

ISSN : 2667-8764

# IJEASED

ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN  
MÜHENDİSLİK VE TASARIM DERGİSİ

IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN  
ANATOLIA SCIENCE ENGINEERING AND  
DESIGN

YIL/YEAR : 2019 CİLT/VOLUME : 1 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 2019)**

**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 2019)**

<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: 1**

**Aralık / December 2019**

**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, Firat University, TR*

---

---

**Baş Editör / Lead Editor**

---

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

---

---

**Uluslararası Editör / International Editor**

---

*PhD. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN*

---

---

**Yabancı Dil Editörleri / Foreign Language Editors**

---

*Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Özlem EMİR ÇOBAN, Firat University, TR*  
*Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Şehriban ERASLAN, Suleyman Demirel 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, Firat University, TR*

---

---

**Editör Kurulu / Editorial Board**

---

Prof. Dr. / Professor Dr. Niyazi ÖZDEMİR, Firat 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, Firat University, TR  
Prof. Dr. / Professor Dr. Muzaffer AŞKIN, Munzur University, TR  
Prof. Dr. / Professor Dr. Mustafa DÖRÜCÜ, Firat University, TR  
Prof. Dr. / Professor Dr. Mahmut DOĞAN, Erciyes University, TR  
Prof. Dr. / Professor Dr. Hakan Fehmi ÖZTOP, Firat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Özlem EMİR ÇOBAN, Firat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mehmet Zülfü ÇOBAN, Firat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ali Kaya GÜR, Firat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ayhan ORHAN, Firat 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. Ömer GÜLER, Mersin University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Çetin ÖZAY, Firat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Murat Yavuz SOLMAZ, Firat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. İhsan KIRIK, Bingöl University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Soner BUYTOZ, Firat 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, Firat University, TR

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. İlyas SOMUNKIRAN, Firat 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, Firat 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 İŞİKOĞLU, Karabuk 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  
Öğr. Gör. Dr. / Dr. Instructor 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, Firat University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Canan BAŞLAK, Selcuk University, TR  
PhD. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN  
Araş. Gör. / Research Assist. Esra TUĞRUL TUNÇ, Firat University, TR  
Araş. Gör. / Research Assist. Mustafa TUNÇ, Firat 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, Firat University, TR  
Öğr. Gör. / Instructor Umut SARAY, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR  
Makine Yük. Müh. (PhD) / Mechanical Eng. PhD Fulya ERDEMİR, Gazi University, TR  
Makine Yük. Müh. (PhD) / Mechanical Eng. PhD Sümeyye ERDEM, Yozgat Bozok University, TR  
Yüksek Mimar (PhD) / Architect MSc. Gülçin SÜT, Yıldız Technical University, TR  
Kimyager (PhD) / Chemist PhD Lutfiye SİRKA, Firat University, TR  
İstatistik / PhD Statistics Mine DOĞAN, Firat University, TR  
Bilgisayar Yük. Müh. / Computer Eng. MSc Elif Işılay ÜNLÜ, Firat 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, Firat University, TR*

### **Yayın Türü / Publication Type**

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

### **Yayın Tarihi / Publication Date**

**15 / 12 / 2019**

*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), Elazig / 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 2019)

**ISSN: 2667-8764**

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

**Sayı / Issue: 2**

**Cilt / Volume: 1**

**Aralık / December 2019**

**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  
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. 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. 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  
Öğr. Gör. Dr. / Dr. Instructor Tayfun ÇETİN, Hakkari University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Gamze AYDIN ERYILMAZ, Ondokuz Mayıs University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Pelin YILMAZ SANCAR, Fırat University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Canan BAŞLAK, Selcuk University, TR  
PhD. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN  
Araş. Gör. / Research Assist. Esra TUĞRUL TUNÇ, Fırat University, TR  
Araş. Gör. / Research Assist. Mustafa TUNÇ, Fırat 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  
Öğr. Gör. / Instructor Umut SARAY, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR  
Makine Yük. Müh. (PhD) / Mechanical Eng. PhD Fulya ERDEMİR, Gazi University, TR  
Makine Yük. Müh. (PhD) / Mechanical Eng. PhD Sümeyye ERDEM, Yozgat Bozok University, TR  
Yüksek Mimar (PhD) / Architect MSc. Gülçin SÜT, Yıldız Technical University, TR  
Kimyager (PhD) / Chemist PhD Lütfiye SİRKA, Fırat University, TR  
İstatistik / PhD Statistics Mine DOĞAN, Fırat University, TR  
Bilgisayar Yük. Müh. / Computer Eng. MSc Elif Işılay ÜNLÜ, 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 2019)

**ISSN: 2667-8764**

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

**Sayı / Issue: 2**

**Cilt / Volume: 1**

**Aralık / December 2019**

**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  
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. Ömer GÜLER, Mersin University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Levent Cenk KUMRUOĞLU, Cumhuriyet 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. 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. 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

Öğr. Gör. Dr. / Dr. Instructor Tayfun ÇETİN, Hakkari University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Gamze AYDIN ERYILMAZ, Ondokuz Mayıs University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Pelin YILMAZ SANCAR, Fırat University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Canan BAŞLAK, Selcuk University, TR  
PhD. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN  
Araş. Gör. / Research Assist. Esra TUĞRUL TUNÇ, Fırat University, TR  
Araş. Gör. / Research Assist. Mustafa TUNÇ, Fırat 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  
Öğr. Gör. / Instructor Umut SARAY, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR  
Makine Yük. Müh. (PhD) / Mechanical Eng. PhD Fulya ERDEMİR, Gazi University, TR  
Makine Yük. Müh. (PhD) / Mechanical Eng. PhD Sümeyye ERDEM, Yozgat Bozok University, TR  
Yüksek Mimar (PhD) / Architect MSc. Gülçin SÜT, Yıldız Technical University, TR  
Kimyager (PhD) / Chemist PhD Lütfiye SİRKA, Fırat University, TR  
İstatistik / PhD Statistics Mine DOĞAN, Fırat University, TR  
Bilgisayar Yük. Müh. / Computer Eng. MSc Elif Işıluy ÜNLÜ, 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 2019)

**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: 1**

**Aralık / December 2019**

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

---

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

---

Prof. Dr. / Professor Dr. Mahmut DOĞAN, Erciyes University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Özlem EMİR ÇOBAN, Fırat University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Munise Didem DEMİRBAŞ, Erciyes University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Berna TÜRKEKUL, Ege University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Dilek BİLGİÇ ALKAYA, Marmara University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mehmet BARAN, Ankara Yildirim Beyazıt University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Murat DAL, Munzur University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Salih TOSUN, Duzce University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Elif KILIÇ DELİCE, Atatürk University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ezgi TOK, Kırklareli University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Fahriye Bihter ZAIMOĞLU ONAT, Cukurova University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. İsmail KIRBAŞ, Mehmet Akif Ersoy University, TR  
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mutlu Tahsin ÜSTÜNDAĞ, Gazi University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Bilgin ZENGİN, Munzur University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Ayfer BECEREN, Marmara 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. Duygu Nur ÇOBANOĞLU, Bingol University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Mümtaz MUTLUER, Necmettin Erbakan University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Nuran TAPKI, Hatay Mustafa Kemal University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Dilek ŞENTÜRK DEMİREL, Dicle University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Bengü ÖZTÜRK, Yeditepe University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Hande BALTACIOĞLU, Nigde Omer Halisdemir University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Cem BALTACIOĞLU, Nigde Omer Halisdemir University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Şenay ÇABUK, Mimar Sinan Guzel Sanatlar University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Esin SARIMAN ÖZEN, Mimar Sinan Guzel Sanatlar University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Eylem Ezgi FADİLOĞLU, Yasar University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Dilan ALP, Sirtak University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ, Munzur University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Mehmet Emin ÖNCÜ, Dicle University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Rukiye UZUN, Bulent Ecevit University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Hatice Diğdem OKSAL, Malatya Turgut Ozal University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Şerife TOPKAYA, Tokat Gaziosmanpasa University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Eyüphan MANAY, Erzurum Teknik University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Nehir TOKGÖZ, Osmaniye Korkut Ata University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Aysu UĞURLAR, Van Yuzuncu Yil University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Seval CÖMERTLER, Usak University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Şükrü Taner AZGIN, Erciyes University, TR  
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Gümüş Funda GÖKÇE, Düzce University, TR  
Dr. Öğr. Görevlisi / Dr. Instructor Mustafa TANRIVERDİ, Gazi University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Gamze AYDIN ERYILMAZ, Ondokuz Mayıs University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Pelin YILMAZ SANCAR, Fırat University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Gülden DOĞAN, Fırat University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Duygu TOSUN, Ege University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Özlem DEMİRCİ TURGUNBAYER, Dicle University, TR  
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Şilan BATURAY, Dicle University, TR  
Dr. Şerif KAHRAMAN, Gap Uluslararası Tarımsal Araştırma Ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, TR  
Dr. Lütfiye SİRKA, Fırat University, TR  
Araş. Gör. / Research Assist. Esra TUĞRUL TUNÇ, Fırat University, TR  
Araş. Gör. / Research Assist. Tuba ADAR, Atatürk University, TR  
PhD / Malz. Yük. Müh. / Materials Eng. MSc Semih TAŞKAYA, Fırat University, TR  
Makine Yük. Müh. (PhD) / Mechanical Eng. PhD. Fulya ERDEMİR, Gazi University, TR  
Harita Yük. Müh. / Survey Eng. MSc Mehmet Emin YILDIRIM, Ondokuz Mayıs 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 2019)

**ISSN: 2667-8764**

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

**Sayı / Issue: 2**

**Cilt / Volume: 1**

**Aralık / December 2019**

---

**İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS**

---

**Araştırma Makalesi / Research Article**

**Elektrik ve Elektronik Mühendisliği / Electrical and Electronics Engineering**

- İbrahim  
AKKURT  
Hayri ARABACI
- Sürücüden Beslenen Asenkron Motorlarda Rulman Arızalarının Stator Akımı Kullanarak Tespiti**  
*Detection of Bearing Faults by Using Stator Current in Inverter-Fed Induction Motor*
- 122

**Fen Bilimleri (Biyoloji) / Science (Biology)**

- Azize  
DEMİRPOLAT  
Ömer KILIÇ
- Genç (Bingöl-Merkez) İlçesi ve Çevresi Florasında Arıcılık Açısından Önemli Bitkiler**  
*Bingöl-Genç Environment in the Flora Important Plants for Beekeeping*
- 135

**İnşaat Mühendisliği / Civil Engineering**

- Selim TAŞKAYA
- İnşaat Yapım İzni İçin Temel Nokta Olan İmar Çapları Üzerine Bir Araştırma**  
*A Research on Zoning Diameters which is the Basic Point for Construction Permits*
- 142

**Derleme Makalesi / Review Article**

**Gıda Mühendisliği / Food Engineering**

- Farnaz  
NASERİFAR  
Özge ÖZER  
Alev Emine  
İNCE COŞKUN
- Protein Based Encapsulation of Antioxidants: Methods, Functionality of Components, and Applications**  
*Protein Temelli Antioksidan Enkapsülasyonu: Metotlar, Bileşenlerin Fonksiyonları ve Uygulamalar*
- 154

**Fen Bilimleri (Biyoloji) / Science (Biology)**

- Ali DOĞRU **Bitkilerde Antioksidan Sistemler ve Tuz Stresine Verdikleri Yanıtlar** 164  
*Antioxidant Systems in Plants and Responses to Salt Stress*

**Araştırma Makalesi / Research Article**

**Elektrik ve Elektronik Mühendisliği / Electrical and Electronics Engineering**

- Ahmet Oğuz  
GÖK **Yapay Sinir Ağları Kullanarak Kısa Dönem Güneş Enerjisi Santrali** 186  
Ceyhan YILDIZ **Üretim Tahmini: Kahramanmaraş Örnek Çalışması**  
Mustafa *A Short Term Solar Power Plant Generation Forecast Using Artificial Neural*  
ŞEKKELİ *Networks: Kahramanmaraş Case Study*

**İnşaat Mühendisliği / Civil Engineering**

- Saeid **Investigation of Displacement Behavior of Reinforced Concrete Shear** 196  
FOROUGHİ **Walls with Different Plastic Hinge Relationships**  
Süleyman *Betonarme Perde Duvarların Farklı Plastik Mafsallara İlişkilerine göre Deplasman*  
Bahadır YÜKSEL *Davranışlarının Araştırılması*

**Metalurji ve Malzeme Mühendisliği / Metallurgy and Materials Engineering**

- Semih **AISI 51100 ve AISI 52100 Rulman Çelik Tüplerin ANSYS Paket** 212  
TAŞKAYA **Yazılımında Basınca Göre Gerilmelerinin İncelenmesi**  
Bilgin ZENGİN *Investigation of Stress by Pressure ANSYS Package Software of Tubes Bearing*  
Kürşat KAYMAZ *Steel AISI 51100 and AISI 52100*  
Muzaffer AŞKIN

**Derleme Makalesi / Review Article**

**Ziraat / (Bitki Bilimleri) / Agriculture / (Plant Sciences)**

- Uğur SEVİLMİŞ **Gübre Uygulamalarının Ayçiçeğinin Kuraklık Toleransına Etkisi** 228  
Deniz SEVİLMİŞ *Effect of Fertilizer Applications on Drought Tolerance of Sunflower*

**Ziraat / (Bitki Bilimleri) / Agriculture / (Plant Sciences)**

- Uğur SEVİLMİŞ **Soya Bitkisinde Tütün Çizgi Virüsü (Tobacco streak virus, TSV)** 236  
Deniz SEVİLMİŞ *Tobacco Streak Virus (TSV) in Soybeans*

**Araştırma Makalesi / Research Article**

**Makine Mühendisliği / Mechanical Engineering**

- Aslı **İçerisine Delikli Şerit Eleman Yerleştirilen Borudaki Isı Transferi ve Akış** 246  
DURMUŞOĞLU **Karakteristiklerinin YSA ile Tahmini**  
Sibel GÜNEŞ *ANN: Prediction of Heat Transfer and Fluid Characteristics of A Tube With*  
Ersin *Loose-Fit Perforated Twisted Tapes*  
KARAKAYA



**Bilgisayar Mühendisliği / Computer Engineering**

Mustafa TAKAOĞLU Çağdaş ÖZER Emre PARLAK	<b>Blozinciri Teknolojisi ve Türkiye'deki Muhtemel Uygulanma Alanları</b> <i>Blockchain Technology and Possible Implementation Areas in Turkey</i>	<b>260</b>
---	---	------------

**Fen Bilimleri (Kimya, Analitik) / Science (Chemistry, Analytical)**

Deniz ÇIKLA YILMAZ Osman ÖZDOĞAN Gizem BULUT Serap AYAZ SEYHAN	<b>İki Kekik Türünün (Thymbra spicata var. spicata ve Origanum onites) Antioksidan Aktivitelerinin Karşılaştırılması</b> <i>Comparison of Antioxidant Activities of Two Thyme Species (Thymbra spicata var. spicata and Origanum onites)</i>	<b>296</b>
--	---	------------



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 1(2), 122-134 , 2019  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>





Araştırma Makalesi / *Research Article*

## Sürücüden Beslenen Asenkron Motorlarda Rulman Arızalarının Stator Akımı Kullanılarak Tespiti

İbrahim AKKURT <sup>1\*</sup>, Hayri ARABACI <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Selçuk Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, 42075, Konya, Türkiye.

<sup>2</sup> Selçuk Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, 42075, Konya, Türkiye.

Yazar Kimliği / <i>Author ID (ORCID Number)</i>	Makale Süreci / <i>Article Process</i>
*Sorumlu Yazar / <i>Corresponding author</i> : <a href="mailto:akkurt_207@hotmail.com">akkurt_207@hotmail.com</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0003-4197-0006">https://orcid.org/0000-0003-4197-0006</a> , İ. Akkurt  <a href="https://orcid.org/0000-0002-9212-0784">https://orcid.org/0000-0002-9212-0784</a> , H. Arabacı	Geliş Tarihi / <i>Received Date</i> : 16.06.2019 Revizyon Tarihi / <i>Revision Date</i> : 18.07.2019 Kabul Tarihi / <i>Accepted Date</i> : 18.07.2019 Yayın Tarihi / <i>Published Date</i> : 15.12.2019
Alıntı / <i>Cite</i> : Akkurt, İ., Arabacı, H. (2019). Sürücüden Beslenen Asenkron Motorlarda Rulman Arızalarının Stator Akımı Kullanılarak Tespiti, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 1(2), 122-134.	

### Özet

Bu çalışmada sürücüden beslenen asenkron motorlardaki rulman arızalarının tespiti akım işaret analizi ve yapay sinir ağı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneyde kullanılan rulmanların çeşitli bölgelerine hasarlar verilerek yapay arızalar oluşturulmuştur. Hatalı rulmana ait motordan alınan akım sinyalleri, zaman ve frekans boyutunda incelenmiştir. Elde edilen veriler sağlam rulmana ait akım sinyali ile karşılaştırılarak farklılıklar araştırılmıştır. Her rulmana ait baskın özellikler istatistiksel ve spektral olarak belirlenerek özellik çıkarımı yapılmıştır. Belirlenen bu özellikler sayesinde yapay sinir ağı eğitilerek hata tespiti ve sınıflandırması gerçekleştirilmiştir. Rulman arızaları sınıflandırmasında %95.3 doğruluk oranına ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Akım analizi, Asenkron motor, Hata tespit, Rulman arızası.

## *Detection of Bearing Faults by Using Stator Current in Inverter-Fed Induction Motor*

### Abstract

In this study, inverter-fed induction motor of bearing fault detection is realized by stator current analysis and artificial neural network. Artificial failures are created by damaging various parts of the bearings used in the experiment. Current signals received from the motor of the faulty bearing are examined in time and frequency dimension. The differences are investigated by comparing the obtained data with the current signal of the robust bearing. The dominant

*characteristics of each bearing are determined as statistical and spectral so that feature extraction are performed. Failure detection and classification are realized by artificial neural network trained with these determined features. Failure detection are completed by classifying 95.3% accuracy rate.*

**Keywords:** *Bearing fault, Current analysis, Fault detection, Induction motor.*

## 1. Giriş

Asenkron motorlar, sağlam ve ucuz olmaları, yüksek performans değerleri ve kullanışlı olmaları nedeniyle endüstriyel sürecin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Üretim yapan tesislere bakıldığında kullanılan motorların çoğunu asenkron motorlar oluşturmaktadır. Bu motorlar zorlu üretim şartlarında çevresel faktörlerden dolayı stator, rotor ve rulmanda kendini gösteren çeşitli arızalara maruz kalırlar. Bu arızaları önceden tespit edebilmek endüstriyel sürecin sağlıklı ve kesintisiz işletilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Günümüz endüstrisinde asenkron motorların kontrolü çoğunlukla değişken hızlı sürücüler ile gerçekleştirilmektedir. Motorda oluşacak herhangi bir arızadan dolayı sürücü alarma geçse bile zamansız kesintiyi önlemek mümkün değildir. Meydana gelen arıza son safhasına geldiğinden dolayı sistemi durdurup tamir etmek gerekmektedir. Geçmişten günümüze üretim yapan sistemlerde, teknolojik gelişmelere ve zaman şartlarına göre değişik bakım yöntemleri geliştirilip uygulanmıştır. Düzeltici ya da arıza sonrası bakım, periyodik ya da zaman tabanlı bakım ve öngörülü ya da durum tabanlı bakım olmak üzere uygulanan üç çeşit bakım yöntemi vardır (Zhou, 2016). Düzeltici bakım çalışması, arıza öncesinde müdahale yapılamadığı ve müdahale etmek mümkün olmadığı için arıza meydana geldikten sonra yapılan bakım çalışmasıdır. Bu bakım yönteminde arızalanan parça yenisi ile değiştirilmek suretiyle arıza giderilir. Periyodik bakım çalışması, üretim sisteminde bulunan bir eleman üzerinde belli aralıklarda ya da üretim ve sipariş yoğunluğunun durumuna göre duruş zamanlarında sistem elemanlarının sağlamlık kontrolü gerçekleştirilerek yapılan bakımdır. Öngörülü bakım çalışması, kontrol edilecek sistem elemanlarının performans parametrelerinin izlenmesi ve bunların daha önceden belirlenmiş sağlam eleman parametreleriyle karşılaştırılması esasına dayanır. Bu yöntem sayesinde sürecin çalışmasını devam ettirebilmek için alınabilecek önlemleri belirlemek mümkündür. Diğer bakım çalışmalarından farkı, elemanın davranışındaki başlamakta olan değişiklikleri izleyerek arıza oluşmadan önce arızaya sebep olabilecek durumların belirlenmesi ve bakımın gerektiği zaman yapılmasıdır (Orhan, 2003). Asenkron motorlarda rulman arızaları üzerinde literatürde bulunan çalışmalara bakıldığında gelişim sürecinin devam ettiği görülmektedir. Asenkron motorlarda bölgesel rulman arızaları üzerinde bir yöntem önerilmiştir. Motor akım işaret analizi yapılarak rulmanı arızalı motorun stator akımından örnekler toplanmıştır. Spektral Kurtois ve Envelope Spektrum tabanlı algoritma ile arıza tespiti gerçekleştirilmiştir (Leite ve ark., 2015).

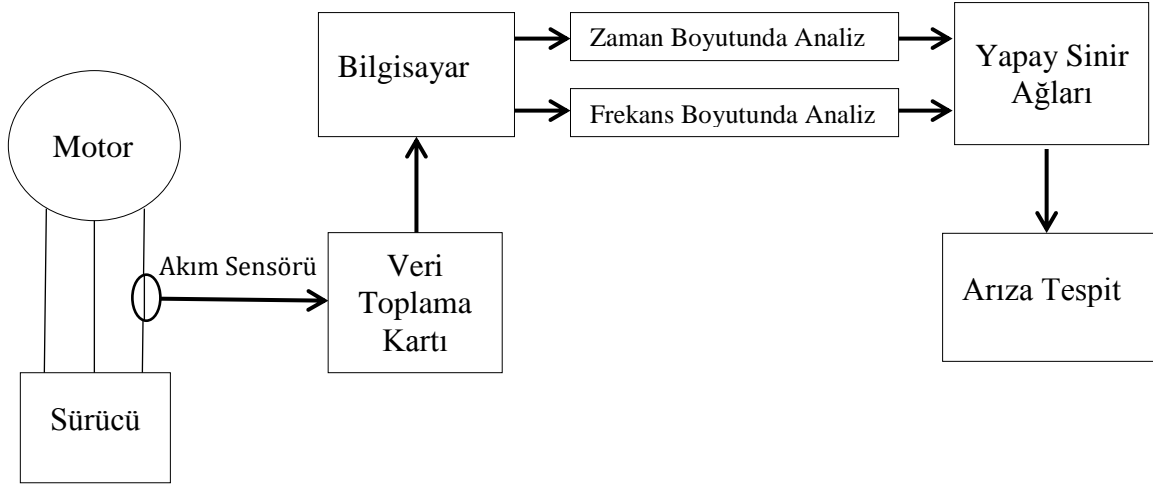
Başka bir çalışmada üç fazlı asenkron motorlarda stator akımını kullanarak rulmanda bulunan kafes ve dış bilezik arızaları üzerinde deneyler yapılmıştır. Motordan toplanan akım sinyalleri frekans spektrumuna aktarılmış ve dalgacık dönüşüm tekniğini kullanarak arıza tespiti yapılmıştır (Kompella ve ark., 2018). Diğer bir çalışmada asenkron motorlarda rulman arızalarının tespitinde akım spektrumu yöntemini önerilmiştir. Akım sinyali Hızlı Fourier Dönüşüm yöntemi ile frekans düzlemine aktarılmış ve Support Vector yöntemiyle rulmanda oluşan noktasal hatalar tespit edilmiştir (Pandarakone ve ark., 2016). Diğer bir çalışmada ise asenkron motorlarda rulman arızalarını belirlemek için akım spektrum yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmanın amacı karakteristik hata frekanslarını açıklamak ve stator akımının güç spektral yoğunluğunun zamansal değişimini değerlendirmektir (Kanemaru ve ark., 2018).

Bu çalışmada da durum izleme tabanlı bakım amaçlanmış olup sürücüden beslenen asenkron motorlarda rulman arızalarının tespiti için akım örnekleri toplanmıştır. Rulman parçalarına ait dış bilezik, iç bilezik ve kafeste yapay olarak hatalar oluşturulmuştur. Her bir durum için akım sensörü yardımıyla toplanan sinyaller veri toplama kartı ile bilgisayara aktarılmıştır. Elde edilen akım sinyallerinin zaman bölgesinde istatistiksel özellikleri ve frekans bölgesinde spektral özellikleri çıkarılmıştır. Bu özellikler çok katmanlı sinir ağının giriş parametreleri olarak kullanılıp ağ eğitilmiştir ve arıza tespit süreci tamamlanmıştır.

