99 olurken, Ne 40/1 için bu oran % 4,47 olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar göz önüne alındığında, ön manşon çap değerinin azalması, arka manşon çap değerinin azalmasına oranla CVm (%) değeri üzerinde daha fazla bir negatif etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Bu sonuç, alanda manşon çapı üzerine yapılmış diğer çalışmalarını da destekler niteliktedir (Ghane ve ark., 2008; Xu, 2005).

#### **4.2. İnce Yer (-%40/km)**

Ne 20/1 ve Ne 40/1 karde iplik numuneleri için ön manşon çapının yüksek olduğu kombinasyonlarda (K-1, K-2), arka manşon çap değerinin azalması Ne 20/1 için % 39,5 oranında, Ne 40/1 için ise % 12,8 oranında bir İnce Yer (-%40/km) artışına neden olmuştur. Arka manşon çap değerinin büyük olduğu kombinasyonlarda (K-1, K-3) ise ön manşon çap değerinin azalması Ne 20/1 için % 51,1, Ne 40/1 için ise % 46,1 oranında bir İnce Yer (-%40/km) artışına sebep olduğu bulunmuştur. Manşon çapının konu edildiği alandaki diğer çalışmalarını (Ghane ve ark., 2008) destekler nitelikte bulunan sonuçların ışığında, ön manşon çap değerinin azalması, arka manşon çap değerinin azalmasına oranla İnce Yer (-%40/km) değeri üzerinde çok daha yüksek bir negatif etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

#### **4.3. Kalın Yer (+%35/km)**

Ön manşon çapının yüksek olduğu kombinasyonlarda (K-1, K-2), Ne 20/1 ve Ne 40/1 karde iplik numuneleri için arka manşon çap değerinin azalması, Ne 20/1 için % 5,7 oranında, Ne 40/1 için ise % 0,3 oranında bir Kalın Yer (+%35/km) artışına neden olmuştur. Arka manşon çap değerinin büyük olduğu kombinasyonlarda (K-1, K-3) ise ön manşon çap değerinin azalması Ne 20/1 için % 20, Ne 40/1 için ise % 17,2 oranında Kalın Yer (+%35/km) artışına sebep olduğu

bulunmuştur. Buna göre, ön manşon çap değerinin azalması, arka manşon çap değerinin azalmasına oranla, İnce Yer (-%40/km) değerinde olduğu gibi Kalın Yer (+%35/km) değeri üzerinde de, çok daha fazla bir oranda negatif etki ettiği bulunmuştur.

#### 4.4. Neps (+%200/km)

Mevcut çalışmanın sonucunda, her iki iplik numarasında (Ne 20/1 ve Ne 40/1) üretilmiş ipliklerin arka manşon çaplarının büyüklüğüne göre Neps (+%200/km) değerlerinde farklılıklar bulunmaktadır. İstatistiki açıdan anlamlı bir fark bulunamasa da, arka manşon çap değerinin büyük olduğu çap kombinasyonlarında (K-1 ve K-3), ön manşon çap değerinin azalması Neps (+%200/km) değerlerinde Ne 20/1 için % 7,2, Ne 40/1 için ise % 5,9 oranında bir artışa neden olduğu bulunmuştur. Ön manşon çapının yüksek olduğu çap kombinasyonlarında (K-1 ve K-2), arka manşon çapının azalmasıyla Neps (+%200/km) değerlerinde Ne 20/1 için % -6,6, Ne 40/1 için ise % -6,7 oranında bir azalma yaşandığı tespit edilmiştir. Her ne kadar bu durum beklenenin tam tersi doğrultuda gerçekleşmiş olsa da, periyodik olarak planlanan manşon taşlama işleminin, iplik kalitesini ve makine verimliliğini artırmaya yardımcı olduğu da bilinmektedir (Canoğlu, 2013). Dolayısıyla bu çalışma için üretilmiş olan karde ring ipliklerin, deneyin yapılmış olduğu üretim hattındaki manşonların düzenli olarak taşlanmasından ve manşonlar üzerinde ciddi ve derin hasarın olmamasından ötürü böyle bir sonuca ulaşılmış olabileceği belirtilebilir.

Sonuç olarak, kaliteli ring ipliği üretiminde manşon çapının önemli bir etkisi olduğu, dolayısıyla özellikle de ön manşonlarda daha büyük çapta manşonların tercih edilmesinin iplik kalitesi açısından daha iyi sonuçlar doğuracağı ortaya çıkmaktadır. Benzer şekilde, manşonların bakım ve taşlama işlemlerinin de bu süreç için önem arz ettiği bulunmuştur. Bu doğrultuda, ring ipliği üreten işletmelerin yüksek verim elde edebilmeleri adına manşon çapını ve periyodik bakımın önemini göz önünde bulundurmaları önerilir.

#### Kaynaklar

- Akbar, A. R., Zeshan, M., Neaz, M., Cai, Y., and Lin, L. (2017). Effect of Ring Machine Front Roller Rubber Cot Hardness on Properties of Coarser Yarn. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 130, p. 02003). EDP Sciences.
- Bagwan, A. S., Policepatil, R., and Pawar, S. (2016). Optimizing effects of cots shore hardness on cotton yarn properties at ring frame. *J Text Sci Eng*, 6(1), 238.

- Bedez Ute, T. (2012). *Sirospun Pamuk İpliklerinde İplik Özellikleri İle Lif Özellikleri Arasındaki İlişkinin Fonksiyonel Olarak Tahminlenmesi Üzerine Bir Araştırma*. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Canoğlu, S. (2013). Effects of Ring Machine Apron and Cot Components On Yarn Quality. *Journal of Textile & Apparel/Tekstil ve Konfeksiyon*, 23(3), 213-219.
- Chaudhary, V., Joshi, M., and Shivankar, V. S. (2018). Effect of cot hardness on quality of ring spun yarn. *Technical Textiles*, 1-2. Retrieved from [https://www.researchgate.net/profile/Vijay\\_Chauthari3/publication/328496938\\_MI\\_4\\_Chauthary/links/5bd1892892851cabf2664f1e/MI-4-Chauthary.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Vijay_Chauthari3/publication/328496938_MI_4_Chauthary/links/5bd1892892851cabf2664f1e/MI-4-Chauthary.pdf)
- Chakraborty, A., Hasan, M. Z., Ghosh, J., and Redwanul, M. (2020). Impact of Front and Back Roller Shore Hardness on The Quality of Cotton Carded Yarn in Ring Spinning Frame. *Trends Textile Eng. Fashion Technol*, 5(5), 682-686.
- Commercial Standardization of Instrument Testing of Cotton (2020). USTER®HVI Test results. Retrieved from: [https://csitc.org/sitecontent/RTCEA/internal\\_ea/02\\_RTC\\_Content/022\\_Training/0222\\_Training\\_documents/02225\\_USTER/Application%20Manual/0222511\\_TestResults.pdf](https://csitc.org/sitecontent/RTCEA/internal_ea/02_RTC_Content/022_Training/0222_Training_documents/02225_USTER/Application%20Manual/0222511_TestResults.pdf)
- Erdal, Ö. Z. (2006). Makinalı pamuk hasadının pamuk lif kalitesi üzerindeki etkilerinin çiftçi koşullarında belirlenmesi. *Selçuk-Teknik Dergisi*, 2(2).
- Ferede, E. (2017). *Effect of spinning top front roller rubber cot shore hardness on yarn quality*.
- Foulk, J. A., and Mcalister III, D. D. (2002). Single cotton fiber properties of low, ideal, and high micronaire values. *Textile Research Journal*, 72(10), 885-891.
- Ghane, M., Semnani, D., Saghafi, R., and Beigzadeh, H. (2008). Optimization of top roller diameter of ring machine to enhance yarn evenness by using artificial intelligence. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 33, 365-370.
- Kane, C. D., and Ghalsasi, S. G. (1992). Studies on ring frame drafting: Part I. *Indian Textile Journal*, 102, 78-78.
- Katı, E. (2004). *Farklı İplik Düzensüzlüğü Test Cihazlarından Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması*. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Khurshid, F., Aslam, S., Ali, U., Abbas, A., Hamdani, T. A., & Hussain, F. (2018). Optimization of break draft, pin spacer and rubber cots hardness to enhance the quality of ring spun yarn using factorial design. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 13(2), 155892501801300209.
- Lawrence, C. A. (2003). *Fundamentals of spun yarn technology*. Crc Press.
- Majumdar, P. K., and Majumdar, A. (2004). Predicting the breaking elongation of ring spun cotton yarns using mathematical, statistical, and artificial neural network models. *Textile Research Journal*, 74(7), 652-655.
- Sujai, B., and Sivakumar, M. (2015) Effect of Spinning Rubber Cot Shore Hardness on Yarn Mass Uniformity and Imperfection Levels-Part.
- Şahin, M. Ö. (2015). *Pamukta (Gossypium Hirsutum L.) Balya Depolama Sürelerinin Lif Kalitesi Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisan Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Thilagavathi, G., and Karthik, T. (Eds.). (2016). *Process control and yarn quality in spinning*. CRC Press.
- Toprakçı, O. (2008). *Ring İplikçiliğinde Lif Özelliklerinden Pamuk İpliği Özelliklerinin Tahminlenmesinin Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Xu, Z. G. L. (2005). Spinning Test of Big Diameter Spinning Top Roller [J]. *Cotton Textile Technology*, 9.

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




*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 2(2), 401-433, 2020  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

Araştırma Makalesi / *Research Article*Doi: [10.47898/ijeased.815797](https://doi.org/10.47898/ijeased.815797)

## Sürdürülebilirliğin Mimarlık Yüksek Lisans Programı ile Bütünleştirilmesi: Yurt Dışı ve Türkiye Örneklerinin Karşılaştırmalı Analizi

Fulya GÖKŞEN <sup>1a\*</sup>, İdil AYÇAM <sup>1b</sup>, Cansu (GÜNER) BEKLER <sup>1c</sup>

<sup>1</sup> Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Ankara, 06000, Türkiye.

Yazar Kimliği / <i>Author ID (ORCID Number)</i>	Makale Süreci / <i>Article Process</i>
*Sorumlu Yazar / <i>Corresponding author</i> : <a href="mailto:fulyagoksen@gmail.com">fulyagoksen@gmail.com</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0002-9754-0956">https://orcid.org/0000-0002-9754-0956</a> , F. Gökşen  <a href="https://orcid.org/0000-0001-7170-5436">https://orcid.org/0000-0001-7170-5436</a> , İ. Ayçam  <a href="https://orcid.org/0000-0001-7861-7404">https://orcid.org/0000-0001-7861-7404</a> , C. Bekler	Geliş Tarihi / <i>Received Date</i> : 24.10.2020 Revizyon Tarihi / <i>Revision Date</i> : 09.11.2020 Kabul Tarihi / <i>Accepted Date</i> : 29.11.2020 Yayın Tarihi / <i>Published Date</i> : 15.12.2020
<b>Alıntı / <i>Cite</i></b> : Gökşen, F., Ayçam, İ., Bekler, C. (2020). Sürdürülebilirliğin Mimarlık Yüksek Lisans Programı ile Bütünleştirilmesi: Yurt Dışı ve Türkiye Örneklerinin Karşılaştırmalı Analizi, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2(2), 401-433.	

### Özet

Dünyanın dört bir yanındaki birçok üniversite, mimarlık programlarından mezun olacak adayları için, sürdürülebilirlik olgusunun kavramsal ve teorik açıdan yeterli düzeyde verilmesi amacıyla öğretim programlarını ve yöntemlerini, gerekli güncel bilgilerle değiştirmekte veya desteklemektedir. Tasarım ve bina teknolojilerinde sürdürülebilirlik paradigmasının gereksinimlerini karşılamak, lisans düzeyinde yaratılan farkındalığın ötesinde lisansüstü eğitimle gelişim gösterecek, yeterli mesleki bilgi ve uzmanlık sağlayacaktır. Bu alan, uygulamada halen yeterli düzeyde deneyimlenemediği için, mimari eğitim süreci ile söz konusu eksikliğin giderilmesine yönelik çalışmaların ve bilgi birikiminin verilmesini sağlayacak bir sisteme ihtiyaç olduğu açıktır. Çalışma kapsamında, farklı yaklaşımlar kullanılarak sürdürülebilirlik konularını müfredatlarına adapte etmeyi büyük oranda başarmış, dünyanın farklı yerlerinde faaliyet gösteren mimarlık eğitim kurumlarının ve Türkiye’de yer alan mimarlık eğitim kurumlarının yüksek lisans düzeyindeki müfredat yapıları incelenmiştir. Hali hazırda uygulanmakta olan müfredatı, dünya örnekleri ile karşılaştırarak durum tespiti yapılmış ve ne tür güncellemeler yapılabileceği konusunda öneriler sunulmuştur. Amaç, sürdürülebilir mimarlık ve çevresel tasarım alanında uzmanlaşmak isteyen lisansüstü öğrencilerinin farkındalıklarını ve gelişim düzeylerini arttırmak için dünya örneklerinden edinilen bilgileri referans alarak, uygulanmakta olan müfredatın geliştirilmesidir.

**Anahtar Kelimeler:** Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilir mimarlık, Lisansüstü mimarlık eğitimi.

## ***Integrating Sustainability with the Master of Architecture Program: Comparative Analysis of Foreign and Turkey Samples***

### **Abstract**

Many universities around the world are changing or supporting their curriculum and methods with the necessary up-to-date information to ensure that candidates who aim to graduate from their architectural programs are taught the concept of sustainability at a sufficient level in regard to conceptual and theoretical. Meeting the requirements of the sustainability paradigm in design and building technologies will extend beyond the awareness created at the undergraduate level and improve with postgraduate education. Thus, a sufficient level of professional knowledge and expertise will be achieved. Since this field is still not sufficiently experienced in practice, it is clear that a system is needed to provide the works and knowledge to make up the said deficiency with the architectural education process. Scope of study, an examination of the structures of postgraduate programs of institutions located in Turkey and institutions that operate in various parts of the world who have managed to adapt the subject of sustainability to their curricula to a large degree has been carried out. By comparing the current curriculum with examples from the world, the general status was determined, and recommendations were made on what kind of updates can be made. The objective is to improve existing curricula by taking the information obtained from global examples as a reference for improving the awareness and development levels of graduate students who desire to specialize in sustainable architecture and environmental design.

**Keywords:** Sustainability, Sustainable architecture, Postgraduate architectural education.

### **1. Giriş**

Mimarlık, yapılı çevreyi şekillendiren ve barınma, dinlenme, çalışma, eğlenme gibi temel insani ihtiyaçlarını sağlanmak üzere gerekli mekanları, işlevsel gereksinimleri ekonomik ve teknik olanaklarla bağdaştırarak estetik yaratıcılıkla tasarlayan önemli bir meslek olarak görülmektedir (Hasol, 2012; Antonara ve ark., 2013; Uzunoğlu ve Uzunoğlu, 2011). Mimarlık mesleğinin ürünü olan bir yapı var olduğu süre içinde, yakın çevresini ve tüm dünyayı birbiriyle bağlantılı insan eylemleri ve değişmesine neden olduğu doğal süreçlerle etkiler. Yapı üretiminin daha ilk evrelerinde yapı alanına yapılan müdahaleler ekolojik karakteristikleri değiştirmeye başlar. Bu nedenle yapılı çevre tasarımında, yapılı çevre ile doğal çevre arasındaki simbiyotik ilişkiyi yansıtacak köklü ve sağlam bir ekolojik anlayışın temel alınması gerekmektedir (Yeang, 2006).

Çevresel tasarım, kaynaktan üretime, kullanımdan yıkıma ve nihayetinde ekosistemler ve biyosfer içinde özümsemeye kadar uzanan süreçte yapılı çevrenin doğal çevreyle uyumlu ve kusursuz bütünleşmesidir (Yeang, 2006). Bu kusursuz bütünleşme beşikten beşiğe (McDonough, ve Braungart, 2010) olarak tanımlanan sürdürülebilir bir döngüdür. Çevresel tasarım anlayışı kavramsal olarak incelendiğinde dolaylı veya doğrudan sürdürülebilirlik ile özdeşlik kurduğu görülmektedir.

Sürdürülebilirlik terimi toplum, ekonomi ve çevreyi içinde barındıran kapsamlı boyutlara sahiptir. Dünya ve ülke düzeyinde ortaya çıkan politik, ekonomik, sosyal gelişmeler ile bilim ve

teknoloji alanındaki yenilikler toplumların yapısını ve yönelimlerini etkilediği gibi, eğitim kurumlarının politikalarını ve stratejilerini de etkiler. Binaların, küresel enerji tüketiminde %36 (GlobalABC, IEA, UNE., 2019) gibi yüksek bir paydaya sahip olması ve bu tüketimin ekonomik ve çevresel boyutlarda sorunlara yol açacak sonuçlar doğurması sürdürülebilirlik kapsamında ciddi önlemlerin alınması gerektiğini göstermektedir. Alınacak önlemlerden biri küresel ısınma, kaynakların tükenmesi ve iklim krizini içeren sürdürülebilirlik alanında mimarlık öğrencileri arasında farkındalık yaratmaktır (Altomonte, 2009; SeifHattan ve ark., 2010; Karatepe ve ark., 2012). Bu nedenle, eğitim sisteminin sürdürülebilirlik bilincini aşılamaya yönelik programlarla desteklenmesi, sürdürülebilir gelecek için büyük öneme sahiptir (Kayıhan ve Tönük, 2008).

Eğitim ortamı, profesyonel hayatın bir yansıması konumundadır ve aralarında sürekli bir ilişki söz konusudur. Mimarlık bu ilişkinin daha çok ön plana çıktığı bir alandır. Bu nedenle mimarlık eğitimi günceli takip edip, yenilenerek meslekte uzmanlaşmak isteyen öğrencilere profesyonel hayatta destek olmalıdır. Günümüz koşullarında küresel gelişmeler ön planda yer almakta olup günden güne önemi artmaya devam etmektedir. Bu kapsamda sürdürülebilirlik konularının mimarlık eğitimi ile bütünleştirilmesi de daha çok önem arz etmektedir.

Dünyanın dört bir yanındaki birçok üniversite mimarlık programlarından mezun olacak mimar adayların piyasa şartlarında gelişen sürdürülebilirlik yaklaşımına karşı bilinçli ve donanımlı şekilde cevap verebilmeleri için gerekli önlemi alma çabasıdır. Bu amaçla, konu ve öğretim modülleri ek yeni bilgilerle değiştirilmekte veya desteklenmektedir. Özellikle yüksek lisans programında uzmanlık eğitimi verildiğinden dolayı bu durum daha çok önem kazanmaktadır. Tasarım ve bina teknolojilerinde sürdürülebilirlik paradigmasının gereksinimlerini karşılamak, lisans düzeyinde yaratılan farkındalığın ötesinde lisansüstü eğitimle gelişim gösterecek yeterli mesleki bilgi ve uzmanlıkla bağlantılıdır. Bu noktada sürdürülebilir mimarlık alanında lisansüstü düzeyde eğitim veren üniversitelerin öğretim programlarını ve yöntemlerini bu alanda yetkin uzmanlar yetiştirecek şekilde oluşturmalı ve küresel gelişime göre güncellemelidirler.

Yapılan literatür taramasında lisans eğitiminde gündemde olan ve tartışılan bu konunun, lisansüstü eğitiminde de üzerine düşülmesi gereken bir konu olmasına rağmen yeterince çalışmanın bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle araştırmada, sürdürülebilirliğin mimarlık yüksek lisans eğitimi ile bütünleştirilmesi kapsamında ne durumda olduğumuzu görmek ve dünya örnekleri ile karşılaştırarak ne tür yenilikler katabileceğimizi tespit etmek adına seçilen üniversitelerdeki mimarlık yüksek lisans programlarının işleyişleri ve müfredatları incelenmiştir. Bu incelemeler ve sonrasında yapılan karşılaştırmalar referans alınarak Türkiye'deki mimarlık yüksek lisans

programlarına sürdürülebilirlik konularının dahil edilebilmesi amacıyla müfredatın tekrar gözden geçirilmesi gerekliliği gündeme getirilmek istenmekte olup müfredatta yapılabilecek güncellemelerle ilgili öneri geliştirmek amaçlanmıştır. Veriler ilgili web sitelerinden toplanmış, sürdürülebilirlik eğitiminin mimarlıkta rolü ve mevcut durumu gözden geçirilmiş, incelenen üniversitelerde sürdürülebilirlikle bağlantılı dersleri belirlemek için kredi saatlerinin dağılımı, ders içerikleri ve uygulamaları analiz edilmiştir.

### 1.1. Sürdürülebilir Mimarlık Eğitimi

Sürdürülebilir çevre tasarımı ilke ve uygulamalarına yeni nesil mimarları ve yapılı çevrenin diğer profesyonellerini tanıtmamanın bir aracı olarak yükseköğretimin rolü son derece önemlidir. UNESCO ve Uluslararası Mimarlar Birliği UIA'nın ortak olarak yayınladığı "Mimarlık Eğitim Şartı"nın sonuç bölümünde şu ifade yer almaktadır:

*"Şartın, mesleki yükümlülüklerin tüm estetik, teknik ve mali yönlerinin ötesinde vurguladığı temel konu mesleğin toplumsal sorumluluğudur. Mimarın içinde bulunduğu toplumda olduğu kadar, sürdürülebilir insan yerleşimlerinde yapım kalitesinin artırılmasında da rolünün ve sorumluluğunun bilincinde olması gerekir."* (UNESCO ve UIA, 1996)

Dünya genelinde üniversiteler mimari programları ile sürdürülebilirliği bütünleştiren farklı yaklaşımlar uygulamıştır Bazı başarılı stratejiler, mevcut kurslara sürdürülebilirlik unsurlarını dahil eden, sürdürülebilirliğe özgü kurslar yaratan girişimler ve öğrencilerin sürdürülebilirlik bilincini geliştirmeye yönelik faaliyetler içermektedir. Tasarım stüdyoları herhangi bir mimari programın temel çalışma birimi olduğundan, yayınlanmış kapsamlı araştırmalar sürdürülebilirliği stüdyo öğretimi ile bütünleştirmek için yeni yaklaşımlar ve yöntemler önermektedir (Davis, 2010). Örneğin, Tayland'daki Naresuan Üniversitesi, stüdyo öğretimine sürdürülebilir tasarım ilkelerini dahil edebilmek amacıyla öz-farkındalık, öz değerlendirme ve özeleştirmeyi güçlendirmek amacıyla tasarım stüdyosu içinde faaliyetler geliştirmiştir (Hengrasmee ve Chansomsak, 2016). Diğer bir yaklaşım, örneğin fizik ve mimari teknolojiyi tasarım stüdyosunda, mimari uygulama ve eğitimin ayrılmaz parçalarının öncelikle estetik ve montaj odaklı bir yörüngeden tasarım düşüncesi ve bina performansı arasındaki ilişkilerin daha kapsamlı bir anlayışa dönüştürülmesi ile birleştirmektedir (Gamble ve ark., 2015). Mavromatidis (2018) çalışmasında, sürdürülebilirliği mimari eğitimle bütünleştirmek için üç eğitimsel mimari sentez modelini birleştiren bir yaklaşım uygulamıştır. Bu



yenilikçi, didaktik yaklaşım, çok umut verici sonuçlar elde ettiği ve süreç boyunca öğrenci yaratıcılığını değiştirmekten kaçındığı bir seminer atölyesinde kullanılmıştır.

Sürdürülebilirlik ilkeleriyle uyumlu mimarlık eğitim şartlarını desteklemek ve bu şartların belirlenmesine yönelik önerilerde bulunmak amacıyla bu sürece katkıda bulunan bazı meslek dernekleri de çalışmalarını yürütmektedir. Uluslararası Mimarlar Birliği (UIA)'nın önerdiği mimari eğitim;

"Mimarlık, yapılı çevrenin ve kentsel mekanın şekillendirilmesinde yer alan kilit mesleklerden biridir. Bu nedenle, mimarları profesyonel bir yaşama hazırlayan mimari eğitim, en azından aşağıdaki bağlamlarda ve bunlarla ilgili belirli amaçlarda görülmelidir:

- Sosyal, kültürel, politik bağlamlar
- Profesyonel, teknolojik, endüstriyel bağlamlar
- Dünya: yerel, küresel, ekolojik bağlamlar
- Genel olarak bilim ve bilgi içeren akademik bağlamlar "(Riguet ve ark., 2008)

Uluslararası Mimarlık Birliği bu görüşü dahilinde sürdürülebilir yaklaşımları göz önünde bulundurduğu açıkça görülmektedir. Teknolojik ve küresel ekolojik bağlam gibi kelimeler, sürdürülebilir mimarinin ve yenilenebilir enerjilerin mimarlık eğitiminin önemli bileşenleri olduğu izlenimini vermektedir. Akademik ve meslek örgütlerinin katkılarıyla son yirmi yılda, sürdürülebilir enerji tedarik sistemleri için 21. yüzyılın ihtiyaçlarını karşılamaya çalışan mimari gibi birçok akademik branşta yenilenebilir enerji eğitimine yeni yaklaşımlar ortaya çıkmıştır (Kim, 1998). Sürdürülebilir mimari eğitiminin önemi konusunda genel bir fikir birliği olmasına rağmen, halen cevaplanmayan bazı sorular bulunmaktadır. Bu soruların bir çoğu sürdürülebilirliğin yüksek lisans eğitimiyle bütünleştirilmesi yönündedir. Mimarideki bu yeni paradigma, sadece uygulayıcılar için yöntem tasarlamada değil, aynı zamanda eğitim sistemleri üzerinde de önemli değişikliklere neden olmaktadır.

Çalışmanın sonraki bölümlerinde Yurt dışından ve Türkiye'den seçilen üniversitelerin, mimarlık bölümü yüksek lisans programlarının müfredatları incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda karşılaştırmalı analiz yöntemi kullanılarak Türkiye'deki yüksek lisans programlarına sürdürülebilirlik konularının entegrasyonu ve nasıl iyileştirilebileceğine yönelik önerilerde bulunulmuştur.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın bu bölümünde, üniversiteler seçilirken öncelikle başarı sıralamasına, daha sonra mimarlık lisansüstü programının anabilim dalına ayrılmış olma durumuna ve müfredatlarındaki sürdürülebilirlikle ilişkili ders durumuna bakılmıştır. Özellikle yurt dışından seçilen mimarlık programlarında temel kriter, örnek teşkil edebilmesi amacıyla konu dahilindeki farklı uygulamaları bünyesinde barındırmalarıdır. Bu kapsamda, seçilen üniversitelerdeki mimarlık bölümü yüksek lisans programlarının işleyişi, ders içerikleri, kredi saatlerinin dağılımı ve uygulamaları resmi sitelerden elde edilmiştir. Müfredatta yer alan dersler sürdürülebilirlikle ilişkili düzeyine göre bağlantılı, az bağlantılı ve bağlantısız olmak üzere renklendirme yöntemi ile sınıflandırılarak tablo üzerinde bir araya getirilmiştir. Tablolardan ilişkili ders yüzdeleri çıkarılarak grafikler oluşturulmuştur. Literatürden, resmi sitelerden ve grafiklerden alınan verilerin derlenmesi ile sonuç tablosunu oluşturan parametreler belirlenmiş ve bu tablo üzerinden üniversiteler karşılaştırılmıştır.

### 2.1. Yurt Dışı Mimarlık Eğitimi Yüksek Lisans Programı Müfredatlarının İncelenmesi

Çalışma kapsamında seçilen, farklı yaklaşımlar kullanarak sürdürülebilirlik konularını müfredatlarına adapte etmeyi büyük oranda başarabilmiş dünyanın farklı yerlerinde faaliyet gösteren; Kansas Üniversitesi, Norveç Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Thomas Jefferson Üniversitesi, Tehran Üniversitesi Mimarlık Bölümü Yüksek Lisans Programlarının, süreci ve işleyişi hakkında kısaca bilgi verilerek, müfredatları sürdürülebilirlik konuları bağlamında incelenmiştir.

#### 2.1.1. Kansas Üniversitesi – Lawrence / ABD

Mimarlık Yüksek Lisansı, Kansas Üniversitesi Mimarlık Bölümü'nde araştırmaya dayalı bir akademik programdır. Yapılı çevrenin analizinde farklı yaklaşımları araştırmak isteyen öğrenci profiline hitap eder (URL-1).

Kansas Üniversitesi Mimarlık yüksek lisans programı (Tablo 1), 3 akademik yıl, 2 mimari tasarım stüdyosu ve 118 kredi saatini karşılayan bölüm derslerinden başarılı olunması şeklinde kurgulanmıştır. İkinci akademik yıl, kapsamlı stüdyo dönem projesi deneyimi olarak profesyonel gelişimi desteklemektedir. Üçüncü ve son yıl, öğrencilerin belli bir alanda uzmanlaşma sürecini

içerir. Öğrenci çalışmak istediği alanı seçer ve bu programdan mezun olduktan sonra çalıştıkları alanda uzmanlık geliştirmesini sağlar (URL-2).

Yüksek lisans programının son yılında öğrenciler, uygulamalı proje tasarım stüdyosu olan Studio 804'de yıl boyunca kapsamlı eğitim görmektedir. Öğrenciler inşa edecekleri yapının detay çizimlerini geliştirerek, yapı malzemelerinin sitede nasıl bir araya geldiklerine dair fikir edinirler. Bina kod yetkilileri, profesyonel mühendislik danışmanları, malzeme tedarikçileri ile doğrudan çalışarak ve birbirleriyle işbirliği yaparak, sadece mezun olduktan sonra karşılaşacakları gerçek hayat deneyimini eğitim sürecinde kazanırlar. Studio 804 uygulamalı tasarım stüdyosunun başladığından günümüze kadar ki süreçte Kansas halkına; Greensburg 547 Art Center (2008), Kansas Üniversitesi Batı Kampüsü Tasarım Araştırmaları Merkezi (2011), Johnson County Community College (2012), Hill Engineering Research and Development Center (2013) ve iki düşük maliyetli ev prototipi kazandırmıştır (Şekil 1). Bu binaların tümü, ABD Yeşil Bina Konseyi'nden LEED Platinum sertifikalarına sahiptir (URL-3).



**Şekil 1.** Kansas Üniversitesi Stdio 804 projeleri (URL-3)

Yüksek Lisans programın genel kurgusu bu şekilde olmasına rağmen öğrencinin lisans düzeyinde aldıkları eğitime göre de farklılık gösterebilir (URL-2):

- Tasarım odaklı olmayan disiplinlerden lisans derecesine sahip mimarlık alanında lisans derecesi olmayan öğrenciler, yaz oturumunda başlayan müfredatın ilk yılına girerler.

Müfredatın ilk yılı; 2 akademik dönem ve 2 yaz dönemidir. Gerekli toplam kredi süresi öğrencinin lisans da aldığı derslere bağlı olarak 110-116 kredi saatidir.

- Tasarım disiplini alanında lisans derecesine sahip olup Mimarlık alanında lisans derecesine sahip olmayan öğrencilerin ders çalışmalarına ilk yılın güz dönemi başlamaktadır. Mezuniyet için gerekli toplam kredi saatinin 100 kredi saati olması gerekmektedir.
- Mimarlık alanında akredite olmayan lisans derecesine sahip öğrencilerin eğitime programın ikinci yılında başlamaktadır. Bu uygulama 4+2 seçeneği olarak isimlendirilir. Bu öğrencilerin normal olarak dört stüdyo (sentez deneyimleri), yurtdışında yaz çalışması, sayı ve içerikleri duruma göre belirlenen mimari destek kurslarını tamamlamaları istenir. Mezuniyet için gerekli olan toplam kredi süresi, öğrencinin lisans derecesinde aldığı derslere bağlıdır ve oldukça değişkendir, ancak yaklaşık 70 kredi saat olması istenmektedir
- Akredite Mimarlık lisans derecesine sahip öğrenciler, bir yaz döneminde ve müfredatın son yılında yurtdışında eğitim gerektiren üç dönemlik bir programa girerler. Mezuniyet için gerekli toplam kredi süresi, öğrencinin lisans döneminde aldığı derslere bağlı olarak değişkenlik göstermesiyle en az 36 kredi saat gereklidir.

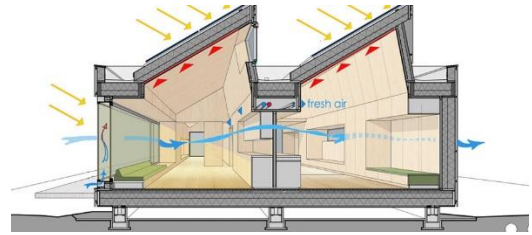
**Tablo 1.** KU Mimarlık Yüksek lisans programı dersleri (URL-4)

Dönem	Dersin Kodu	Dersin Adı	Kredi Saati	Durum
Güz	ARCH 524	Strüktür I	3	Zorunlu
	ARCH 530	Çevre Sistemleri I	3	Zorunlu
	ARCH 626	Yapı Teknolojisi I: Yapı Sistemleri ve Montajları	3	Zorunlu
Bahar	ARCH 531	Çevre Sistemleri II	3	Zorunlu
	ARCH 624	Strüktür II	3	Zorunlu
	ARCH	Profesyonel Zenginleştirme Seçmeli	3	Seçmeli
1. Yıl Güz ve bahar	ARCH 508	Malzeme ve Tektonik	6	Zorunlu
	ARCH 509	Bina Tasarımı	6	Zorunlu
	ARCH 510	Mimari Detaylandırma	3	Zorunlu
	ARCH 630	Mimarlık Kuramı	3	Zorunlu
*Not: Hem güz hem bahar döneminde geçerli olmak üzere; ARCH 508 veya 509, ARCH 510 veya 630 seçilmelidir				
Yaz	ARCH 501	Hızlandırılmış Tasarım	6	Zorunlu
	ARCH 502	Hızlandırılmış Tasarım II	6	Zorunlu
	ARCH 605	Saha ve Doğal Çevre Sistemlerinin Görselleştirilmesi	3	Zorunlu
2. Yıl Güz	ARCH 608	Kentsel Konut	6	Zorunlu
	ARCH 540	Küresel Mimarlık Tarihi I: Sanayi Devriminin Kökenleri (MÖ 3500 - MS 1700). 3 Saat	3	Zorunlu
	ARCH 658	Programlama ve Tasarım Öncesi Konular		Zorunlu
	ARCH	Profesyonel Zenginleştirme Seçmeli	3	Seçmeli

Bahar	ARCH 609	Bütünleşik Tasarım	6	Zorunlu	
	ARCH 541	Küresel Mimarlık Tarihi II: Sanayi Devriminden Günümüze (1700 CE-Hali)	3	Zorunlu	
	ARCH 552	Mesleki Uygulamada Etik ve Liderlik	3	Zorunlu	
	ARCH 610	Bütünleşik Tasarım Belgeleri	3	Zorunlu	
Yaz	ARCH 690	Yurt Dışı Mimarlık Çalışması	6	Zorunlu	
3. Yıl	Güz	ARCH 800	Mimarlıkta Özel Konular	6	Zorunlu
		ARCH	3 Adet Profesyonel Zenginleştirme Seçmeli	3	Seçmeli
Bahar	Güz	ARCH 800	Mimarlıkta Özel Konular II	6	Zorunlu
		ARCH	3 Adet Profesyonel Zenginleştirme Seçmeli	3	Seçmeli
		Sürdürülebilirlikle Bağlantılı	Sürdürülebilirlikle Az Bağlantılı	Sürdürülebilirlikle Bağlantısız	

### 2.1.2. Norveç Bilim ve Teknoloji Üniversitesi (NTNU) - Trondheim/Norveç

NTNU'daki Sürdürülebilir Mimari Yüksek Lisans programı, binaların yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerini azaltmak için çözümlerin analizi ve uygulanması konusunda mimarları eğitmeyi amaçlamaktadır. Programdaki öğrenciler, hem bilimsel araştırma çalışmalarının geliştirilmesi hem de sıfır emisyonlu yapıyı hedefleyen mimari tasarım projeleri geliştirme konusunda eğitilmektedir. Şekil.2'de örnek bir proje tasarımı ve uygulaması yer almaktadır. (URL-5; URL-6)



Şekil 2. NTNU sürdürülebilir mimari yüksek lisans programı örnek proje çalışması

Program (Tablo 2), 2 akademik yıl sürer ve 120 AKTS'lik bir ders yükü içermektedir. Müfredat oluşturulurken, yapıyı çevrenin çevresel etkileri ile ilgili; çevresel performans, çevresel etki ve bütünleşik enerji tasarım süreçleri olmak üzere tez dönemi hariç her dönem için bir başlık altında ders programı oluşturulmuştur. Her dönem bir teori ve mimari tasarım dersi içermektedir. Dersler, her dönem hem stüdyo hem laboratuvarlarda bir bütün olarak işlenmektedir. Teori ve proje derslerinin her birinde, tasarımın çevresiyle ve kullanıcılarıyla bütünlüğünü sağlamak için bütünleşik

tasarım stratejileri ön planda tutulmaktadır. Program boyunca öğrencilerin, bütünlük tasarım yöntemlerini özümseyip uygulayabilmeleri için disiplinler arası işbirliği konusunda sürekli olarak eğitimler verilmektedir (Tablo 2). (URL-5; URL-6)

- İlk dönem, iklim analizleri ve binaların çevresel performansının optimizasyonu üzerine odaklanılmaktadır.
- İkinci dönem, malzemelerin çevresel etkileri ve yaşam döngüsü analizleri ile ilgili konuları ele alınmaktadır. Bu kapsamda genellikle mevcut binaların dönüşümü üzerinde çalışılmıştır.
- Üçüncü dönem, alternatif yenilenebilir enerji sistemlerinin entegrasyonu ile binanın çevresel performansını optimize eden bütünlük tasarım süreçlerinin geliştirilmesi konusunda eğitim verilmektedir. Bu dönemde öğrenciler ZEN araştırma merkezi ile bağlantılı olarak çalışmakta olup yüksek lisans tezinin geliştirilmesi için ön çalışmaları bu aşamada oluşturmaktadırlar.
- Dördüncü dönem ise, 30 AKTS olan yüksek lisans tezine ayrılmıştır.

**Tablo 2.** NTNU Mimarlık Yüksek lisans programı dersleri (URL-5; URL-6)

		Dersin Kodu	Dersin Adı	AKTS	Durum
1. Yıl	Güz	Çevresel Performans			
		AAR4532	İklim ve Yapılı Form Tasarım Projesi	15	Zorunlu
		AAR4832	İklim ve Yapılı Form	7.5	Zorunlu
		AAR4833	Sürdürülebilir Mimarlıkta Kavramlar ve Stratejiler	7.5	Zorunlu
	HMS0004	AD Fakültesinde Öğrenciler için Atölye Eğitimi ile Sağlık, Emniyet ve Çevre (SEÇ) Kursu	0	Zorunlu	
	Bahar	Çevresel Etki			
AAR4546	Tasarım Sürücülerini Olarak Emisyonlar - Tasarım	15	Zorunlu		
AAR4817	Tasarım Sürücülerini Olarak Emisyonlar - Teori	7.5	Zorunlu		
2. Yıl	Güz	Bütünlük Enerji Tasarım Süreçleri			
		AAR4616	Bütünlük Enerji Tasarım Projesi	15	Zorunlu
		AAR4926	Bütünlük Enerji Tasarımı - Teori	7.5	Zorunlu
		AAR4850	Işık ve Aydınlatma	7.5	Seçmeli
	TEP4235	Binalarda Enerji Yönetimi	7.5	Seçmeli	
Bahar	AAR4993	Yüksek Lisans Sürdürülebilir Mimarlıkta Tez	30	Zorunlu	
		Sürdürülebilirlikle Bağlantılı	Sürdürülebilirlikle Az Bağlantılı	Sürdürülebilirlikle Bağlantısız	



### 2.1.3. Thomas Jefferson Üniversitesi – Philadelphia / USA

Thomas Jefferson Üniversitesi, gelişmiş cephe teknolojisi ve yüksek performanslı binalar, kentsel tasarım, yapı yönetimi, iç mekan tasarımı, tarihi yapılar, gayrimenkul geliştirme ve sürdürülebilir mimarlık gibi mimarlığın bir çok alanında lisansüstü eğitim vermektedir (URL-7).

Bu çalışma kapsamında ele alınacak olan “Sürdürülebilir Mimarlık” lisansüstü programı ile öğrencilerin, topluma daha iyi hizmet verebilmek, sürdürülebilir tasarımda lider olmak için pazar odaklı çözümler geliştirmek üzere problem çözme becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bütünleşik tasarım modeline dayanan program, tasarım sürecinin erken aşamalarında öğrencileri uzmanlara, tasarım seçeneklerine ve gerçek dünya kısıtlamalarına tanıtmayı öğrencilerin hali hazırdaki işleyişi yakından görebilmeleri açısından avantaj sağlamaktadır (URL-8; URL-9).