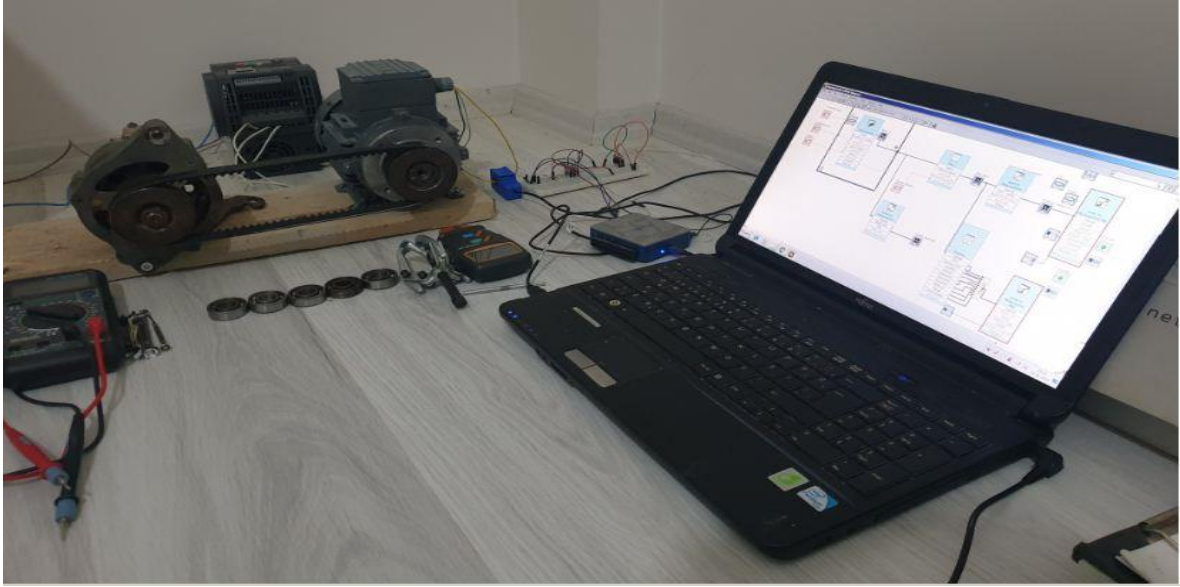
## **2. Rulman Arıza Tespit Sistemi**

Asenkron motorlarda öngörülü bakım çalışmaları incelendiğinde stator akımı yardımıyla durum izleme yönteminin kullanımı kolay ve sistem maliyetinin düşük olması nedeniyle yaygın olarak kullanıldığı gözlenmiştir. Bu çalışma için hazırlanan deney düzeneğinde sürücüden beslenen 0.37 kW güce sahip üç fazlı asenkron motorun tek fazına akım transformatorü yerleştirilerek akım sinyalinden örnekler toplanmıştır. Bu örnekler sinyal işleme teknikleri kullanılarak zaman ve frekans bölgesinde analiz edilmiştir. Hatalı rulman ve sağlam rulman durumuna ait özellikler belirlenip sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Şekil 1’de rulman arıza tespit sisteminin blok diyagramı ve Şekil 2’de deney düzeneğinin fotoğrafı verilmiştir.





Şekil 1. Rulman arıza tespit sistemi blok gösterimi



Şekil 2. Deney düzeneğinin fotoğrafı

## 2.1. Rulman Arızalarının Oluşturulması ve Verilerin Toplanması

Rulmanlarda oluşabilecek bölgesel hataları incelemek için deneyde kullanılan 6202 kod numaralı rulmanların dış bilezik, iç bilezik ve kafesinde yapay olarak arızalar oluşturulmuştur. Birinci rulmanın dış bileziğinde 1 mm derinliğinde delik açılıp motora yerleştirilerek akım örnekleri toplanmıştır. Birinci rulmana ait zaman ve frekans düzlemindeki özellikleri belirlenmiştir ve kaydedilmiştir. İkinci rulmanın iç bileziğinde 1 mm derinliğinde delik açılıp motora yerleştirilerek akım örnekleri toplanmıştır ve aynı işlemler tekrarlanmıştır. Üçüncü rulmanda iki kafesi birbirine bağlayan pim çıkartılarak motora yerleştirilmiştir ve akım örnekleri toplanmıştır. Şekil 3’de hatalı rulmanlara ait fotoğraf verilmiştir.

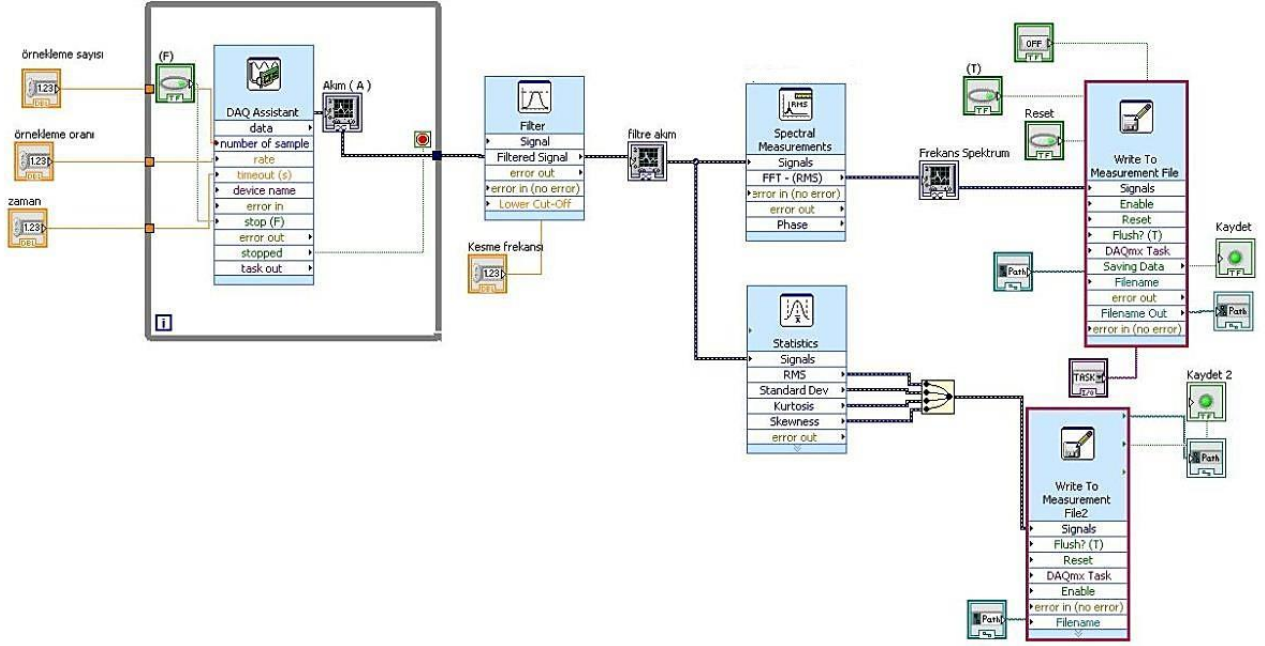


**Şekil 3.** (a) dış bileziği hatalı rulman, (b) iç bileziği hatalı rulman, (c) kafesi hatalı rulman

Motordan alınan her bir akım sinyalinden 20 kHz örnekleme frekansında 10 saniyelik veriler toplanmıştır ve 200000 veri uzunluğunda kaydedilmiştir. Sinyal, yükseltme ve filtreleme işleminden geçirilen akım örneklerinin zaman boyutunda; etkin değer, çarpıklık, basıklık ve standart sapma gibi istatistiksel özellikleri; frekans boyutunda 10000 noktalı Hızlı Fourier Dönüşümü (HFD) kullanılarak hesaplanmıştır ve kaydedilmiştir. Bu işlemler her hatalı rulman ve sağlam durum için tekrar edilmiştir. Şekil 4’de verilerin toplanması ve sinyallerin analiz edilmesi için Labview ortamında hazırlanan programın blok gösterimi verilmiştir.

## **2.2. Zaman Boyutunda Analiz**

Zaman boyutunda analiz, asenkron motorlarda arıza tespiti için güçlü bir araçtır. Sensörler kullanılarak motorlardan alınan verilerin; zaman boyutunda yapılacak her türlü analizinin en temel ve en ucuz yöntem olacağı söylenebilir. Lineer olmayan sinyallerde bile hesap kolaylığı yönüyle zaman kazancı sağladığından bu tür analiz faydalı bir şekilde kullanılmaktadır. Zaman boyutunda bir sinyali analiz etmede en basit yöntem, analiz edilecek sinyallerin karakteristiğine uygun istatistiksel işlemler uygulanarak sinyalden belirli parametreleri elde etme yoluyla sinyalin değerlendirilmesidir (Bellini ve ark., 2008). Asenkron motorlarda arıza tespiti için zaman tanımlı birçok yöntem olsa da en çok kullanılan yöntemler çarpıklık, basıklık, etkin değer ve standart sapmadır.



Şekil 4. Veri toplama ve sinyal analiz blok gösterim

### 2.2.1. Etkin Değer

Kuadratik ortalama olarak da bilinen karelerin ortalamasının karekökü, değişken verinin genliğini ölçen istatistiksel bir yöntemdir. RMS değeri eşitlik (1)'de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır (Ghate ve Dudul, 2010).

$$RMS = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^2 \quad (1)$$

$x_i$ : akım sinyalinin genliği

$N$ : ölçülen toplam genlik sayısı

### 2.2.2. Çarpıklık

İstatistiksel olarak dağılımın üçüncü momenti olan çarpıklık, reel değerli bir değişkenin olasılık dağılımının asimetri ölçüsüdür. Aynı zamanda verilerin, aritmetik ortalama çevresindeki dengeden uzaklaşma eğilimini gösterir. Eşitlik (2)'de standart sapma ve eşitlik (3)'te çarpıklık hesaplanması gösterilmiştir (Ghate ve Dudul, 2010).

$$\text{standart sapma } (\sigma) = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\bar{x} - x_i)^2} \quad (2)$$

$$\text{çarpıklık} = \frac{1}{N\sigma^3} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^3 \quad (3)$$

### 2.2.3. Basıklık

Basıklık, istatistiksel olarak dağılımın 4. momentidir ve verilerin normal dağılımına göre basıklık veya sivrilik derecesini gösterir. Basıklık, dağılım büyüklüğünün ölçülmesini sağlar ve verinin içindeki başlıca tepeleri göstermektedir ve eşitlik (4)'te gösterildiği gibi hesaplanmaktadır (Samanta ve Al-balushi, 2003).

$$\text{basıklık} = \frac{1}{N\sigma^4} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^4 \quad (4)$$

## 2.3. Frekans Boyutunda Analiz

Akım sinyallerinin güç spektrumunda frekans bileşenlerine bakarak, hasar hakkında bilgi alınabilmektedir. Rulmandan elde edilen sinyalinin frekans spektrumu elde edilerek yerel hataların frekans analizi yapılabilmektedir. Bu yöntemde rulmanın geometrik değerleri ve mil dönme frekansı bilirse rulman hasar frekansları hesaplanabilmektedir. Hasarın boyutuna bağlı olarak hasar frekanslarının genliklerinin arttığı görülmektedir (Aliustaoğlu, 2008). Bu uygulamada da akım sinyalinin spektrum grafiği incelenmiş olup sağlam ve hatalı rulmana göre tepe değerler arasındaki farklar gözlemlenmiştir. Sağlam rulmanın spektrum grafiğinde motor sürme frekansı, şebeke frekansı ve harmoniklerinde tepe değerler görülmüştür. Hatalı rulmana ait spektrum grafiğinde bunların dışında hesaplanan karakteristik hata frekanslarına denk gelen tepe değerler görülmüştür.

### 2.3.1. Motor Akım İşaret Analizi

Endüstride akım ve gerilim sinyallerinin harmonik taşımaları nedeniyle dalga şekillerinde bozulmalar meydana gelir. Bu sinyallerdeki değişimler izlenerek motorlarda meydana gelen çeşitli hatalar tespit edilebilir. Motor akım işaret analizinde stator ile rotor arasındaki hava aralığındaki değişimler hava akısı aracılığı ile stator akımını etkiler. Akıma etki edecek bu durumun izlenmesi



ile asenkron motorlarda hem mekanik hem de elektriksel arızalar tespit edilebilir. Akım sinyali motor parçalarında bir hata olmadığında ideal sinüs dalgasına yakın olmalıdır. Zaman ve frekans aralığında gösterebildiğimiz akım sinyali motorda olumsuz bir durum meydana geldiğinde bozulur. Frekans aralığında bulunan bir sinüs dalgaının tepe genliği ile zaman aralığındaki etkin değerin tepe değeri eş olmalıdır. Bu nedenle harmonik taşımayan bir sinyalin frekans spektrumunda yalnızca bir adet tepe görülmelidir. Motor akımı birçok harmonik taşınması nedeniyle frekans spektrumunda birden fazla tepe değerler görülür. Akım imza analizi, motordan toplanan akım örneklerinin daha önceden belirlenmiş çeşitli hata sinyalleri ile karşılaştırma yöntemidir ve HFD kullanılarak gerçekleştirilir (Ateş, 2016). Bu uygulamada da zaman bölgesindeki akım sinyalini frekans bölgesine aktarırken HFD yöntemi kullanılmıştır. Tek başına bu yöntem uygulandığında istenilen spektral genlik değerlere ulaşılamamıştır. Bu yöntemle spektrum grafiği tek bir çizgi halini almıştır. Hanning Pencereleme metodu uygulanarak hatalı rulmanlara ait spektrum grafikleri incelendiğinde şebeke frekansı, motor sürme frekansı ve bunların harmonik katları dışındaki genlik değerlerinde artışlar görülmüştür.

### 2.3.2. Rulman Hata Frekansı

Rulmandaki bir hata motordaki hava aralığının değişmesine neden olur ve stator akımında kaynak frekansı ve daha önce tanımlanan karakteristik rulman frekansları ile ilişkili olan eşitlik (5)'deki bağıntıyla verilen frekansları üretir (Zarei, 2007).

$$f_{rulman} = |f_r \pm m * f_{o,i,c}| \quad (5)$$

$m = 1,2,3,\dots$ , harmonik kat sayı

$f_r$  = şebeke frekansı

$f_{o,i,c}$  = dış bilezik, iç bilezik, kafes karakteristik rulman titreşim frekansları

$f_{ulman}$  = akımda oluşan rulman hata frekansı

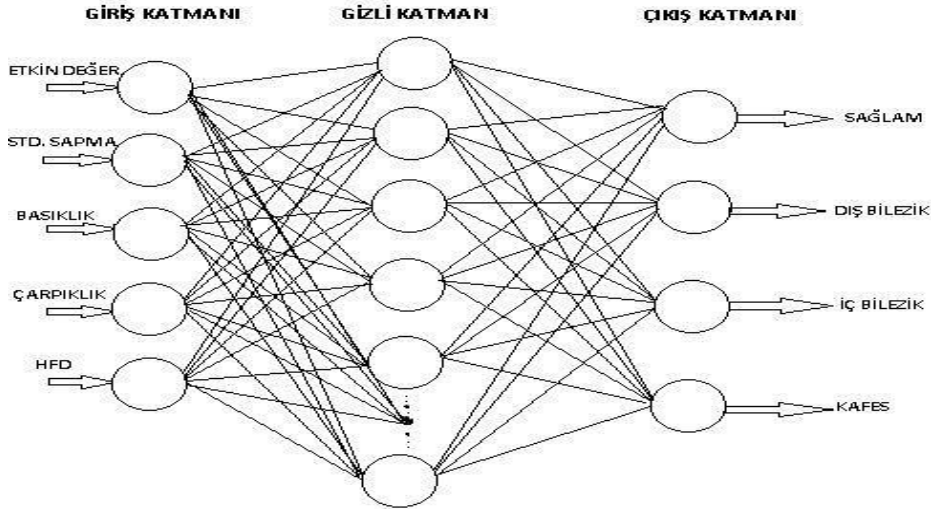
Şebekeden beslenen asenkron motorlarda akım spektrumunda şebeke frekansı ve yan bantlarında tepe değerler görülmektedir. Sürücüden beslenen asenkron motorlarda şebeke frekansıyla birlikte harmonik katlarını da hesaplamak gerekmektedir. Bu nedenle hatalı rulmanlar eşitlik (6)'da gösterildiği gibi frekanslar üretir.

$$f_{ulman} = |n * f \pm m * f_{o,i,c}| \quad (6)$$

n, m = harmonik kat sayıları

## 2.4. Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları, insan beyninin işlevlerine benzer şekilde öğrenerek yeni bilgiler türetebilme, keşfetme ve yeni şartlara uygun kararlar oluşturma gibi üstün yetenekleri otomatik olarak gerçekleştirmek için geliştirilmiş bilgisayar sistemidir (Öztemel, 2003). Yapay sinir ağları, doğrusal olmama, öğrenme, genelleme, hızlı işlem yeteneği, optimizasyon, sınıflandırma, tahmin gibi özellikleri olması nedeniyle birçok uygulamada tercih edilir (Sağiroğlu, 2003). Bu özelliklere göre farklı yapay sinir ağı modelleri geliştirilmiştir. Bu çalışma için 5 girişli, tek gizli katmanlı ve 4 çıkışlı yapay sinir ağı modeli kullanılmıştır. Şekil 5’de bu çalışma için oluşturulan yapay sinir ağı modeli verilmiştir.



Şekil 5. Uygulamada kullanılan çok katmanlı yapay sinir ağı modeli

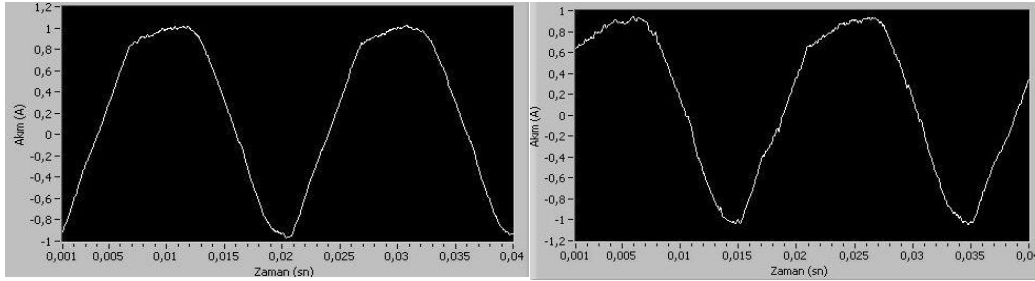
Giriş parametreleri olarak standart sapma, basıklık, çarpıklık, etkin değer ve toplam HFD değerleri 5 sütuna yerleştirilmiştir. Gizli katman sayısının belirli bir standardı olmadığından denemeler sonucunda en iyi sonuçlara 50 gizli katman seçildiğinde ulaşılmıştır ve aktivasyon fonksiyonu olarak sigmoid fonksiyonu kullanılmıştır. Çıkış katmanına sağlam durum, dış bilezik arızası, iç bilezik arızası ve kafes arızasını temsil edecek şekilde hedef matris atanmıştır ve Tablo 1’de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Yapay sinir ağı hedef matris

Sağlam Rulman	1	0	0	0
Dış Bilezik Arızası	0	1	0	0
İç Bilezik Arızası	0	0	1	0
Kafes Arızası	0	0	0	1

### 3. Bulgular ve Tartışma

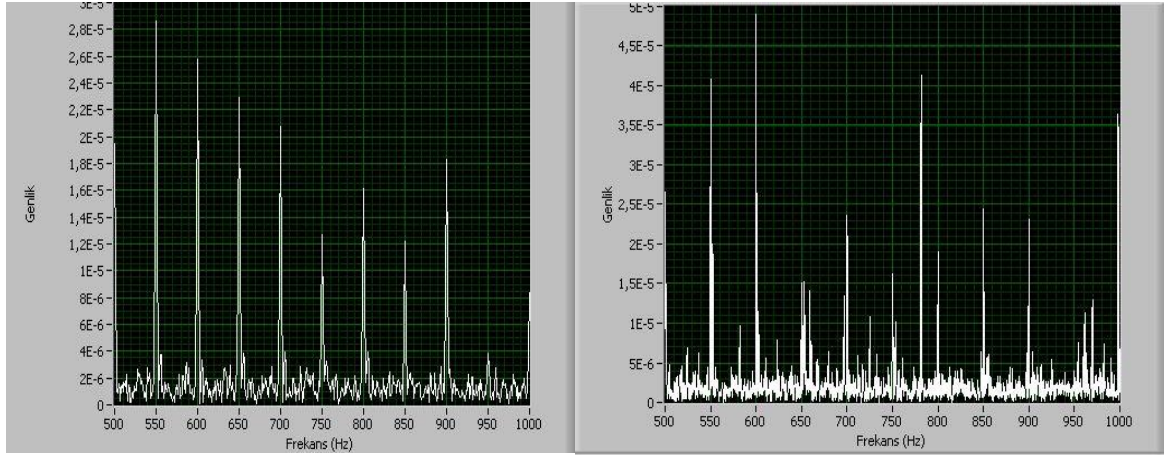
Bu uygulamada sağlam rulman ve hatalı rulmana ait akım sinyalleri toplanarak sinyal analiz teknikleriyle incelemeler yapılmıştır. Zaman ve frekans boyutundan çıkarılan özellikler kullanılarak yapay sinir ağı eğitilmiştir ve sınıflandırma işlemi tamamlanmıştır. Motordan toplanan akım sinyalleri sağlam rulmana sahip motor ile karşılaştırıldığında gürültü oranında artış ve sinyalde bozulmalar görülmüştür. Ancak arızaya sebep olabilecek birçok durum olması nedeniyle arızanın kaynağını tespit etmek mümkün değildir. Akım sinyalini daha detaylı incelemek için ileri sinyal işleme teknikleri kullanılmıştır. Şekil 6'da sağlam ve hatalı rulmana ait sinyal yükseltme ve filtreleme uygulanmış akım sinyalinden bir kesit verilmiştir.



**Şekil 6.** Sağlam ve hatalı rulmana ait akım sinyali

Labview ortamında toplanan akım sinyallerinin zaman düzleminde standart sapma, etkin değer, basıklık ve çarpıklık değerleri hesaplanıp kaydedilmiştir. HFD tekniği kullanılarak frekans düzlemine aktarılan sinyalde rulman hata frekansları araştırılmıştır. Hatalı rulmana ait spektrum grafiğinde şebeke frekansı ve harmonik katları dışında da genlik değerlerinde artışlar görülmüştür. Hesaplanan değerler ile karşılaştırma yapılarak rulman hata frekansları doğrulanmıştır. Ancak sürücünden kaynaklanan harmoniklerde artış nedeniyle ve motor şebeke frekansından farklı hızlarda kontrol edildiğinde tepe değerlerde artış görülmüştür ve hatayı tespit etmek zorlaşmıştır. Bu nedenle ileri teşhis yöntemi olarak yapay sinir ağı kullanılmıştır. Şekil 7'de sağlam rulman ve hatalı rulmanın normalize edilmiş spektrum grafiğinden kesitler verilmiştir. Hatalı rulmanların spektrum grafikleri incelendiğinde rulman hata frekanslarının 500-1000 Hz aralığında belirgin olarak

görülmüştür. Diğer frekans aralıklarında harmonik bozulmalarının artması nedeniyle hata frekanslarını tespit etmek zorlaşmıştır.



**Şekil 7.** Sağlam ve hatalı rulmana ait spektrum grafiği

Sağlam ve hatalı rulmanın akım spektrumlarında belirgin farklar bulunduğu Şekil 7'de görülmektedir. Her hatalı durum ve sağlam durum için akım sinyalinin 10000 noktalı HFD'si bilgisayar ortamında hesaplanarak kaydedilmiştir. Zaman sinyalinden çıkarılan özellikler ve frekans düzleminden çıkan özellikler birleştirilerek yapay sinir ağının giriş verisi hazırlanmıştır. Sinyal analizinden elde edilen parametreler Tablo 2'de verilmiştir. Sonuçların güvenilirliği ve verilerin zenginleştirilmesi amacıyla; sağlam durum için 10, hatalı durumlar için 11'er defa hesaplanan bu parametreler Tablo 2'deki sıraya göre yapay sinir ağının giriş kısmına toplam 43 satır ve 5 sütun olarak yerleştirilmiştir. Verilerin %60'ı eğitim, %20'si doğrulama ve %20'si test verisi olarak ayrılmıştır ve ağ eğitilmiştir.

**Tablo 2.** Yapay sinir ağı giriş parametreleri

Rulman Durumu	Etkin Değer	Standart Sap.	Basıklık	Çarpıklık	Toplam HFD
Sağlam	0.007988	0.007749	1.621911	-0.300860	0.018950
Dış Bilezik Arızası	0.005446	0.005347	1.858921	-0.376580	0.046197
İç Bilezik Arızası	0.006564	0.006396	1.944526	-0.374050	0.035492
Kafes Arızası	0.005949	0.005770	1.923561	-0.385584	0.031877

Yapay sinir ağının eğitiminden elde edilen sınıflandırma sonuçlarının gösterimi için karışıklık matrisi yöntemi kullanılmıştır. Şekil 8'de yapay sinir ağının eğitim, test ve doğruluk sonuçlarını kapsayan karışıklık matrisi verilmiştir.

10 23.3%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
0 0.0%	10 23.3%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
0 0.0%	1 2.3%	11 25.6%	1 2.3%	84.6% 15.4%
0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	10 23.3%	100% 0.0%
100% 0.0%	90.9% 9.1%	100% 0.0%	90.9% 9.1%	95.3% 4.7%
SAGLAM	DIŞ BİLEZİK	İÇ BİLEZİK	KAFES	DOĞRULUK

Şekil 8. Karışıklık matrisi sınıflandırma sonucu

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada asenkron motorlardaki rulman durumlarının stator akımı yardımıyla izlenmesi ve arıza tespiti gerçekleştirilmiştir. Motordan toplanan akım verilerinin zaman ve frekans boyutunda örnekleri toplanıp sağlam ve hatalı rulman özellikleri ayırt edilebilmiştir. Bu özellikler kullanılarak yapay sinir ağları eğitilmiş ve sınıflandırma gerçekleştirilmiştir. Sürücüden beslenen asenkron motorlarda rulman arızalarının stator akımı yardımıyla izlenmesi ve hata tespitinin mümkün olduğu önerilen yöntemle gösterilmiş ve deneysel çalışma ile gerçekleştirilmiştir. Eğitim sonuçlarını içeren karışıklık matrisi incelendiğinde %95.3 doğruluk oranıyla yapay sinir ağlarının hata ve sınıflandırma uygulamalarında etkili bir yöntem olduğu görülmektedir.

Ayrıca akım yardımıyla durum izleme yöntemi kullanılarak sinyalde oluşacak harmoniklerin izlenmesi sayesinde asenkron motorun çeşitli arızaları da tespit edilebilir. Endüstride kullanılan motorların çoğunluğunu oluşturulan asenkron motorlarda akım sinyalini kullanarak öngörülü bakım çalışması yapılabileceği görülmüştür. Bu çalışmada rulman durumunu izlerken bir motor kullanılmıştır. Aynı özelliklere sahip birden fazla motorun bulunduğu üretim yapan sistemlerde stator akımı ile aynı anda motorların durumunu izlenip hata tespiti yapılabilir. Böylece üretim yapan sistemlerde zamansız kesintiler önlenir ve motor bakım maliyetleri düşürülebilir.

## **Kaynaklar**

- Aliustaoğlu, C., (2008). *Rulman arızalarının gerçek zamanda analizi ve arıza kaynaklarının tespit edilmesi*, Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
- Ateş, M.C. (2016). Motor akım imza analizi, Voltimum Elektrik <https://www.voltimum.com.tr/haberler/akim-imza-analizi-nedir>. (Erişim Tarihi: 10 Temmuz 2019).
- Bellini, A., Filippetti, F., Tassoni, C., ve Capolino, G.A., (2008). Advances in Diagnostic Techniques for Induction Machine, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 55(12), 4109-4126.
- Ghate, V.N. ve Dudul, S.V., (2010). Optimal MLP neural network classifier for fault detection of three phase induction motor, *Expert Systems with Applications*, 37(4), 3468-3481.
- Kanemaru, M., Tsukima, M., Miyauchi, T., ve Hayashi, K., (2018). Bearing Fault Detection in Induction Machine Based on Stator Current Spectrum Monitoring. *IEEEJ Journal of Industry Application*, 7(3), 282-288.
- Kompella, K., Rao, M.V., ve Rao, R.S. (2018). Bearing fault detection in a 3 phase induction motor using stator current frequency spectral subtraction with various wavelet decomposition techniques. *Ain Shams Engineering Journal*, 9(4), 2427-2439.
- Leite, Valéria C.M.N., Silva, J.G. Borges da, Veloso, G.F.C., ve Eduardo, L., (2015). Detection of localized bearing faults in induction machines by spectral kurtosis and envelope analysis of stator current. *IEEE Trans. Ind. Electron.*, 62(3), 1855-1865.
- Orhan, S., (2003). Dönen makinelerde oluşan arızalar ve titreşim ilişkisi, *Teknoloji*, 6(3-4), 41-48.
- Öztemel, E., (2003). *Yapay Sinir Ağları*, Papatya Yayıncılık, İstanbul.
- Pandarakone, S.E., Mizuno, Y., ve Nakamura, H., (2016). Distinct Fault Analysis of Induction Motor Bearing Using Frequency Spectrum Determination and Support Vector Machine. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 53(3), 3049-3056.
- Sağiroğlu, S., (2003). *Mühendislikte Yapay Zeka Uygulamaları*, Ufuk Kitabevi, 32, Kayseri.
- Samanta, B. ve Al-balushi, K.R., (2003). Artificial neural network based fault diagnostics of rolling element bearings using time-domain features, *Mechanical Systems and Signal Processing*, 17(2), 317–328.
- Zarei, J., ve Poshtan, J., (2007). Bearing fault detection using wavelet packet transform of induction motor stator current, *Tribology International*, 763–769.
- Zhou, W., Habetler, T. G., ve Harley, R.G., (2007). Bearing condition monitoring methods for electric machines, A General Review, *IEEE international symposium on diagnostics for electric machines, power electronics and drives (pp. 3-6)*, Cracow, Poland, Sep. 6-8.





IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 1(2), 135-141 , 2019  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>





Araştırma Makalesi / Research Article

## Genç (Bingöl-Merkez) İlçesi ve Çevresi Florasında Arıcılık Açısından Önemli Bitkiler

Azize DEMİRPOLAT <sup>1\*</sup>, Ömer KILIÇ <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 12000, Bingöl, Türkiye.

<sup>2</sup> Adıyaman Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Eczacılık Meslek Bilimleri Bölümü, 02040, Adıyaman, Türkiye.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : <a href="mailto:azizetas3@hotmail.com">azizetas3@hotmail.com</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0001-7192-185X">https://orcid.org/0000-0001-7192-185X</a> , A. Demirpolat  <a href="https://orcid.org/0000-0003-3409-1572">https://orcid.org/0000-0003-3409-1572</a> , Ö. Kılıç	Geliş Tarihi / Received Date : 29.08.2019 Revizyon Tarihi / Revision Date : 24.09.2019 Kabul Tarihi / Accepted Date : 25.09.2019 Yayın Tarihi / Published Date : 15.12.2019

**Alıntı / Cite :** Demirpolat, A., Kılıç, Ö. (2019). Genç (Bingöl-Merkez) İlçesi ve Çevresi Florasında Arıcılık Açısından Önemli Bitkiler, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 1(2), 135-141.

### Özet

Arıcılık faaliyetlerinin istenen amaca ulaşabilmesi için arılık çevresindeki floranın ve özellikle de arıların polen ve nektar almak için en fazla ziyaret ettiği bitki taksonlarının tanınması, çiçeklenme döneminin, polen ve nektar akımının başlama süresinin bilinmesi ve takip edilmesi önemlidir. Bu konuya katkısı olması düşüncesiyle gerçekleştirdiğimiz bu araştırmada; Genç İlçesi (Bingöl-Merkez) ve çevresinde arıcılık açısından değerli ve arıların en fazla ziyaret ettiği bitkiler, arazi çalışmaları, alan ile yakın çevresinde arıcılık yapan kişiler ile görüşmeler ve gözlemler neticesinde belirlendi. Çalışmamız sonucunda arıcılık açısından önemli, toplamda 78 bitki taksonu tespit edildi. Belirlenen taksonların bulunduğu familyalar sırasıyla şu şekildedir: Lamiaceae (20), Fabaceae (16), Asteraceae (14), Rosaceae (7), Boraginaceae (6), Caryophyllaceae (3), Hypericaceae (2), Brassicaceae (2), Ranunculaceae (2), Apiaceae (2), Linaceae (1), Tamariceae (1), Malvaceae (1), Geraniaceae (1). Arıların en fazla ziyaret ettiği bitkiler biyotik ve abiyotik birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Çalışma alanı ve çevresinde bal arılarının en fazla ziyaret edilen bitkiler, çoğunlukla alanda dominant olan, geniş yayılış gösteren, popülasyon oluşturan ve nektar ile polen kaynağı fazla bitkilerdir. Bu çalışma ile konuyla ilgili diğer çalışmalara ve arıcılık faaliyetlerine, kaynak olacak temel veriler elde edildi.

**Anahtar kelimeler:** Flora, Arıcılık, Genç İlçesi, Bingöl.

### *Bingöl-Genç Environment in the Flora Important Plants for Beekeeping*

#### Abstract

*In order to achieve the desired purpose of beekeeping activities, it is important to recognize the flora around the apiary and especially the plant taxa that bees visit most to get pollen and nectar, to know and monitor the onset and duration of flowering, pollen and nectar flow. In this research we have carried out with the thought of contributing to this*

*subject; Genç district (Bingöl) and the surrounding area is valuable in terms of beekeeping and the most visited by bees plants, field studies, beekeeping in the vicinity of the area and was determined as a result of interviews and observations. As a result of our study, 78 plant taxa were identified. The families of the taxa identified are as follows: Lamiaceae (20), Fabaceae (16), Asteraceae (14), Rosaceae (7), Boraginaceae (6), Caryophyllaceae (3), Hypericaceae (2), Brassicaceae (2), Ranunculaceae ( 2), Apiaceae (2), Linaceae (1), Tamariceae (1), Malvaceae (1), Geraniaceae (1). The most visited plants by bees vary from ecological conditions to many biotic and abiotic factors, and the most frequently visited plants by honey bees in the study area and in the vicinity are predominantly dominant in the area, with large populations and nectar and pollen sources. With this study, the basic data that will shed light on the studies, beekeeping activities and the specialization targets of our university in this field have been obtained.*

**Keywords:** *Flora, Beekeeping, Genç, Bingöl.*

## 1. Giriş

Doğada bitki türlerinin polinasyonunda pek çok faktör etkili olup, bu faktörlerin en önemli grubunu arılar oluşturmaktadır. Arılar, bitkilerin polinasyonuna yardımcı olarak verim artışına neden olmakta ve tarımsal ekosisteme büyük katkılar sağlamaktadırlar. Arılar, özellikle de bal arıları doğal veya kültür bitkilerinden polen ve nektar toplarken, bitkilerin tozlaşmasını sağlayarak ürün artışına neden olmaktadır. Bu sayede ürünün kalitesine, ekolojik dengeye, ekosisteme, tarıma , ekonomiye, bitkilerin nesillerinin devam ederek yayılışlarının genişlemesine, erozyonu engellemeye sebep olma gibi birçok faydaları bulunmaktadır. Bal arıları, çiçekli bitkilerden polen ve nektar toplarken bitkilerin tozlaşmasına ve dolayısıyla ürün artışına, meyve ile tohum kalitesinin artmasına katkıda bulunan önemli böceklerdir (Çankaya ve Korkmaz, 2008). İlk dönemlerde, meyve türlerinde tozlaşmanın daha çok rüzgâr ile gerçekleştiği düşünülürken, daha sonra bunun özellikle de arılar tarafından yapıldığı belirlenmiştir (Freei, 1964). Böylece bu kapsamdaki çalışmalar ve uygulamalar giderek önem kazanmaya başlamıştır. Bal arılarının denetimi, bakımı ve yetiştiriciliği insanlar tarafından yapılabildiği için diğer böceklere oranla polinasyon çalışmalarında daha etkili olarak kullanılmaktadırlar.

Bingöl Merkez'e bağlı 21 km mesafede olan Genç İlçesi ile çevresi farklı ekolojik ve habitat özellikleriyle bitki tür çeşitliliği ve sayısı bakımından orijinal bir yapıdadır. Daha önce Genç ve çevresinde benzer bir çalışma yapılmamış olması nedeniyle çalışma alanı olarak bu bölge seçilmiştir. Çalışma alanı Anadolu diyagonalinin doğusunda, İran-Turan fitocoğrafik bölgesinde ve B8 karesinde yer almaktadır. Araştırma alanı ile çevresinde step, sulak alan, kayalık, ormanlık alanlar gibi farklı habitatların olması, son yıllarda alan ve çevresinde yapılmış floristik çalışmalar (Yıldırım ve Kılıç, 2015; Yıldırım ve Kılıç, 2016; Yıldırım ve Kılıç, 2018) Genç İlçesi ve çevresinin ekolojik ve floristik açıdan orijinalliğinin bilimsel göstergelerinden bazıları olup, 2019

yılı saha çalışmaları sırasında Liliaceae (Zambakgiller) familyası, *Fritillaria* (Ters lale) cinsine ait bir türün yeni bir tür keşfedilmiş ve Genç İlçesi'nin ismi verilmiştir. Bu türü bilim alemine tanıtmak için hazırlanan yayın kabul edilmiştir. Bitkilerin arılarca kullanılmasında öncelikli amaç bal üretimi olmakla birlikte polinasyondaki rolleri de oldukça önemlidir. Arılar ile bitkiler birbirleri ile son derece bağlantılı olup, arıların beslenmesi ve bal üretmesi için bitkiler ne kadar önemli ise bitkilerin polinasyonu için de arılar o kadar gereklidir. Arıların ekosisteme, bölgenin kırsal kalkınmasına, tarıma ve ekonomiye sağladığı katkılar küçümsenemeyecek derecede olup, arılar polinasyondaki işlevleri ile bitki populasyonlarının devamlılığını sağlamakta meyve verimliliğini de artırmaktadır. Bu nedenle ülkemiz ve bölgemizde bu tür çalışmalara daha önem verilmeli, tarımda arıların kullanılması ve doğal bitki örtüsünün korunmasındaki rolleri hususundaki bilinç artırılmalıdır.

Arılık ile çevresinin bitki çeşitliliği, arı beslenmesini, arı ürünlerin verimini ve kalitesini etkilemektedir. Arıcılıkta istenilen hedefe ulaşabilmek için arıcılık yapılan yörede arıların nektar ile polen almak için en fazla ziyaret ettiği bitkilerin arılarınca iyi tanınması, çiçeklenme ve nektar akımının başlama zamanı ve süresinin iyi bilinmesi gerekir. Belirtilen konulara faydalı olması düşüncesiyle gerçekleştirdiğimiz bu çalışma ile Genç İlçesi (Bingöl-Merkez) ve çevresinde arıcılık açısından önemli belli başlı bitkiler periyodik arazi çalışmaları, alan ile yakın çevresinde arıcılık yapan kişiler ile görüşmeler ve konuyla ilgili literatürlerden yararlanılarak belirlenmiştir. Bu çalışma ile alandaki arıcılık faaliyetlerinin verimliliğine, üniversitemizin pilot üniversite ihtisaslaşması çalışmalarına katkılar sağlanması hedeflenmiş ve konuyla ilgili önerilerde bulunulmuştur.

## **2. Materyal ve Yöntem**

Bu çalışmanın bitki materyallerini, bulgular kısmında görüldüğü üzere Genç İlçesi (Bingöl-Merkez) ve çevresinde doğal yayılışlı olan ve arılarca en fazla ziyaret edilen 78 bitki taksonu oluşturmaktadır. Bu doğal bitkiler 2018 yılının vejetasyon döneminde A. Demirpolat ve Ö.Kılıç tarafından toplandı, fotoğraflandı, herbaryum tekniğine uygun şekilde kurutuldu ve teşhisleri Ö.Kılıç tarafından Flora of Turkey (Davis, 1965-1988) eserleri kullanılarak yapıldı. Bitki materyalleri Bingöl Üniversitesi Park-Bahçe Bitkileri Bölümü ve Yıldırımli Herbaryumu'nda muhafaza edilmektedir.

### 3. Sonuç ve Tartışma

2018 yılının vejetasyon döneminde Genç İlçesi (Bingöl-Merkez) ve çevresinde doğal alanlarda yayılışı olan ve arılarca en fazla ziyaret edilen 78 bitki taksonu (*Gundelia tournefortii* var. *armata*, *Centaurea fenzlii*, *Inula oculus-christi*, *Achillea millefolium* subsp. *millefolium*, *Cichorium inthybus*, *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum*, *Tanacetum parthenium*, *Anthemis wiedemanniana*, *Senecio vernalis*, *Achillea wilhelmsii*, *Taraxacum bellidiforme*, *Achillea biebersteinii*, *Anthemis tinctoria* var. *tinctoria*, *Carduus nutans* subsp. *nutans*, *Nepeta nuda* subsp. *lydia*, *Lamium album*, *Marrubium globosum* subsp. *globosum*, *Salvia multicaulis*, *Scutellaria orientalis* subsp. *orientalis*, *Teucrium parviflorum*, *Teucrium polium*, *Phlomis linearis*, *Salvia verticillata* subsp. *verticillata*, *Salvia trichoclada*, *Prunella vulgaris*, *Lycopus europaeus*, *Mentha longifolia* subsp. *typhoides*, *Sideritis vulcacina*, *Lamium maculatum*, *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, *Salvia sclerae*, *Salvia abscontidiflora*, *Salvia caespitosa*, *Thymus kotschyanus*, *Melilotus officinalis*, *Astragalus gummifer*, *Medicago sativa* subsp. *sativa*, *Trifolium campestre*, *Trigonella kotschyi*, *Lotus gebelia* var. *gebelia*, *Vicia cracca* subsp. *cracca*, *Lathyrus pratensis*, *Trifolium pratense* var. *pratense*, *Astragalus ornithopoides*, *Astragalus kurdicus* var. *kurdicus*, *Trifolium ambiguum*, *Trifolium campestre*, *Trigonella corniculata*, *Astragalus lycius*, *Colutea cilicica*, *Onosma sericeum*, *Anchusa azurea* var. *azurea*, *Alkanna tinctoria* subsp. *tinctoria*, *Echium vulgare* subsp. *vulgare*, *Anchusa leptophylla*, *Alkanna strigosa*, *Crataegus meyeri*, *Crateagus monogyna*, *Rosa canina*, *Malus sylvestris*, *Pyrus elaeagnifolia* subsp. *elaeagnifolia*, *Rubus sanctus*, *Rosa canina*, *Silene compacta*, *Dianthus calocephalus*, *Silene vulgaris*, *Hypericum scabrum*, *Hypericum perforatum*, *Ranunculus arvensis*, *Nigella oxypetala*, *Aethionema arabicum*, *Aethionema grandiflorum* var. *grandiflorum*, *Artemisia squamata*, *Lecokia cretica*, *Linum nodiflorum*, *Geranium tuberosum* subsp. *tuberosum*, *Tamarix tetrandra*, *Malva neglecta*) tespit edilip familyalara göre dağılımı; Lamiaceae (20), Fabaceae (16), Asteraceae (14), Rosaceae (7), Boraginaceae (6), Caryophyllaceae (3), Hypericaceae (2), Brassicaceae (2), Ranunculaceae (2), Apiaceae (2), Linaceae (1), Tamariceae (1), Malvaceae (1), Geraniaceae (1) şeklindedir. Dünyada doğal yayılışlı 300.000'e yakın bitkiden yaklaşık 20.000'nin arılar tarafından ziyaret edildiği tahmin edilmektedir. Arılar doğada bitki türlerinin soylarını devam ettirmek ve bu bitkileri zaruri ihtiyaçları için kullanan canlıların yaşamlarını sürdürmelerine - sebep olmaktadır. Dünyada arıların yoğun olarak ziyaret ettiği bitki türleri Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae, Onagraceae ve Cactaceae gibi önemli familyalarda yer almakta olup, çalışmamızda ise Lamiaceae, Fabaceae ve Asteraceae olarak

belirlenmiştir. Zengin (1997), Erzurum ve yöresinde bal arılarının en çok ziyaret ettiği bitkiler ve bunların çiçeklenme dönemlerini incelediği çalışmada, arıların 25 familyaya ait 105 bitki türünü ziyaret ettiğini saptamıştır.

Arılarca en fazla ziyaret edilen doğal bitki türlerinin habitatlarında sürdürülebilir şekilde devamlılığının sağlanmasına yönelik koruma yöntemlerinin birbirini tamamlar nitelikte uygulanması, alan ve çevresinde yer alan arıcılık faaliyetlerinin daha kazançlı yapılmasındaki en önemli faktörlerden biridir. Bingöl'ün arıcılık açısından kalkınması için mevcut potansiyellerini en iyi şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, nektarlı ballı bitkisel kaynakların belirlenmesinin, bunların arılık ile çevresindeki doğal habitatlarında muhafaza edilmesinin ve bu kapsamdaki çalışmaların desteklenmesinin önemi büyüktür. Floral kaynaklar bakımından oldukça zengin olan Bingöl ile Genç İlçesi'nde bal üretimi için uygun koşullar bulunmasına rağmen, nektar ve polen bitkilerinin tanınması ve çiçeklenme periyotlarının belirlenmesiyle ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır. Farklı arı ürünlerini nitelik ve nicelik yönünden istenilen özellikte elde edebilmek ve il arıcılığını ilk sıralara taşımak için arılık çevresinde arıların en fazla tercih ettiği bitkilerin bilinip korunarak yaygınlaşmasını sağlamak ve çiçeklenme ile nektar akımının başlama ve devam süresini bilmek en önemli hususların başında gelmektedir.

Bu çalışmada nektar ve polen veren ve arılarca çok ziyaret edilen bitkilerin belirlenmesiyle; araştırmacılara, yöre arıcılığına ve Bingöl Üniversitesi'nin pilot üniversite kapsamındaki çalışmalarına katkı sağlanması amaçlanmıştır. Ayrıca bu çalışma ildeki arıcılık faaliyetlerine katkı sağlayacak, arılıklar ile çevresindeki arılarca çok tercih edilen doğal ve kültür bitkilerinin verimliliğini artıracaktır. Konuyla ilgili üniversitemizin ihtisaslaşmasını artıracak, tespit edilen bitkilerin pilot üniversite kapsamındaki diğer çalışmalarda değerlendirme potansiyeli olabilecek önemli temel veriler elde edilmiştir.

## **Teşekkür**

Bu çalışma Bingöl Üniversitesi Bölgesel Kalkınma Odaklı Misyon Farklılaşması ve İhtisaslaşması Programı kapsamında (Proje no: PİKOM-Bitki.2018.003) desteklenmiştir.

## **Kaynaklar**

- Çankaya, N., ve Korkmaz, A. (2008). Samsun Tarım İl Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi Yayını.
- Free, J.B., (1964). Comparison of the Importance of Insect and Wind Pollination of Apple Trees. *Nature*, 201, 726–727.

- Yıldırım, Ş., Kılıç, O. (2015). New taxa of tepaloid monocots from Turkey. *Ot Sistemik Botanik Dergisi*, 22, 1-2.
- Yıldırım, Ş., Kılıç, O. (2016). New infrageneric taxa and species of *Aethionema* and their current key from Turkey. *Ot Sistemik Botanik Dergisi*, 23, 1-2, 1-66.
- Yıldırım, Ş., Kılıç Ö., (2018). Two New Species Of *Galium* L. (*G. sancakense*, *G. kaliovense*) From Bingöl Province, Turkey. *The Herb Journal of Botany*, 25 (2), 31-39.
- Davis, P.H., (2000). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, vols. 1-9, Edinburgh Univ. 1965-1988.
- Zengin, H., (1997). Bal Arısının Ziyaret Ettiği Bitkilerin Belirlenmesi. *Türkiye II. Herboloji Kongresi (1-4 Eylül 1997)*. Ege Üniv. Basımevi. 451-456.





Şekil 1. Alandaki Bazı Endemik Bitkiler



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 1(2), 142-153 , 2019  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>



Araştırma Makalesi / Research Article

## İnşaat Yapım İzni İçin Temel Nokta Olan İmar Çapları Üzerine Bir Araştırma

Selim TAŞKAYA\*

Artvin Çoruh Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama, 08100, Artvin, Türkiye.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : <a href="mailto:selim_taskaya@artvin.edu.tr">selim_taskaya@artvin.edu.tr</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0002-4290-3684">https://orcid.org/0000-0002-4290-3684</a> , S. Taşkaya	Geliş Tarihi / Received Date : 24.08.2019 Revizyon Tarihi / Revision Date : 27.08.2019 Kabul Tarihi / Accepted Date : 27.08.2019 Yayın Tarihi / Published Date : 15.12.2019
Alıntı / Cite : Taşkaya, S. (2019). İnşaat Yapım İzni İçin Temel Nokta Olan İmar Çapları Üzerine Bir Araştırma, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 1(2), 142-153.	

### Özet

Türkiye’de en büyük sektörlerden birisi de inşaat sektörüdür. Sektör içerisinde, önemli nokta, hangi türden yapı yapılırsa yapılsın, bağlı bulunduğu kurumdan izin alınmasıdır. Belediye imar veya mücavir alan sınırları içerisinde ya da özel il idaresi sınırları içerisinde, konut, ticaret, sanayi, resmi kurum,, sağlık, dini tesis alanlarının yapımını için, ilk aşama imar çaplarının alınmasıdır. İmar çapları, ruhsat ve iskan raporlarının alınması için ilk aşamadır. İmar çapları, ayrık, blok, bitişik plan tipinde ilgili planlı tip ya da plansız tip imar yönetmeliği ve ilgili kurumun plan notları çerçevesinde, zemin üzerinde çekme mesafelerinin gösterilmesidir. Çeşitli versiyonları olan bu imar çapı işlemlerinin, amacı düzgün şehirciliğe yorum getirmektir. Netcad, Autacad, Ansys, Microstation vb. tüm paket programlarda yapılabilir. Çalışmamızda örnekleri, Netcad programında üreterek, imar çapı hakkında gerekli dökümantasyon oluşturuldu.

**Anahtar Kelimeler:** İnşaat, İmar çapı, Netcad.

## *A Research on Zoning Diameters which is the Basic Point for Construction Permits*

### Abstract

One of the biggest sector in Turkey is the construction industry. The important point in the sector is to get permission from the institution to which it belongs, regardless of the type of structure. Within the boundaries of municipal zoning or adjacent areas or within the boundaries of the special provincial administration, the first stage is to take the zoning diameters for the construction of residential, commercial, industrial, governmental, health and religious facility areas. Zoning diameters are the first stage for obtaining license and settlement reports. Zoning diameters, discrete, block, adjoining plan type of planned or unplanned type zoning regulations of the relevant institution and within the framework of the plan notes, the drawing distance on the ground is to show. The purpose of these zoning processes,

*which are available in various versions, is to provide comments on proper urbanism. Netcad, Autacad, Ansys, Microstation and so on. can be done in all package programs. In our study, by producing the samples in Netcad program, necessary documentation about zoning diameter was created.*

**Keywords:** *Construction, Reconstruction diameter, Netcad.*

## **1. Giriş**

Ülkemizin en büyük sektörlerinden birisi, inşaat alanındaki faaliyetlerdir. İnşaat sektörü, zaman zaman durağanlığa girse de, cumhuriyetin ilk yıllarından beri, yeni bir ülkenin yapımı sürecinde önemini hiç kaybetmemiştir. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından yürütülen inşaat işlemleri, sonradan ismi değiştirilen Çevre ve Şehircilik Bakanlığı adı altında devam etmiştir. Vatandaş ya da resmi kurumlar bir arazi üzerine inşaat yapabilmesi için, belediye imar ve mücavir alan sınırları içerisinde belediyelerden, belediye imar ve mücavir alan sınırları dışında ise özel il idarelerinden izin almak durumundadır (İmar Kanunu, 2019; Taşkaya, 2019). Kadastral bir parsel ise ilgili taşınmaz, yani 18. madde uygulaması ve tevhit ifraz, yola terki ya da yoldan ihdası yapılmamışsa, kesinlikle bu haliyle inşaat için izin verilemez (İmar Kanunu, 2019). Parsel, normal imar sınırları içerisinde arsa şekline, imar sınırları dışında ise en az bir yola cephesi olacak şekilde yola terksiz ya da ihdassız şekilde olursa inşaat için izin verilir (İmar Kanunu, 2019; Taşkaya, 2019).