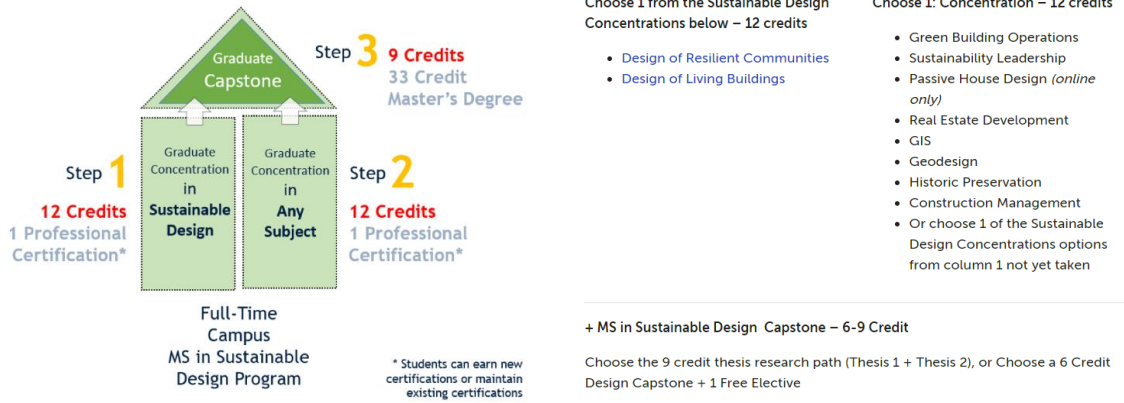


**Şekil 3.** Thomas Jefferson Üniversitesi sürdürülebilir mimari yüksek lisans programı örnek proje çalışması (URL-10)

Lisansüstü eğitimi dışında 6-12 aylık sertifika eğitimleri ile öğrenciler programın gerektirdiği zorunlu ders kredisini tamamlayarak katıldığı programın sertifikasını alabiliyor, alanlarında uzman olarak çalışma imkanı bulmaktadır. Ayrıca öğrenciler sertifika kursları yoluyla kazanılan kredileri yüksek lisans programına başvurup kabul edilmeleri halinde saydırıp lisansüstü eğitimini tamamlama imkanı da bulabilmektedir (URL-11).

Sürdürülebilir Mimarlık lisansüstü eğitimi (Tablo 3) 2 akademik yıl olup 33 kredilik ders yükü içermektedir. Öğrenciler, “Sürdürülebilir Tasarım” programı bünyesindeki derslerden 12 ders kredisi, başka programlardan 12 ders kredisi ve tezden veya dönem projesiyle beraber bir seçmeli

dersten 9 kredi ile istenilen ders yükünü karşılayabilmekte ve kendi müfredatını kendisi tasarlayabilmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Sürdürülebilir Tasarım Lisansüstü Programı ders seçim diyagramı (URL-12)

Tablo 3. Thomas Jefferson Üniversitesi sürdürülebilir mimari yüksek lisans programı dersleri

Dönem	Dersin Adı	AKTS (kredi)	Durum	
1. Adım	Yaşayan Bina Tasarımı			
	Yaşayan Binalar için Sürdürülebilir Sistemler	5	Seçmeli	
	Yaşayan Bina Tasarım Stüdyosu	10	Seçmeli	
	Esnek Toplulukların Tasarımı			
	Sürdürülebilir Tasarım Kriterleri	7.5	Seçmeli	
	Uyarlanabilir ve Esnek Tasarım	7.5	Seçmeli	
	Bahar	Yaşayan Bina Tasarımı		
		Sürdürülebilir Tasarım İlkeleri	7.5	Seçmeli
		Yaşayan Bina Temel	7.5	Seçmeli
		Esnek Toplulukların Tasarımı		
Esnek Peyzaj için Sürdürülebilir Sistemler		5	Seçmeli	
Esnek Topluluklar Tasarım Stüdyosu	10	Seçmeli		
2. Adım	Sürdürülebilirlik Liderliği			
	Sürdürülebilir Tasarım İlkeleri	7.5	Seçmeli	
	Çevresel Etki Analizi	7.5	Seçmeli	
	Yeşil Bina Operasyonları (Başlıkta listelenen derslerden 1'i seçilecek)			
	Sürdürülebilir Tasarım İlkeleri	7.5	Seçmeli	
	Uyarlanabilir ve Esnek Tasarım Temelleri	7.5	Seçmeli	
	Yeşil Binalar için Sürdürülebilir Sistemler	7.5	Seçmeli	
	Yaşam Döngüsü ve Yeşil Malzemeler	7.5	Seçmeli	
	Sürdürülebilir Tasarım için BIM	7.5	Seçmeli	
	Sürdürülebilirlik Uygulaması	7.5	Seçmeli	
	Refah İçin Ortamlar	7.5	Seçmeli	
	Ekoloji ve Üretim	7.5	Seçmeli	
	Örnek Olay: Sürdürülebilir Uygun Fiyatlı Konut	7.5	Seçmeli	
	İnşaat Çevre Yönetimi	7.5	Seçmeli	
	Pasif Ev Tasarımı			
Sürdürülebilir Tasarım Kriterleri	7.5	Seçmeli		
Pasif Ev Konusuna Giriş	7.5	Seçmeli		
Bahar	Sürdürülebilirlik Liderliği			
	Sürdürülebilir Kuruluşlar için Modeller ve Metrikler	7.5	Seçmeli	



		Yeşil Bina Operasyonları (Başlıkta listelenen derslerden 2'si seçilecek)		
3. Adım	Yaz D.	Sürdürülebilir Tasarım İlkeleri	7.5	Seçmeli
		Uyarlanabilir ve Dayanıklı Tasarım Temelleri	7.5	Seçmeli
		Yeşil Binalar için Sürdürülebilir Sistemler	7.5	Seçmeli
		Yaşam Döngüsü ve Yeşil Malzemeler	7.5	Seçmeli
		Sürdürülebilir Tasarım için BIM	7.5	Seçmeli
		Sürdürülebilirlik Uygulaması	7.5	Seçmeli
		Refah İçin Ortamlar	7.5	Seçmeli
		Ekoloji ve Üretim	7.5	Seçmeli
		Örnek Olay: Sürdürülebilir Uygun Fiyatlı Konut	7.5	Seçmeli
	İnşaat Çevre Yönetimi	7.5	Seçmeli	
	Pasif Ev Tasarımı			
	Pasif Ev Sistemleri	5	Seçmeli	
	Pasif Ev Tasarım Stüdyosu	10	Seçmeli	
	Yaz D.	Sürdürülebilirlik Liderliği		
		Sürdürülebilirlik Savunuculuk ve Değişim Yönetimi	7.5	Seçmeli
	Güz ve Bahar	Seçenek 1		
		Tez Çalışması	22.5	Seçmeli
		Seçenek 2		
Dönem Projesi		15	Seçmeli	
Seçmeli ders			Seçmeli	
		Sürdürülebilirlikle Bağlantılı	Sürdürülebilirlikle Az Bağlantılı	Sürdürülebilirlikle Bağlantısız

#### 2.1.4. Tehran Üniversitesi - Kish Adası/ İran.

Tehran Üniversitesi Mimarlık Bölümü sürdürülebilir ve enerji konuları alanındaki lisansüstü eğitimini Mimarlık ve Enerji ana bilim dalı altında vermektedir. Mimarlık ve Enerji lisansüstü programı; mevcut ve gelecek nesil mimarların, yapı alanındaki uzmanların karşılaştığı küresel çevre ve enerji sorunu, çevresel tasarım ilkeleri ve bunların mimari pratiğe etkili bir şekilde uygulanması konusunda daha derin bir anlayış gerektirmektedir. Öğrenciler aldıkları eğitimle mimari tasarımın çeşitli aşamaları ile ilgili çevresel tasarım yöntemlerini öğrenecek, mevcut binaları değerlendirebilecek, bütünleşik biyoklimatik tasarım ve kullanıcı odaklı yaklaşımı izleyerek yenilerini tasarlayabilecek bilgi birikimine erişeceklerdir (URL-13).

Program (Tablo 4), ders dönemi 4 yarıyıl, tez dönemi 2 yarıyıl olacak şekilde toplam süresi 3 akademik yıl olarak kurgulanmıştır. Öğrencilerin yüksek lisans eğitimlerini tamamlamaları için 80 AKTS'yi tamamlamaları gerekmektedir (URL-14).

**Tablo 4.**Teheran Üniversitesi Mimarlık ve Enerji yüksek lisans programı dersleri (Taleghani ve ark., 2011)

Dönem	Dersin Adı	AKTS (kredi)	Durum	
1.Yıl	Güz	Mimarlık ve Kentleşmede Enerji Yönetimi	5	Seçmeli
		Yer Koşulları Kontrolü	5	Seçmeli
		Bina ve yazılım kullanımında enerji simülasyonu	5	Seçmeli
		Seminer	7.5	Zorunlu
	Bahar	İklim ve Vernaküler Mimari	5	Seçmeli
		Aktif Pasif Güneş Sistemleri Detayları	5	Seçmeli
		Araştırma Yöntemleri	5	Seçmeli
		Mimari Tasarım ve Enerji I	7.5	Zorunlu
2.Yıl	Güz	Ekolojik Tasarım Temeli	5	Seçmeli
		Yapı Fiziği	5	Seçmeli
		Mimari Tasarım ve Enerji II	7.5	Zorunlu
	Bahar	Kentsel Tasarım ve Enerji	10	Zorunlu
		Bina İnşaat Adımları	5	Seçmeli
		Planlama ve Tasarım Yöntemleri	5	Seçmeli
3.Yıl	Güz + Bahar	Tez Çalışması I	15	Zorunlu
Sürdürülebilirlikle Bağlantılı		Sürdürülebilirlikle Az Bağlantılı	Sürdürülebilirlikle Bağlantısız	

### 2.1.5. Müfredat Analizi Sonucu Ders Durumları

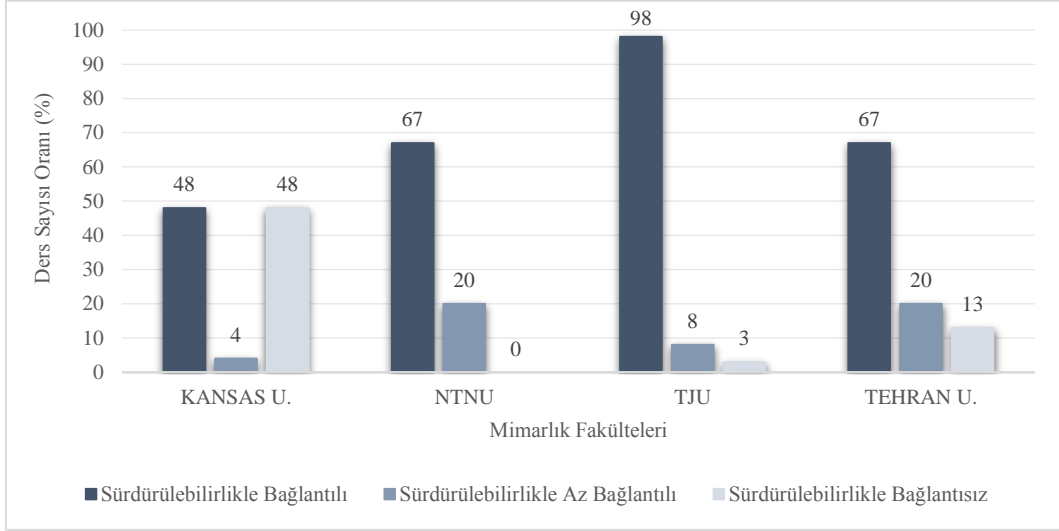
Kansas Üniversitesi, Mimarlık yüksek lisans programı, özelleşmiş bir anabilim dalı olmamasına rağmen, bağlantılı ve bağlantısız ders sayısı eşit olup %48 oranında sürdürülebilirlikle bağlantılı, %4 oranında sürdürülebilirlikle az bağlantılı ve %48 oranında sürdürülebilirlikle bağlantılı olmayan derslerden oluşmaktadır (Şekil 5).

Norveç Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Sürdürülebilir Mimari Yüksek Lisans Programı Ana Bilim Dalı olarak sürdürülebilir mimari üzerine özelleşmiş olmasında dolayı, %67 oranında sürdürülebilirlikle bağlantılı, %20 oranında sürdürülebilirlikle az bağlantılı derslerden oluşmakta olup bağlantılı olmayan ders bulunmamaktadır. (Şekil 5).

Thomas Jefferson Üniversitesi, Sürdürülebilir Mimarlık Yüksek Lisans programı, Ana Bilim Dalı olarak sürdürülebilir mimari üzerine özelleşmiş olmasında dolayı %98 oranında sürdürülebilirlikle bağlantılı, %8 oranında sürdürülebilirlikle az bağlantılı ve %3 oranında sürdürülebilirlikle bağlantılı olmayan derslerden oluşmaktadır (Şekil 5).

Teheran Üniversitesi, Mimarlık ve Enerji lisansüstü programı, Ana Bilim Dalı olarak sürdürülebilir mimari üzerine özelleşmiş olmasından dolayı %67 oranında sürdürülebilirlikle

bağlantılı, %20 oranında sürdürülebilirlikle az bağlantılı ve %13 oranında sürdürülebilirlikle bağlantılı olmayan derslerden oluşmaktadır (Şekil 5).



**Şekil 5.** Yurt Dışından Seçilen Üniversitelerin, Mimarlık Yüksek Lisan Programı Müfredat Analizleri Sonucu Sürdürülebilirlikle Bağlantılı Ders Durumları

## 2.2. Türkiye Mimarlık Eğitimi Yüksek Lisans Programı Müfredatlarının İncelenmesi

Bu bölümde Türkiye’den seçilen; İstanbul Teknik Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İzmir Yüksek Teknoloji Üniversitesi, Gazi Üniversitesi, Gebze Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü Yüksek Lisans Programlarının, süreci ve işleyişi hakkında kısaca bilgi verilerek, müfredatları sürdürülebilirlik konuları bağlamında incelenmiştir.

### 2.2.1. İstanbul Teknik Üniversitesi – İstanbul

İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Ana Bilim Dalı altında; Mimarlık (Tezsiz), Mimari Tasarım, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi, Yapı Bilgisi, Mimarlık Tarihi, Restorasyon, Proje ve Yapım Yönetimi gibi yüksek lisans programları bulunmaktadır.

Çalışma kapsamında ele alınacak olan Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Yüksek Lisans Program’ı ile yeni kuşaklara yaşanabilir bir çevre bırakmak için, daha az doğal kaynak ve daha az enerji tüketilmesi gerektiği bilincine sahip mimarlar yetiştirmeyi hedeflemektedir. (URL-15)

Bu kapsamda öğrencilere;

- Sağlıklı ve konforlu olduğu kadar enerji ve çevre duyarlı, sürdürülebilir bir yapma çevre tasarımı yapma,
- Fiziksel çevresel etkenlerden en üst düzeyde yararlanabilecek şekilde teknik ve yasal sınırlamalara uygun ve disiplinler arası çalışmalar sonucunda gerçekleştirebilme,
- Yapısal tasarım ve yapım yöntemleri alanlarında araştırma ve uygulama etkinlikleri gerçekleştirmek amacıyla yönelik olarak; performans gereksinimlerini tanımlayıp yapısal tasarım sürecini izleyerek, çözüm üretebilme,
- Yapı malzemelerine ait iç yapı, tür ve biçim olarak değerlendirmeler yapabilme, becerilerini kazandırmaktadır, hedeflenmiştir.

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Yüksek Lisans Programı'nın temel araştırma alanları; Çevre Kontrolü ve Yapı Fiziği, Mimarlık Yapı ve Yapım Teknolojileri, Yapı Malzemesi ile Yapı ve Deprem Mühendisliği çalışma gruplarından oluşmaktadır.

Yapı Fiziği ve Çevre Kontrolü, Mimarlık Yapı Malzemesi Laboratuvarları, Mimari Koruma gibi. Mimarlık bölümüne ait laboratuvarları (Şekil 6) ile lisansüstü öğrencilerin uygulamalı çalışmalar yapabilmesine katkı sağlamaktadır. (URL-24)



a



b

**Şekil 6.** a.Yapı Fiziği ve Çevre Kontrolü, b. Mimarlık Yapı Malzemesi Laboratuvarları (URL-24)

Program (Tablo 5), 2 akademik yıl, derslerin kredisi 60 Akts ve tez hazırlanması olarak kurgulanmıştır. Derslerin en az %30'u İngilizce olmalıdır. Proje dersi kapsamında tez konusuna bağlı olarak belirlenen bir araştırma çalışması yapılmaktadır. En az 4 zorunlu, 4 seçmeli ve 1 seminer dersinin verilmesi gerekmektedir. Şartları sağlayan öğrenci tez aşamasına geçer. 3. yarıyıldan itibaren tez aşamasına başlanmaktadır. En fazla 6. yarıyılın sonunda tez teslimi yapılmaktadır. Toplamda 90-120 AKTS kredisi alınması gerekmektedir. (URL-16)

**Tablo 5.** İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Ana Bilim Dalı, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Yüksek Lisans Program Müfredatının Analizi

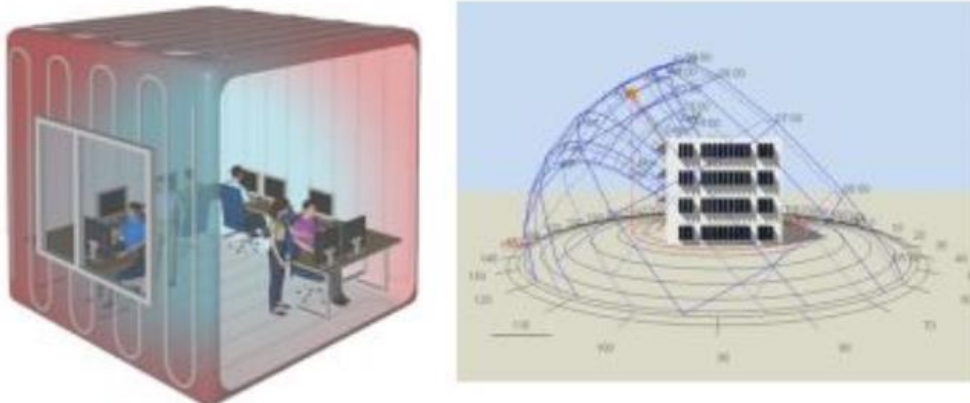
Dönem	Dersin Kodu	Dersin Adı	AKTS	Durum
Güz	CKY501E	Yapılarda Ses Yalıtımı	7.5	Seçmeli
	CKY503E	Mimarlıkta Güneş Işığı	7.5	Seçmeli
	CKY506	Yapma Çevrede Enerji Korunumu	7.5	Seçmeli
	CKY511	Endüstri Yapılarında ve Tesisat Sistemlerinde Gürültü Kontrolü	7.5	Seçmeli
	CKY515	Bina Tipolojisine Bağlı Akustik Sorunlar	7.5	Seçmeli
	CKY517	Binalarda Sağlık Donatımı Dizaynı	7.5	Seçmeli
	CKY527	Yapı Hasarları ve Yapı Koruma İlkeleri	7.5	Seçmeli
	CKY537E	Mimarlık Teknolojilerinde Araştırma Yöntemleri	7.5	Zorunlu
	CKY539	Bina Elemanlarında Çevresel Sürdürülebilirliğin Değerlendirilmesi	7.5	Seçmeli
	CKY543	Bina Tasarımında Yangından Korunma	7.5	Seçmeli
	CKY545E	Bina Teknolojisi: Teoriden Pratiğe	7.5	Seçmeli
	CKY547	Cephe Malzeme ve Bileşenleri	7.5	Seçmeli
	CKY549	Taşıyıcı Sistem Tasarımı	7.5	Seçmeli
	CKY551	Detay Tasarımı ve Strüktür Konseptinin Entegrasyonu	7.5	Seçmeli
	CKY531	Yapıda Malzemenin Performansı	7.5	Seçmeli
1. Yıl Bahar	CKY502	Enerji Maliyeti Düşük Bina Tasarımı	7.5	Seçmeli
	CKY504	Bina Tipolojisine Bağlı Aydınlatma Sorunları	7.5	Seçmeli
	CKY510	Gürültü Kontrolü Açısından Yapı Elemanları Tasarımı	7.5	Seçmeli
	CKY514	Çevre ve Yapı Tasarımında Ses Kontrolü Yöntemleri	7.5	Seçmeli
	CKY520	Mimarlıkta Geleneksel Yapı Malzemeleri	7.5	Seçmeli
	CKY522	Mimarlıkta Bitirme Malzemeleri ve Uygulamaları	7.5	Seçmeli
	CKY524	Yapı Sistemlerinde Malzeme Seçimi Yöntemleri	7.5	Seçmeli
	CKY526E	İklim ve Yapı Kabuğu Dizaynı	7.5	Seçmeli
	CKY528E	Kullanıcı İhtiyaçları ve Yapma Çevre Standartları		Zorunlu
	CKY536E	Ekolojik Yapı Malzemeleri	7.5	Seçmeli
	CKY544	Binalarda Su Etkinliği	7.5	Seçmeli
	CKY550E	Bina Teknolojisi: Sürdürülebilirlik	7.5	Seçmeli
	CKY552	Mimarlıkta Teknoloji: İleri Teknolojik Çalışmalar	7.5	Seçmeli
	CKY546	Hasarlı Yapıların Güçlendirilmesi	7.5	Seçmeli
	CKY548E	Mimarlıkta Çelik Yapı Tasarımı	7.5	Seçmeli
Güz ve Bahar	CKY533	Proje I	7.5	Zorunlu
	CKY529	Proje II	7.5	Zorunlu
	CKY530E	Konuşma ve Müzik Salonlarının Akustik Tasarımı	7.5	Seçmeli
	CKY541E	Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisinde Özel Konular	7.5	Seçmeli
	CKY596	Bilimsel Araştırma Etik ve Seminer	0	Zorunlu
	CKY597	Uzmanlık Alan Dersi	0	Zorunlu
2. Yıl Güz ve Bahar		Tez Çalışması		Zorunlu
		Uzmanlık Alan Dersi		Zorunlu
	Sürdürülebilirlikle Bağlantılı		Sürdürülebilirlikle Az Bağlantılı	
			Sürdürülebilirlikle Bağlantısız	

### 2.2.2. Yıldız Teknik Üniversitesi - İstanbul

Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Ana Bilim Dalı altında: Mimarlık Tarihi ve Kuramı, Mimari Tasarım, Konut Üretimi ve Yapım Yönetimi, Bina Araştırma ve Planlama, Bilgisayar Ortamında Mimarlık, Yapı Fiziği, Yapı, Rölöve-Restorasyon gibi Yüksek Lisans programları bulunmaktadır.