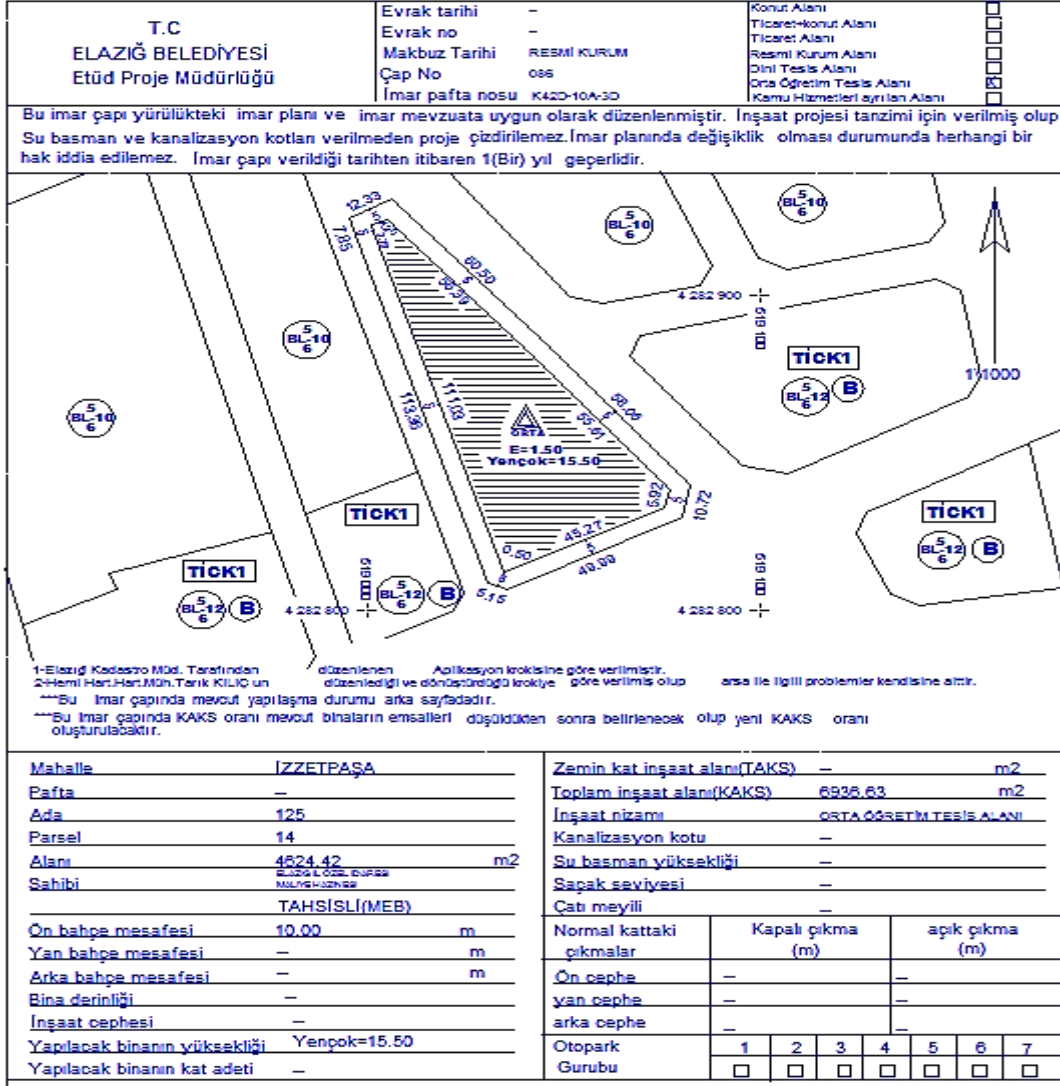
İnşaatın yapı cinsi, konut, ticaret, sanayi, konut+ticaret ya da imar sınırları dışında bağ bahçe alanları veya imar mücavir sınırları dışında ne yapılacaksa yapılsın, ilk işlem adımı imar çapıdır. İmar çapı, ulusal koordinat ya da yerel koordinat sisteminde, planlı tip ya da plansız tip alanlar yönetmeliği çerçevesinde, yapı nizamına uygun olarak çekme mesafelerinin verilmesi işlemidir. İmar çapı bir arsaya verildikten sonra, proje aşamasına geçilir. Bir yerde inşaat yapılabilmesi için temel başlangıç imar çapıdır (Taşkaya, 2019).

## **2. Yapı Nizamlarına Göre İmar Çapı Örnekleri**

İmar çapları ayırık, bitişik ve blok nizamda olmak üzere 3 ana ekseninde verilir. Halihazır arazi üzerinden alınan cephe, derinlik ve köşe koordinatları ile gelen ham datalar plan üzerinde nereye denk geliyorsa, o planın yapı nizamına göre çekme mesafeleri verilir.



İnşaat Yapım İzni İçin Temel Nokta Olan İmar Çapları Üzerine Bir Araştırma

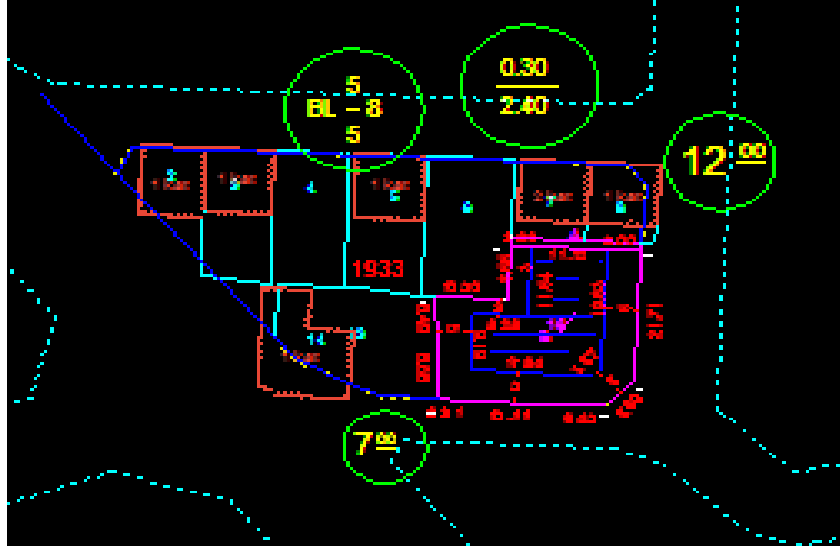


Şekil 1. Elazığ Belediyesi İmar Çapı Örneği

Şekil 1’de, Elazığ Belediyesi imar planı sınırları içerisindeki maliye hazinesi adına kayıtlı taşınmaz, planda ortaokul yani resmi kurum alanı, yapı nizamı olarak belirlenmiştir. Plan üzerinde yollara bakan kısım 10 metre olarak çekme mesafesi işlendiğinden, yollara bakan kısımlardan 10’ar metre çekilerek imar çapı verilmiştir. Ayrıca, imar çapı üzerinde cepheler ve derinlikler, emsalin yani toplam inşaat alanınının 1.50 olacağı ve Y en çok:15.50 metre, yaklaşık 0.30 taban kullanım alanı baz alınarak 5 kat civarında bir yapının yapılabileceği imar çapında gösterilmiştir (URL-1, 2019).

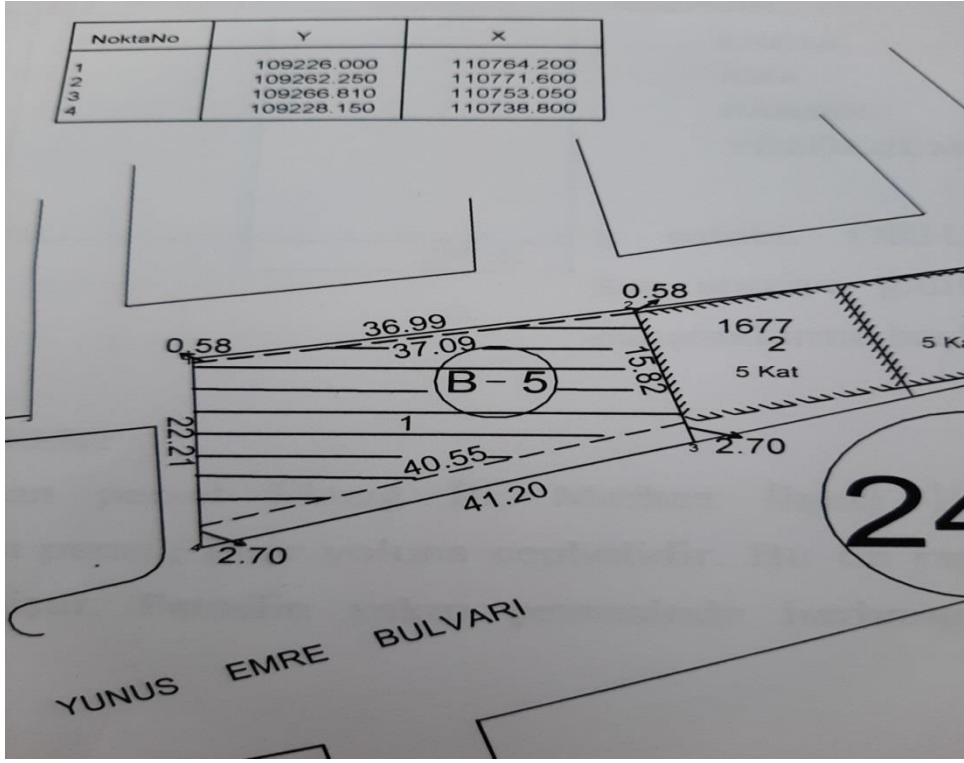
İmar çapları verilirken, ilgili taşınmazın, TAKS, taban alanı katsayısı, KAKS, kat alanları toplam sayısı=Emsal, bina kat adedi, yükseklik, cephe ve derinlik kriterlerine dikkat edilir. İmar

çapında en önemli husus, ada topyekün bir şekilde göz önünde bulundurularak, parsellerde yapıların durumu, çekme mesafeleri de mutlaka dikkat edilerek ilgili parsel çap verilmelidir.



Şekil 2. Blok nizam imar çapı örneği

Şekil 2’de bir imar adasında bulunan parsellere bakıldığında, güney köşe başında çap verilecek parselin kuzeyindeki parsel üzerinde ve batısındaki parselde 8 katlı yapı bulunmaktadır. Blok nizam konut alanı bir adada çap verilirken, normal mevzuat doğrultusunda çekme mesafeleri uygulanacaktır. Ancak yapı var ise, diğer parsellerde bunlar öncelikle dikkate alınır. Blok nizamda, inşaat bir parselde olağan olarak yapıştırılır. Burada da kuzey tarafındaki binaların parselde bakan kısmı kör yani pencere olmadığından kuzeye doğru sıfır verilmiştir. Batısındaki binanın parselde bakan yüzü pencere olduğu için mevzuat doğrultusunda yan bahçe 5 metre çekilerek, yola bakan kısımlardan da 5 er metre çekilerek inşaatın konulacağı sınırlar belirlenmiştir.

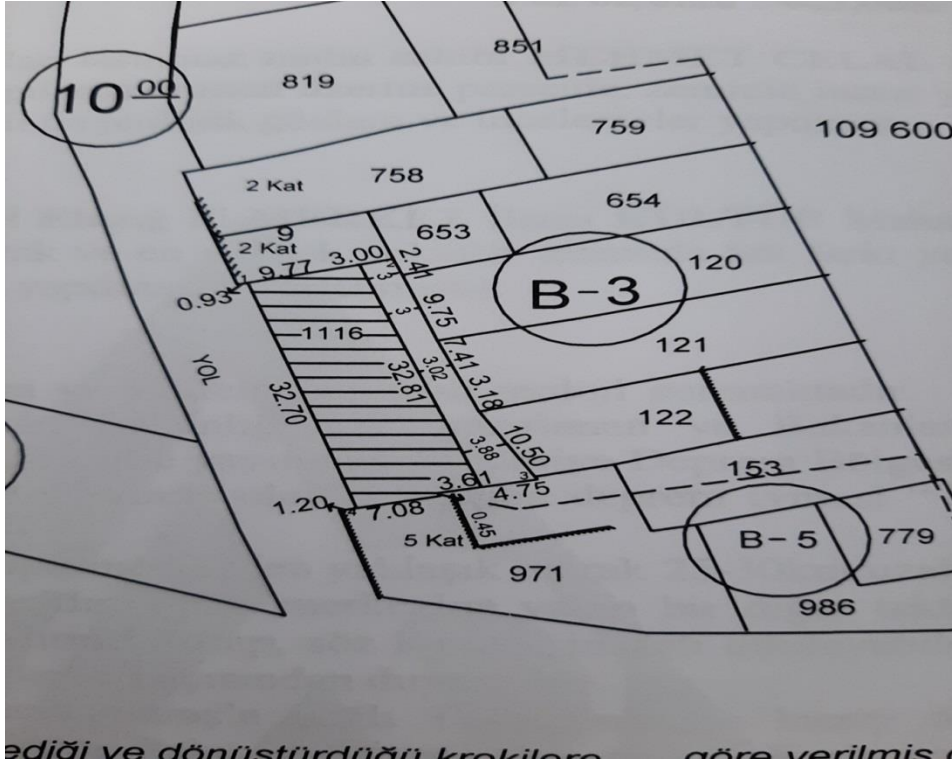


Şekil 3. Bitişik nizam imar çapı örneği

Şekil 3’de bitişik nizamda 5 katlı bir alanda imar çapı örneği gösterilmiştir. Bitişik nizamlarda ön çekme mesafesi, istisnai durumlar dışında yoktur (İmar Kanunu, 2019). Örnekte, taşınmazın 3 tarafı yola baktığından sadece doğusundaki parselde yapı olmasaydı, farklı şekilde havalandırma verilerek, imar çapı verilecekti. Ancak, doğusundaki parselde 5 katlı yapı olduğu gibi parselde yapışık verildiğinden ve ön çekme uygulandığından yapı göz önünde bulundurularak, sadece batı tarafı ön bahçe çekmesiz şekilde verilerek 2 nolu parselde yapıştırılmıştır.

İmar çapları, ayrıık, blok, bitişik nizamlarda konut, konut ticari, ticari, resmi kurum, dini tesis alanı, eğitim alanı, mahalli oyun alanı vb. plan lejantı ne ise ön bahçe, yan bahçe ve arka bahçe mesafeleri adı altında mevzuat ve ilgili bağlı kurumun meclis kararlı plan notları doğrultunda, uygulama şeklinin adıdır. Bahçe mesafeleri ve uygulama şekilleri imar kanununda belirtilmiştir.

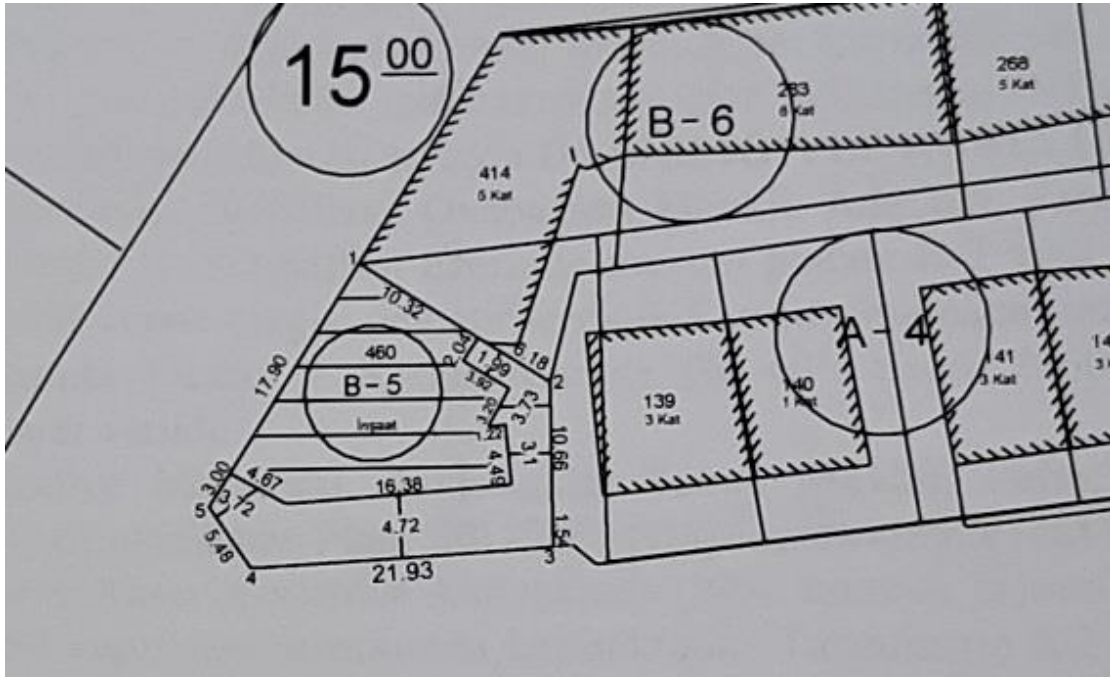




Şekil 4. Bitişik nizam imar çapı örneği

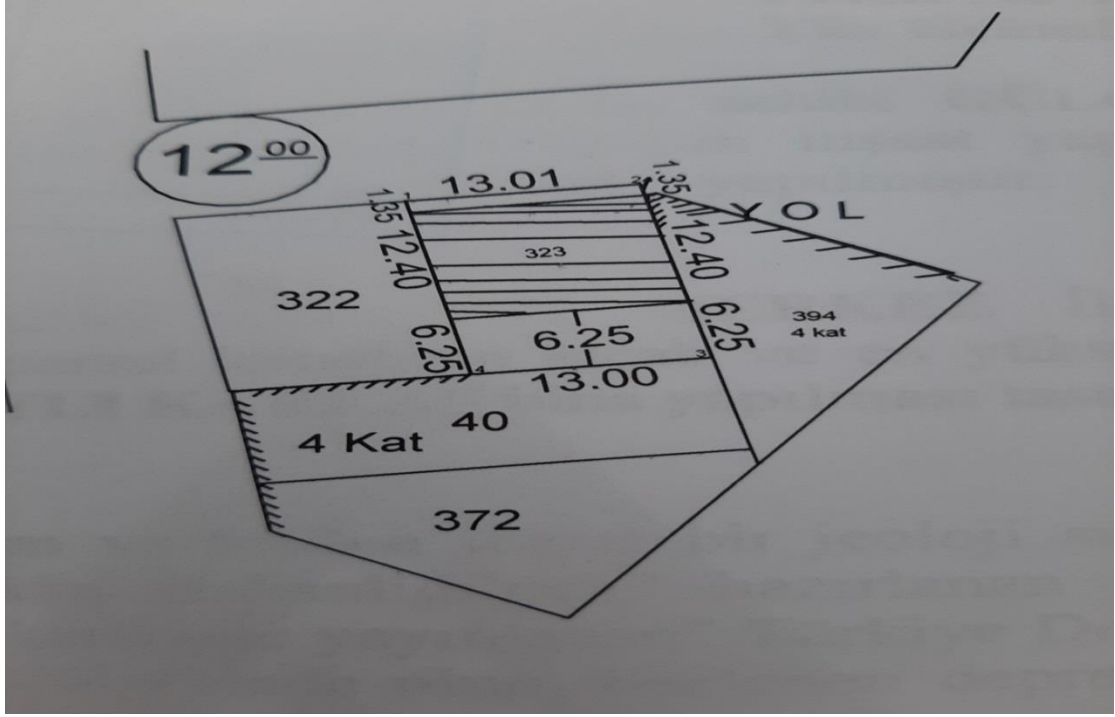
Şekil 4' de imar çapı verilen taşınmaz bitişik nizam 3 katlı konut alanında kalmaktadır. Kuzeyindeki ve güneyindeki, yapılarda dikkate alınarak, ön bahçe çekmesiz bir şekilde, arka bahçe ise 2017 yılına kadar yüksekliğin yarısı verilerek uygulanmıştır. Ancak, 1 Ekim 2017 tarihli imar kanunda 3 metreye kadar düşürülebilir ifadesi gelmiştir. Ayrıca, yine bitişik nizamlarda imar çapı verilirken, sadece bina adedi ve yüksekliği belirtilir. TAKS, KAKS oranları belirtilmez.





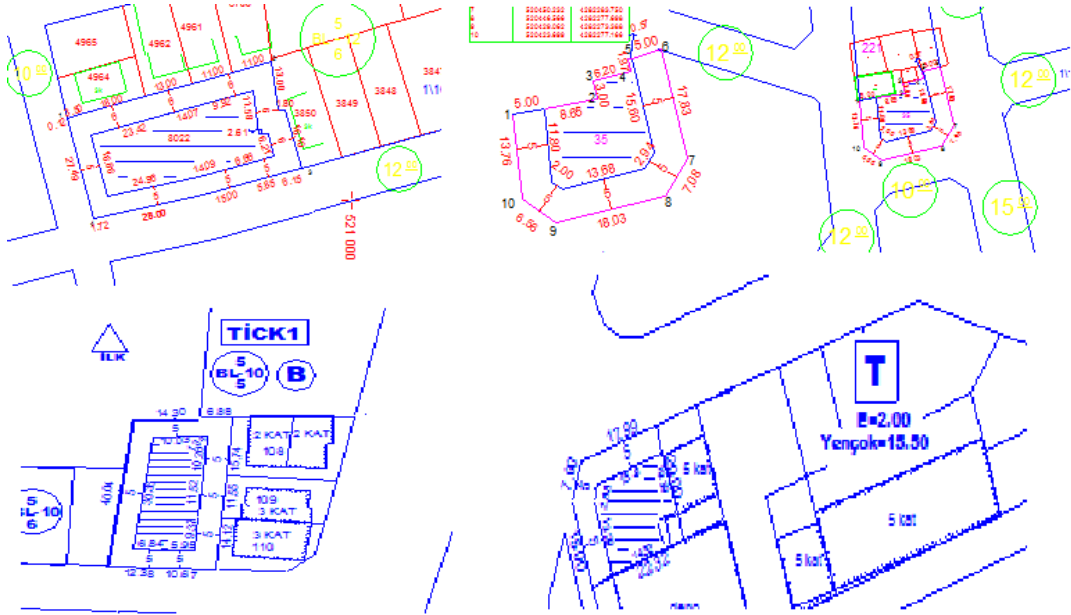
Şekil 6. Bitişik nizam imar çapı örneği

Şekil 6' da aynı ada içerisinde, 3 farklı yapı nizamı planda işlenmiştir. Adanın güneybatı yönündeki ilgili parsel sadece bitişik nizam 5 kat olduğundan, 15 metrelik yol üzerinde yola sıfır şekilde verilmiş, güney yola bakan cephe tarafında ise ayrıık nizam yapılaşma kısmındaki mülkiyet durumu dikkate alınarak, bitişik nizam olmasına rağmen ön bahçe çekmesi yapılmıştır. Görüldüğü üzere yöntem olarak, mülkiyet durumu ilk esas alındığından yerel plan notları ve imar kanuna yorum getirilebilir.



Şekil 7. Bitişik mülkiyet durumlu imar çapı örneği

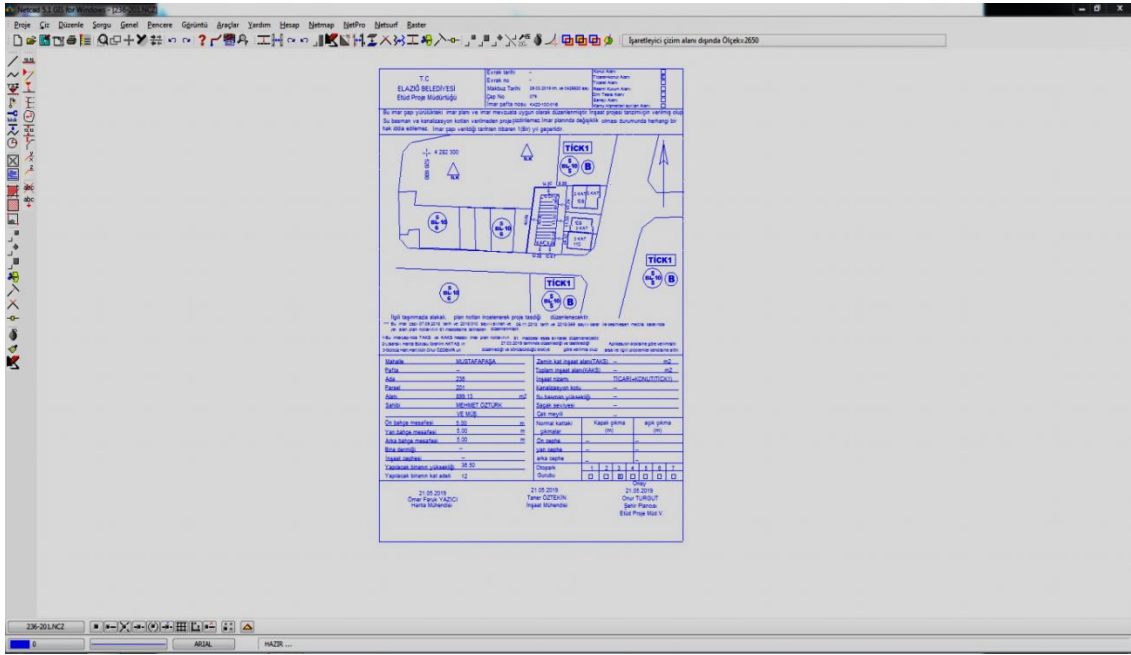
Şekil 7’ de aynen imar adasında tüm yapılaşma bittiğinden, 4 katlı bitişik yapı nizamında bir bölge üzerinde, arka bahçe mesafesi 4 katlı yüksekliğin yarısı verilerek çekilmiştir (İmar Kanunu, 2019). Ön bahçe kanuna göre olmaması lazım iken mülkiyet durumundan dolayı 1.35 metre çekilerek ön bahçe mesafesi verilmiştir.