Çalışma kapsamında ele alınan Yapı Fiziği Yüksek Lisans Programı, mimaride uygun ortamlar oluşturmak üzere yapı fiziği alanında araştıran, bilgi üreten, kuram, tasarım ve uygulama ilişkisini kurabilen, ulusal ve uluslararası platformlarda söz sahibi olabilecek yapı fiziği uzmanı ve akademisyenlerinin yetişmesini hedefleyen bir programdır.

Ders kapsamında hazırlanan çalışma örneklerinden bazıları Şekil 7’de verilmektedir.



Şekil 7. YTÜ sürdürülebilir mimari yüksek lisans programı örnek çalışma görselleri (URL-17)

Program (Tablo 6), 2 akademik yıl, 21 kredilik 7 ders (en az 2 zorunlu, 5 seçmeli), 1 Araştırma yöntemleri ve bilimsel etik dersi ve 1 seminer dersinin verilmesi gerekmektedir. Şartları sağlayan öğrenci tez aşamasına geçer. 3. yarıyıldan itibaren tez aşamasına başlanmaktadır. En fazla 6. yarıyılın sonunda tez teslimi yapılmaktadır. Toplamda 90-120 AKTS kredisi alınması gerekmektedir. (URL-18)

**Tablo 6.** Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Ana Bilim Dalı, Yapı Fiziği Yüksek Lisans Program Müfredatının Analizi

Dönem	Dersin Kodu	Dersin Adı	AKTS	Durum
Güz		3 Seçmeli ders, 1 Zorunlu ders	-	Zorunlu
Bahar	MIM5001	2 Seçmeli ders, 1 Zorunlu ders Seminer	- 7.5	Zorunlu Zorunlu
	MIM5004	Araştırma Yöntemleri ve Bilimsel Etik	5	Zorunlu
1. Yıl	MIM5105	Aydınlık Düzenleme 1	7.5	Zorunlu
	MIM5112	Gürültü Denetimi 1	7.5	Zorunlu
	MIM5113	Gürültü Denetimi 2	7.5	Zorunlu
	MIM5117	Isısal Konfor	7.5	Zorunlu
	MIM5111	Güneşiği ile aydınlatma	7.5	Seçmeli
	MIM5104	Aydınlık Düzenleme 2	7.5	Seçmeli
	MIM5120	Mimari Akustik	7.5	Seçmeli
	MIM5114	Hacim Akustiği Kuramı	7.5	Seçmeli
	MIM5122	Mimaride Güneş Enerjisi	7.5	Seçmeli
	MIM5123	Mimaride Renk	7.5	Seçmeli
	MIM5127	Renk Kuramları	7.5	Seçmeli
	MIM5124	Oditoryum Akustiği	7.5	Seçmeli
	MIM5129	Yapı Fiziği Uygulama Eleştirileri	7.5	Seçmeli
	MIM5121	Mimari Aydınlatma	7.5	Seçmeli
	MIM5118	İklim ve Tasarım Etkenleri	7.5	Seçmeli
	MIM5803	Yapılarda Edilgen Soğutma İlkeleri	7.5	Seçmeli
	MIM5110	Güneş Denetim Yöntemleri	7.5	Seçmeli
	MIM5131	Yerleşim Tasarımında Fizik Etkenler	7.5	Seçmeli
	MIM5119	Kent ve Yapı Akustiğinde Gürültü Modellemeleri	7.5	Seçmeli
	2. Yıl	Güz ve Bahar	Tez Çalışması	20
Uzmanlık Alan Dersi			10	Zorunlu
		Sürdürülebilirlikle Bağlantılı	Sürdürülebilirlikle Az Bağlantılı	Sürdürülebilirlikle Bağlantısız

### 2.2.3. İzmir Yüksek teknoloji Üniversitesi – İzmir

İYTE Mimarlık Yüksek Lisans programı, öğrencilere, mimarlık disiplini değişik görüş açılarından inceleyebilme fırsatı sunmaktadır. Programın çalışma alanları, tasarımda biliş ve biliş çalışmaları, yapı fiziği (enerji etkin tasarım, aydınlatma, akustik), mimarlık tarihi, kuramı ve eleştirisi, kinetik mimarlık (hareketli sistemler), mimarlıkta mesleki organizasyona dair ilkeler, proje ve yapım yönetimi, ve sürdürülebilir mimarlığı kapsamaktadır. (URL-19)

Mimarlık bölümüne ait lisans ve lisansüstü çalışmalar için kurulmuş yapı fiziği laboratuvarı, bilgisayar laboratuvarı ile metal, ahşap ve seramik işleri atölyelerini barındıran bir alt yapıya sahiptir. Yapı Fiziği laboratuvarı görseli ve kullanılan malzemeler Şekil 8’de verilmiştir.





Şekil 8. İYTE Yapı Fiziği Laboratuvarı (URL-20)

Program (Tablo 7), 2 akademik yıl, öğrenciler 4 zorunlu seçmeli dersden en az 1'i olmak üzere toplamda 21 kredilik 7 ders, 1 Araştırma yöntemleri dersi ve 1 seminer dersinin verilmesi gerekmektedir. Şartları sağlayan öğrenci tez aşamasına geçer. Mimarlık Yüksek Lisans programı en az üç, en fazla altı yarıyıl sürmektedir.

Tablo 7. İYTE, Mimarlık Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Program Müfredatının Analizi

Dönem	Dersin Kodu	Dersin Adı	AKTS	Durum
1. Yıl Güz ve Bahar	AR 501	Araştırma Yöntemleri I: Mimarlık Araştırma Alanlarına Giriş	8	Zorunlu
	AR 526	Seminer	9	Zorunlu
	AR 523	*Mimarlık Tarih Yazımına Giriş	8	Zorunlu
	AR 540	*Mimarlıkta Sosyo-Kültürel Çalışmalar	8	Zorunlu
	AR 553	*Proje Yönetimi	8	Zorunlu
	AR 581	*Yapı Fiziği Temel İlkeleri	8	Zorunlu
	AR 502	Tez Araştırması	7	Seçmeli
	AR 602	Araştırma Yöntemleri II: Nitel ve Nicel Yaklaşımlar	7	Seçmeli
	AR 511	Mimari Tasarım Araştırmaları I	7	Seçmeli
	AR 514	Mimari Tasarım Araştırmaları II	7	Seçmeli
	AR 517	Türkiye'de Konut	7	Seçmeli
	AR 518	20. YY Mimarisinde Cam	7	Seçmeli
	AR 519	Mekan Üzerine Yazmak	7	Seçmeli
	AR 520	Tarihsel Değişim ve Mimarlık Kuramı: Endüstriyel Devrimden Post-Modernizme	7	Seçmeli
	AR 521	Mimaride Çağdaş Yönelimler	7	Seçmeli
	AR 522	Mimari Tasarım Yaklaşımları	7	Seçmeli
	AR 524	Postmodernizm ve Mimarlık Kuramı	7	Seçmeli
	AR 525	Mimarlık Özel Konular	7	Seçmeli
	AR 534	Mimaride Hareketli Taşıyıcı Sistemler	7	Seçmeli
	AR 535	Çelik ve Ahşap Yapılar	7	Seçmeli
	AR 545	Tasarımda Bilişsel Unsurlar	7	Seçmeli
	AR 546	Tasarımda Repräsentasyon Sistemleri	7	Seçmeli
	AR 547	Güncel Mimari ve Kentsel Tasarım Süreçleri	7	Seçmeli
	AR 548	Yaşanan Mekan:Kentselin Keşfi	7	Seçmeli
	AR 549	Mekânı Anlamak	7	Seçmeli



*Sürdürülebilirliğin Mimarlık Yüksek Lisans Programı ile Bütünleştirilmesi: Yurt Dışı ve Türkiye Örneklerinin Karşılaştırmalı Analizi*

AR 552	Gayri Menkul Geliştirme	7	Seçmeli
AR 555	Çatışma Yönetimi ve Uzlaşma Teknikleri	7	Seçmeli
AR 556	Toplam Kalite Yönetimi	7	Seçmeli
AR 557	Proje Planlaması ve Kontrolü	7	Seçmeli
AR 558	Tasarım İnşaat Firmaları İçin Stratejik Yönetim	7	Seçmeli
AR 559	İnşaat Projeleri İçin İşlemler Yönetimi	7	Seçmeli
AR 562	Mimarlık ve Bilim	7	Seçmeli
AR 564	Mimari Antropoloji Çalışmaları	7	Seçmeli
AR 571	Sürdürülebilir Mimarlık	7	Seçmeli
AR 572	Mekânın Analitik Okunması I	7	Seçmeli
AR 573	Mekânın Analitik Okunması II: Uygulamalar	7	Seçmeli
AR 582	Enerji Etkin Tasarım	7	Seçmeli
AR 583	Güneşli Tasarımı ve Analizi Temel İlkeleri	7	Seçmeli
AR 584	Bina Enerji Simülasyonuna Giriş	7	Seçmeli
AR 585	Binalarda Enerjinin Temelleri	7	Seçmeli
AR 586	Binalarda Isı Transferi	7	Seçmeli
AR 587	Mimarlıkta Akustik	7	Seçmeli
AR 588	Bina Uygulamalarında Sayısal Isı Geçişi ve Akışa Giriş	7	Seçmeli
AR 589	Enerji Etkin Aydınlatma Tasarımı	7	Seçmeli
AR 590	Bütünleşik Tasarım ve Yapı Bilgi Modelleme	7	Seçmeli
AR 591	Mimarlık, Modernite ve Kimlik	7	Seçmeli
AR 592	Hesaplamalı Mimarlıkta Pratik ve Kuramlar	7	Seçmeli
AR 593	Tasarımda Analogik Düşünme	7	Seçmeli
AR 594	Sayısal Tasarım için Temel Programlama	7	Seçmeli
AR 595	Kırsal Dönüşüm ve Yapılı Çevre	7	Seçmeli
AR 621	İzmir’de Mimari	7	Seçmeli
AR 626	Oryantalizm	7	Seçmeli
AR 632	Kinetik Strüktürlerin Analizi	7	Seçmeli

2. Yıl	Güz ve Bahar	AR 500	Yüksek Lisans Tezi	26	Zorunlu
		AR 8XX	Uzmanlık Alanı Çalışmaları		Zorunlu
		Sürdürülebilirlikle Bağlantılı	Sürdürülebilirlikle Az Bağlantılı	Sürdürülebilirlikle Bağlantısız	

### 2.2.3. Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Ankara

Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, yüksek lisans programı mimarlık anabilim dalı altında yer almaktadır. Programda (Tablo 8), toplam 21 kredilik (52,5 Akts) 7 ders, Araştırma teknikleri ve yayın etiği, 1 seminer dersinin verilmesi gerekmektedir. Şartları sağlayan öğrenci tez aşamasına geçer. 3. yarıyıldan itibaren tez aşamasına başlanmaktadır. Mimarlık Yüksek Lisans programı en az üç, en fazla altı yarıyıl sürmektedir. (URL-21)

**Tablo 8.** Gazi Üniversitesi, Mimarlık Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Program Müfredatının Analizi

Dönem	Dersin Kodu	Dersin Adı	AKTS	Durum
Güz		4 Adet Seçmeli Ders	7,5	Zorunlu
Bahar		3 Adet Seçmeli Ders	7,5	Zorunlu
		Seminer	7,5	Zorunlu
1. Yıl Güz ve Bahar	5000011	Erasmus Stajı	7,5	Seçmeli
	5051311	Proje Yönetimi	7,5	Seçmeli
	5071311	Bina Programlama	7,5	Seçmeli
	5121311	Çağdaş Yapılarda Risk Yönetimi	7,5	Seçmeli
	5161311	Mimaride Tas. İlk. Farklı Mekan Oluş. İrde.	7,5	Seçmeli
	5171311	Tarihi Çevrede Yapılanma İlkeleri	7,5	Seçmeli
	5231311	Toplumsal Yapı-Mekansal Yapı Etkileşimi	7,5	Seçmeli
	5251311	Mimari Akustik	7,5	Seçmeli
	5291311	Cumhuriyet.Günüm.Apart.Kon.Geliş.	7,5	Seçmeli
	5331311	Mimari Tasarlama Metodoloji Sorunları	7,5	Seçmeli
	5341311	Mimarlıkta Tas. ve Değ. Problemleri	7,5	Seçmeli
	5351311	Mimarlıkta Estetik	7,5	Seçmeli
	5371311	İleri Yap. Tek. Ve Uygu. Problemleri	7,5	Seçmeli
	5391311	Tarihi Çevre Koruma Geliştirme Projesi	7,5	Seçmeli
	5411311	Çevresel Psikoloji	7,5	Seçmeli
	5451311	Biçimlendirme Estetikle İlgili Oranlar	7,5	Seçmeli
	5461311	Mimaride Mühendislik Problemleri	7,5	Seçmeli
	5481311	Eski Eserlerin Tanınması ve Değ. Süreci	7,5	Seçmeli
	5491311	Yapı Üretiminde Teknoloji Seçimi	7,5	Seçmeli
	5671311	Orta Asya Türk Mimarlığı	7,5	Seçmeli
	5691311	Koruma ve Restorasyon Kuramları	7,5	Seçmeli
	5731311	Düşük Gelir Grubu İçin Konut Tasarımı	7,5	Seçmeli
	5821311	Anadolu Türk Mimarisinde Tipoloji	7,5	Seçmeli
	5831311	İşlemsel Tasarım Kuram Ve Yöntemleri	7,5	Seçmeli
	5851311	Yapılarda Gürültü Kontrolü	7,5	Seçmeli
	5861311	Depreme Dayanıklı Yapı Tasarım İlkeleri	7,5	Seçmeli
	5871311	Geleneksel Yapım Teknikleri	7,5	Seçmeli
	5881311	Anlam, Biçim, Mimarlık	7,5	Seçmeli
	5901311	Enerji ve Yapı Kabuğu Analizi	7,5	Seçmeli
	5931311	Malzemelerin Çev. Etkileri Ve Ekolo. Yapı Malzeme.	7,5	Seçmeli
	5981311	Kültür Varlıklarının Belgelenmesinde Çağdaş Teknolojilerin Kullanılması	7,5	Seçmeli
	6031311	Tarihi Çevre Koruma Çalışmalarında Yöntem ve Tek.	7,5	Seçmeli
	6041311	Kompozit Yapı Malzeme ve Bileşenlerinin Tasarım İl	7,5	Seçmeli
	6071311	Prefabrikte Yapım Sistemleri ve Sorun.	7,5	Seçmeli
	6101311	Gün Işığı İle Aydınlatmada Tasarım İlkeleri	7,5	Seçmeli
	6111311	Kırsal Mimari Miras ve Korunması	7,5	Seçmeli
6121311	Ekolojik Mimarlık	7,5	Seçmeli	
6131311	Endüstri Mirasının Korunması	7,5	Seçmeli	
6141311	Tarihi Yapı Çözümleme	7,5	Seçmeli	
6151311	Tarihi Yapıların Yeni İşlevle Kullanım İlkeleri	7,5	Seçmeli	
6231311	Enerji Etkin Bina Tasarımı	7,5	Seçmeli	
6241311	Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı	7,5	Seçmeli	
6261311	Betonarme Yapı. Onarımı Ve Güçlendirilmesi	7,5	Seçmeli	
6271311	Binalarda Yangın Güvenliği	7,5	Seçmeli	
6291311	Mekan. İmajın Oluş. ve Yapısı: İnsan Mekan İlişki. Al. Süreç	7,5	Seçmeli	

*Sürdürülebilirliğin Mimarlık Yüksek Lisans Programı ile Bütünleştirilmesi: Yurt Dışı ve Türkiye Örneklerinin Karşılaştırmalı Analizi*

6311311	Kentte Konut Gelişimi ve Sorunları	7,5	Seçmeli
6321311	Çağdaş Kent Mekanları ve Mimarlık	7,5	Seçmeli
6331311	Tasarımda Süreç Ve Düşünce	7,5	Seçmeli
6371311	Bilgisayar Ortamında Üretken Mimari Tasarım	7,5	Seçmeli
6381311	20.Yy. Mimarlık Kuramları I	7,5	Seçmeli
6391311	Mimari Tasarımda Kuram-Kılgı Bağlamı	7,5	Seçmeli
6401311	20.Yy. Mimarlık Kuramları II	7,5	Seçmeli
6411311	Mimarlıkta Eleştiri	7,5	Seçmeli
6441311	Mimari Biçimlendirmede Karar Verme Yöntemleri	7,5	Seçmeli
6511311	İdeoloji ve Mekan	7,5	Seçmeli
6541311	Yapı Üretim Sürecinde Kalite Yönetimi	7,5	Seçmeli
6571311	Tarihi Binaların Yapısal Analizi	7,5	Seçmeli
6581311	Engelliler için Mimari Tasarım Kriterleri ve Erişebilirlik Standartları	7,5	Seçmeli
6591311	Turizmde Kentsel Yaşam Kalitesinin Değerlendirilmesi	7,5	Seçmeli
6601311	Mimarlıkta Morfolojik Analiz	7,5	Seçmeli
6631311	Yangın Önlemleri ve Türkiye Yangından Korunma Yönetmeliği	7,5	Seçmeli
6641311	Hacim Akustiği	7,5	Seçmeli
6661311	Doğa Esinli Mimarilere Parametrik Yaklaşım	7,5	Seçmeli
2. Yıl Güz ve Bahar	Yüksek Lisans Tezi	15	Zorunlu
	Yüksek Lisans Uzmanlık Ala Dersi	15	Zorunlu
	Sürdürülebilirlikle Bağlantılı	Sürdürülebilirlikle Az Bağlantılı	Sürdürülebilirlikle Bağlantısız

#### 2.2.4. Gebze Teknik Üniversitesi – Gebze / Kocaeli

Gebze Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programında öncelikli olarak çalışma yürütülecek alanlar; Mimari Tasarım, Yapı Bilgisi, Restorasyon, Mimarlık Tarihidir.

Çalışma kapsamında ele alınacak olan Yapı Bilgisi yüksek lisans programı altında sürdürülebilir/enerji etkin mimarlık konularında alacağı dersler ile öğrencilerin, toplumsal ve çevresel sorunlara karşı duyarlı, yapı ve çevre konusunda iyileşme ve gelişmeye önem veren araştırmalar sürdürmeleri ve çözümler üretmeleri beklenmektedir (URL-22).

Bölümün bünyesinde hizmet veren yapı malzemeleri laboratuvarı ve mimarlık hesaplamalı simülasyon laboratuvarı uygulamalı çalışma yapan öğrencilerin faydalanabilmeleri açısından önemlidir (URL-26).

Program (Tablo 9), 2 akademik yıl, tezli yüksek lisans programı için toplam 120 AKTS olarak kurgulanmıştır. Öğretim dili Türkçedir ve tam zamanlı eğitim verilmektedir. Öğrencinin mezuniyet koşulunu sağlayabilmesi için en fazla dört yarıyıl sonunda kredili derslerini ve seminerlerini başarıyla tamamlaması ve en fazla 6. yarıyılın sonunda tez tesliminin yapılması gerekmektedir (URL-23).

**Tablo 9.** GTÜ Mimarlık Yüksek lisans programı dersleri (URL-22)

Dönem	Dersin Kodu	Dersin Adı	AKTS (kredi)	Durum			
	MİM XXX	4 Adet Alan Seçmeli	7.5	Zorunlu			
	MİM XXX	3 Adet Alan Seçmeli	7.5	Zorunlu			
	MİM 691	Seminer I	7.5	Zorunlu			
Güz ve Bahar	MİM 511	Araştırma Yöntemleri	7.5	Seçmeli			
	MİM 519	Mimarlıkta Özel Konular I	7.5	Seçmeli			
	MİM 520	Mimari Tasarım Stüdyosu I	7.5	Seçmeli			
	MİM 521	Mekan Tasarımında Çağdaş Yaklaşımlar	7.5	Seçmeli			
	MİM 523	Mimarlıkta Psikoloji	7.5	Seçmeli			
	MİM 524	Mimarlık Üzerine Paradigmalar	7.5	Seçmeli			
	MİM 525	Mimarlık ve Kutsal Mekân Kavramı	7.5	Seçmeli			
	MİM 530	Mimari Tasarım Stüdyosu II	7.5	Seçmeli			
	MİM 531	Tasarım Kuram ve Yöntemleri	7.5	Zorunlu			
	MİM 532	Mimarlıkta Eleştiri	7.5	Seçmeli			
	MİM 533	Sürdürülebilir Mimarlık	7.5	Seçmeli			
	MİM 534	Antroposen Çağı'nda Mimarlık	7.5	Seçmeli			
	MİM 539	Mimari Tasarım Alanında Özel Konular I	7.5	Seçmeli			
	MİM 541	Yapı ve İnsan Sağlığı	7.5	Seçmeli			
	MİM 542	Ekolojik Yapı Malzemeleri	7.5	Seçmeli			
	MİM 543	Yapı Biyolojisi ve Ekolojisi	7.5	Seçmeli			
	MİM 544	Enerji Etkin Yapı Tasarım Yöntemleri	7.5	Seçmeli			
	MİM 545	Yapı Üretiminde Atık Yönetimi	7.5	Seçmeli			
	MİM 546	Çağdaş Yapı Malzemeleri	7.5	Seçmeli			
	MİM 547	Geleneksel Yapı Malzemeleri	7.5	Seçmeli			
	MİM 548	Yapılarda Gürültü Kontrolü ve Akustik	7.5	Seçmeli			
	MİM 549	Yapı Elemanlarının Tarihsel Gelişimi	7.5	Seçmeli			
	MİM 561	Yapıda Kalite	7.5	Seçmeli			
	MİM 562	Yapı Hatalarının Analizi	7.5	Seçmeli			
	MİM 563	Tarihi Eserlerde Bozulma	7.5	Seçmeli			
	MİM 564	Konut Üretimi ve Teknolojisi	7.5	Zorunlu			
	MİM 565	Yapı Malzemelerinin Yeniden Kullanım ve Geri Dönüşüm Potansiyelleri	7.5	Seçmeli			
	MİM 566	Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı İlkeleri	7.5	Seçmeli			
	MİM 568	Yapı Malzemelerinin Yaşam Döngüsü Çevresel Performansı	7.5	Seçmeli			
	MİM 569	Yapı Bilgisi Alanında Özel Konular I	7.5	Seçmeli			
	MİM 570	Restorasyon Projesi	7.5	Seçmeli			
	MİM 571	Geleneksel Yapı Tipleri ve Yeniden Kullanım Potansiyelleri	7.5	Seçmeli			
	MİM 572	Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon	7.5	Seçmeli			
MİM 578	Sit Koruma Projesi	7.5	Seçmeli				
MİM 579	Restorasyonda Özel Konular I	7.5	Zorunlu				
MİM 581	Geç Dönem Osmanlı Mimarlığı	7.5	Zorunlu				
MİM 597	Araştırma Semineri II	7.5	Seçmeli				
MİM 598	Dönem Projesi	15	Zorunlu				
MİM 691	Seminer I	7.5	Zorunlu				
2. Yıl	Güz/ Bahar	MİM 692	Seminer II	7.5	Zorunlu		
		MİM 699	Uzmanlık Alan Dersi	52.5	Zorunlu		
2. Yıl	Güz/ Bahar	MİM 699	Uzmanlık Alan Dersi	52.5	Zorunlu		
			Tez Çalışması				
		Sürdürülebilirlikle Bağlantılı		Sürdürülebilirlikle Az Bağlantılı		Sürdürülebilirlikle Bağlantısız	

### 2.2.5. Müfredat Analizi Sonucu Ders Durumları

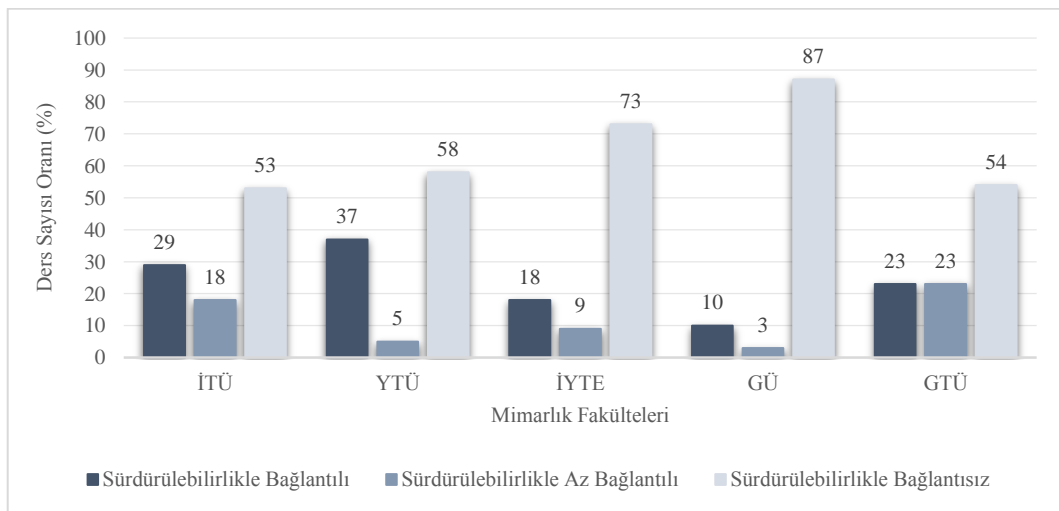
İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Ana Bilim Dalı altında yer alan Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Yüksek Lisans Programı, çevre üzerine özelleşmiş bir program olarak %29 oranında sürdürülebilirlikle bağlantılı, %17 oranında sürdürülebilirlikle az bağlantılı ve %53 oranında sürdürülebilirlikle bağlantılı olmayan derslerden oluşmaktadır (Şekil 9).

Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Ana Bilim Dalı altında yer alan Yapı Fiziği Yüksek Lisans Programı, %37 oranında sürdürülebilirlikle bağlantılı, %5 oranında sürdürülebilirlikle az bağlantılı ve %58 oranında sürdürülebilirlikle bağlantılı olmayan derslerden oluşmaktadır (Şekil 9).

İzmir Yüksek teknoloji Üniversitesi, Mimarlık Yüksek Lisans programı, özelleşmiş bir anabilim dalı olmayıp, %18 oranında sürdürülebilirlikle bağlantılı, %9 oranında sürdürülebilirlikle az bağlantılı ve %73 oranında sürdürülebilirlikle bağlantılı olmayan derslerden oluşmaktadır (Şekil 9).

Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans programı, özelleşmiş bir anabilim dalı olmayıp, %10 oranında sürdürülebilirlikle bağlantılı, %3 oranında sürdürülebilirlikle az bağlantılı ve %87 oranında sürdürülebilirlikle bağlantılı olmayan derslerden oluşmaktadır (Şekil 9).

Gebze Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Yapı Bilgisi Yüksek Lisans programı, yapı bilgisi üzerine özelleşmiş bir anabilim dalı olarak, %23 oranında sürdürülebilirlikle bağlantılı, %23 oranında sürdürülebilirlikle az bağlantılı ve %54 oranında sürdürülebilirlikle bağlantılı olmayan derslerden oluşmaktadır (Şekil 9).



**Şekil 9.** Türkiye’den Seçilen Üniversitelerin, Mimarlık Yüksek Lisan Programı Müfredat Analizleri Sonucu Sürdürülebilirlikle Bağlantılı Ders Durumları

### 3. Bulguların Değerlendirilmesi

Yurt dışından ve Türkiye’den seçilen üniversitelerdeki mimarlık bölümü yüksek lisans programlarının işleyişleri ve müfredatları değerlendirilmiş, bu değerlendirmeler sonucunda: akademik yıl, mimarlık anabilim dalı veya kürsülere ayrılan özelleşmiş anabilim dalı, derslerin sürdürülebilirlikle ilişkili olma durumları, stüdyo proje çalışması, uygulamalı stüdyo proje çalışması, enerji simülasyon programları, tez çalışması, laboratuvar olanakları, sertifika verilmesi, alana yönelik destek kursları, yaz okulu destek kursları, yurtdışı eğitim olanakları gibi farklılıkların tespit edildiği alt parametreler belirlenmiş (Tablo 10) ve bu parametreler üzerinden karşılaştırılmıştır.

Yüksek lisans programlarının akademik yıl bazında süreçleri incelendiğinde: Yurt dışında, öğrencilerin lisans düzeyinde aldıkları eğitime göre 2 veya 3 yıl olarak farklılık göstermekte olup eksik oldukları bölümleri tamamlayacakları şekilde müfredat şekillendirilmiştir. Türkiye’de 2 yıl olarak sabitlenmiş durumdadır.

Yurt Dışından seçilen üniversitelerden sadece Kansas Üniversitesi Mimarlık Anabilim dalı, diğer üniversiteler kürsülere ayrılmış; Sürdürülebilir Mimarlık, Mimarlık ve Enerji yüksek lisans programları gibi özelleşmiş ana bilim dalları kurulmuştur. Türkiye’deki Üniversitelerde genellikle Mimarlık Ana Bilim Dalı altında eğitim verilmekte olup seçtiğimiz üniversitelerden, İTÜ, YTÜ ve GTÜ bu kapsamda yer almayarak farklı ana bilim dallarını bünyelerinde barındırmaktadırlar. Bunlar; Yapı Fiziği, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi ve Yapı Bilgisi yüksek lisans programlarıdır. Bunların dışında farklı ana bilim dalları da bulunmakta olup çalışma kapsamında sadece sürdürülebilirlik konuları ile bağlantılı derslerin yer aldığı ana bilim dalları dikkate alınmıştır.

Üniversitelerin ana bilim dalı olarak özelleşmiş bir sisteme sahip olması, müfredatlarında yer alan derslerin kapsamını şekillendirmektedir. Tablo 10’da ana bilim dalı olarak ayrılan üniversitelerin sürdürülebilirlikle bağlantılı ders yüzdelere bakıldığında oranın daha yüksek, sürdürülebilirlikle bağlantısız ders yüzdelere ise daha düşük olduğu görülmektedir. Bu noktada da Kansas üniversitesi farklılaşarak mimarlık ana bilim dalı altında eğitim verilmesine rağmen sürdürülebilirlikle bağlantılı ve bağlantısız ders sayısının eşit oranlarda olması dikkat çekicidir. Bu durum, üniversitenin günceli takip ederek müfredatlarını yenilemeleri gerektiğine güzel bir örnek teşkil etmektedir. Türkiye’de ise ana bilim dalı olarak ayrılmasına rağmen sürdürülebilirlikle

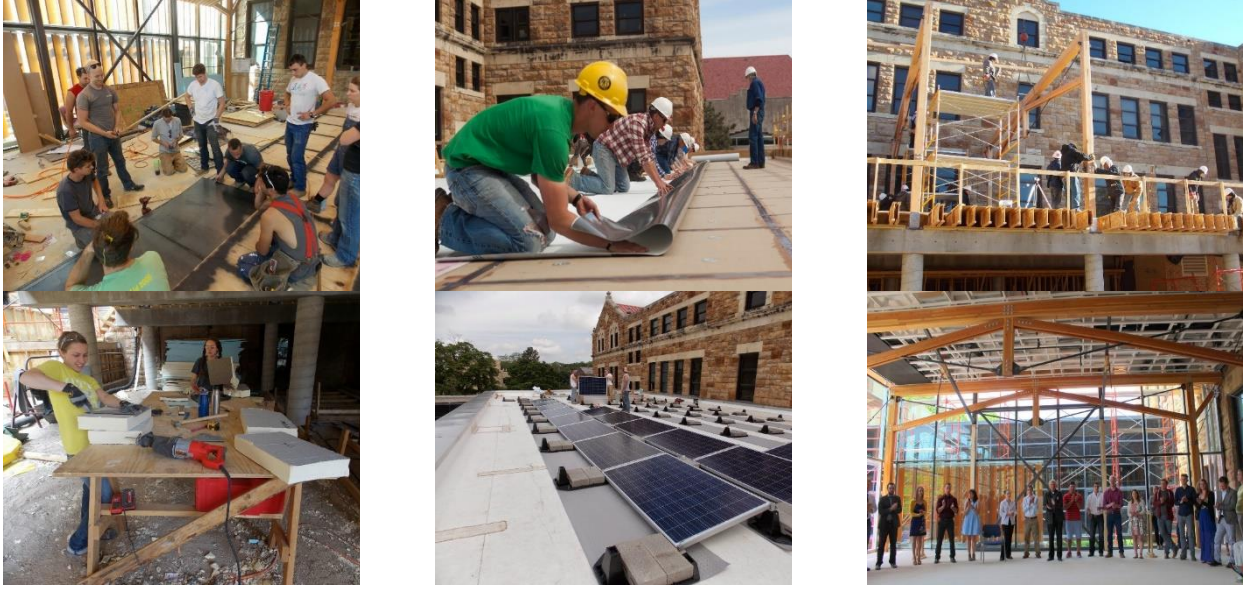
bağlantılı ders oranların Yurt dışına göre daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun nedeni örneğin; yapı fiziğinde sadece sürdürülebilirlik değil onun dışında, akustik, aydınlatma gibi konu başlıklarının dersleri de yer almaktadır. Yani Yurt dışındaki gibi tamamen sürdürülebilir mimarlık veya enerji gibi spesifik bir ana bilim dalı bulunmamaktadır. Mimarlık yüksek lisans programında ise, müfredat çok fazla çalışma alanını barındırdığından dolayı sürdürülebilirlikle bağlantılı olan ders oranı düşük çıkmıştır.

Stüdyo Projesi dersi, Yurt dışındaki tüm üniversitelerde mevcuttur. Öğrenciler, farklı konseptlerle oluşturulan atölyelerden çalışma alanlarına uygun olanı seçerek edindikleri teorik bilgileri, tasarımla birleştirip uygulamaya dökme imkanı bulmaktadırlar. Türkiye'deki üniversitelerde yüksek lisans düzeyinde stüdyo projesine yer veren üniversiteler olmakla birlikte her üniversite yer verilmemiştir.

Uygulamalı Stüdyo Projesi kapsamında: Kansas Üniversitesinde, uygulamalı proje tasarım stüdyosu olan Stüdyo 804'te eğitim alan öğrenciler, yapı inşası, detay çizimlerinin geliştirilmesi, yapı malzemelerin uygulanışı ve bunları yaparken yetkililerle doğrudan iletişimde oldukları için disiplinler arası işbirliği gibi becerileri kazanarak sürdürülebilir tasarım ilkeleri ile bütünleştirdikleri projelerini hayata geçirmiş olurlar (Şekil 10). Norveç Bilim ve Teknoloji Üniversitesinde ise proje çalışması kapsamında, alternatif yenilenebilir enerji sistemlerinin entegrasyonu ile binanın çevresel performansını optimize eden bütünleşik tasarım süreçlerinin geliştirilmesi konusunda eğitim verilmektedir. Bu dönemde öğrenciler ZEN araştırma merkezi ile bağlantılı olarak çalışmakta olup yüksek lisans tezinin geliştirilmesi için ön çalışmaları bu aşamada oluşturmaktadırlar. Bu işleyiş öğrencilerin binaların çevresel performansını optimum koşullarda sağlayabilecek arge çalışmalarında bulunmalarına teşvik etmektedir. Bu iki üniversite dışında hiçbir üniversitede de uygulamalı stüdyo projesi yer almamaktadır.

Stüdyo 804 kapsamında öğrencilerin uyguladıkları binaların tümü, ABD Yeşil Bina Konseyi'nden LEED Platinum sertifikalarına sahiptir. Bu yönü ile Kansas Üniversitesi, sürdürülebilir tasarım kriterlerinin mimarlık eğitimine entegrasyonu kapsamında diğer üniversitelerden önemli derecede farklılaşmakta ve öne çıkmaktadır.





Şekil 10. Stüdyo 804, 2014 Açık Ev Sınıfı Şantiye Fotoğrafları (URL-25)

Simülasyon programları, Yurt dışında ve Türkiye’de, bazı üniversitelerde var iken bazılarında yoktur. Müfredatlarında yer alan örnek olarak verilebilecek dersler: BIM, Bina ve yazılım kullanımında enerji simülasyonu, Bina Enerji Simülasyonudur. İncelenen üniversitelerde, proje vb. gibi derslerde simülasyon programları ile ilgili içeriklere rastlanmış olup destek amaçlı kullanıldığı ve ayrı bir ders olarak verilmediği görülmüştür.

Tez çalışması, Kansas Üniversitesi hariç tüm üniversitelerde mevcuttur. Ancak, Thomas Jefferson Üniversitesi farklı olarak tez çalışması yerine, dönem projesi ve seçmeli ders gibi bir alternatif geliştirmiştir. Türkiye’de alternatifsiz hepsinde zorunlu olarak tez çalışması bulunmaktadır.

Laboratuvar olanakları yurt dışında yer alan tüm üniversitelerde mevcuttur. Türkiye’de Teknik ve Teknoloji Üniversiteleri tarafından mimarlık bölümüne özel laboratuvar imkanları sağlanabilmektedir fakat Türkiye genelinde bir inceleme yapılacak olsa çoğu üniversitenin bu konuda eksik olduğu görülecektir.

Yurt dışında uygulanan Sertifika sistemi ile öğrenciler, alanlarında uzman olarak çalışma imkanı bulmaktadırlar. Uzmanlaşma sistemi Kansas Üniversitesinde ve Thomas Jefferson Üniversitesinde uygulanmaktadır. TJÜ’de biraz farklı bir sistem söz konusudur. Lisansüstü eğitimi dışında da 6-12 aylık sertifika eğitimleri ile öğrenciler programın gerektirdiği zorunlu ders kredisini tamamlayarak katıldığı programın sertifikasını alabiliyor. Bu programlar ile alınan sertifikalara örnek olarak: Yaşayan Bina Tasarımı, Esnek (Dirençli) Toplulukların Tasarımı, Sürdürülebilirlik Liderliği, Yeşil Bina Operasyonları, Pasif Ev Tasarımı Sertifikaları verilebilir. Öğrenciler yüksek



lisans programına başvurup kabul edilmeleri halinde sertifika kursları yoluyla kazanılan kredilerini kullanarak eğitime devam edip yüksek lisans eğitimini tamamlama imkanı elde ediyorlar. Türkiye’deki üniversitelerde ise herhangi bir sertifika eğitimi bulunmamaktadır.

Kansas Üniversitesinde müfredat analizi başlığı altında tanımlanmış olan kriterlere uygun olan öğrenciler eksiklerini tamamlamak için kurslara tabi tutulmaktadır ve Thomas Jefferson Üniversitesinde de uzmanlaşmaya yönelik destek kursları verilmektedir. Ayrıca Kansas Üniversitesinde yaz döneminde yurtdışı mimarlık çalışmalarına imkan tanınmaktadır. Diğer üniversitelerde bu kapsama Erasmus programı dahil edilebilir. Türkiye’deki üniversitelerde destek kursları bulunmamaktadır.

**Tablo 10.** Mimarlık Bölümü Yüksek Lisans Programlarının Karşılaştırma Tablosu

PARAMETRELER	YURT DIŞI ÜNİVERSİTELERİ				TÜRKİYE ÜNİVERSİTELERİ					
	KANSA S U	NTNU	TJU	TEH RAN U.	İTÜ	YTÜ	İYTE	GAZİ Ü.	GTÜ	
Akademik Yılı	2 - 3	2	2	3	2	2	2	2	2	
Mimarlık Ana Bilim Dalı Altında Özelleşmiş Yüksek Lisans Programı Olması	Hayır	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Evet	
Ders Durumları	Sürdürülebilirlikle bağlantılı ders yüzdesi	%48	%67	%98	%67	%29	%37	%18	%10	%23
	Sürdürülebilirlikle az bağlantılı ders yüzdesi	%4	%20	%8	%20	%18	%5	%9	%3	%23
	Sürdürülebilirlikle bağlantısız ders yüzdesi	%48	%0	%3	%13	%53	%58	%73	%87	%54
Stüdyo Proje Çalışması	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Evet	
Uygulamalı Stüdyo Proje Çalış.	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	
Enerji Simülasyon Programları	Hayır	Hayır	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Evet	
Tez Çalışması	Hayır	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	
Laboratuvar Olanakları	Evet	Ever	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Hayır	Evet	
Sertifika Verilmesi	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	
Alana Yönelik Destek Kursları	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	
Yaz Okulu Destek Kursları	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	
Yurtdışı Eğitim Olanakları	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	

#### 4. Öneriler

Dünyadaki son durum kendini yenileme ve güncelleme konusunda üst düzeyde duyarlılık gösterilmesi gerektiği prensibine dönmüş durumdadır. Türkiye'deki eğitim sistemine bakıldığında ise yenilik ve dönem gereklilikleri ile harekete geçme anlamında ağır davranıldığı düşünülmektedir. Çalışma kapsamında mimarlık bölümü yüksek lisans programı müfredatlarının tekrar gözden geçirilmesi ve sürdürülebilirlik konularının dahil edilmesi için gerekli güncellemelerin yapılması gündeme getirilmek istenmiştir. Sunulan öneriler aşağıda yer almaktadır:

Yüksek lisans programlarının farklı ana bilim dallarına ayrılması, o alan ile ilgili daha fazla içerik sağlamak, uzmanlık alanı oluşturmak ve bu kapsamda uzman yetiştirmek için önemli bir adım olacaktır. Program, Mimarlık ana bilim dalı olarak kalmak zorundaysa bile günümüz koşullarında küresel gelişmeler ön planda olan, günden güne önemi artan, mimarlığı doğrudan etkileyen bir konudur. Enerji ile ilgili konularda, Enerji Ekonomisi ve Enerji Politikası gibi derslere müfredatlarında çok rastlanmamış olup eklenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Tasarım stüdyosu, mimarlık eğitiminde tüm konuların çözüldüğü bir havuzu oluşturmaktadır. Stüdyo, problem çözme pratiği çevresinde modellenen kendine özgü bir öğrenme ortamı yaratarak karakterize edilir. Yüksek lisans eğitiminde sürdürülebilirliğin proje stüdyosu ile bütünleştirilerek teoride edinilen bilgilerin tasarımla birleşip uygulamaya dökülmesi, öğrencilerin sürdürülebilir kararlar vermesi, profesyonel gelişimini desteklemesi bakımından oldukça önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle mimarlık eğitimi yüksek lisans programı müfredatlarına stüdyo proje çalışmasını eklenmelidir.