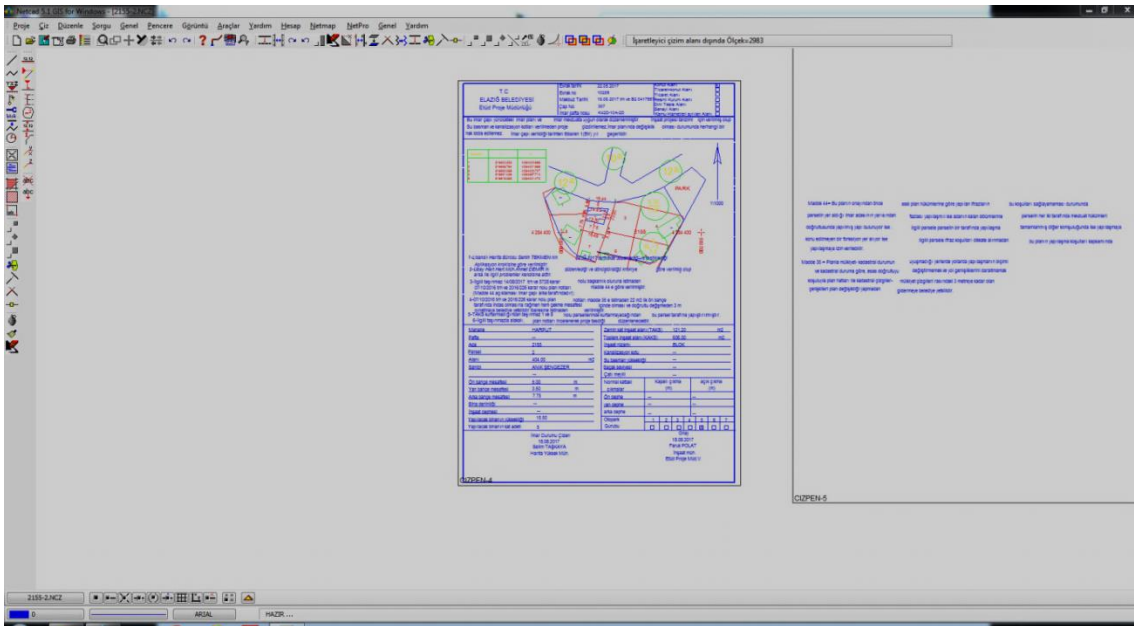
Şekil 8. Farklı yapı nizamı örnekleri

Şekil 8’ de görüldüğü üzere ister konut ister ticari, ister konut- ticari, hangi nizam yapısında olursa olsun, öncelikle ilgili belediye bağlı, belediye meclis kararlı plan notları, mülkiyet durumu ve imar kanununun planlı tip alanlar yönetmeliği ve plansız tip alanlar yönetmeliği çerçevesinde imar çapları verilir.

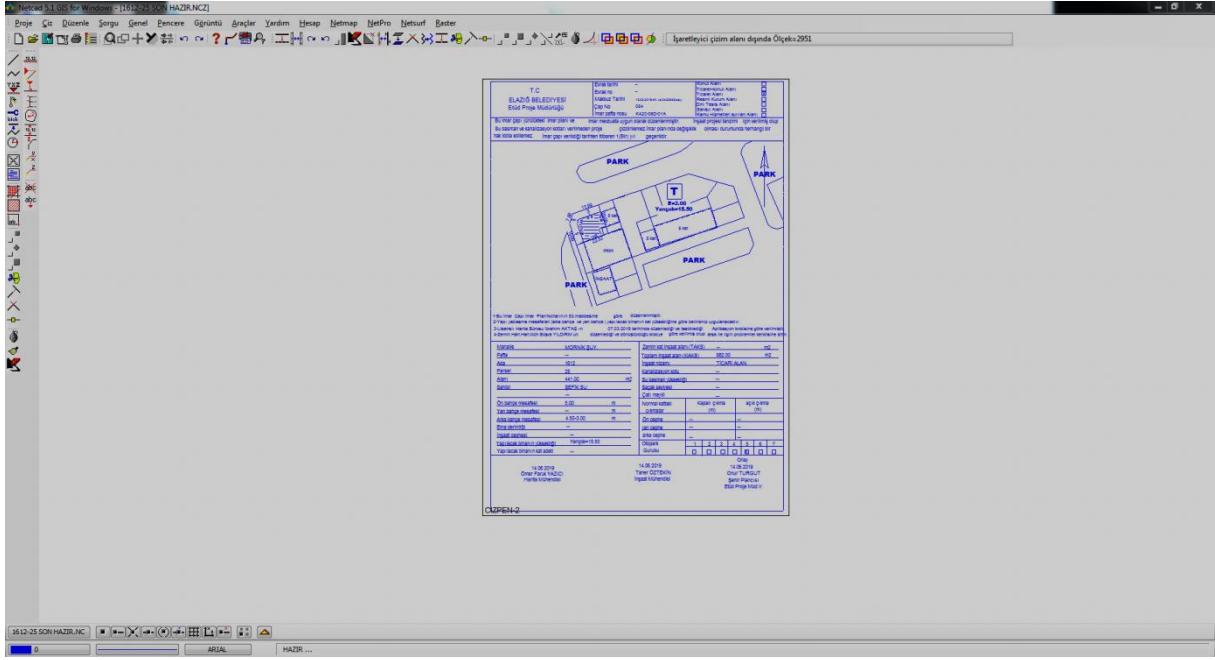
### 3. Netcad Programında İmar Çaplarının Verimesinin Gösterimi



Şekil 9. Ayrık nizam imar çapı Netcad 5.2 örneği



Şekil 10. Blok nizam imar çapı Netcad 5.2 örneği



Şekil 11. Ticari ayırık nizam imar çapı Netcad 5.2 örneği

Şekil 9, 10 ve 11’ de, Netcad programında imar çapı örnekleri görülmektedir. Öncelikle yöntemsel olarak imar çapı verilirken, programın proje kısmı 1000’ lik ölçeğe getirilir. Sonra, yerel (imar) ya da ulusal koordinat sistemine göre firmalardan gelen arazi üzerindeki hali hazır durumu, sayısal imarın üzerine oturtulur. Oturtulduktan sonra herhangi bir yola terk ya da yoldan ihdas işlemi yok ise, imar çapı verilmesi işlemine geçilir. Düzenle kısmından çekme mesafesi paralel atılarak çekilir. Çekildikten inşaatın konulacağı alan ve parselin cephe ve derinlikleri düzenle cephe yazdır dan gösterilir. Çekme mesafeleri ise, düzenle ara mesafeden yazdırılır. Parselin köşe koordinatları, netmap modülünden ya da düzenle koordinat yazdır kısmından verilir. Klişe üzerine oturtularak, netmap üzerinden TAKS, KAKS, yükseklik ve yol genişliği girilerek verilir. Böylece, netcadin proje, düzenle, çiz modülleri kullanılarak inşaat temel noktası olan imar çapları hazırlanır.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

İnşaatların temel çıkış noktası, doğru şehircilik anlayışı neticesinde adaların bütününde, parselin doğru bir şekilde kullanım şeklidir. Bu temel çıkış noktası imar çapları olarak adlandırılır. Kanun, yönetmelik, plan notları ve içtihat kararları doğrultusunda, yapı nizamlarına göre çekme mesafelerinin doğru bir şekilde uygulamaktır. Bir ada içerisinde yer alan tüm parseller göz önünde bulundurularak, özellikle mülkiyetler ve mülkiyetlerin mimari projeleri dikkate alınarak imar çapları verilmelidir. Aksi takdirde çarpık kentleşme ve ada bazlı inşaat sorunları meydana gelir.



Yeni bir şehirleşme doğrultusunda, geniş yollar ve kişi başına düşen yeşil alan oranının artırılması için, ayrı ve blok nizamlar yeni yerleşim alanlarının planlarına ve inşaat yapısına uygulanmalıdır. Şehir merkezlerinde ise imar çapları, en az cephe ve derinlik şartları sağlayacak şekilde iki yada üç parselin birleşme şartı getirilerek uygulanması doğru olacaktır. Bunun da elvermediği durumlarda, ada bütününde yapılaşma bitmiş ise, imar çapı yapı nizamına göre verilmelidir. Özellikle ticari alanlarda, aynen konutlarda olduğu gibi zeminde de çekme mesafesi herhangi bir belediye meclis kararlı plan notlarıyla delinmemelidir. Özellikle imar çaplarına uyularak, proje esnasında çaplarda gösterilen emsaller uygulanmalı ve artık alanlar (yangın merdiveni, asansör boşlukları) bu emsallere dahil edilmelidir.

### **Kaynaklar**

İmar Kanunu, (2019). Resmi Gazete, Cilt:24. Sayfa:1-378.

Taşkaya, S., (2019). Yerel Yönetimlerde İmar ve Şehircilik Faaliyetleri Üzerine Bir Araştırma, 2014-2019 Yılları Arası Belediyecilik, Elazığ İli Örneği. *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 1(1), 14-28.

URL-1, (2019). Elazığ Belediyesi , <https://www.elazig.bel.tr/meclis-gundem-kararlari-ebelediye-138> , (Erişim Tarihi: 12 Ağustos 2019).

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

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 1(2), 154-163 , 2019  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>






Derleme Makalesi / Review article

## Protein Based Encapsulation of Antioxidants: Methods, Functionality of Components, and Applications

Farnaz NASERİFAR, Özge ÖZER, Alev Emine İNCE COŞKUN\*

Ege University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, 35040, İzmir, Turkey.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : <a href="mailto:alevince@gmail.com">alevince@gmail.com</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0002-3857-4363">https://orcid.org/0000-0002-3857-4363</a> , F.Naserifar  <a href="https://orcid.org/0000-0001-7751-1800">https://orcid.org/0000-0001-7751-1800</a> , Ö.Özer  <a href="https://orcid.org/0000-0002-8952-4913">https://orcid.org/0000-0002-8952-4913</a> , A.E. İnce Coşkun	Geliş Tarihi / Received Date : 16.08.2019 Revizyon Tarihi / Revision Date : 26.09.2019 Kabul Tarihi / Accepted Date : 26.09.2019 Yayın Tarihi / Published Date : 15.12.2019
<b>Alıntı / Cite</b> : Naserifar, F., Özer, Ö., Coşkun İnce, A.E. (2019). Protein Based Encapsulation of Antioxidants: Methods, Functionality of Components, and Applications, International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design, 1(2), 154-163.	

### Abstract

This review focused on the encapsulation of antioxidants as bioactive compound in proteins. Both proteins and antioxidants are well-known for their nutritional, supplementary, and structuring effects in foods. Antioxidants are susceptible to environmental conditions during processing or storage, and thus need to be protected. Besides being good candidates for protection of antioxidants, proteins also have important techno-functional properties, such as texturizing or surfactant properties. An overview of different encapsulation methods of antioxidants was given. Type of encapsulation, such as complex formation or core-and-shell model, depends on the production method. Production methods mainly include a mixture of antioxidant and protein solutions, following a gelation or hardening step for stabilization. Alternatively, depending on the nature of the compounds, hydrophobic or electrostatic interactions were also used for the assembly. Encapsulation of antioxidants can be used for the protection purposes as well as for controlled release systems in food or medical products.

**Keywords:** Bioactive compound, Complex formation, Microcapsule, Nanoparticle, Phenolic compound.

## **Protein Temelli Antioksidan Enkapsülasyonu: Metotlar, Bileşenlerin Fonksiyonları ve Uygulamalar**

### **Özet**

*Bu derleme biyoaktif madde olarak antioksidanların proteinler içinde enkapsülasyonlarına odaklanmıştır. Proteinler ve antioksidanlar gıdalarda besleyici, takviye edici ve yapısal özellik geliştirmeleri ile bilinir. Antioksidanlar proses ve depolama sırasında çevresel faktörlerden çok etkilenir, bu yüzden korunmalıdır. Proteinler, antioksidanları korumaya iyi bir aday olmasının yanı sıra, tekstür geliştirme ve yüzey aktif özellikler gibi tekno-fonksiyonel özelliklere de sahiptir. Antioksidanların farklı enkapsülasyon yöntemleri genel olarak anlatılmıştır. Enkapsülasyon türleri, örneğin kompleks oluşumu ya da çekirdek-kabuk modeli, üretim metoduna bağlıdır. Üretim metotları temelde antioksidan ve protein çözeltilerinin karışımını, sonrasında da jelleşme ve stabilizasyon için katılma basamaklarını içerir. Ayrıca, kompleks oluşumu için bileşenlerin yapısına bağlı olarak, hidrofobik veya elektrostatik etkileşimler de kullanılabilir. Antioksidanların enkapsülasyonu, koruma amaçlı kullanılabileceği gibi gıda veya medikal ürünlerinde kontrollü salınım sistemlerinde de kullanılabilir.*

**Anahtar Kelimeler:** Biyoaktif bileşen, Fenolik bileşen, Kompleks oluşumu, Mikrokapsül, Nanoparçacık.

### **1. Introduction**

Encapsulation is mainly used for protection and efficient use of bioactive compounds, such as antioxidants or essential oils. Bioactive compounds that need some type of coating can be prone to degradation in the case of exposure to light or air, particularly oxygen or in the case of interaction with other components in the system. For instance, antioxidants as an active compound have less stability in final products and during processing. As another example volatile compounds, such as aroma, are prone to degradation and evaporate quickly, therefore encapsulation as a protection of aroma compound can decrease the evaporation rate (Nedovic et al., 2011). Alternatively, encapsulation can be used to mask odor or off-flavor of some bioactive components (Jansen-Alves et al., 2018). More than one bioactive materials can be used in the same encapsulation system, which could allow use of combined effects or synergistic effect of different bioactive materials (Nedovic et al., 2011).

Encapsulation process can be done via different routes, including physical methods such as spray drying and supercritical fluid applications; physicochemical methods such as emulsification; electrostatic interaction methods such as ionic gelation, acidic precipitation, complex coacervation and layer-by-layer deposition; hydrophobic interaction methods such as micelle and liposome formation; and chemical or enzymatic cross-linking method (Munin & Edwards-Levy, 2011; Nedovic et al., 2011). All of which have their own advantages depending on the food matrix used. Most of the time, micro- or nanoparticles are produced not to disrupt the sensorial properties of

food materials. Therefore, the term “microencapsulation” or “nanoencapsulation” is also often used (Jansen-Alves et al., 2018; Silva et al., 2018).

Phenolic compounds are naturally produced by plants as secondary metabolites (Gutierrez-Grijalva et al., 2016). In their chemical composition, aromatic rings and hydroxyl groups are present. In plants, the main function of phenolic compounds is related to the defense mechanism, which is indeed similar to the function of phenolic compounds in human body. Consumption of foods being rich in phenolic compounds was known to have an anticarcinogenic and antimutagenic effects, and also to protect against cardiovascular diseases (Baltacıoğlu & Artık, 2013). Radical scavenging effect of phenolic compounds, which is also known as antioxidant properties, increases the importance of such compounds (Gutierrez-Grijalva et al., 2016). There is still an interest on antioxidant properties of phenolic compounds, their use in food science and food industry, and their bioavailability.

Phenolic compounds and antioxidants, as bioactive materials, were widely studied in encapsulation studies (Jansen-Alves et al., 2018; Zhang et al., 2016). In these studies, the main reason is to protect the phenolic compounds, which are known with their good functional properties to human health, against environmental conditions. These conditions could be the exposure of bioactive compounds to light, heat or oxygen (Lau et al., 2017). In literature, there have been different studies on encapsulated antioxidant, for example curcumin (Yao et al., 2018),  $\beta$ -carotene (Zhang et al., 2016) and tannic acid (Lau et al., 2017). They coated or formed a matrix for antioxidants and obtained higher protection using encapsulation compared to the bare form of them.

As a coating material, also called carrier material, proteins, polysaccharides or the mixtures of them can be used (Nedovic et al., 2011). These systems can give several functional properties to the system. Physical and chemical stabilities of micro-particles or complexes, controlled release from the shell material depending on the environmental conditions, and masking of off-flavor and odors can be counted for such functional properties. Proteins, by their nature, can show many different characteristics as a wall material, such as flexibility, strength, good coverage and/or complex formation with antioxidants (Jansen-Alves et al., 2018). Besides these, proteins have high nutritional value and good emulsifying properties, which increases the possible use as an encapsulation material (Wang et al., 2016; Foegeding et al., 2017). Therefore, in this review the focus is on the protein based carrier materials in encapsulation of antioxidants as bioactive material. Encapsulation methods of antioxidants in a protein containing matrix or shell, functional properties of components separately were also addressed. Finally, possible applications were discussed.

## **2. Protein based encapsulation methods of antioxidants**

There are many techniques for encapsulation of food compounds, particularly phenolic compounds and antioxidants. In encapsulation studies, components are often in liquid form. Therefore, most of the time techniques are based on drying, such as spray drying, spray-bed-drying, fluid-bed coating, spray-chilling, spray-cooling, and melting injection (Gibbs et al., 1999; Zuidam et al., 2009). For example, spray drying has been a commonly used method for encapsulation and it generally produces a few ten  $\mu\text{m}$ -sized particles (Ferreira et al., 2007). Spray drying is an old, economic, and flexible method for encapsulation in food systems. Spray-chilling and spray-cooling methods were often used for a coating containing lipid, because of the melting point difference; however protein based coating is also convenient for these methods (Kiyomi Okuro et al., 2013). Fluid-bed coating has been applied to powder particles (bioactive material) by spraying atomized coating material with a controlled airflow and temperature. Vacuum and freeze-drying techniques can also be used for encapsulation (Ballesteros et al., 2017); however, the major disadvantage of these methods is the freeze-fractured or high porosity particle formation, which leads to poor protection of bioactive material. Emulsification, which is similar to injection, is another flexible method in encapsulation studies (Donsi et al., 2011; Nedovic et al., 2011). Depending on the emulsion type, either simple or double emulsion, bioactive material can be present in either oil phase or aqueous phase.

Proteins either formed a shell around the active material or formed complexes with the bioactive material. Although it is difficult to separate the two types of encapsulation completely, one of them often dominates the other.

Proteins, due to their gelation properties, are widely used as a shell for the encapsulation of bioactive compounds (Wang et al., 2016; Yao et al., 2018). One way to create a protein shell is to use two oppositely charged materials by inducing electrostatic attraction between these materials. In a study, zein and curcumin as bioactive materials were encapsulated within alginate and gelatin mixture to increase the bioaccessibility of zein and curcumin (Yao et al., 2018). Alginate and gelatin formed a complex, which was negatively charged. The formed complex was able to bind to the zein particles including curcumin, which were positively charged. This electrostatic deposition used in this study was the one layer deposition. Layer by layer deposition can also be done using materials with different sign of charges. Layer by layer deposition is a commonly used method in in-vitro studies, especially for the simulation of gastro and intestinal tract separately (Lau et al., 2017).

Another method to create a protein shell is to induce the gelation of protein around the bioactive material. Protein gelation can be done via denaturing the protein with heating or enzymatic cross-linking. Du and co-workers (2019) used heating and enzymatic hydrolysis for the gelation and complex formation of  $\alpha$ -lactalbumin to encapsulate  $\beta$ -carotene and reported that as long as the formed capsules were in the micelle form, protection of  $\alpha$ -lactalbumin was similar. They also showed that encapsulation process increase the stability of  $\beta$ -carotene against heating and UV light.

Protein-based encapsulation also has some limitations, particularly in the case of using some techniques. For instance, the low water solubility of proteins limits the use of spray-drying (Desai & Jin Park, 2005). Besides solubility, heat sensitivity of proteins could also limit the use of several techniques, as with the increasing temperatures proteins could aggregate or gel. Therefore, the technique and nature of protein was reported to be important on the encapsulation characteristics (Ozkan et al., 2019).

### **3. Functional properties of protein encapsulated antioxidants**

#### **3.1. Due to the presence of protein**

Proteins in encapsulation systems can serve both physicochemical and nutritional properties. As a very well-known fact, proteins increase the satiety effect, decrease hunger and blood glucose level (Diepvens et al., 2008; Pal & Ellis, 2010). In addition, proteins have many techno-functional properties due to their emulsifying and gelling capacities. Due to the amphiphilic nature of proteins, they have very good surface active properties in emulsions including oil and water (Hoffmann & Reger, 2014). Therefore, proteins in microparticulated form can be used as stabilizer at the interfaces, which is also known as Pickering stabilization. In short, Pickering mechanisms tells surface active properties can be increased with colloidal particles and thereby increasing the stability of emulsions and foams compared to the low molecular weight counterparts (Sagis & Scholten, 2014).

As micro- or nano-sized particles including protein behave as colloidal particles (Zhuang et al., 2018), they can also be used as structuring elements (Jansen-Alves et al., 2018). These particles (i.e. microcapsules in encapsulation systems) are able to modify the physical properties of foods such as texture and viscosity.

As an encapsulation material (carrier material) for the bioactive components, proteins from plant origin, such as pea, rice, soybean and ovalbumin (Jansen-Alves et al., 2018) or animal origin, such as sodium caseinate or whey proteins (Wang et al., 2016; Ebert et al., 2017) can be used.

Studies showed that both types of protein could be convenient for encapsulation systems. More importantly, hydrophilic and hydrophobic characteristics of bioactive and carrier materials can be counted as they affect the solubility, and thereby the compatibility of both materials with each other (Yao et al., 2018). Such chemical properties of proteins became important especially in controlled release systems. Yao and co-workers (2018) prepared a controlled release system that works in simulated gastrointestinal tract fluids using encapsulated curcumin in zein nanoparticles. In their study, an acidic solution was used to simulate the gastro system, whereas a neutral or basic solution was used to simulate the intestinal system together with the corresponding enzymes; and then the behavior of capsules were investigated, most commonly measuring the concentration of released bioactive compound. They have found that increased antioxidant capacity, decreased curcumin degradation, and increased curcumin solubility in gastro intestinal tract.

### **3.2. Due to the presence of antioxidants**

Antioxidants, as the name implies, contributes to prevent from or slow down the adverse effects of oxidative reactive species, such as heavy metals or metalloids. Categories of antioxidants may vary on a very large scale, from carotenoids, enzymes and hormones to vitamins, minerals and phenolic compounds (Flora, 2009). These categories indicate the difference in chemical structure and thus the action mechanism of each are also different.

A commonly known antioxidant, vitamin C (ascorbic acid) is a powerful antioxidant, which works well in aqueous media. Ascorbic acid carries electron pairs between hydroxyl and carbonyl groups. Depending on the pH of the aqueous media, ascorbic acid may be present in different reduced forms, which have different chelating property. Reactive oxygen species undergo sequential reactions with ascorbic acid, forming firstly monodehydroascorbate and then dehydroascorbate. Meanwhile, water and unreactive oxygen species are formed from reactive oxygen species (Flora, 2009).

In addition, an antioxidant prevents or slows down the chain reaction by chelating the metal ions. Toxic and carcinogenic properties of metal ions or heavy metals have known for many years (Flora, 2009). Reducing the effects of metal exposure is as important as the prevention. Therefore, the importance of antioxidants is highly important and their bioavailability should be kept efficiently.

Phenolic compounds from green tea was shown to increase the satiety effect in human (Josic et al., 2010) and in vitro studies polyphenols were reported to increase the inhibition of  $\alpha$ -amylase (Oboh et al., 2014). Partial inhibition of digestive enzymes decreased the catabolic reactions and



nutrient absorption during digestion, which was possibly increase the satiety effect (Foegeding et al., 2017).

In a recent study, the proteins containing leucine, valine, cystein, methionine, and aromatic amino acids (phenylalanine, tryptophane, and tyrosine) were reported to show strong antioxidant properties (Nwachukwu & Aluko, 2019). Such protein-derived antioxidants could work individually as well as could possess synergistic effects together with other bioactive materials. The gap in literature was reported as the development of increased antioxidant bioaccessibility of protein hydrolysates to be used in food systems (Nwachukwu & Aluko, 2019).

#### **4. Potential applications of antioxidant encapsulation with proteins in food systems**

In literature, many studies showed the potential applications for antioxidant encapsulation systems in foods (Aziz & Almasi, 2018; Silva et al., 2018; Du et al., 2019). All these studies showed the possible applications of encapsulated, thereby protected, antioxidants in food systems. For instance,  $\beta$ -carotene was encapsulated with  $\alpha$ -lactalbumin and researchers showed that the system could be used for the controlled delivery of hydrophobic compounds (Du et al., 2019). Another study aimed the encapsulation of propolis extract in proteins from different sources using spray drying and analyzing the in vitro digestion (Jansen-Alves et al., 2018). They compared the encapsulation efficiency among different proteins, namely rice, pea, soybean and ovoalbumin and found that rice and pea proteins were the best candidates to encapsulate propolis extract, as the highest encapsulation efficiency and antioxidant activity were obtained in the presence of rice and pea proteins.

Phenolic compounds from pomegranate were encapsulated using soybean protein isolate and a good encapsulation efficiency together with low degradation rate constants were reported. Encapsulated polyphenols were added to yogurt matrix and the stability behavior of phenolic compounds was found to be similar with and without encapsulation (Robert et al, 2010). The reason of this similarity could be that the yogurt protected the biomaterial by some interactions within its complex matrix.

In a different study, curcumin and catechin were encapsulated in a water-in-oil-in-water double emulsion using gelatin as in the inner phase (Aditya et al., 2015). The co-encapsulation of two different phenolic compounds was found to increase the stability against oxidation and the bioaccessibility of these compounds compared to the forms of without encapsulation. Similarly, in another study anthocyanins were encapsulated in water-in-oil-in-water emulsion system, and the

increased stability of anthocyanins in the inner phase of the double emulsion was reported (Frank et al., 2012).

Alternatively, nanoencapsulation of thyme extract with the use of whey protein based films was found to increase the mechanical stiffness and decrease water vapor permeability; therefore, the films could be a good alternative for food packaging and could also be used in medical fields (Aziz & Almasi, 2018). However, in this study encapsulation process decreased the antimicrobial activity of antioxidant against *S.aureus* and *E.coli*, due to slow release of antioxidants. Therefore, encapsulation of antioxidants to be used in the active packaging systems can still be an open area for investigation.

The subject of dairy beverages enriched with encapsulated antioxidants is also an important subject, as the interaction of proteins with antioxidants could decrease the bioavailability of antioxidants (Silva et al., 2018). Besides these interactions, antioxidants or on broader scale phenolic compounds often have bitter taste; which may alter the taste of food product. As a result, the potential applications of encapsulated antioxidants in dairy beverages are abundant. For instance, epigallocatechin-3-gallate was encapsulated using beta-lactoglobulin, nanoparticles were formed through heat-denaturation of protein, and the protection of epigallocatechin showed that the system could be used in clear beverage enrichment (Shpigelman et al., 2012). As the particles were small enough, the aggregation was not expected and therefore clear beverages could be obtained.

## 5. Conclusions

In this review, the importance of antioxidant encapsulation with the use of different proteins was emphasized. Susceptibility of antioxidants to heat, light, and oxygen can be decreased by encapsulation with proteins. This protection for bioactive compounds gives stability not only during storage but also for processing. Basic methods for the encapsulation process and their principles were stated. Drying of the mixture of bioactive and carrier compounds and injection of bioactive compound into a hardening solution were commonly used methods in encapsulation studies. Accordingly, complex formation between protein and antioxidants and core-and-shell model were the main mechanisms. Both protein and antioxidants could supply functional characteristics such as nutritional, textural or structural. Encapsulated antioxidants were shown to be used in controlled release systems and in vitro studies, which implied that such systems were useful for the design of functional beverages and medical drinks.

## References

- Aditya, N. P., Aditya, S., Yang, H., Kim, H. W., Park, S. O., & Ko, S. (2015). Co-delivery of hydrophobic curcumin and hydrophilic catechin by a water-in-oil-in-water double emulsion. *Food Chemistry*, *173*, 7-13.
- Aziz, S. G. G. & Almasi, H. (2018). Physical characteristics, release properties, and antioxidant and antimicrobial activities of whey protein isolate films incorporated with thyme (*Thymus vulgaris* L.) extract-loaded nanoliposomes. *Food and Bioprocess Technology*, *11*, 1552-1565.
- Ballesteros, L. F., Ramirez, M. J., Orrego, C. E., Teixeira, J. A., & Mussatto, S. I. (2017). Encapsulation of antioxidant phenolic compounds extracted from spent coffee grounds by freeze-drying and spray-drying using different coating materials. *Food Chemistry*, *237*, 623-631.
- Baltacıoğlu, H. & Artık, N. (2013). Study of postharvest changes in the chemical composition of persimmon by HPLC. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, *37*, 568-574.
- Desai, K. G. H., & Jin Park, H. (2005). Recent developments in microencapsulation of food ingredients. *Drying Technology*, *23*, 1361-1394.
- Diepvens, K., Haberer, D., & Westerterp-Plantenga, M. (2008). Different proteins and biopeptides differently affect satiety and anorexigenic/orexigenic hormones in healthy humans. *International Journal of Obesity*, *32*, 510-518.
- Donsi, F., Sessa, M., Mediouni, H., Mgaidi, A., & Ferrari, G. (2011). Encapsulation of bioactive compounds in nanoemulsion-based delivery systems. *Procedia Food Science*, *1*, 1666-1671.
- Du, Y., Bao, C., Huang, J., Jiang, P., Jiao, L., Ren, F., & Li, Y. (2019). Improved stability, epithelial permeability and cellular antioxidant activity of  $\beta$ -carotene via encapsulation by self-assembled  $\alpha$ -lactalbumin micelles. *Food Chemistry*, *271*, 707-714.
- Ebert, S., Koo, C. K., Weiss, J., & McClements, D. J. (2017). Continuous production of core-shell protein nanoparticles by antisolvent precipitation using dual-channel microfluidization: Caseinate-coated zein nanoparticles. *Food Research International*, *92*, 48-55.
- Ferreira, I., Rocha, S., & Coelho, M. (2007). Encapsulation of antioxidants by spray-drying. *Chemical Engineering Transactions*, *11*, 713-717.
- Flora, S. J. S. (2009). Structural, chemical and biological aspects of antioxidants for strategies against metal and metalloid exposure. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, *2*, 191-206.
- Foegeding, E. A., Plundrich, N., Schneider, M., Campbell, C., & Lila, M. A. (2017). Protein-polyphenol particles for delivering structural and health functionality. *Food Hydrocolloids*, *72*, 163-173.
- Frank, K., Walz, E., Graf, V., Greiner, R., Köhler, K., & Schuchmann H. P. (2012). Stability of anthocyanin-rich w/o/w-emulsions designed for intestinal release in gastrointestinal environment. *Journal of Food Science*, *77*, 50-57.
- Gibbs, B.F., Kermasha, S., Alli, I. & Mulligan, C.N. (1999). Encapsulation in the food industry: a review. *International Journal of Food Science & Nutrition*, *50*, 213–224.
- Gutierrez-Grijalva, E. P., Ambriz-Pere, D. L., Leyva-Lopez, N., Castillo-Lopez, R., & Heredia, J. B. (2016). Review: dietary phenolic compounds, health benefits and bioaccessibility. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, *60*, 87-100.
- Hoffmann, H., & Reger, M. (2014). Emulsions with unique properties from proteins as emulsifiers. *Advances in Colloid and Interface Science*, *205*, 94–104.
- Jansen-Alves, C., Fernandes, K. F., Crizel-Cardozo, M. M., Krumreich, F. D., Borges, C. D., & Zambiasi, R. C. (2018). Microencapsulation of propolis in protein matrix using spray drying for application in food systems. *Food and Bioprocess Technology*, *11*, 1422-1436.
- Josic, J., Olsson, A. T., Wickeberg, J., Lindstedt, S., & Hlebowicz, J. (2010). Does green tea affect postprandial glucose, insulin and satiety in healthy subjects: A randomized controlled trial. *Nutrition Journal*, *9*, 63-70.
- Kiyomi Okuro, P., de Matos Junior, F. E., & Favaro-Trindade, C. S. (2013). Technological challenges for spray chilling encapsulation of functional food ingredients. *Food Technology and Biotechnology*, *51*, 171-182.
- Lau, H. H., Murney, R., Yakovlev, N. L., Novoselova, M. V., Lim, S. H., Roy, N., Singh, H., Sukhorukov, G. B., Haigh, B., & Kiryukhin, M. V. (2017). Protein-tannic acid multilayer films: A multifunctional

- material for microencapsulation of food-derived bioactives. *Journal of Colloid and Interface Science*, 505, 332-340.
- Munin, A., & Edwards-Levy, F. (2011). Encapsulation of natural polyphenolic compounds, a Review. *Pharmaceutics*, 3, 793-829.
- Nedovic, V., Kalusevic, A., Manojlovic, V., Levic, S., & Bugarski, B. (2011). An overview of encapsulation technologies for food applications. *Procedia Food Science*, 1, 1806-1815.
- Nwachukwu, I. D., & Aluko, R. E. (2019). Structural and functional properties of food protein-derived antioxidant peptides. *Journal of Food Biochemistry*, 43, e12761.
- Oboh, G., Ademosun, A. O., Ademiluyi, A. O., Omojokun, O. S., Nwanna, E. E., & Longe, K. O. (2014). In vitro studies on the antioxidant property and inhibition of  $\alpha$ -amylase,  $\alpha$ -glucosidase, and angiotensin I-converting enzyme by polyphenol-rich extracts from cocoa (*Theobroma cacao*) bean. *Pathology Research International*, 2014, 1-6.
- Ozkan, G., Franco, P., de Marco, I., Xiao, J., & Capanoglu, E. (2019). A review of microencapsulation methods for food antioxidants: Principles, advantages, drawbacks and applications. *Food Chemistry*, 272, 494-506.
- Pal, S., & Ellis, V. (2010). The acute effects of four protein meals on insulin, glucose, appetite and energy intake in lean men. *British Journal of Nutrition*, 104, 1241-1248.
- Robert, P., Gorena, T., Romero, N., Sepulveda, E., Chavez, J., & Saenz, C. (2010). Encapsulation of polyphenols and anthocyanins from pomegranate (*Punica granatum*) by spray drying. *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 1386-1394.
- Sagis, L. M. C. & Scholten, E. (2014). Complex interfaces in food: Structure and mechanical properties. *Trends in Food Science and Technology*, 37, 59-71.
- Shpigelman, A., Cohen, Y., & Livney, Y. D. (2012). Thermally-induced  $\beta$ -lactoglobulin-EGCG nanovehicles: Loading, stability, sensory and digestive-release study. *Food Hydrocolloids*, 29, 57-67.
- Silva, S., Veiga, M. Costa, E. M., Oliveira, A. L. S., Madureira, A. R., & Pintado, M. (2018). Nanoencapsulation of polyphenols towards dairy beverage incorporation. *Beverages*, 4, 61-77.
- Wang, L., Gao, Y., Li, J., Subirade, M., Song, Y., & Liang, L. (2016). Effect of resveratrol or ascorbic acid on the stability of  $\alpha$ -tocopherol in O/W emulsions stabilized by whey protein isolate: Simultaneous encapsulation of the vitamin and the protective antioxidant. *Food Chemistry*, 196, 466-474.
- Yao, K., Chen, W., Song, F., McClements, D. J., & Hu, K. (2018). Tailoring zein nanoparticle functionality using biopolymer coatings: Impact on curcumin bioaccessibility and antioxidant capacity under simulated gastrointestinal conditions. *Food Hydrocolloids*, 79, 262-272.
- Zhang, Z., Zhang, R., & McClements, D. J. (2016). Encapsulation of  $\beta$ -carotene in alginate-based hydrogel beads: impact on physicochemical stability and bioaccessibility. *Food Hydrocolloids*, 61, 1-10.
- Zhuang, F., Li, X., Hu, J., Liu, X., Zhang, S., Tang, C., & Zhou, P. (2018). Effects of casein micellar structure on the stability of milk protein-based conjugated linoleic acid microcapsules. *Food Chemistry*, 269, 327-334.
- Zuidam, N. J., & Heinrich J. (2009). Encapsulation of aroma. In: Zuidam, N.J., Nedovic, V.A., (Eds.). *Encapsulation Technologies for Food Active Ingredients and Food Processing*; Springer: Dordrecht, The Netherlands; p. 127-60.



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*

ISSN: 2667-8764 , 1(2), 164-185 , 2019

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




Derleme Makalesi / Review Article

## Bitkilerde Antioksidan Sistemler ve Tuz Stresine Verdikleri Yanıtlar

Ali DOĞRU\*

Sakarya Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 54000, Sakarya, Türkiye.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : <a href="mailto:adogru@sakarya.edu.tr">adogru@sakarya.edu.tr</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0003-0060-4691">https://orcid.org/0000-0003-0060-4691</a> , A. Doğru	Geliş Tarihi / Received Date : 20.09.2019 Revizyon Tarihi / Revision Date : 17.10.2019 Kabul Tarihi / Accepted Date : 18.10.2019 Yayın Tarihi / Published Date : 15.12.2019
Alıntı / Cite : Doğru, A. (2019). Bitkilerde Antioksidan Sistemler ve Tuz Stresine Verdikleri Yanıtlar, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 1(2), 164-185.	

### Özet

Tuz stresi tarımsal verimliliği kısıtlayan abiyotik stres faktörlerinden biridir. Tuz stresi bitkilerde süperoksit radikali, hidrojen peroksit, hidroksil radikali ve tekil oksijen gibi aktif oksijen türlerinin oluşum ve birikim hızlarını artırarak oksidatif strese neden olur. Ancak bitkilerde reaktif oksijen türlerinin oluşumunu engelleyerek ya da oluşan reaktif oksijen türlerini detoksifiye ederek koruma sağlayan etkili bir antioksidan sistem gelişmiştir. Bu sistemin enzimatik ve enzimatik olmayan bileşenleri bitkileri oksidatif hasarlarından korumaktan sorumludur. Tuz stresi altında antioksidan aktivitesini artırabilen bitki türlerinin tuza dayanıklı olduğu kabul edilmektedir. Bu derlemede antioksidan sistemin bileşenleri ve tuz stresi altında bu bileşenlerde meydana gelen değişimler tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Antioksidan Sistem, Oksidatif Stres, Tuzluluk.

## *Antioxidant Systems in Plants and Responses to Salt Stress*

### Abstract

Salt stress is one of the abiotic stresses that limit agricultural productivity. Salinity caused oxidative stress in plants by accelerating production and accumulation rate of active oxygen species such as superoxide radical, hydrogen peroxide, hydroxyl radical and singlet oxygen. However, plants have evolved an efficient antioxidant protective system by preventing the production or detoxifying active oxygen species. Enzymatic and non-enzymatic components of this system are responsible for protecting plants from oxidative damages. Plant species that can increase their antioxidant activity have generally been accepted to be resistant to salt stress. In this study, the components of antioxidant system and changes in these components under salt stress have been discussed.

**Keywords:** Antioxidant System, Oxidative Stress, Salinity.

## 1. Giriş

Tuz stresi özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde tarımsal verimliliği kısıtlayan abiyotik bir stres faktörüdür (Doğru ve Yılmaz Kaçar, 2019). Tuzluluk bitki büyüme ve gelişmesini fizyolojik kuraklığa neden olarak, mineral madde beslenmesini bozarak ve tuz bileşiklerini oluşturan iyonların toksik etki yapmasından dolayı olumsuz etkilemektedir. Bunun dışında biyotik ve abiyotik stres faktörlerine maruz kalan bitkilerde sekonder bir stres olarak ortaya çıkan oksidatif stres de bitkilere belirli ölçüde zarar vermektedir. Oksidatif stres reaktif oksijen türlerinin (ROT) varlığında gözlenen bir stres tipidir. ROT' lar bitki hücrelerinde normal metabolik reaksiyonlar sırasında oluştuğu gibi tuzluluk da dahil çeşitli stres faktörlerinin etkisiyle oluşum hızları artış gösterebilir. Kloroplastlar, mitokondriler, peroksizomlar ve apoplastik bölgede oluşan ve oldukça reaktif olan süperoksit radikali ( $O_2^{\cdot-}$ ), hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ), hidroksil radikali ( $OH^{\cdot}$ ) ve tekil oksijen ( $^1O_2$ ) gibi ROT'lar çeşitli hücre hasarlarına neden olur. Ancak bitkiler hem ROT'ların oluşumunu sınırlayan hem de oluşan ROT'ları detoksifiye eden etkili bir antioksidan sisteme sahiptir. Süperoksit dismutaz (SOD), askorbat peroksidaz (APOD), glutatyon redüktaz (GR), dehidroaskorbat redüktaz (DHAR), monodehidroaskorbat redüktaz (MDHAR), katalaz (KAT) ve guaiakol peroksidaz (GPOX) gibi enzimler bu sistemin enzimatik bileşenlerini oluşturur (Czarnocka ve Karpinski, 2018). Askorbik asit (C vitamini), karotenoidler, glutatyon ve  $\alpha$ -tokoferol (E vitamini) ise enzimatik olmayan bileşenlerdir (Agati ve ark., 2012). Farklı stres koşulları altında hücre antioksidan mekanizmada meydana gelen değişimler konusunda birçok araştırma yapılmıştır. Stres koşulları altında antioksidan etkinliğini artırabilen bitki türlerinin genellikle strese daha dayanıklı oldukları kabul edilmektedir (Khan ve Singh, 2008; Singh ve ark., 2008; Doğru, 2014).

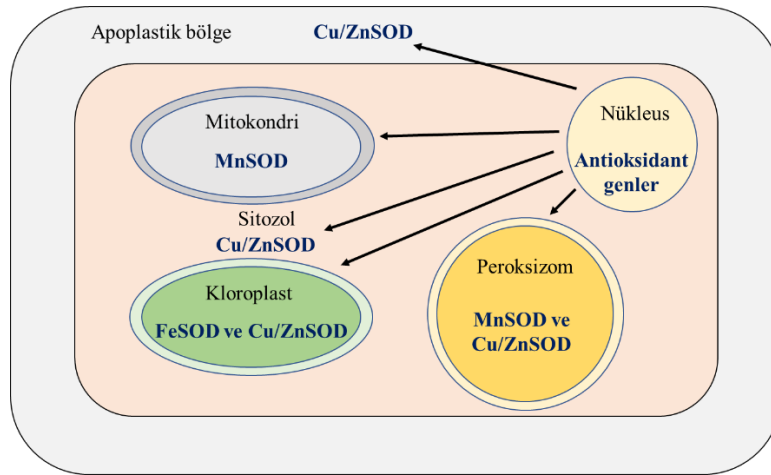
Stres içermeyen ideal koşullarda bitki dokularında ROT'ların oluşum ve detoksifikasyon hızları arasında bir denge vardır. Ancak stres koşulları altında ROT'ların oluşum hızı artış gösterdiğinden antioksidan sistemin detoksifikasyon etkinliği yetersiz kalabilir. Bu durumda bitki hücrelerinde ROT'lar nedeniyle lipid peroksidasyonu, proteinlerin oksidasyonu, enzimlerin inhibisyonu, karbohidratlarda ve nükleik asitlerde yapısal bozulmalar gibi problemler ortaya çıkar. Stres süresinin uzaması ve şiddetinin artması durumunda ise duyarlı türlerde doku ölümleri gerçekleşebilir. Bu nedenle stresli koşullarda antioksidan sistemin aktivasyonu hem tarımsal verimlilik hem de bitkinin canlılığını koruması bakımından oldukça önemlidir.

Bu derleme çalışmasında bitkilerdeki antioksidan sistemin enzimatik ve enzimatik olmayan bileşenleri ve tuz stresi koşullarında bu bileşenlerde meydana gelen değişimler hakkında genel bilgiler verilmiştir.

## 2. Antioksidan Sistemin Enzimatik Bileşenleri

### 2.1. Süperoksit dismutaz (SOD; EC 1.15.1.1)

Süperoksit dismutazlar (SOD) bitki hücrelerinde ROT'lara karşı geliştirilen antioksidan savunma mekanizmasının ilk bileşenini oluşturmaktadır (Alscher ve ark., 2002). Bitki hücrelerinde süperoksit radikali ( $O_2^-$ ) elektron taşınım reaksiyonlarının gerçekleştiği tüm organellerde meydana gelebilir. Bu da oksijenin aktivasyonu sonucunda  $O_2^-$  oluşumunun kloroplastlar, mitokondriler, peroksizomlar, mikrozoimler, glioksizomlar, apoplast ve sitozol gibi tüm hücre kısımlarında mümkün olduğu anlamına gelmektedir (Eltner, 1991). SOD enzimlerinin hemen hemen hücrenin tamamında bulunması da bu fikri destekler niteliktedir (Şekil 1). Ancak yukarıda bahsedilen hücre kısımları arasında özellikle kloroplastlar, mitokondriler ve peroksizomlar ROT oluşturma kapasitesi bakımından diğerlerine göre daha fazla ön plana çıkmaktadır (Fridovich, 1986).



Şekil 1. SOD izozimlerinin bitki hücrelerinde bulunduğu yerler (Alscher ve ark., 2002).

Fosfolipid membranların yüklü  $O_2^-$  moleküllerine geçirgen olmadığı bilinmektedir (Takahashi ve Asada, 1983). Bu nedenle SOD enzimlerinin  $O_2^-$  oluşumunun gerçekleştiği her hücre kısmında bulunması oldukça önemlidir (Takahashi ve Asada, 1983). Kullanılan metal kofaktörüne göre SOD' lar üç grup altında incelenmektedir. Bunlar demir-SOD (FeSOD), mangan-SOD (MnSOD) ve bakır/çinko-SOD'dur (Cu/ZnSOD) ve hepsi de bitki hücrelerinin farklı kısımlarında lokalize olmuştur. Buna göre FeSOD kloroplastlarda, MnSOD mitokondri ve peroksizomlarda, Cu/ZnSOD ise kloroplast, sitozol ve muhtemelen apoplastik bölgede bulunmaktadır (Mittler, 2002; Gill ve ark., 2015) (Şekil 1). Bu üç farklı SOD izoziminin aminoasit sırasının analizleri MnSOD ve FeSOD enzimlerinin evrimsel olarak en eski tipleri oluşturduğunu ve muhtemelen aynı ata proteinden türediğini göstermiştir. Cu/ZnSOD ile diğer SOD tipleri arasında herhangi bir aminoasit



dizilim benzerliği belirlenememiş ve bu izozimin muhtemelen ökaryotlarda farklı bir yoldan oluştuğu sonucuna varılmıştır (Kanematsu ve Asada, 1990, Smith ve Doolittle, 1992). Üç SOD izoziminin farklı metalleri kofaktör olarak kullanmasının sebebi de muhtemelen farklı jeolojik devirlerde atmosferde oksijene oranla farklı çözünür geçiş metallerrinin baskın olarak bulunmasıdır (Bannister ve ark., 1991).

### 2.1.1. Demir İçeren SOD'lar (FeSOD)

FeSOD izoziminin SOD enzimlerinin en eski grubunu oluşturduğu düşünölmektedir. Demir muhtemelen o devirde çözünür demirin (Fe (II)) bol miktarda bulunmasından dolayı SOD'un aktif bölgesinde kofaktör olarak kullanılan ilk metaldir (Bannister ve ark., 1991). Çevredeki oksijen konsantrasyonu arttıka aynı çevredeki mineral bileşenleri oksitlenmiştir. Bu şekilde Fe (II) miktarının azalması ile Mn (III) metali kofaktör olarak kullanılmaya başlanmıştır.

FeSOD hem prokaryotlarda hem de ökaryotlarda bulunur. FeSOD ökaryotlarda *Euglena gracilis* ve yüksek bitkilerden izole edilmiştir. FeSOD H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ile inaktif hale gelir ancak KCN' ye dirençlidir. Üzerinde çalışma yapılan tüm bitki türlerinde FeSOD'a kloroplastlarda rastlanmıştır. Poliklonal antikörler su zambağının protoplastları ile inkübe edildiğinde antikörlerin özellikle kloroplastlara bağlandığı gözlenmiştir (Salin, 1988). *Arabidopsis thaliana*'da üç farklı FeSOD tespit edilmiştir (Kliebenstein ve ark., 1998). Hayvansal organizmalarda FeSOD' un bulunmaması, FeSOD geninin plastidlerde oluştuğu ve daha sonra nükleus genomuna bağlandığı fikrinin ortaya atılmasına neden olmuştur. Gelişmiş bitkilerde ve siyanobakterilerde korunmuş birçok FeSOD bölgesinin bulunması, ancak fotosentetik olmayan bakterilerde bulunmaması da bu teoriyi desteklemektedir (Bowler ve ark. 1994). Daha önceleri FeSOD'un bütün bitki türlerinde bulunmadığı düşünölmekteydi. Ancak daha sonra FeSOD aktivitesinin Ginkgoaceae, Nymphaeaceae ve Brassicaceae familyalarında belirlenmesi ile bu enzimin bitkiler aleminde geniş bir yayılım gösterdiği sonucuna varılmıştır (Salin ve Bridges, 1981). Van Camp ve ark. (1990) ile Crowel ve Amasino (1991) birbiriyle filogenetik ilişkisi olmayan üç bitki türünden (*Nymphaea plumbaginifolia*, *Arabidopsis thaliana* ve *Glycine max*) FeSOD genlerini izole etmiştir.

FeSOD'un iki farklı alt grubu vardır. Bunlardan birincisi birbirinin aynısı olan, aktif bölgesinde 1-2 gram demir atomu içeren ve her biri 20 kDa'lık alt üniteden oluşan bir homodimerdir. FeSOD'un bu tipi günümüze kadar *Escherichia coli*, *Photobacterium sepoa*, *Photobacterium leiognathi*, fakültatif bir anaerob olan *Thiobacillus denitrificans*, mor bir kükürt bakterisi olan *Chromatium vinosum* ve gelişmiş bitkilerden de *Ginkgo biloba*, *Brassica campestris*

ve *Nuphar luteum*'dan izole edilmiştir (Yost ve Fridovich, 1973; Puget ve Michelson, 1974; Baldensperger, 1978; Kanematsu ve Asada, 1978; Salin ve Bridges, 1980). İkinci FeSOD grubu ise birçok gelişmiş bitkide bulunan, birbirinin aynısı ve moleküler ağırlığı 80-90 kDa civarındaki alt ünitelerden oluşmuş olan bir tetramerdir. Bu grubun üyeleri aktif bölgelerinde yaklaşık 2-4 gram demir atomuna sahiptir. Bu gruptaki FeSOD proteinleri *Mycobacterium tuberculosis*, *Thermoplasma acidophilum* ve *Methanobacterium bryantii* gibi prokaryotların yanı sıra *Tetrahymena pyriformis* gibi bir ökaryottan izole edilmiştir (Kusunose ve ark., 1976; Searcy ve Searcy, 1981; Kirby ve ark., 1981; Barro ve ark., 1990).

### 2.1.2. Mangan İçeren SOD'lar (MnSOD)

Daha önce de belirtildiği gibi jeolojik devirler boyunca çevredeki Fe (II) miktarı azaldıkça, daha yaygın bir metal olan Mn (III)'ün kullanımı başlamıştır. Sonuç olarak MnSOD'lar evrimsel yaş bakımından FeSOD'lardan sonra ikinci sırada yer alır. MnSOD' lar mitokondrilerde ve peroksizomlarda bulunur ve alt ünite başına bir tane demir atomuna sahiptir. Bu enzimler aktif bölgelerinde Mn atomu olmadıkça aktivite gösteremez. Mn ve FeSOD'lar primer, sekonder ve tersiyer yapı bakımından büyük ölçüde benzerlik gösterse de birbirlerinden belirgin derecede farklılaşmıştır ve aktivite bakımından birbirinin yerini tutamazlar (Fridovich, 1986). MnSOD'un katalizlediği reaksiyonda negatif yüklü  $O_2^-$ , enzimin aktif bölgesinde bulunan pozitif yüklü aminoaside bağlanır. Daha sonra aktif bölgedeki metal  $O_2^-$  ye bir elektron vererek indirgenmesini sağlar ve bir proton ilavesi ile  $H_2O_2$  oluşturulur (Asada, 1994; Bowler ve ark., 1994).

MnSOD homodimerik veya homotetramerik yapıdadır ve her alt ünite bir Mn (III) taşır. MnSOD potasyum siyanür (KCN) ile inhibe edilemediği gibi  $H_2O_2$  ile inaktif duruma da getirilemez ve hem prokaryotlarda hem de ökaryotlarda bulunur. Bitki MnSOD'ları birbirine yaklaşık olarak %65 oranında benzerlik gösterir. Ayrıca bakteriyel MnSOD'lara da büyük ölçüde benzerler.

MnSOD'lar ökaryotlarda mitokondriyal enzimler olarak bilirse de peroksizomlarda da Mn içeren bir SOD belirlenmiştir. Karpuzda da immünolokalizasyon çalışmaları ile bir tane peroksizomal bir tane de mitokondriyal MnSOD belirlenmiştir (delRio ve ark., 1992). Mısırdaki MnSOD'yi kodlayan dört tane genin varlığı ortaya çıkarılmıştır (Zhu ve Scandalios, 1993). MnSOD mısır dışında *Nicotiana tabacum*, *Vigna mungo*, karpuz, karnabahar, bezelye ve ıspanak mitokondrilerinde de belirlenmiştir (Bowler ve ark., 1994; Reddy ve Venkaiah, 1982; Sandalio ve delRio, 1987; Droillard ve Paulin, 1990; Foster ve Edwards, 1980; Jackson ve ark. 1978). Yeşil

alglerde ve siyanobakterilerde MnSOD'un tilakoid membranlara bağlı olarak bulunduğu belirlenmiştir (Okada ve ark., 1979).