Yurt dışındaki üniversitelerin, araştırma merkezleri ve firmalar ile anlaşarak oluşturdukları uygulama stüdyoları, öğrencilere proje çalışmalarını inşa etme fırsatı sunarak uygulama aşamasındaki tüm adımları görmelerini ve uygulama deneyimi kazanmalarını sağlamaktadır. Türkiye için imkanlar dahilinde bu yönde bir uygulamaya gidilmesi tavsiye edilmektedir. Uygulamalı proje çalışması yapılamasa bile sürdürülebilirlik ilkelerine bağlı kalınarak tasarlanmış olan projelerin şantiyelerine ziyaretler düzenlenmelidir. Öğrenciler sistemleri sadece kitaplardan veya sanal ortamdan değil gerçek anlamda uygulamalarda görmelidir.

Proje çalışmaları maket veya simülasyon programları ile desteklenmelidir. Böylece projenin uygulaması yapılamasa bile tasarlanan sistemin kurgusu öğrenci tarafından üç boyutlu olarak şekillendirilmiş olacaktır.

Simülasyon programlarına proje gibi bazı derslerin içeriklerinde yer verilmektedir. Fakat bu daha çok öğrencilerin kendi çabaları dahilinde gerçekleştirilen bir uygulamadır. Öğrencilere enerji

simülasyon programları ders olarak verilmelidir. Türkiye'deki üniversitelerin bu konuda yeterli düzeyde olmadığı düşünülmektedir. Ayrıca üniversitelerin anlaşmalı lisanslı programlarına, mimarlık alanındaki simülasyon programlarını da dahil etmeleri önerilmektedir.

Laboratuvar şartları da yeterli düzeyde sağlanamamakta olup üniversitelerin genelinde hiç bulunmamaktadır. Bu kapsamda mutlaka yeni bir düzene gidilmesi gerekmekte, deney ve analizlerin yapılabilmesi için mimarlık bölümlerine ait laboratuvar ortamlarının oluşturulması gerekmektedir.

Yurtdışı üniversitelerinin, Türkiye'deki üniversitelerden ayrılan önemli bir yönü araştırma merkezleri ve kurumlarla işbirliği içinde çalışmalarınıdır. Türkiye'de yer alan üniversitelerde de Bakanlık veya Meslek örgütlerinin desteği ile mimarlıkta ve binalarda sürdürülebilirliği sağlayabilecek, yarattığı zorluklarla başa çıkabilecek uzmanlar yetiştirmek için destek kursları açılmalıdır. Bu kapsamda yetiştirilecek olan uzmanlara sertifika verilmelidir. Böylece alanında yetkin, denetmen, proje yöneticisi, danışman vb. gibi özelliklere sahip olabilecek uzmanların yetiştirilmesi sağlanmalıdır.

Sürdürülebilirlik kapsamında yaz döneminde seminerler, workshoplar, yurtdışı deneyimleri, alana yönelik eksik görülen konularda destek kursları düzenlenerek öğrencilerin daha çok etkileşimde olmaları ve kendilerini geliştirmeleri sağlanmalıdır.

## **5. Sonuç**

Mimarların tasarım ve bina teknolojilerinde sürdürülebilirlik paradigmasının gereksinimlerini karşılayabilmeleri, ayrılmaz bir şekilde yeterli mesleki bilgi ve uzmanlıkla bağlantılıdır. Bu alanda yapılan uygulamalar nispeten yeni olduğu ve bu nedenle hala deneyime dayanmadığı için, mimarlık alanından mezun olacak adayların bu alanda bilgi birikimine sahip olacakları bir eğitim sisteminden geçmeleri gerekmektedir. Özetle, sürdürülebilirlik kaçınılmaz olarak gerçekleşmesi gereken bir konudur. Enerji kaynaklarının durumu da göz önünde bulundurulduğunda ilerleyen yıllarda karşılaşılabilecek olan zorunluluklara karşı mimarlık bölümlerinin bu adımı atması gerekmektedir. Çalışmanın sonucunda, mimarlık bölümü yüksek lisans programı müfredatlarının tekrar gözden geçirilmesi ve sürdürülebilirlik konularının dahil edilmesi için gerekli güncellemelerin yapılması gerekliliği gündeme getirilmek istenmiş olmakla birlikte çözüm önerileri sunulmuştur. Sunulan öneriler referans alınarak, sürdürülebilirliğin mimarlık yüksek lisans programları ile bütünleştirilmesine yönelik bir model geliştirilebilir.

## Teşekkür

Bu çalışmanın özet bildiri “18-21 Kasım 2020’de Karabük Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi tarafından Safranbolu’da Uluslararası Mimarlık Araştırmaları Sempozyumu (ReseArch’20)” kongresinde sözlü sunum olarak sunulmuş olup, kongre üyelerine teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Altomonte, S., (2012). *Sustainable Architectural Education: EDUCATE–Environmental Design in University Curricula and Architectural Training in Europe*. University of Nottingham, United Kingdom: EDUCATE Press.
- Antonara, E., Georgi, J., and Lianos, N. (2013). Sustainable architecture through an environmental educational program. *In Paper Presented at the 4th International Conference on Renewable Energy Sources and Energy Efficiency-New Challenges*, Nicosia, Cyprus.
- Davis, D. (2010). AC 2010-493: Integrating Sustainability Into Studio Design Curriculum. *age*, 15, 1.
- Deviren, A. S. (2019). Sürdürülebilir Kalkınmada Mimarlık Eğitiminin Rolü: Antakya/Hatay’da Yer, Ekolojik Ve Yenileyici Tasarım, Kent Ve Mimarlık Eğitimi Üzerine. *Sürdürülebilir Kalkınma Rolüyle Mimarlık*, 1. Eskişehir: Eskişehir Teknik Üniversitesi yayınları.
- Dupré, K., Alby, E., Flament, B., Jakubik, J., and Kuhn, C. (2008). Buildings' Sustainable Modernization: Towards New Working Relationships. *Proceedings of the Ecocity World Summit*, San Francisco, USA.
- Gamble, J. M., Gentry, R., Augenbroe, G., and Stephen Taul with students from the Georgia Institute of Technology. (2015). Architecture and high performance building at Georgia tech: teaching design+ technology in the environmental context. *Journal of Green Building*, 10(3), 67-86.
- GlobalABC, IEA, UNE. (2019). Global status report for buildings and construction: towards a zero emissions, efficient and resilient buildings and construction sector.
- Hengrasme, S. and Chansomsak, S. (2016). A novel approach to architectural education for sustainability: a quest for reformation and transformation. *Global Journal of Engineering Education*, 18(3).
- Karatepe, Y., Nese, S.V., Keçebas, A., and Yumurtaci, M., (2012). The levels of awareness about the renewable energy sources of university students in Turkey. *Renewable Energy*. 44, 174-179.
- Kayıhan, K.S., ve Tönük, S., (2008). Sürdürülebilir Temel Eğitim Binası Tasarımı Bağlamında Arsa Seçimi ve Analizi Konusunun İrdelenmesi, *MEGARON/Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi E-Dergisi*, 3(2), 137-154.
- Kim J-J., (1998). Introduction to sustainable architecture. Ann Arbor (MI): National Pollution Prevention Centre for Higher Education.
- Mavromatidis, L. E. (2016). Study of coupled transient radiation-natural convection heat transfer across rectangular cavities in the vicinity of low emissivity thin films for innovative building envelope applications. *Energy and Buildings*, 120, 114-134.
- Mavromatidis, L. (2018). Coupling architectural synthesis to applied thermal engineering, constructal thermodynamics and fractal analysis: An original pedagogic method to incorporate “sustainability” into architectural education during the initial conceptual stages. *Sustainable Cities and Society*, 39, 689-707.
- McDonough, W., and Braungart, M. (2010). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. New York: North point press.
- Riguet, J. C., General, S., Cox, L., Mejia, S. M. G., Hyett, P., Koudryavtsev, A., ... and Scheeler, J. (2008). UIA and architectural education reflections and recommendations. *XXIIth UIA General Assembly (Berlin, Germany, July 2002)*, 1-43.
- Seif Hattan, A., Feder, J., Naik, A. Murphy, K., Davis, N. Esiet, U., Vithlani, K., and Rigaud, G., (2010). *Advancing Education for Sustainability: Teaching the Concepts of Sustainable Building to All Students*. Boston: Second Nature, Washington D.C: MA and the US Green Building Council.

- Taleghani, M., Ansari, H. R., and Jennings, P. (2011). Sustainability in architectural education: A comparison of Iran and Australia. *Renewable energy*, 36(7), 2021-2025.
- UNEP SBCI. (2009). Buildings and climate change: Summary for Decision-Makers United Nations Environment Programme, (pp. 62), Paris
- UNESCO, UIA, (1996), Mimarlık Eğitim Şartı.
- URL-1. <https://architecture.ku.edu/master-architecture-0>, (Erişim Tarihi: 15.05.2020).
- URL-2. <https://catalog.ku.edu/architecture/architecture/master-architecture-three-year/>, (Erişim Tarihi: 15.05.2020).
- URL-3. <https://architecture.ku.edu/master-architecture-0>, (Erişim Tarihi: 15.05.2020).
- URL-4. <https://catalog.ku.edu/architecture/architecture/master-architecture-three-year/#plantext>, (Erişim Tarihi: 15.05.2020).
- URL-5. <https://www.ntnu.edu/studies/mssusarc/about>, (Erişim Tarihi:08.05.2020).
- URL-6. <https://www.ntnu.edu/studies/plans#programmeCode=MSSUSARC&year=2019>, (Erişim Tarihi:08.05.2020).
- URL-7. <https://www.jefferson.edu/academics/colleges-schools-institutes/architecture-and-the-built-environment.html#programs>, (Erişim Tarihi: 16.05.2020).
- URL-8. <https://www.jefferson.edu/academics/colleges-schools-institutes/architecture-and-the-built-environment/programs/sustainable-design-ms.html>, (Erişim Tarihi: 16.05.2020).
- URL-9. <https://studyarchitecture.com/school/thomas-jefferson-university/>, (Erişim Tarihi: 16.05.2020).
- URL-10. <https://www.behance.net/robertfleming/>, (Erişim Tarihi: 16.05.2020).
- URL-11. <https://www.jefferson.edu/academics/colleges-schools-institutes/architecture-and-the-built-environment/programs/sustainable-design-ms/degree-options/graduate-certificates.html>, (Erişim Tarihi: 16.05.2020).
- URL-12. <https://www.jefferson.edu/academics/colleges-schools-institutes/architecture-and-the-built-environment/programs/sustainable-design-ms/degree-options/full-time-on-campus.html>, (Erişim Tarihi: 16.05.2020).
- URL-13. <https://kish.ut.ac.ir/en/-/energy-and-architecture>, (Erişim Tarihi: 18.05.2020).
- URL-14. <https://ut.ac.ir/en/page/1166/master-s-degree-in-iranian-studies-kish-international-campus>, (Erişim Tarihi: 18.05.2020).
- URL-15. <http://petek.fbe.itu.edu.tr/programmes.aspx?i=251>, (Erişim Tarihi: 15.05.2020).
- URL-16. <http://www.fbe.itu.edu.tr/mevcut-ogrenciler/yuksek-lisans/yl-ders-asamasi-sureci>, (Erişim Tarihi: 15.05.2020).
- URL-17. [http://www.mim.yildiz.edu.tr/images/files/yapi%20fizigi\(1\).jpg](http://www.mim.yildiz.edu.tr/images/files/yapi%20fizigi(1).jpg), (Erişim Tarihi: 15.05.2020).
- URL-18. <http://www.bologna.yildiz.edu.tr/index.php?r=program/view&id=247&aid=38>, (Erişim Tarihi: 15.05.2020).
- URL-19. <https://architecture.iyte.edu.tr/yuksek-lisans/>, (Erişim Tarihi: 16.05.2020).
- URL-20. <https://iyte.edu.tr/wp-content/uploads/2019/03/15.pdf>, (Erişim Tarihi: 16.05.2020).
- URL-21. [http://gbp.gazi.edu.tr/htmlProgramHakkinda.php?dr=0&lang=0&baslik=1&FK=83&BK=11&ders\\_kodu=&sirali=0&fakulte=FEN+B%DDL%DDMLER%DD+ENST%DDT%DCS%DC&fakulte\\_en=GRADUATE+SCHOOL+OF+NATURAL+AND+APPLIED+SCIENCES&bolum=M%DDMARLIK&bolum\\_en=ARCHITECTURE&ac=11](http://gbp.gazi.edu.tr/htmlProgramHakkinda.php?dr=0&lang=0&baslik=1&FK=83&BK=11&ders_kodu=&sirali=0&fakulte=FEN+B%DDL%DDMLER%DD+ENST%DDT%DCS%DC&fakulte_en=GRADUATE+SCHOOL+OF+NATURAL+AND+APPLIED+SCIENCES&bolum=M%DDMARLIK&bolum_en=ARCHITECTURE&ac=11), (Erişim Tarihi: 16.05.2020).
- URL-22. <http://abl.gtu.edu.tr/ects/?duzey=ucuncu&bolum=326&tip=yukseklisans>, Son Erişim Tarihi: 15.05.2020
- URL-23. [http://www.gtu.edu.tr/Files/UserFiles/106/duyuru/GTU\\_Lisansustu\\_210417.pdf](http://www.gtu.edu.tr/Files/UserFiles/106/duyuru/GTU_Lisansustu_210417.pdf), (Erişim Tarihi: 15.05.2020).
- URL-24. <http://itulabs.itu.edu.tr/LaboratuvarListesi.aspx>, (Erişim Tarihi: 18.05.2020).
- URL-25. <http://studio804.blogspot.com/?view=classic>, (Erişim Tarihi: 22.05.2020).
- URL-26. <http://www.gtu.edu.tr/icerik/2541/4774/display.aspx?languageId=1>, (Erişim Tarihi: 23.05.2020).
- Uzunoglu, S. S., and Uzunoglu, K. (2011). The application of formal perception of gestalt in architectural education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 28, 993-1003.
- Imperatives, S. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future. *Accessed Feb, 10*.
- Yeang, K. (2006). *Ecodesign: A manual for ecological design*. New York: Wiley Academy.

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

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 2(2), 434-445, 2020  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

**Araştırma Makalesi / Research Article****Doi: [10.47898/ijeased.813709](https://doi.org/10.47898/ijeased.813709)**

## Mekansal Aidiyet ve Kültür Turizmi İlişkisi

Sebile Merve ÖZTÜRK <sup>1\*</sup>, Hicran Hanım HALAÇ <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Karabük Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Karabük, 78000, Türkiye.

<sup>2</sup> Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Eskişehir, 26000, Türkiye.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : <a href="mailto:smozturk@karabuk.edu.tr">smozturk@karabuk.edu.tr</a>	Geliş Tarihi / Received Date : 21.10.2020
 <a href="https://orcid.org/0000-0002-2790-067X">https://orcid.org/0000-0002-2790-067X</a> , S.M. Öztürk	Revizyon Tarihi / Revision Date : 05.11.2020
 <a href="https://orcid.org/0000-0001-8046-9914">https://orcid.org/0000-0001-8046-9914</a> , H.H. Halaç	Kabul Tarihi / Accepted Date : 05.12.2020
	Yayın Tarihi / Published Date : 15.12.2020
<b>Alıntı / Cite :</b> Öztürk, S.M., Halaç, H.H. (2020). Mekansal Aidiyet ve Kültür Turizmi İlişkisi, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2(2), 434-445.	

### Özet

Aidiyet, bireylerin çeşitli aktiviteler, fiziksel etmenler ve deneyim kazandıkları mekanlar ile aralarında kurdukları karşılıklı etkileşimler şeklinde tanımlanmaktadır. Mekânsal aidiyet ise kısaca belirli bir çevreye karşı gelişen duygusal bağ olarak açıklanabilir. Tarihi çevrede gerçekleştirilen çalışmalarda mekânsal aidiyet konusu, koruma sürecinin sürdürülebilirliğini etkileyen başlıklar altında incelenmiştir. Koruma anlayışında yapılı çevrenin yanında bölgenin, geleneksel yaşamı ve sosyal-kültürel değerleriyle birlikte devamlılığının sağlanması yaklaşımı bulunmaktadır. Bu yaklaşımın gerçekleştirilmesinde alternatif bir turizm türü olan kültür turizminin fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Mekânsal aidiyet turizm faaliyetlerinde farklı açılardan değerlendirilmiştir. Ziyaret ettikleri bölgeden memnun ayrılan turistlerin yere bağlılık duygusu geliştirdikleri ve yeniden ziyaret etme olasılıklarının arttığı ortaya konulmuştur. Tarihi bir yerleşim olan Yörük köyü, dışa göç problemi yaşaması ve sahip olduğu köklü değerlerin devamlılığının tehlike altına girmiş olması nedeniyle çalışma alanı olarak seçilmiştir. Kültür turizmi, bölgedeki geleneksel geçim yollarının yerini almış ve koruma sürecine olumlu etki edecek bir potansiyeli barındırmaktadır. Çalışmanın amacı, turizmin bölgede daha etkin biçimde kullanılmasına yardımcı olmanın bir yolu olarak, mekânsal aidiyetin potansiyel faydasını araştırmak ve konunun, koruma faaliyetlerinde de kullanımı için önerilerde bulunmaktır. Buradan hareketle çalışmada, ziyaretçilerin bölgeye karşı hissettiği duygusal ve işlevsel bağların araştırılması üzerinde durulmuştur. Çalışmanın, mevcut koruma anlayışının sınırlılıklarına dair farkındalık ve köyde gerçekleştirilecek turizm ile ilgili çalışmalar için bir altlık oluşturacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Aidiyet, Mekânsal Aidiyet, Yörük Köyü, Tarihi Çevre, Kültür Turizmi.