### 2.1.3. Bakır/Çinko İçeren SOD'lar (Cu/ZnSOD)

Atmosferdeki oksijen miktarı arttıkça Fe (II) miktarı da iyice azalmış ve çözüne özelliğine sahip olmayan Cu (I) çözünebilir Cu (II)'ye dönuşmüştür. Bu şekilde Cu (II) SOD enzimlerinin aktif bölgesinde kofaktör olarak kullanılmaya başlamıştır. FeSOD ve MnSOD'un elektriksel özellikleri büyük ölçüde benzerlik gösterdiğinden Fe kullanımından Mn kullanımına geçiş SOD proteini yapısında küçük bir değişime yol açmıştır. Bu nedenle FeSOD ve MnSOD yapısal olarak çok benzerlik gösterir. Ancak Cu/ZnSOD'un elektriksel özellikleri çok farklıdır. Bu nedenle bakırın kofaktör olarak kullanılmaya başlanmasından sonra enzimin protein yapısında büyük bir değişim meydana gelmiştir (Bannister ve ark., 1991). Fe ve MnSOD hem prokaryotlarda hem de ökaryotlarda bulunurken, CuZn/SOD büyük ölçüde ökaryotlarda bulunur. Ancak Cu/ZnSOD'un varlığı *Photobacterium leiognathi*, *Caulobacter crescentus* ve *Pseudomonas*'lar gibi bakterilerde gösterilmiştir. Cu/ZnSOD' un prokaryotlarda da bulunmasını açıklamaya yönelik iki tane hipotez vardır. Birincisi Cu/ZnSOD'nin prokaryot ve ökaryotlarda birbirinden bağımsız bir şekilde gelişmiş olmasıdır. İkincisi Cu/ZnSOD'nin ilk olarak ökaryotlarda olduğunu ve ökaryotik genin daha sonra prokaryotlara transfer edildiğini ileri sürmektedir. Bu hipotez ilk olarak Martin ve Fridovich (1981) tarafından ileri sürülmüş ve daha sonra Bannister ve Parker (1985)'in çalışmaları ile desteklenmiştir. Ancak bu hipotezin doğruluğunun tam olarak ispatlanabilmesi için daha fazla çalışmaya gereksinim duyulmaktadır.

Cu/ZnSOD' lar bütün bitki hücrelerinde bulunur. Bu enzimlerin iki farklı alt grubu vardır. Birinci grup homodimerik olan sitoplazmik ve periplazmik formları içerir. İkinci grup ise homotetramerik olan kloroplastik ve hücre dışı Cu/ZnSOD'ları içerir (Bordo ve ark., 1994). Her alt ünitenin aktif bölgesi birbirinden bağımsız olarak fonksiyon gösterir. Bu alt üniteler ayrılıp tekrar birleşirse yeni oluşan enzim aktiviteye sahiptir. Bu da tam katalitik aktivite için alt üniteler arasındaki fonksiyonel etkileşimlerin mutlak gerekli olmadığını göstermektedir (Fridovich, 1986).

Cu/ZnSOD hem kloroplastik hem de sitozolik formda bulunur. Bu iki izozimin aminoasit sırası yaklaşık %68 oranında benzerlik gösterirken; kloroplastik formlar arasında %90, sitozolik formlar arasında da %80-90 oranında benzerlik belirlenmiştir. Ispanakta bir tane kloroplastik iki tane de sitozolik form tanımlanmıştır (Ogawa ve ark., 1996; Kanematsu ve Asada, 1990). Kloroplastik form çözünebilir bir enzimdir ve stromada bulunur (Asada ve ark., 1973).

*Arabidopsis thaliana*' da yapılan bir çalışmada, bu bitkinin genomunda FeSOD' a ait üç tane (*FSD1*, *FSD2* ve *FSD3*), Cu/ZnSOD' a ait üç tane (*CSD1*, *CSD2* ve *CSD3*), MnSOD' a ait bir tane (*MSD1*) gen bulunduğu belirlenmiştir (Kliebenstein ve ark., 1998). SOD' un bütün izozimleri nukleusta kodlanır ve daha sonra fonksiyon gösterecekleri bölgeye gönderilir. SOD aktivitesinin biyotik ve abiyotik stres faktörleri altındaki bitki dokularında artış göstermesi, stres toleransının gelişmesi bakımından önemlidir. Dut, nohut, domates ve mısır gibi bitki türlerinde tuz uygulamaları sonucunda SOD aktivitesinde artış meydana geldiği rapor edilmiştir (Harinasut ve ark., 2003; Kukreja ve ark., 2005; Gapinska ve ark., 2008; Doğru, 2014). Eyidoğan ve Öz (2005), tuz stresi altındaki nohut bitkilerinde Cu/ZnSOD ve MnSOD izozimlerinin aktivitelerinde artış gözlemişlerdir. Pan ve arkadaşları (2006) da *Glycyrrhiza uralensis* bitkisinde tuz stresi etkisiyle SOD aktivitesinin artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Ahmad ve arkadaşları (2010) dut bitkisinde tuz stresinin SOD aktivitesini artırdığını belirlemişlerdir. Öte yandan MnSOD genini yüksek derecede ekspresleyen transgenik *Arabidopsis* ve domates bitkilerinde de tuz stresi uygulamaları SOD aktivitesinin artmasına neden olmuştur (Wang ve ark., 2004 ve 2007).

## 2.2. Askorbat Peroksidaz (APOD; EC 1.11.1.11)

APOD gelişmiş bitkiler de dahil birçok canlı grubunda ROT'ların detoksifikasyonuna karşı en etkili antioksidan enzimlerden biridir. APOD bitki hücrelerinde su-su döngüsü ve askorbat-glutasyon döngüsünde yer alan enzimlerden biridir ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin parçalanmasından sorumludur. APOD enziminin kloroplastlardaki tilakoid membranlara bağlı olan (tAPOD), glioksizom mebranlarına bağlı olan (gmAPOD), kloroplast stromasında (sAPOD) ve sitoplazmada (cAPOD) çözülmüş olarak bulunan farklı izozimleri vardır (Noctor and Foyer, 1998). APOD' un H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'ye afinitesi oldukça yüksektir (µM seviyesinde). Bitki hücrelerinde H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin parçalanmasında rol oynayan diğer enzimlerden olan guaiakol peroksidaz (GPOD) ve katalazın (KAT) afinitesi ise daha düşüktür (mM seviyesinde). Bu nedenle bitkilerde H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin detoksifikasyonu konusunda en etkili enzim APOD' dur. Srivastava ve arkadaşları (2005) tuz stresi uyguladıkları *Anabaena doliolum*'da APOD aktivitesinin arttığını bildirmişlerdir. Farklı mısır genotiplerinde tuz stresinin etkileri konusunda yapılan bir çalışmada, APOD aktivitesinin 3167 adlı genotipte azalırken, 32K61 adlı genotipte arttığı belirlenmiştir (Doğru, 2014). Mittova ve arkadaşları (2002) farklı domates genotipleri ile yaptığı çalışmada, tuz tolerans derecesi ile APOD aktivitesindeki artış arasında bir korelasyon bulunduğunu rapor etmişlerdir. Benzer şekilde *Citrus* bitkilerinde de tuz toleransı ile artan APOD aktivitesi arasında bir ilişkinin olduğu ileri sürülmüştür (Gueta-Dahan ve ark., 1997).

Hernandez ve arkadaşları (2000) tuz stresi uygulanmış bezelyede APOD aktivitesinin artış gösterdiğini, Gossett ve arkadaşları (1994) ise tuz uygulanmış pamuk bitkisinde APOD aktivitesinin azaldığını bildirmişlerdir.

### 2.3. Glutasyon Redüktaz (GR; EC 1.6.4.2)

Hem prokaryot hem de ökaryot canlılarda bulunan GR bir flavo-protein oksidoredüktazdır (Romero-Puertas ve ark., 2006). GR, SOD ve APOD gibi askorbat-glutasyon döngüsünde rol oynayan bir enzimdir ve indirgenmiş glutasyon havuzunu besleyerek ROT'lara karşı savunmanın önemli bir parçasını oluşturur. GR büyük oranda kloroplastlarda bulunmasına rağmen, mitokondri ve sitoplazmada da gözlenmiştir (Creissen ve ark., 1994). GR, okside durumdaki glutasyonu (GSSG) NADPH molekülünden aldığı bir elektronu kullanarak indirgenmiş forma (GSH) dönüştürür (Chalapathi ve Reddy, 2008). GSH aynı zamanda glutasyon transferaz enziminin substratı olarak da önemlidir (Reddy ve Raghavendra, 2006). GR aktivitesinde ve GSH miktarında meydana gelen değişimler bitki türlerinin çeşitli stres faktörlerine karşı tolerans geliştirmesinde oldukça önemlidir. Eyidoğan ve Öz (2005) nohut bitkisinin yaprak dokularında, Kukreja ve arkadaşları (2005) kök dokularında, Srivastava ve arkadaşları (2005) ise *A. doliolum*'da tuz stresi uygulamaları sonucu GR aktivitesinin arttığını bildirmişlerdir. Doğru (2014) tuz stresi uyguladığı 3167 ve Bora adlı mısır genotiplerinde tuz stresinin GR aktivitesini artırdığını rapor etmiştir. Hernandez ve arkadaşları (1999) bezelye bitkisinde, Parida ve arkadaşları (2004) ise *Bruguiera parviflora* bitkisinde tuz stresinin GR aktivitesini artırdığını gözlemlemişlerdir.

### 2.4. Monodehidroaskorbat Redüktaz (MDHAR; EC 1.6.5.4)

MDHAR kloroplastik ve sitoplazmik izozimleri bulunan bir flavin adenin dinükleotid enzimidir. MDHAR elektron alıcısı olarak monodehidro askorbat (MDHA) molekülü için büyük bir spesifiteye sahiptir. MDHA molekülü de NADPH' dan ziyade NADP molekülünden elektron alır. Reaksiyonun ilk basamağında enzim-FAD kompleksi, bir yük transfer bileşimini oluşturmak üzere indirgenir. İndirgenen enzim de elektronlarını MDHA molekülüne vererek iki molekül askorbik asidin oluşumunu sağlar. Bu olayın tilakoid membranlarda ışık yardımıyla indirgenmiş olan ferrodoksin aracılığı ile meydana gelmesi fizyolojik açıdan oldukça önemlidir. İndirgenmiş ferrodoksinin, MDHA molekülünü NADP+' ya göre daha etkili bir şekilde indirgeme yeteneğine sahip olması nedeniyle, MDHAR enzimi MDHA molekülünün tilakoid membranlardaki savunma sistemi yardımıyla indirgenmesinde görev almaz. Dolayısıyla MDHAR enzimi ortamda indirgenmiş

ferrodoksin yerine NAD(P)H molekülünün bulunduğu durumlarda fonksiyoneldir (Asada, 1999). MDHAR enzimi APOD ile birlikte mitokondri ve peroksizomlarda da H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin detoksifikasyonundan sorumludur (del Rio ve ark., 2002). Transgenik tütün bitkilerinde MDHAR geninin aşırı ekspresyonunun tuz toleransını artırdığı belirlenmiştir (Eltayeb ve ark., 2007). Hasanuzzaman ve arkadaşları (2011) ise tuz stresi uygulanan *Brassica napus* bitkilerinde, artan tuz konsantrasyonu ile birlikte MDHAR aktivitesinin azaldığını belirtmişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada da tuz stresinin armut bitkisinin yapraklarındaki MDHAR aktivitesini artırdığı gözlenmiştir (He ve ark., 2008).

### 2.5. Dehidroaskorbat redüktaz (DHAR; EC 1.8.5.1)

DHAR enzimi oksitlenmiş askorbik asitten indirgenmiş askorbik asidin oluşumunu sağlayan reaksiyonu katalizler. Hücrelerde stres faktörlerinin neden olduğu ROT birikimine karşı tolerans için indirgenmiş askorbat miktarının regülasyonu oldukça önemlidir. DHAR enziminin aktivitesindeki artışlar da birçok abiyotik stres faktörüne karşı geliştirilen tolerans için gereklidir. Tütün ve *Arabidopsis* bitkilerinde de tuz toleransı ile DHAR enziminin aktivitesindeki artışlar arasında bir korelasyonun bulunduğu ortaya çıkarılmıştır (Ushimaru ve ark., 2006; Eltayeb ve ark., 2007). Hasanuzzaman ve arkadaşları (2011) ise orta (100 mM) ve yüksek (200 mM) şiddette tuz stresi uyguladıkları *Brassica napus* bitkilerinde, DHAR aktivitesinin azaldığını belirtmişlerdir. Tuz stresi uygulanan *Cicer arietinum* bitkisinde de DHAR aktivitesinin artmasıyla birlikte tuz toleransının da arttığı rapor edilmiştir (Sheokand ve ark., 2010). Hernandez ve arkadaşları (1999) ise bezelye yapraklarındaki DHAR aktivitesinin sadece yüksek tuz konsantrasyonlarında (130-160 mM) indüklendiğini belirtmişlerdir.

### 2.6. Katalaz (KAT; EC 1.11.1.6)

Katalaz enzimi tetramer yapısına sahip olan, hem grubu içeren ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin doğrudan doğruya su ve oksijene dönüşümünü sağlayan reaksiyonu katalizleyen bir enzimdir. Stres koşulları altındaki bitkilerde ROT'ların detoksifikasyonu için önemli bir fonksiyona sahiptir (Garg ve Manchanda, 2009). Bir molekül katalaz enzimi dakikada yaklaşık 6 milyon H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> molekülünü su ve oksijene kadar parçalayabilmektedir. Katalaz enzimi özellikle peroksizomlarda meydana gelen fotorespirasyon, yağ asitlerinin β-oksidasyonu ve pürin metabolizması sırasında oluşan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> moleküllerinin detoksifikasyonunda etkilidir. Gelişmiş bitkilerde katalaz enziminin izozimleri de ayrıntılı bir



şekilde çalışılmıştır (Polidoros ve Scandalios, 1999). Katalazın arpada 2, ayçiçeğinde 4 ve kolzada 12 tane izoziminin bulunduğu rapor edilmiştir (Frugoli ve ark., 1996, Azevado ve ark., 1998, Azpilicueta ve ark., 2007). Mısır bitkisinde belirlenen üç katalaz izoziminin (*CAT1*, *CAT2* ve *CAT3*) genlerinin farklı kromozomlar üzerinde yer aldığı ve aynı zamanda ekspresyon ve regülasyonlarının da birbirinden bağımsız gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu izozimlerden *CAT1* ve *CAT2*'nin peroksizomlar ve sitoplazmada, *CAT3*'ün ise mitokondrilerde bulunduğu ortaya çıkarılmıştır (Scandalios, 1990). Eyidoğan ve Öz (2005), tuz stresi altındaki nohut yapraklarında katalaz aktivitesinin önemli derecede arttığını belirlemiştir. Benzer şekilde nohut bitkisinin köklerinde de tuz stresinin katalaz aktivitesini artırdığı belirlenmiştir (Kukreja ve ark., 2005). *A. doliolum*' da ise tuz stresinin katalaz aktivitesini azalttığı rapor edilmiştir (Srivastava ve ark., 2005). Katalaz aktivitesinin tuz stresine maruz bırakılan soya, (Comba ve ark., 1998), salatalık (Lechno ve ark., 1997), dut (Sudhakar ve ark., 2001) ve hardal bitkilerinde (Ahmad ve ark., 2012) arttığı da ortaya çıkarılmıştır.

## **2.7. Guaiakol peroksidaz (GPOD; EC 1.11.1.7)**

GPOD ve APOD enzimleri bitki hücrelerindeki fizyolojik işlevleri bakımından farklılık gösterir. GPOD temelde indol-3-asetik asit adlı bitkisel hormonun parçalanmasından, lignin biyosentezinden ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'yi parçalayarak biyotik stres faktörlerine karşı bir savunma mekanizması oluşturmaktan sorumludur. GPOD enzimi genellikle guaiakol ve pirogallol gibi aromatik yapıya sahip olan elektron vericilerini tercih eder (Asada, 1999). *Vigna radiata* (Panda, 2001) ve *Oryza sativa* (Koji ve ark., 2009) bitkilerinin yapraklarında, tuz stresi uygulamaları sonucu GPOD aktivitesinin arttığı belirtilmiştir. Doğru (2014) ise tuz stresi altındaki mısır genotiplerinden 3167 ve 32K61 genotiplerinin yapraklarındaki GPOD aktivitesinin arttığını, Bora genotipinde ise azaldığını ve GPOD aktivitesindeki değişimlerin genotipe bağlı olarak farklılık gösterdiğini belirlemiştir. Tuz stresinin duyarlı bir domates genotipinin köklerinde GPOD aktivitesini azalttığı, ancak toleranslı genotipte ise artırdığı gözlenmiştir (Mittova ve ark., 2004). GPOD ve diğer antioksidan enzimlerin bitkilerde tuz stresinin neden olduğu oksidatif hasarın boyutlarını azalttığı da bildirilmiştir (Alscher ve ark., 1997; Apel ve Hirt, 2004).

### 3. Antioksidan Sistemin Enzimatik Olmayan Bileşenleri

#### 3.1. Askorbik Asit (AsA; C vitamini)

Askorbik asit bitkilerde yaygın olarak bulunan, AOT'lerin neden olduğu oksidatif hasarları minimum seviyeye indiren veya tamamen ortadan kaldıran, suda çözünme özelliğine sahip olan antioksidan bir moleküldür (Athar ve ark., 2008). Askorbik asit tüm bitki dokularında bulunur. Ancak meristematik hücrelerde, bazı meyvelerde ve fotosentetik dokularda miktarı daha fazladır. Gelişimini tamamlamış kloroplastlarda ve yüksek klorofil içeriğine sahip olan olgun yapraklardaki miktarının çok yüksek olduğu belirlenmiştir.

Askorbik asit normal fizyolojik koşullar altında yapraklarda ve kloroplastlarda çoğunlukla indirgenmiş formda bulunur (Smirnoff, 2000). Bir bitki hücresindeki askorbik asidin yaklaşık %30-40'luk kısmının kloroplastlarda bulunduğu ve kloroplast stromasındaki askorbik asit miktarının 50 mM a kadar çıkabileceği bildirilmiştir (Foyer ve Noctor, 2005).

Bitki hücrelerinde askorbik asit metabolizmasında en önemli rolü oynayan organeller ise mitokondrilerdir. Mitokondriler, askorbik asit sentezinin yanı sıra, bu molekülün indirgenmiş formunun rejenerasyonundan da sorumludur (Szarka ve ark., 2007). İndirgenmiş askorbik asidin rejenerasyonu bitki metabolizması açısından oldukça önemlidir. Çünkü okside formdaki askorbik asit (dehidro askorbik asit; DHA), indirgenmediği takdirde çok kısa bir süre içinde parçalanabilir. Askorbik asit en etkili AOT temizleyicisi olarak kabul edilir. Çünkü birçok enzimatik ve enzimatik olmayan reaksiyona gereksinim duydukları elektronları askorbik asit sağlamaktadır. Askorbik asit aynı zamanda  $O_2^-$  ve  $OH^-$  radikallerini detoksifiye ederek ve tokoperoksi radikallerinden  $\alpha$ -tokoferol oluşumunu sağlayarak, membranları AOT'lerin neden olabileceği hasarlara karşı korur. Diğer yandan askorbik asit, violoksanin deepoksidaz enzimi için kofaktör olarak görev yapar ve absorblandıktan sonra kullanılmayan ve fotosentetik birimlere zarar verebilecek olan aşırı ışık enerjisinin tüketilmesini sağlar (Smirnoff, 2000). Yapraklardaki askorbik asit miktarı ile bitkilerin stres faktörlerine tolerans dereceleri arasında bir ilişki olduğu bildirilmiştir. Örneğin yapraklarındaki askorbik asit miktarı yüksek olan tütün ve kavak bitkilerinde oksidatif stres hasarlarının azaldığı rapor edilmiştir. (Aono ve ark., 1993; Foyer ve ark., 1995). Doğru (2014), tuz stresinin bazı mısır genotiplerinin yapraklarındaki indirgenmiş askorbik asit miktarını artırırken, okside formdaki askorbik asit miktarını azalttığını belirlemiştir. Agarwal ve Shaheen (2007) de tuz stresi altındaki *Momordica charantia* bitkilerinin yapraklarındaki askorbik asit miktarının kontrole göre arttığını ortaya çıkarmıştır. Farklı bitki türlerinde yapılan çalışmalar da tuz stresinin

yapraklardaki askorbik asit miktarını artırdığını göstermiştir (Panda ve Upadhyay, 2004; Parida ve ark., 2004).

### 3.2. Glutasyon

Glutamin, sistein ve glisin amino asitlerinden oluşan ve bir tripeptid olan glutasyon, AOT'lerin neden olduğu oksidatif strese karşı en önemli savunma mekanizmalarından birini oluşturmaktadır. Bitkilerde çoğunlukla indirgenmiş formda bulunan glutasyon; sitoplazma, endoplazmik retikulum, vakuol, mitokondri, kloroplast, apoplast peroksizomlar gibi birçok bölgede bulunabilir (Mittler ve Zilinskas, 1992; Jimenez ve ark., 1998). Glutasyonun bitkilerde AOT'lerin neden olduğu oksidatif strese karşı savunmada rol oynayabilmesi için indirgenmiş formda bulunması gerekmektedir (Meyer, 2008). Glutasyon;  $^1O_2$ ,  $H_2O_2$  ve en toksik ROT olan  $OH^-$  radikalinin potansiyel temizleyicisidir (Larson, 1988; Briviba ve ark., 1997; Noctor ve Foyer, 1998). Glutasyon ayrıca, askorbat-glutasyon döngüsünde indirgenmiş askorbik asidin oluşumunu sağlayarak, antioksidan savunma sisteminde önemli bir fonksiyonu yerine getirir. Şiddetli strese maruz kalan bitkilerde genellikle indirgenmiş glutasyon miktarının azaldığı, redoks durumunun bozularak bitki dokularında okside formdaki glutasyon miktarının arttığı ve oksidatif hasarların meydana geldiği belirlenmiştir (Tausz ve ark., 2004). Creissen ve ark. (1999), *Vigna radiata*'nın tuza toleranslı olan Pusa Bold adlı genotipinin yapraklarındaki indirgenmiş glutasyon miktarının daha yüksek olduğunu ve bu genotipte meydana gelen oksidatif hasarın boyutlarının da daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Glutasyonun farklı stres koşulları altında fotosentetik aygıtın oksidatif hasara karşı korunmasında da rol oynadığı bilinmektedir. Tuza toleranslı olan *Brassica napus* bitkilerinde, glutasyon miktarındaki artışın tuz stresinin olumsuz etkilerini azalttığı belirlenmiştir (Hussain ve ark., 2008). Gossett ve arkadaşları (1996) da, tuza toleranslı olan pamuk genotiplerinde indirgenmiş glutasyon miktarının duyarlı olanlara göre daha yüksek olduğunu rapor etmiştir. İndirgenmiş glutasyon aynı zamanda ROT'ların detoksifikasyonunda rol oynayan glutasyon transferaz ve glutasyon peroksidaz gibi enzimleri için bir substrat niteliğindedir (Noctor ve ark., 2002).

ROT'ların detoksifikasyonu dışında glutasyon; bitkilerdeki sülfat taşınımı, bazı metabolitlerin konjugasyonu, sinyal iletimi, stres cevaplarıyla ilgili bazı genlerin ekspresyonu, ksenobiyotiklerin detoksifikasyonu, patojen direncinin kazanılması, enzim regülasyonu ve ağır metal toksisitesi koşullarında fitoşelatinlerin sentezi gibi birçok fizyolojik olayda önemli rol oynamaktadır (Xiang ve ark., 2001; Mullineaux ve Rausch, 2005; Rausch ve Wachter, 2005).

### 3.3. $\alpha$ -Tokoferol (E vitamini)

Tokoferoller, yağda çözünme özelliğine sahip olan, ROT ve lipid radikallerinin detoksifikasyonunda rol oynayan moleküllerdir (Hollander-Czytko, 2005). Bu moleküller özellikle biyomembranlarda antioksidan ve antioksidan olmayan bazı fonksiyonların yerine getirilmesinden sorumludur. Kloroplastların tilakoid membranlarında lokalize olan tokoferoller,  $^1O_2$ 'yi detoksifiye ederek membran stabilitesini sağlar. Tokoferollerin bitkilerde bulunan dört farklı izomerinden ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - ve  $\delta$ -) sadece  $\alpha$ -tokoferol sahip olduğu üç tane metil grubundan dolayı en kuvvetli antioksidan aktiviteye sahiptir (Kamal-Eldin ve Appelqvist, 1996). Bir molekül  $\alpha$ -tokoferolün çok kısa bir süre içinde yaklaşık 120 tane  $^1O_2$  molekülünü etkisiz hale getirerek lipidlerin otooksidasyon hızını azalttığı belirlenmiştir (Munne-Bosch, 2005). Gelişmiş bitkilerde tokoferollerin sentezinden sorumlu genlerin

ekspresyonunun oksidatif stresle indüklenebileceği bildirilmiştir (Wu ve ark., 2007). Tuz stresi altındaki *A. doliolum*'da  $\alpha$ -tokoferol miktarının artış gösterdiği ortaya çıkarılmıştır (Srivastava ve ark., 2005). Trebst ve arkadaşları (2002), osidatif stres altındaki *Chlamydomonas reinhardtii*'de fotosentetik aktivitenin korunması için  $\alpha$ -tokoferol miktarının yüksek olması gerektiğini rapor etmişlerdir. Farouk (2011), buğday yapraklarında tuz stresinin indüklediği yaprak senesensinin  $\alpha$ -tokoferol ile yavaşlatıldığını bulmuştur.  $\alpha$ -tokoferolün özellikle tilakoid membranlarda lipid peroksil radikallerini etkisiz hale getirerek lipid peroksidasyon oranını azalttığı belirlenmiştir (Maeda ve ark., 2005).