## ***Spatial Belonging and Cultural Tourism Relationship***

### **Abstract**

*Belonging is defined as the mutual interactions between individuals and various activities, physical factors and places where they gain experience. Spatial belonging can be explained briefly as an emotional bond that develops against a specific environment. In the studies carried out in the historical environment, the subject of spatial belonging has been examined under the headings that affect the sustainability of the conservation process. In the conservation approach, besides the built environment, there is an approach to ensure the continuity of the region with its traditional life and social-cultural values. It is thought that cultural tourism, which is an alternative tourism type, will be beneficial in realizing this approach. Spatial belonging has been evaluated from different aspects in tourism activities. It has been demonstrated that tourists who leave satisfied with the region they visit develop a sense of attachment to the place and are more likely to revisit. Yörük village, which is a historical settlement, has been chosen as a study area due to the problem of emigration and the continuity of its deep-rooted values. Cultural tourism has replaced traditional livelihoods in the region and has the potential to positively affect the conservation process. The aim of the study is to explore the potential benefit of spatial belonging as a way of helping tourism to use it more effectively in the region and to make suggestions for the use of the issue in conservation activities. Based on this, the study focused on the investigation of the emotional and functional ties that visitors feel towards the region. It is thought that the study will raise awareness about the limitations of the current conservation approach and form a basis for tourism-related studies to be carried out in the village.*

**Keywords:** *Sense of Belonging, Spatial Belonging, Yörük Village, Historical Environment, Cultural Tourism.*

### **1. Giriş**

Aidiyet kavramı son yirmi yılda, çevre psikolojisi ve yönetimi başta olmak üzere coğrafya ve mimarlık gibi farklı alanlarda gerçekleştirilen çalışmalara konu olmuştur. Bu kavram kültürel miras alanlarında ise koruma sürecini sosyal ve kültürel açıdan desteklemek amacıyla çoğunlukla kimlik ve göç kavramları özelinde çalışılmaktadır. Tarihi alanlarda gerçekleştirilen birçok çalışmada, bu alanlardaki plansız ve hızlı işlev değişikliklerinin sonuçları üzerine durulmuştur. Bu durumun aynı zamanda hızlı kullanıcı değişikliğine neden olarak kullanıcıların mekânsal aidiyet duygularının azalmasına yol açtığı ortaya konulmuştur. Tarihi alanlarda yaşanan bu problemler, korumanın önündeki engellerden biri olmanın yanı sıra kentlerin değerlerinin, mekan ve zamanda algılanabilirliklerinin de kaybolmasına neden olmaktadır (Şentürk ve Gülersoy, 2019). Kullanıcının yaşadığı mekana duyduğu aidiyet duygusunun güçlendirilmesi yoluyla, mekanın sosyal ve kültürel sürekliliğine katkıda bulunulacağı düşünülmektedir. Bu amaçla daha önce köydeki yerel halkın mekânsal aidiyeti üzerine bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, köye güçlü bir aidiyet hisseden halkın, köyde ikamet etme tercihini etkileyen en önemli kriterin, geçim kaynağı olarak gördükleri turizm potansiyelinin değerlendirilmesi düşüncesi olduğu anlaşılmıştır (Öztürk, 2020). Bu çalışmayla birlikte, kültür turizminin bölgede daha verimli kullanılması gerekliliği düşüncesi ortaya çıkmıştır. Kültür turizmi, sürdürülebilirlik kriterleri ve planlamalarıyla geliştirilerek kültürel

mirasın korunmasında bir araç haline gelebilir ve yerel değerlerin küreselleşme karşısında yok olmasının önüne geçilebilir (Meydan Uygur ve Baykan, 2008). Kültür turizminin sözü edilen bağlamda değerlendirilebilmesi, ziyaretlerinden memnun olan ve bu memnuniyet sonucunda bölgeye karşı aidiyet duygusu gelişen turistler ile mümkündür. Buradan hareketle süreli kullanıcı grubunu tanımlayan turistler üzerinde, bölge hakkındaki memnuniyet durumlarının ve geçirilen süre içerisinde ortaya çıkan aidiyet duygularının ölçülmesini hedefleyen bir çalışma yapmanın gerekli olduğu düşünülmüştür. Çalışmanın amacı, bireylerin kısa süreli ziyaret ettikleri bölgede turizmin daha etkin biçimde kullanılmasına yardımcı olmanın bir yolu olarak, mekânsal aidiyetin potansiyel faydasını araştırmak ve konunun, koruma faaliyetlerinde de kullanımı için önerilerde bulunmaktır.

## **2. Mekânsal Aidiyet**

Mekânsal aidiyet kavramı; duyguların, bilgilerin, inançların ve davranışların karşılıklı etkileşimini içermektedir. Bu nedenle belirli bir çevreye karşı gelişen duygusal bağ (Low ve Altman, 1992; Hidalgo ve Hernández, 2001) veya bireysel değerlerin ve belirli bir çevresel ortamla özdeşleşmenin derecesi olarak tanımlanmaktadır (Moore ve Scott, 2003). Bu kavramsallaştırma insanlar ve mekanlar arasındaki etkileşimi vurgular. Ortamla olan etkileşim aracılığıyla fiziksel alan aidiyet duygusunun nesnesi haline gelir. Mekânsal aidiyet, genellikle bireylerin mekanı tanıması ve ona değer vermeye başlamasıyla birlikte ortaya çıkar (Kyle ve ark., 2005).

Mekânsal aidiyet çalışmalarda, yere bağlılık (işlevsel aidiyet) ve yer kimliği (duygusal aidiyet) olarak iki boyutta araştırılmıştır. Yere bağlılık belirli hedefleri veya istenilen etkinlikleri destekleyen koşullar sağlamak adına yerin sahip olduğu önemi yansıtır. Bu işlevsel bağlantı, bölgenin fiziksel özelliklerine göre şekillenir ve sık ziyarete imkan verecek yakınlıkta olduğunda güçlenebilir. Yere bağlılık için belirli bir ortamda devam eden bir etkileşimin olması gereklidir (Bricker ve Kerstetter 2000; Williams ve Vaske, 2003). Yer kimliği ise, yaşama anlam ve amaç veren duygu ve ilişkiler için bir yerin sembolik önemini ifade eder. Yer kimliği, kişinin topluluğuna ait olma duygularını artırır ve öz kimliğinin bir bileşeni olarak tanımlanır. Bazı araştırmacılar, yere bağlılık nedeniyle tekrarlanan bir ziyaret geçmişinin yer kimliğine yol açabileceğini öne sürmüştür (Williams ve Vaske, 2003). Özetle birçok etkileşimin gerçekleştiği yerler, belirli bir etkinliği üstlenmek için iyi bir yer olduğundan birey tarafından değerli bulunabildiği gibi, duygusal-sembolik nedenlerle veya her ikisi için de ayrı ayrı olarak değerli bulunabilir (Kyle ve ark., 2005).



Aidiyet duygusu araştırmalarda, çevre psikolojisi literatüründe sosyal bağlılık boyutu üzerinden de incelemeye alınmıştır. Konuyla ilgili olarak Hidalgo ve Hernández (2001) çalışmalarında sosyal bağların, yapılı çevre ile olan bağlılıktan daha güçlü olduğunu ortaya koymuştur.

Son yıllarda mekânsal aidiyet ve onun yerin değerini anlamaya yönelik ekonomik olmayan yaklaşımı, doğal ve yapılı çevrenin yönetimi alanında da kabul görmektedir. Yöneticiler ve planlamacılar, kaynak çatışmalarını anlamak ve kilit paydaşları belirlemek için bir araç olarak mekânsal aidiyet kavramını kullanmaktadır. Bu alandaki çalışmalarda, halkın katılım sürecine dahil edilecek aidiyet duygusu güçlü bireylerin, kullanıcı grupları için yer kalitesinin güvenilir göstergeleri haline gelebileceği düşünölmektedir (Warzecha ve Lime, 2001).

### **3. Mekânsal Aidiyet ve Kültür Turizmi İlişkisi**

Mekânsal aidiyet konusu tarihi çevrelerde, koruma sürecinin sürdürülebilirliğini etkileyen başlıklar altında incelenmiştir. Küreselleşme kaynaklı değişen kimlik yapılarının aidiyete etkisi, mekanlarda kullanıcı sürekliliği ve aidiyet ilişkisi, göçün etkisi ile mekânsal değişime uğrayan bölgelerde kullanıcı aidiyeti çalışılan konu başlıkları arasındadır (Altınörs Çırak, 2019; şentürk ve Gülersoy; 2019, Geçkili, 2018). Koruma anlayışında yapılı çevrenin yanında, bölgenin sahip olduğu geleneksel yaşam ve yerel değerlerle birlikte sürdürülebilirliğinin sağlanması fikri üzerinde durulmaktadır. Bu anlamda ölkeler için alternatif bir turizm türü olan kültür turizminin, gelir sağlayıcı etkisi yanı sıra kültürel değerlerin korunmasında da fayda sağlayacağı düşünölmektedir. Kültür turizmi içinde turistler hem farklı deneyimler kazanmak hem de arkeolojik alanları, müzeleri, mimari eserleri, sanat galerilerini görmek ve festivallere, sanat etkinliklerine, dini festivallere katılmak amacını taşımaktadır (Meydan Uygur ve Baykan, 2008). Mekânsal aidiyet, turizm pazarlamasında önemli bir rol oynamaktadır. Çünkü ziyaret ettikleri bölgede memnuniyet düzeyleri yüksek olan turistlerde yere bağlılık duygusu gelişir ve yeniden ziyaret etme olasılıkları artar (George ve George, 2004). Bunun yanında turistlerin bir yer ile olan olumlu duygusal ve bilişsel bağları, bir ortam hakkındaki eleştirel değerlendirmesini etkileyebilmektedir (Yüksel ve ark., 2010). Mekânsal aidiyetin bölgenin görsel estetiği, çekiciliği, turistlerin kişisel katılımı ve memnuniyetlerinden etkilendiği ileri sürölmektedir (Vada ve ark., 2019).

#### 4. Yörük Köyü

Tarihi bir bölge olan Yörük köyünde gerçekleştirilmiş olan bu çalışmada, mekânsal aidiyetin kùltür turizmi ile ilişkisi üzerinde durulmaktadır. Safranbolu ilçesinin küçük bir modelini temsil eden Yörük köyü, 1997 yılında Kùltür ve Turizm Bakanlığı tarafından bir Türkmen köyü olması nedeniyle kentsel sit alanı ilan edilerek korumaya alınmıştır. Tarihi 14. ve 15. yüzyıllarda konargöçer bir Yörük Obasına dayanan köydeki somut ve kùltürel değerler sadece Yörük yaşamından izleri değil, kentsel bir kùltürün de özelliklerini taşıması sebebiyle turistler için önemli bir ziyaret noktasıdır. Köyün sahip olduğu kentli yaşam kùltürünün kazanılmasında, 16 yüzyılda askeri amaçlı başlayan, 19. yüzyılda ise eğitim, iş ve ticaret amacıyla devam eden dışa göç hareketinin etkili olduğu bilinmektedir (Türker ve ark., 2011). Bu süreçte ekonomik olarak refah düzeyi yükselen sakinlerin elde ettikleri deneyim, konut tasarımlarında ve günlük yaşam tarzında kendini gösterirken, inançları üzerinde bir değişime neden olmamıştır (Türker ve ark., 2011).

Geleneksel yaşamı koruma çabası içerisinde olan köyde her yıl düzenli olarak köy ağası seçiminin yapıldığı etkinlikler düzenlenmektedir. Ancak günümüzde hızla değişen yaşam biçimleri köyün giyim, eğlence ve yemek kùltürünü olumsuz etkilemiştir. Konargöçer yaşam tarzını yansıtan Yörük kùltürünün karakteristik özellikleri kaybolmaya yüz tutmuştur. Yaşamın devam etmediği tarihi konaklarda bakımsız nedeniyle ciddi hasarlar oluşmuştur (Şekil 1). Bunun yanında dışa göç problemi yaşıyan köyde tarım ve hayvancılık olan geçim kaynağının yerini kùltür turizmi almıştır (Göçer, 2018). Göçün önlenmesi için turizmden beklenen, sağlayacağı yeni iş olanaklarıyla birlikte mekandaki kullanıcı sürekliliğinin sağlanmasıdır. Bu anlamda bölgenin kùltür turizmini daha verimli kullanabilmek için bir potansiyelinin olup olmadığının belirlenmesinde, mekanın süreli kullanıcıları olan turistlerin bölgeye karşı geliştirdikleri aidiyet duygusunun ve memnuniyet düzeyinin ölçülmesi önemli görölmektedir.



**Şekil 1.** Yaşamın devam etmediği konak örnekleri.

## **5. Materyal ve Metot**

Bir çevrede gerçekleştirilen deneyim hem fiziksel hem de sosyal içerikli olabilir. Mekânsal aidiyet literatürü incelendiğinde, fiziksel çevreye karşı gelişen ve sosyal ilişkilere dayanan iki tür bağlanma şeklinin araştırılma konusu olduğu görülmektedir (Vada ve ark., 2019). Gerçekleştirilen ilk çalışmalar mekânsal aidiyetin yere bağlılık ve yer kimliği olmak üzere iki bileşenli bir yapı üzerinden incelenmiş (Williams ve Roggenbuck, 1989) ve daha sonra bu yapıya sosyal ve duygusal boyut eklenmiştir (Kyle ve ark., 2005). Araştırmacılar, bireyin bir alana yönelik geliştireceği aidiyet düzeyinin en çok hangi değişkenlerden etkilendiğini anlamaya çalışmışlardır. Çalışma konuları arasında mekânsal aidiyet ve motivasyonlar, katılım, hedef çekicilik, yönetsel açıdan önemli olabilecek diğer değişkenlerin incelenmesi, yeniden ziyaret niyetleri ve çevre yanlısı davranışların gelişimi arasındaki ilişkiler yer almıştır. Son dönemde ise araştırmacılar, mekânsal aidiyeti turizm araştırmalarına dahil etmeye başlamıştır. Bu alanda gerçekleştirilen çalışmalarda, rekreasyon ve konaklama bağlamında mekânsal aidiyet ve memnuniyet arasındaki ilişki araştırılmıştır (Yüksel ve ark., 2010).

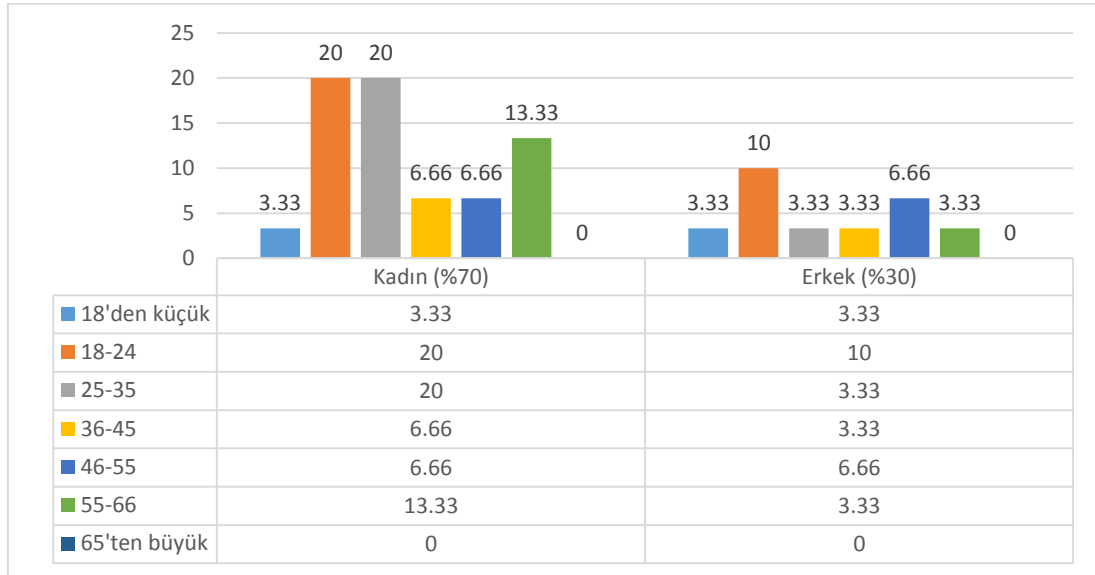
Mekânsal aidiyet bu çalışmada, bir yere karşı hissedilen duygusal ve işlevsel bir bağ olarak ele alınmıştır. Veri toplama aracı olarak anket kullanılmıştır. Bölgeyi ziyarete gelen süreli kullanıcı grubundan seçilen 30 kişiye anket uygulanmış ve elde edilen verilerin frekans dağılımları tablolar halinde sunulmuştur. Çalışmada kullanılan anketin oluşturulmasında mekânsal aidiyet kavramı üzerine yapılan araştırmalar incelenerek, William ve Vaske (2003)'ün rekreasyonel bağlamda, mekânsal aidiyet boyutlarının hem psikolojik hem de davranışsal değişkenler arasındaki ilişkisinin analizini yaptıkları çalışması referans alınmıştır.

Yörük köyü, Safranbolu ve Amasra gibi birbirine yakın tarihi ve turistik gezi noktalarını içeren bir bölgede bulunmaktadır. Planlanan geziler diğer tarihi kentleri de içeren bir rota dahilinde yaz aylarında genellikle dini ve milli bayramlarda yoğunlaşmaktadır (Ceylan ve Somuncu, 2016). Bu nedenle anket çalışması, milli bayramı da içeren 3 günlük tatil sürecinde ziyaretin en yoğun olduğu 12.00-17.00 saatleri arasında uygulanmıştır. Çalışmada, süreli kullanıcılara Yörük köyünü ziyaretleri sonrasında, demografik bilgileri içeren soruların ardından, bölgeyi ziyaret nedenleri ve alanda bulunma süresini içeren 6 soru sorulmuştur. Daha sonra alana karşı duydukları aidiyetin ölçülmesi amacıyla hazırlanmış olan 3'lü likert ölçekli 9 soruya cevap vermeleri beklenmiştir.

## 6. Bulgular ve Tartışma

Anket çalışması analizine öncelikle demografik özellikler belirlenerek başlanmış daha sonra mekan aidiyeti ile ilgili soru grubuna geçilmiştir. Katılımcıların %30'unu erkekler %70'ini ise kadınlar oluşturmaktadır. Yaş dağılımlarına bakıldığında ağırlıklı olarak 18-24 (%30) ve 25-35 (%23,33) genç yaş aralıklarının bölgeyi ziyaret ettikleri görülmektedir. 65 yaş üstü ziyaretçi dışında her yaş grubundan ziyaretçi ile iletişime geçilmiştir. Ek olarak kadınlarda 55-65 yaş aralığındaki oran da dikkat çekicidir (Tablo 1).

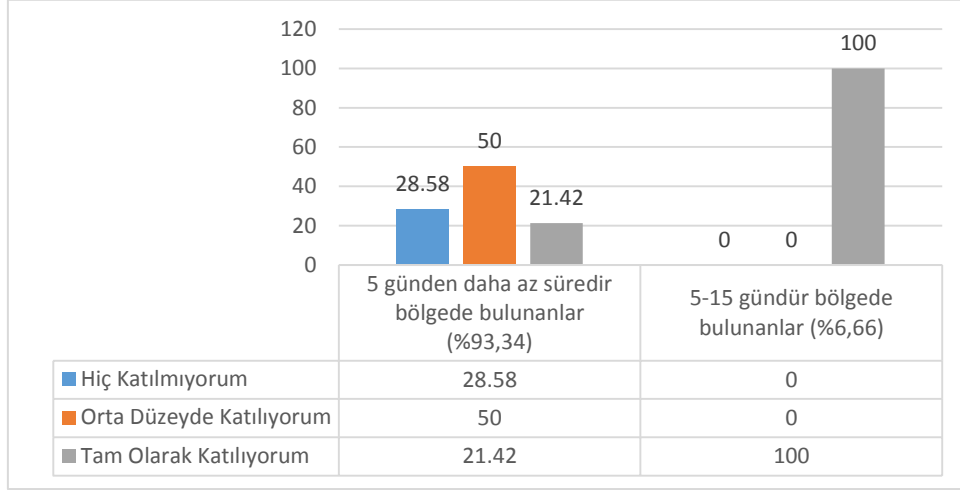
**Tablo 1.** Kadın ve erkek katılımcıların yaş dağılımları.



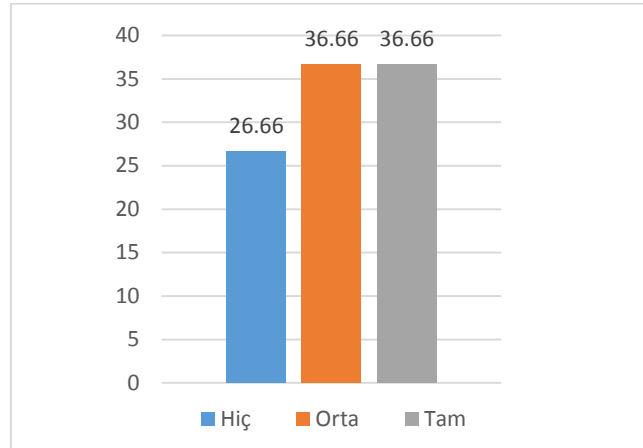
Mekânsal aidiyet ve mekanda geçirilen süre arasındaki olumlu ilişki düşünülerek (Williams ve Vaske, 2003), katılımcılara mekanda bulunma süreleri sorulmuştur. Cevaplar incelendiğinde; 2 kişinin (%6,66) 5-15 gün arası, kalan 28 kişinin ise (%93,34) 5 günden daha az süredir bölgede bulunduğu belirlenmiştir. Bunun yanında 5 günden daha az süredir bölgede bulunan katılımcılar “eğer imkanım olsa burada daha fazla kalmak isterdim” ifadesine %50 oranında “orta düzeyde” ve %21,42 oranında ise “tam olarak” katılmışlardır (Tablo 2). Bu durumunun nedenin Yörük köyünde konaklamanın tarihi konaklarda gerçekleştirilmesi ve bu konakların sayısının talep azlığı ve dışa göç sebebiyle giderek azalması olduğu düşünülmektedir. Ayrıca köyde gerçekleştirecek farklı aktivitelerin bulunmaması da mekanda bulunma süresi üzerinde etkili olabilir. “Buradaki olanaklar birçok yerde var” ifadesine %36,66 oranında “orta düzeyde” ve yine %36,66 oranında “tam olarak”

katılımın olması bahsedilen durumu destekler niteliktedir. Köyde gerçekleştirilebilecekler arasında; müze konakların gezilmesi, yerel halkın kendi üretimi olan konakların önlerinde satışa sundukları ürünlerin alışverişi ve yöresel yemekler sunan bir işletmede yemek yeme bulunmaktadır (Tablo 3).

**Tablo 2.** Ziyaretçilerin “Eğer imkanım olsa burada daha fazla kalmak isterdim” ifadesine katılım oranları.



**Tablo 3.** Ziyaretçilerin “Buradaki olanaklar birçok yerde var” ifadesine katılma oranları.

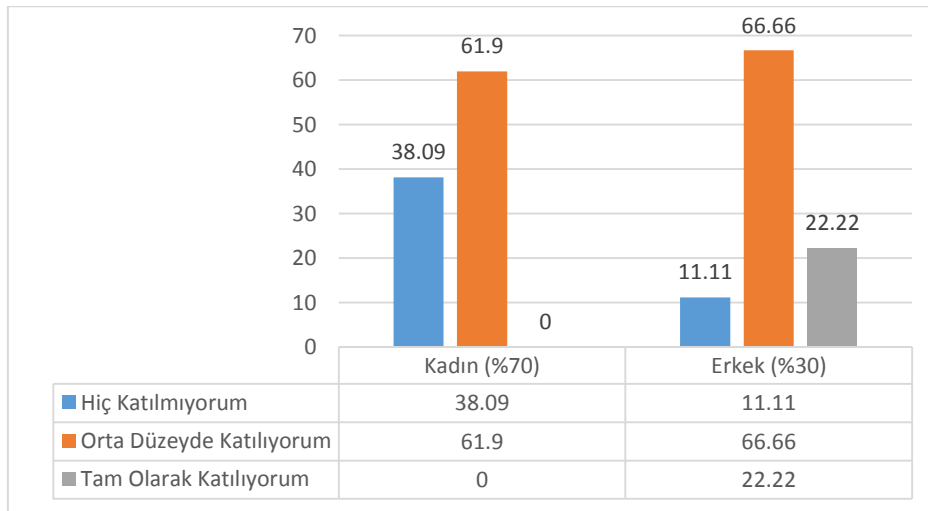


Mekânsal aidiyeti dolaylı olarak ölçmeyi amaçlayan “bölge ile aramda bir bağ oluştuğunu hissediyorum” ifadesine ziyaretçilerin %46,66’sı “orta düzeyde” ve %33,33’ü “tam olarak” katılırken; “Yörük köyünde, diğer ziyaret ettiğim yerlerden daha çok keyif aldım” ifadesine ziyaretçilerin %66,66’sı “orta düzeyde” katılmıştır. “Bölgeye karşı güçlü bir aidiyet duygusu hissediyorum” ifadesine ise %63,33’lük oranda “orta düzeyde” katılım sağlanmıştır. Bu cevabı veren katılımcıların %57,89’u “orta düzeyde”, %36,84’ü ise “tam olarak” bölgede aldıkları

hizmetten memnun olduklarını belirtmiştir (Tablo 5). Kadın ve erkekler karşılaştırıldığında, erkeklerin kadın katılımcılara oranla bölgeye karşı daha güçlü bir bağlılık hissettiği görülmektedir (Tablo 4). Bu veriler üzerinden süreli kullanıcıların geçirdikleri zaman dilimi içerisinde bölgeye karşı aidiyet duygularının oluştuğunu söylemek mümkündür. Tüm katılımcıların memnuniyet durumuna bakıldığında ise %63,33'lük oranın “orta düzeyde” cevabını vermiş olması dikkat çekicidir. Konuyla ilgili yapılan görüşmelerde ürünlerin fiyatlarını uygun bulmayan katılımcıların, yerel halkın bölgeyi ziyaretlerin tek seferlik olacağı kanısıyla hareket ettiğini düşündükleri bilgisine ulaşılmıştır.

Yapılan çalışmalarda deneyimlerin hafıza oluşumuna pozitif bir katkısının olduğu kanıtlanmıştır. Mekanda gerçekleşen deneyimler sırasında oluşan olumlu duygular turistlerin zihinlerinde anıların yaratılmasına katkıda bulunmaktadır. Bu duygular sonucunda, kendini yerle özdeşleştiren ve ona bir şekilde bağlı hisseden turist, orayı tavsiye etme ve oraya geri dönme eğilimindedir (Loureiro, 2014; Vada ve ark., 2019). Bu amaçla turistlere yöneltilen “Burası ile ilgili çok güzel anılarım var” ifadesine %43,33 oranında “orta düzeyde ve %20 oranında “tam olarak” katılımın gerçekleşmiş olması, turistlerin bölgeyi yeniden ziyaret etme eğilimlerinin bulunduğu yönünde yorumlanabilir (Tablo 5).

**Tablo 4.** Kadın ve erkek ziyaretçilerin “Bölgeye karşı güçlü bir aidiyet duygusu hissediyorum” ifadesine katılma oranları.



**Tablo 5.** Mekânsal aidiyet ile ilgili sorulara verilen cevaplar.

		f	%
Bölgede bulunan olanaklardan memnun kaldım.	Hiç	2	%6,66
	Orta	19	%63,33
	Tam	9	%30
Yörük köyünde diğer ziyaret ettiğim yerlerden daha çok keyif aldım.	Hiç	7	%23,33
	Orta	20	%66,66
	Tam	13	%10
Bölge ile aramda bir bağ oluştuğunu hissediyorum.	Hiç	6	%20
	Orta	14	%46,66
	Tam	10	%33,33
Burası ile ilgili çok güzel anılarım var.	Hiç	11	%36,66
	Orta	13	%43,33
	Tam	6	%20

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Çalışmada, mekânsal aidiyetin kültür turizmi ile ilişkisi incelenmiştir. Bölgenin kültür turizminden beklenen faydayı sağlayabilmesi için öncelikle ziyaretçilerin bölgede geçirdikleri sürenin artırılması önem arz etmektedir. Ancak bölgede yapılan görüşmelerde, konaklama hizmeti veren yapı sayısındaki azalmanın, ziyaretçilerin köyde bulunma süresinin artırılmasının önündeki en önemli engel olduğu anlaşılmıştır. Bunun yanında köyün dışa göç verme problemi bulunmaktadır ve kullanılmayan konaklarda kalıcı hasarlar oluşmaya başlamıştır. Türker ve arkadaşları (2011) çalışmalarında köy halkının turizmin daha etkin kullanımı ile göç probleminin aşılabileceğini düşündüklerini belirtir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler de ziyaretçilerin köye karşı aidiyet duygusu geliştirdiklerini ortaya koymaktadır. Bu ortam, turizmi daha etkin kullanarak göçün önüne geçilmesine katkı sağlamak ve korumayı fiziki çerçevenin yanında, değişen aidiyet ve kimlik yapılarının da dahil olduğu bir modelde uygulamak için köyde gerekli potansiyelin bulunduğunu göstermektedir.

Yere bağlılık, kişinin o mekanda duygusal bağını oluşturan veya geliştiren anlamlarla dolu olduğunda ortaya çıkar. Yere bağlılık kişinin hayatını başka yönlerden de etkilemeye başladığında, bireylerin genel olarak çevreye de daha duyarlı bir davranış şekli gösterme olasılığı da artar (Vaske ve Kobrin, 2001). Urry, eğitim düzeyi yüksek ve profesyonel/yönetimsel mesleklere sahip ileri yaşta insanların oranındaki artışın, çevreye yönelik kaygının ve belirli türden turizmin artışına yol açtığını belirtir. Özellikle bu etmenler hem ziyaret etme hem de koruma açılarından kırsal kesimin çekiciliğini yükseltmektedir (Urry, 2018). Yörük köyü ziyaretçilerinin yaş dağılımlarına

bakıldığında, bu konuda gelişmeye hazır bir ortamın oluşturulabileceği düşünülmektedir. Kültürel miras alanlarında turizmin, artan koruma ve çevre bilincinin de etkisiyle ilgi çekici hale gelmesi, iyi planlama ile yürütülmesi bölgenin kalkınmasının yolunu açarken, kültürel ve doğal değerlerin sürdürülebilirliğine de katkı sağlayacaktır.

Aidiyet duygusunun oluşumunda, sosyal alanda gerçekleşen etkileşimler çok sayıda çalışmaya konu olmuş ve fiziksel aidiyete kıyasla daha büyük bir öneme sahip olduğu anlaşılmıştır (Hidalgo ve Hernandez, 2001). Aynı zamanda mekanda gerçekleşen deneyimler sonucunda ortaya çıkan olumlu duyguların ziyaretçilerin anılarına etki ederek mekana bağlılığa katkı sağladığı da bilinmektedir (Loureiro, 2014; Vada ve ark., 2019). Bu bağlamda konaklama ile ilgili problemlerin çözümüyle birlikte sürekli kullanıcıların bölgede kaliteli vakit geçirebilecekleri aktiveler üzerine durulması gerekmektedir. Köyün yerel değerlerinin tanıtımı amacıyla ziyaretçiler, bölgenin geleneksel yaşamını deneyimleyerek köy halkı ile daha çok etkileşime girebilir ve sosyal bağların oluşması sağlanabilir. Böylece köyün yerel değerlerinin tanıtımı ve gelecek nesillere aktarımı sağlanabilir.

### **Teşekkür**

Bu çalışmanın özet bildiri “18-21 Kasım 2020’de Karabük Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi tarafından Safranbolu’da Uluslararası Mimarlık Araştırmaları Sempozyumu (ReseArch’20)” kongresinde sözlü sunum olarak sunulmuş olup, kongre üyelerine teşekkür ederiz.

### **Kaynaklar**

- Altınörs Çırak, A. A. (2019). Tarihi Dokularda Değişen Kimlik ve Aidiyet. *Mekânlar/Zamanlar/İnsanlar: Kimlik, Aidiyet ve Mimarlık Tarihi*, 151.
- Bricker, K. S., and Kerstetter, D. L., (2000). Level of specialization and place attachment: An exploratory study of whitewater recreationists. *Leisure sciences*, 22(4), 233-257.
- Ceylan, S., ve Somuncu, M. (2016). Kültür Turizmi Alanlarında Turizmin Çeşitlendirilmesine Eleştirel Bir Bakış: Safranbolu UNESCO Dünya Miras Alanı. *Uluslararası Türk Dünyası Turizm Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 53-64.
- Geçkili, P., (2018). *Mekânsal Aidiyet ve Yabancılaşma Bağlamında Zeyrek Konut Çevresinin İrdelenmesi*. Yüksel Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- George, B. P., and George, B. P. (2004). Past visits and the intention to revisit a destination: Place attachment as the mediator and novelty seeking as the moderator. *Journal of Tourism Studies*, 15(2), 51.
- Göçer, A., (2018). Yerleşik Yaşama Geçmiş Yörüklerde Konar-Göçer Yaşamın İzleri Üzerine Bir Kültür Analizi: Yörük Köyü Örneği. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(2), 227-241.
- Hidalgo, M. C., and Hernandez, B., (2001). Place attachment: Conceptual and empirical questions. *Journal of environmental psychology*, 21(3), 273-281.



- Kyle, G., Graefe, A. and Manning, R., (2005). Testing the Dimensionality of Place Attachment in Recreational Settings. *Environment & Behavior*, 37 (2), 153-177.
- Loureiro, S. M. C., (2014). The role of the rural tourism experience economy in place attachment and behavioral intentions. *International Journal of Hospitality Management*, 40, 1-9.
- Low, S., and Altman, I., (1992). *Place attachment: A conceptual Inquiry*. In I. Althman, & S. Low (Eds.), *Place attachment*. New York: Plenum.
- Meydan Uygur, S. ve Başkan, E., (2007). Kültür turizmi ve turizmin kültürel varlıklar üzerindeki etkileri. *Gazi Üniversitesi Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi*, (2), 30-49.
- Moore, R. L., ve Scott, D., (2003). Place attachment and context: Comparing a park and a trail within. *Forest science*, 49(6), 877-884.
- Öztürk, S. M., ve Halaç, H. H., (2020, Mart). Tarihi Çevrede Mekânsal Aidiyet: Yörük Köyü Örneği. *Ankara II. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi* (s.100-108). Ankara, Türkiye.
- Şentürk, A., ve Gülersoy, N. Z., (2019). Aidiyet, Kent Kimliği ve Kentsel Koruma Etkileşimi Bağlamında Kullanıcı Sürekliliğinin İrdelenmesi: Kadıköy Moda Örneği. *Megaron*, 14(1).
- Türker, N., Çetinkaya, A., Barutçu, H., ve Emir, G., (2011). *Zonguldak, Karabük ve Bartın Illeri Turizm Sektör Analizi*. İstanbul: Turmatsan Matbaacılık.
- Urry, J., (2018). *Mekânları Tüketmek*, Çev. Rahmi G. Ögdül, İstanbul: Ayrıntı Yayınları.
- Vada, S., Prentice, C., and Hsiao, A., (2019). The influence of tourism experience and well-being on place attachment. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 47, 322-330.
- Vaske, J. J., and Kobrin, K. C., (2001). Place attachment and environmentally responsible behavior. *The Journal of Environmental Education*, 32(4), 16-21.
- Yuksel, A., Yuksel, F., ve Bilim, Y., (2010). Destination attachment: Effects on customer satisfaction and cognitive, affective and conative loyalty. *Tourism management*, 31(2), 274-284.
- Warzecha, C. A., and Lime, D. W., (2001). Place Attachment in Canyonlands National Park: Visitors' Assessment of Setting Attributes on the Colorado and Green Rivers. *Journal of Park & Recreation Administration*, 19(1).
- Williams, D. R., and Roggenbuck, J. W., (1989, October). Measuring place attachment: Some preliminary results. In *Abstracts: 1989 leisure research symposium* (Vol. 32).
- Williams, D.R., and Vaske, J.J. (2003). The measurement of Attachment validity an generalizability of psychometric approach. *Forest Science*, 49, 830-840.



**IJEASED**

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

**ISSN: 2667-8764**



## **YAZAR REHBERİ / AUTHOR GUIDE**

### **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 ücretsiz olan, makalelerin en az iki hakem tarafından kör hakemlik uygulamasıyla değerlendirilen, yayın dili Türkçe ve İngilizce olan, yayın sürecinin hiçbir aşamasında yazarlardan herhangi bir yayın ücreti talep etmeyen 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 yayımlanabilir, düzeltildikten sonra tekrar görmek isterim, istediğim düzeltmelerin kontrolünü derginin uzman bilimsel ekibi tarafından yapılması uygundur veya yayımlanamaz 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 değerlendirmesi 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 değerlendirmesi süreci:**

- 1- Editör kurulu, hakem değerlendirmesi 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 iletirilir.
- 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 iletirilir 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 değerlendirmesi 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 uyarmalıdır.

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

- Herhangi bir potansiyel çıkar çatışması olması durumunda, hakem editörü veya alan editörünü uyarmalı 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 yayımlanmış, 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 yayımlamak, 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. 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 **muhammad.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; yayımlanmış, 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 dizin 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.

## 7. 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.**

## 8. 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 yayımlar:

Soyadı, A., Soyadı, B. B., ve Soyadı, C., (2017). Yayımlanan Makalenin Adı. *Makalenin Yayımlandığı 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).

## 9. 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.

## 10. 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 2020)

**ISSN: 2667-8764**
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>
**Sayı / Issue: 2**
**Cilt / Volume: 2**
**Aralık / December 2020**
**İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS**

<b>BAYRAM, E., BOZKURT, F.;</b> Online Ödeme için Servis Odaklı Mimari Yaklaşımı Uygulaması: Atatürk Üniversitesi Bilgi Sistemi Örneği / <i>An Application of Service Oriented Architecture Approach for Online Payment System: A Case of Information System of Atatürk University</i> .....	<b>155-168</b>
<b>AVAN, M., KATIRCIOĞLU, Y.Z.;</b> Bazı Fungisitlerin Şeker Pancarı Kök Çürüklüğü ve Çökerten Etmeni <i>Rhizoctonia solani</i> ' ye Karşı Etkileri / <i>The Effects of Some Fungicides against Rhizoctonia solani Causing Root Rot and Damping-off on Sugar Beet</i> .....	<b>169-189</b>
<b>KARAMAN, İ., ERDEM ŞAHİN, D.;</b> Elektromekanik Yükle Tahrik Edilen Yumuşak Dielektrik Elastomerin Sıcaklık Karakterizasyonu / <i>Temperature Characterization of Electromechanical Load Driven Soft Dielectric Elastomer</i> .....	<b>190-204</b>
<b>DAL, M., ÖZDEMİR, Y.;</b> Dijital Çağda Neden Bir Kent Sürdürülebilir Akıllı Şehir Olmalıdır? / <i>Why Should A City Be A Sustainable Smart City in The Digital Age?</i> .....	<b>205-215</b>
<b>KORKUT, Ö., GEREZ, E.;</b> Doğada Kendiliğinden Yetişebilen Bitkilerden Doğal Kauçuk Üretimi: Derleme / <i>Natural Rubber Production from Plants Growing in Nature: Review</i> .....	<b>216-228</b>
<b>TURGUT, K., KALECİ, B.;</b> İç Ortamlarda Robot Konumlarının Anlamsal Sınıflandırılması için 2B Lazer Verisi ile PointNet++ Uygulaması / <i>An Application of PointNet++ for Semantic Classification of Robot Locations via 2D Laser Data in Indoor Environments</i> .....	<b>229-246</b>
<b>DEMİR, U.;</b> Use of Anti Rolling Gyro (ARG) Optimization Systems For Planing Boats / <i>Kayıcı Tekneler İçin Yalpa Sönümleyici Cayro Sistemlerinin Kullanımı</i> .....	<b>247-261</b>
<b>ŞİRİN, H., ÇALIK, A.E.;</b> Yaşamın Farklı Alanlarında Mittag-Leffler Fonksiyonu / <i>Mittag-Leffler Function in different areas of life</i> .....	<b>262-274</b>
<b>AVAN, M., KATIRCIOĞLU, Y.Z.;</b> Bazı Dayanıklı Şeker Pancarı Çeşitlerinin <i>Rhizoctonia spp.</i> 'ye Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi / <i>Determination of Reactions of Some Resistant Sugar Beet Varieties against Rhizoctonia spp.</i> .....	<b>275-295</b>
<b>ACAR, E.;</b> Doğu Karadeniz Bölgesindeki Hidroelektrik Santrallerin (HES) Kapasite Faktörlerinin Değerlendirilmesi / <i>Determination Of The Capacity Factors Of Dam Hydroelectric Power Plants (HEPP) In Eastern Black Sea Region</i> .....	<b>296-307</b>
<b>KARAALİ, İ., ERSOY TONYALOĞLU, E., KESGİN ATAĞ, B., NURLU, E.;</b> Alan Kullanımı/Arazi Örtüsü Değişiminin Mekansal ve Zamansal Analizi: İzmir/Türkiye Örneği / <i>Analysis of Spatio-temporal Land Use/Land Cover Change: Case of Izmir, Turkey</i> .....	<b>308-324</b>
<b>ÖZAKIN, B., KURGAN, N.;</b> DC04 Kalite Sac Malzemelere Temper Haddelme ile Pürüzlülük Transferinde Yağlayıcının Etkisinin İncelenmesi / <i>Investigation of the Effect of Lubricant on Roughness Transfer with Temper Rolling to DC04 Grade Sheet Materials</i> .....	<b>325-336</b>
<b>BİÇER, A.;</b> Make Use of Volcanic Slag as Aggregate in the Production of Concrete / <i>Volkanik</i>	<b>337-347</b>

<i>Cürufun Agrega olarak Beton Üretiminde Değerlendirilmesi</i> .....	
<b>ÇELİK, Y., KENANOĞLU, B.B.;</b> Priming Uygulamalarının Farklı Gelişim Dönemlerindeki Patlıcan Tohumlarının Canlılık ve Kalitesi Üzerine Etkisi / <i>The Effect of Priming Treatments on Vitality and Quality of Eggplant Seeds in Different Maturity Periods</i> .....	<b>348-369</b>
<b>BİÇER, A.;</b> Çukurova Yöresi Yapı Taşlarının Fiziksel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma / <i>A Research on the Physical Properties of the Building Stones in Cukurova</i> .....	<b>370-379</b>
<b>ZEYBEK, A.;</b> Ön ve Arka Manşon Çapı Farklılıklarının Karde Ring İplik Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi / <i>Effect of Differences in Front and Back Cots Diameter on Carded Ring Yarn Quality Parameters</i> .....	<b>380-400</b>
<b>GÖKŞEN, F., AYÇAM, İ., BEKLER, C.;</b> Sürdürülebilirliğin Mimarlık Yüksek Lisans Programı ile Bütünleştirilmesi: Yurt Dışı ve Türkiye Örneklerinin Karşılaştırmalı Analizi / <i>Integrating Sustainability with the Master of Architecture Program: Comparative Analysis of Foreign and Turkey Samples</i> .....	<b>401-433</b>
<b>ÖZTÜRK, S.M., HALAÇ, H.H.;</b> Mekansal Aidiyet ve Kültür Turizmi İlişkisi / <i>Spatial Belonging and Cultural Tourism Relationship</i> .....	<b>434-445</b>