### 3.4. Karotenoidler

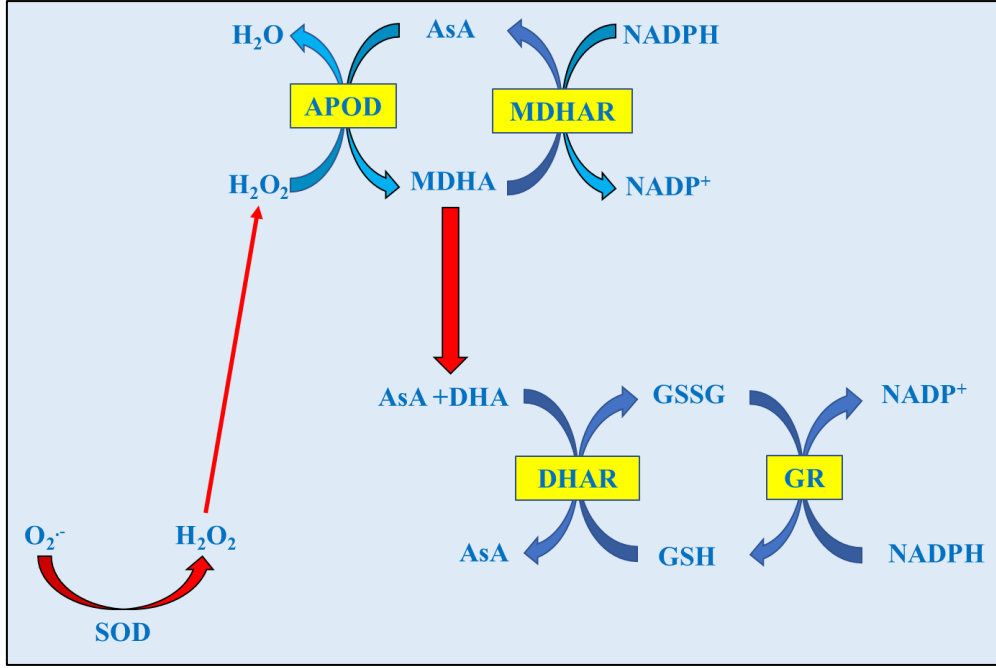
Bitkiler fotosentetik reaksiyonlarına zararlı olabilecek aşırı ışık enerjisinden korunmak için farklı savunma sistemlerine sahiptir. Bu sistemlerin bazıları isoprenoid bileşiklerle ilgilidir. Tokoferoller ile birlikte karotenoid grubu pigmentlerden olan  $\beta$ -karoten ve zeaksantin; aşırı ışık enerjisini ortama ısı olarak vererek veya ROT'ları detoksifiye edip lipid peroksidasyonunu yavaşlatarak tüm fotosentetik organizmalarda ışığın neden olabileceği hasarlara karşı koruma sağlar. Karotenoidler bitkilerde ve mikroorganizmalarda bulunan pigmentlerdir. Doğada 600'den fazla karotenoid çeşidi bulunmaktadır. Karotenoidler lipidlerde çözünen, antioksidan etkiye sahip moleküllerdir ve bitkilerde oksidatif stres toleransı da dahil birçok fonksiyonu üstlenir. Örneğin karotenoidler dalga boyu 400-550 nm arasında olan ışığı absorblayarak bu ışığın enerjisini klorofil pigmentlerine transfer eder. Bazı kaynaklarda "aksesuar" pigment" olarak da tanımlanan karotenoidler böylece fotosentetik aktivitenin artmasını sağlar (Sieferman-Harms, 1987). Bunun

dışında karotenoidler; üçlü uyarılmış klorofil molekülünün (Kl<sub>o3</sub>), <sup>1</sup>O<sub>2</sub> ve fotosentez sırasında oluşabilecek diğer ROT'ların zararlı etkilerine karşı fotosentetik aygıtın korunmasını sağlayarak antioksidan etkiye sahiptir (Collins, 2001). Karotenoidlerin ayrıca fotosentetik aygıt bakımından önemli yapısal fonksiyonu da vardır. Karotenoidler hem tilakoid membranların ve ışık toplayıcı komplekslerin yapısındaki proteinlerin stabilizasyonu hem de FS I'in yapısal bütünlüğünün sürdürülmesi için önemlidir (Niyogi ve ark., 2001). Yapılan bir çalışmada 100 mM konsantrasyonunda tuz uygulanan pirinç yapraklarında karotenoid miktarının kontrole göre %36 oranında azaldığı belirlenmiştir (Chutipaijit ve ark., 2011). *Vigna radiata*'da artan tuz konsantrasyonlarının yapraklardaki karotenoid ve ksantofil pigmentlerinin miktarını azalttığı gözlenmiştir (Saha ve ark., 2010). Benzer şekilde tuz stresi altındaki *Greviela arenaria*, domates ve *B. Parviflora* bitkilerinin yapraklarındaki toplam karotenoid miktarının azaldığı rapor edilmiştir (Kennedy ve de Phillippsis, 1999; Khavarinejad ve Mostofi, 1998; Parida ve ark., 2002). Yapılan bazı çalışmalarda da tuz stresinin yonca ve arpa bitkilerinin yapraklarındaki toplam karotenoid miktarını etkilemediği belirlenmiştir (Khavarinejad ve Chaparzadeh, 1998; Çakırlar ve ark., 2008). Hefni ve Abdel-Kader (2006) ise toleranslı sorgum genotiplerinde tuz uygulamaları sonucunda yapraklardaki toplam karotenoid miktarının kontrollere göre artış gösterdiğini ve bunun tuz toleransı konusunda bir seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini belirtmiştir.

#### **4. Antioksidan Bileşenlerin Dahil Olduğu Koruyucu Mekanizmalar**

##### **4.1. Askorbat-Glutasyon Döngüsü**

Kloroplastlarda, mitokondrilerde, peroksizomlarda ve sitozolde aktif olan askorbat-glutasyon döngüsü ROT' lara karşı geliştirilmiş en temel savunma mekanizmasıdır (Edrewa, 2005). Bu döngü başka herhangi bir ROT oluşumuna yol açmadan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>' nin su ve oksijene kadar parçalanarak detoksifikasyonunu sağlar (Şekil 2).

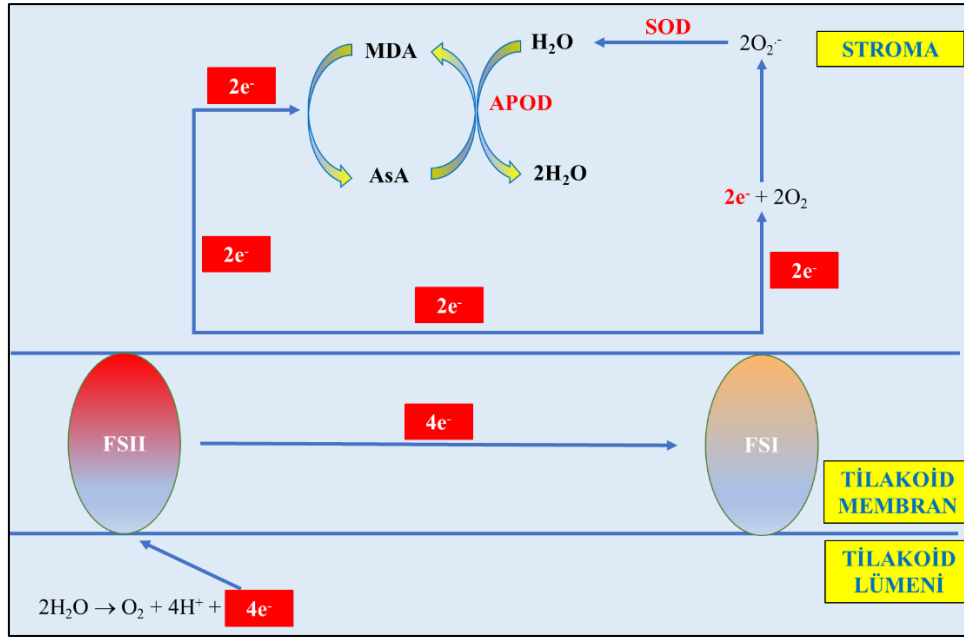


**Şekil 2.** Askorbat-glutasyon döngüsü (APOD: askorbat peroksidaz; AsA: askorbik asit; MDHA: monodehidro askorbat; MDHAR: monodehidroaskorbat redüktaz; DHA: dehidro askorbat; DHAR: dehidroaskorbat redüktaz; GSSG: oksitlenmiş glutasyon; GSH: indirgenmiş glutasyon; GR: glutasyon redüktaz) (Doğru, 2006).

Askorbat-glutasyon döngüsünde bulunan enzimler APOD, MDHAR, DHAR ve GR'dir. Bu enzimlerden APOD, indirgeyici molekül olarak askorbatı kullanarak hidrojen peroksidi parçalarken; MDHAR ve DHAR enzimleri askorbatın rejenerasyonunu sağlar. Askorbatın rejenerasyonunun sağlanması için görev yapan enzimlerden MDHAR indirgeyici molekül olarak NADPH'yi, DHAR ise glutasyonu kullanmaktadır. Elektronunu vererek oksitlenen glutasyon ise GR enziminin katalizlediği bir reaksiyonla yeniden indirgenir.

#### 4.2. Su-Su Döngüsü

ROT'ların detoksifikasyonunu sağlayan diğer bir mekanizma da su-su döngüsüdür (Şekil 3). Bu olayda iki molekül suyun fotolizi sonucu ortaya çıkan dört elektron, fotosistem II aracılığı ile fotosistem I'e ulaştırılır. Bu elektronlardan iki tanesi, iki molekül  $O_2$ 'yi indirgeyerek, iki molekül süperoksit radikalini oluşturur. Oluşan süperoksit radikalleri, SOD ile hidrojen peroksit indirgenir. Hidrojen peroksit ise APOD ile suya indirgenir. Bu reaksiyon sırasında oksitlenen askorbik asit de diğer iki elektronla yeniden indirgenir. Yani iki molekül suyun fotolizi ile oluşan dört tane elektron, yine iki molekül suyun oluşturulmasında kullanılmaktadır (Asada, 1999).



Şekil 3. Su-su döngüsü (FSII: fotosistem II; FSI: fotosistem I; SOD: süperoksit dismutaz; APOD: askorbat peroksidad; AsA: askorbik asit; MDA: monodehidro askorbat) (Doğru, 2006).

## 5. Sonuç

Tarımsal faaliyetler düşünöldüğünde tuz stresi yeryüzündeki en büyük problemlerden biridir. Ülkemizde 1.5 milyon hektar, dünyada ise 800 milyon hektarlık bir alan tuz stresinden etkilenmiş durumdadır. Bu durumun insan beslenmesi ve ekonomik bakımdan olumsuz sonuçlara sebep olacağı muhakkaktır. Bu olumsuzlukları elimine etmek, tuzlanmış topraklarda yüksek verimde tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirilmesine bağlıdır. Bunun için de tuzlu topraklarda büyüyüp gelişebilen ve yaşam döngüsünü tamamlayabilen ekonomik bitki türlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bitkilerde tuza toleransın varlığını ve derecesini belirlemeye yönelik çeşitli kriterler mevcuttur. Antioksidan sistemin enzimatik ve enzimatik olmayan bileşenlerinde meydana gelen değişimler de bu amaç doğrultusunda kullanılmaktadır. Tuz stresi koşullarında antioksidan kapasitesini artıran bitki türleri ve genotiplerinin tuz stresine nispeten daha dirençli olduğu kabul edilmektedir. Çünkü bu tür ve genotipler tuz stresinin neden olduğu oksidatif hasarlara karşı kendilerini daha iyi savunmaktadır. Bu nedenle günümüzde klasik ıslah teknikleri ve moleküler teknikler kullanılarak ekonomik öneme sahip olan bitkilerin antioksidan kapasitesi geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bu şekilde tuz stresine daha dayanıklı hale getirilen bitkiler sayesinde tuzluluğun neden olduğu ekonomik kayıplar ortadan kaldırılabilir. Bu nedenle tuz stresi altında antioksidan sistemin enzimatik ve enzimatik olmayan bileşenlerinde meydana gelen değişimlerin



daha iyi anlaşılması daha isabetli ıslah çalışmaları ve ürün kayıplarının azaltılması bakımından faydalı olacaktır.

## Kaynaklar

- Agarwal, S., Shaheen, R. (2007). Stimulation of antioxidant system and lipid peroxidation by abiotic stresses in leaves of *Momordica charantia*. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19, 149-161.
- Agati, G., Azzarello, S., Poolastri, M., and Tattini, M. (2012). Flavonoids as antioxidants in plants: location and functional significance. *Plant Science and International Journal of Experimental Plant Biology*, 196, 67-76.
- Ahmad, P. Hakeem, K. R., Kumar, A., Ashraf, M., Akram, N. A. (2012). Salt-induced changes in photosynthetic activity and oxidative defense system of three cultivars of mustard (*Brassica juncea* L.). *African Journal of Biotechnology*, 11(11), 2694-2703.
- Ahmad, P., Jaleel, C. A., Sharma, S. (2010). Antioxidative defence system, lipid peroxidation, proline metabolizing enzymes and biochemical activity on two genotypes of *Morus alba* L. subjected to NaCl stress. *Russian Journal of Plant Physiology*, 57(4), 509-517.
- Alscher, R. G. Donahue, J. L., Cramer, C. L. (1997). Reactive oxygen species and antioxidants: relationship in green cells. *Physiologia Plantarum*, 100: 224-233.
- Alscher, R. G., Ertürk, N., and Heath, L. S. (2002). Role of superoxide dismutases (SODs) in controlling oxidative stress in plants. *Journal of Experimental Botany*, 53(372), 1331-1341.
- Aono, M. Kubo, A., Saji, H., Tanaka, K., Kondo, N. (1993). Enhanced tolerance to photooxidative stress of transgenic *Nicotiana tabacum* with high chloroplastic glutathione reductase activity. *Plant Cell and Physiology*, 34, 129-135.
- Apel, K. Hirt, H. (2004). Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annual Review of Plant Biology*, 55: 373-399.
- Asada, K. (1994). *Production and action of active oxygen species in photosynthetic tissue*. Boca Raton: CRC Press.
- Asada, K. (1999). The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 50, 601-639.
- Asada, K., Urano, M., Takahashi, M. (1973). Subcellular location of superoxide dismutase in spinach leaves and preparation and properties of crystalline spinach superoxide dismutase. *European Journal of Biochemistry*, 36, 257-266.
- Athar, H. R. Khan, A. Ashraf, M. (2008). Exogenously applied ascorbic acid alleviates salt-induced oxidative stress in wheat. *Environmental and Experimental Botany*, 63, 224-231.
- Azevedo, R. A. Alas, R. M., Smith, R. J., Lea, P. A. (1998). Response of antioxidant enzymes to transfer from elevated carbon dioxide to air and ozone fumigation, in leaves and roots of wild-type and catalase-deficient mutant of barley. *Physiologia Plantarum*, 104, 280-292.
- Azpilicueta, C. E. Benavides, M. P., Tomaro, M. L., Gallego, S. M. (2007). Mechanism of *CATA3* induction by cadmium in sunflower leaves. *Plant Physiology and Biochemistry*, 45, 589-595.
- Baldensperger, J. B. (1978). An iron containing superoxide dismutase from the chemo lithotrophic *Thiobacillus denitrificans* rt strain. *Archives of Microbiology*, 119, 237-444.
- Bannister, J. V., Parker, M. W. (1985). The presence of a copper/zinc superoxide dismutase in the bacterium *Photobacterium leiognathi*: a likely case of gene transfer from eukaryotes to prokaryotes. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 82, 149-152.
- Bannister, W. H., Bannister, J. V., Barra, D., Bond, J., Bossa, F. (1991). Evolutionary aspects of superoxide dismutase: the copper/zinc enzyme. *Free Radical Research Communications*, 12-13, 349-361.
- Barro, D., Schinina, M. E., Bossa, F., Puget, K., Durosay, P. (1990). A tetrameric iron superoxide dismutase from the eukaryote *Tetrahymena pyridornis*. *Journal of Biological Chemistry*, 265, 17680-17686.
- Bordo, D., Djinovich, K., Bolognesi, M. (1994). Conserved patterns in the Cu, Zn superoxide dismutase family. *Journal of Molecular Biology*, 238, 366-386.

- Bowler, C., Van Camp, W., Van Montagu, M., Inze, D. (1994). Superoxide dismutases in plants. *Critical Reviews in Plant Science*, 13, 199-218.
- Briviba, L. O. Klotz, H. (1997). Toxic and signaling effects of photochemically or chemically generated singlet oxygen in biological system. *Journal of Biological Chemistry*, 378, 1259-1265.
- Çakırlar, H. Çiçek, N., Fedina, I., Georgieva K., Doğru A., Velitchkova, M. (2008). NaCl induced cross-acclimation to UV-B radiation in four barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. *Acta Physiologia Plantarum*, 30, 561-567.
- Chalapathi Rao, A. S. V. Reddy, A. R. (2008). *Glutathione reductase: a putative redox regulatory system in plant cells*. The Netherlands: Springer.
- Chutipaijit, S. Cha-um, S., Sompornpailin, K. (2011). High contents of proline and anthocyanin increase protective response to salinity in *Oryza sativa* L. spp. indica. *Australian Journal of Crop Science*, 5, 1191-1198.
- Collins, A. (2001). Carotenoids and genomic stability. *Mutation Research*, 475, 1-28.
- Comba, M. E. Benavides, M. P., Tomaro, M. L. (1998). Effect of salt stress on antioxidant defence system in soybean root nodules. *Australian Journal of Plant Physiology*, 25, 665-671.
- Creissen, G. Firmin, J., Fryer, M., Kular, B., Leyland, N., Reynolds, H., Pastori, G., Wellburn, F., Baker, N., Wellburn, A., Mullineaux, P. (1999). Elevated glutathione biosynthetic capacity in the chloroplasts of transgenic tobacco plants paradoxically causes increased oxidative stress. *The Plant Cell*, 11, 1277-1291.
- Creissen, G. P. Broadbent, P., Kular, B., Reynolds, H., Wellburn, A. R., Mullineaux, P. M. (1994). Manipulation of glutathione reductase in transgenic plants: implications for plant responses to environmental stress. *Proceeding Royal Society Edinburg*, 102B, 167-175.
- Crowell, D. N., Amasino, R. M. (1991). Induction of the specific mRNAs in cultured soybean cells during cytokinin or auxin starvation. *Plant Physiology*, 95, 711-715.
- Czarnocka, W., Karpinski, S. (2018). Friend or foe? Reactive oxygen species production, scavenging and signaling in plant response to environmental stress. *Free Radical Biology and Medicine*, 122, 4-20.
- Del Rio, L. A. Corpas, F. J., Sandalio, L. M., Palma, J. M., Gomez, M. Barroso, J. B. (2002). Reactive oxygen species, antioxidant systems and nitric oxide in peroxisomes. *Journal of Experimental Botany*, 53, 1255-1272.
- delRio, L. A., Sandalio, L. M., Palma, J. M., Bueno, P., Corpas, F. J. (1992). Metabolism of oxygen radicals in peroxisomes and cellular implications. *Free Radical in Biology and Medicine*, 13, 557-580.
- Doğru, A. (2006). Kolza (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera*)'nın bazı kışlık çeşitlerinde düşük sıcaklık toleransı ile ilgili fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerin araştırılması. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Doğru, A., (2014, Haziran). Farklı mısır genotiplerinde tuz stresinin antioksidan sistem üzerindeki etkileri. 22. *Ulusal Biyoloji Kongresi* (s. 430). Eskişehir: Osman Gazi Üniversitesi.
- Doğru, A., Yılmaz Kaçar, M. (2019). A Preliminary study on salt tolerance of some barley genotypes. *SAU Journal of Science*, 23(5), 755-762.
- Droillard, M. J., Paulin, A. (1990). Isozymes of superoxide dismutase in mitochondria and peroxisomes isolated from petals of carnation (*Dianthus caryophyllus*) during senescence. *Plant Physiology*, 94, 1187-1192.
- Edrewa, A. (2005). Generation and scavenging of reactive oxygen species in chloroplasts: a submolecular approach. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 106, 119-133.
- Elstner, E. F. (1991). *Mechanisms of oxygen activation in different compartments of plant cells*. Rockville MD, American Society of Plant Physiologists.
- Eltayeb, A. E. Kawano, N., Badawi, G. H., Kaminaka, H., Sanekata, T., Shibahara, T., Inanaga, S., Tanaka, K. (2007). Overexpression of monodehydroascorbate reductase in transgenic tobacco confers enhanced tolerance to ozone, salt and polyethylene glycol stresses. *Planta*, 225, 1255-1264.
- Eyidoğan, F., Öz, M. T. (2005). Effect of salinity on antioxidant responses of chickpea seedlings. *Acta Physiologiae Plantarum*, 29, 485-493.
- Farouk, S. (2011). Ascorbic acid and  $\alpha$ -tocopherol minimize salt-induced wheat leaf senescence. *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*, 7, 58-79.

- Foster, J. G., Edwards, G. E. (1980). Localization of superoxide dismutase in leaves from C3 and C4 plants. *Plant Cell and Physiology*, 21, 895-906.
- Foyer, C. H. Noctor, G. (2005). Redox homeostis and antioxidant signaling: a metabolic interface between stress perception and physiological responses. *Plant Cell*, 17, 1866-1875.
- Foyer, C. H. Souriau, N., Perret, S., Lelandais, M., Kunert, K. J., Pruvost, C., Jouanin, L. (1995). Overexpression of glutathione reductase but not glutathione synthetase leads to increases in antioxidant capacity and resistance to photoinhibition in poplar trees. *Plant Physiology*, 109, 1047-1057.
- Fridovich, I. (1986). Superoxide dismutases. *Advances in Enzymology and Related Areas of Molecular Biology*, 58, 61-97.
- Frugoli, J. A. Zhong, H. H., Nuccio, M. L., McCourt, P., McPeck, M. A., Thomas, T. L., McClung, C. R. (1996). Catalase is encoded by a multigene family in *Arabidopsis thaliana* (L.). *Plant Physiology*, 112, 327-336.
- Gapinska, M., Skladowska, M., Gabara, B. (2008). Effect of shlor- and long-term salinity on the activities of antioxidative enzymes and lipid peroxidation in tomato roots. *Acta Physiologiae Plantarum*, 30, 11-18.
- Garg, G., Manchanda, R. (2009). ROS generation in plants: boon or bane. *Plant Biosystem*, 143, 8-96.
- Gill, S. S., Anjum, N. A., Gill, R., Yadav, S., Hasanuzzaman, M., Fujita, M., Mishra, P., Sabat, S. C., and Tuteja, N. (2015). Superoxide dismutase-mentor of abiotic stress tolerance in crop plants. *Environmental Science and Pollution Research International*, 22, 10375-10394.
- Gossett, D. R. Banks, S. W., Millhollon, E. P., Lucas, M. C. (1996). Antioxidant response to NaCl stress in a control and a NaCl-tolerant cotton cell line grown in the presence of paraquat, buthionine sulfoximine and exogenous glutathione. *Plant Physiology*, 112, 803-809.
- Gossett, D. R. Millhollon, E. P., Lucas, M. C. (1994). Antioxidant response to NaCl stress in salt tolerant and salt sensitive cultivars of cotton. *Crop Science*, 34, 706-714.
- Gueta-Dahan, Y. Yaniv, Z., Zilinskas, B. A., Ben-Hayyim, G. (1997). Salt and oxidative stress: similar and specific responses and their relation to salt tolerance in citrus. *Planta*, 203, 460-469.
- Harinasut, P., Poonsopa, D., Roengmongkol, K., Charoensataporn, R. (2003). Salinity effects on antioxidant enzymes in mulberry cultivars. *Science Asia*, 29, 109-113.
- Hasanuzzaman, M. Fujita, M. (2011). Selenium pretreatment upregulates the antioxidant defense and methylglyoxal detoxification system and confers enhanced tolerance to drought stress in rapeseed seedlings. *Biological Trace Element Research*, 143, 1758-1776.
- He, L. Ban, Y., Inoue, H., Matsuda, N., Liu, J., Moriguch, T. (2008). Enhancement of spermidine content and antioxidant capacity in transgenic pear shoots overexpressing apple spermidine synthase in response to salinity and hyperosmosis. *Phytochemistry*, 69, 2133-2141.
- Hefni, M. Abdel Kader, D. Z. (2006). *Antioxidant-enzymatic system as selection criteria for salt tolerance in forage sorghum genotypes (Sorghum bicolor L. Moench)*. Netherlands: Springer.
- Hernandez, J. A. Campillo, A., Jimenez, A., Alacon, J. J., Sevilla, F. (1999). Response of antioxidant systems and leaf water relations to NaCl stress in pea plants. *New Phytologist*, 141, 241-251.
- Hernandez, J. Jimenez, A., Mullineaux, P., Sevilla, F. (2000). Tolerance of pea plants (*Pisum sativum*) to long term salt stress is associated with induction of antioxidant defences. *Plant Cell and Environment*, 23, 853-862.
- Hollander-Czytko, H. Grabowski, J., Sandorf, I., Weckermann, K., Weiler, E. W. (2005). Tocopherol content and activities of tyrosine aminotransferase and cystine lyase in *Arabidopsis* under stress conditions. *Journal of Plant Physiology*, 162, 767-770.
- Hussain, T. M. Chandrasekhar, T., Hazara, M., Sultan, Z., Saleh, B.Z., Gopal, G.R. (2008). Recent advances in salt stress biology – a review. *Biotechnology and Molecular Biology Review*, 3, 8-30.
- Jackson, C., Dench, J., Moore, A. L., Halliwell, B., Foyer, C. H., Hall, D. O. (1978). Subcellular localization and identification of superoxide dismutase in the leaves of higher plants. *European journal of Biochemistry*, 91, 339-344.
- Jimenez, J. A. Hernandez, G., Pastori, L. A., del Rio, F. (1998). Role of the ascorbate-glutathione cycle of mitochondria and peroxisomes in the senescence of pea leaves. *Plant Physiology*, 118, 1327-1335.

- Kamal-Eldin, A. Appelqvist, L. A. (1996). The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols. *Lipids*, 31, 671-701.
- Kanematsu, S., Asada, K. (1978). Superoxide dismutase from an anaerobic photosynthetic bacterium, *Chromatium vinosum*. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 185, 473-482.
- Kanematsu, S., Asada, K. (1990). Characteristic amino acid sequences of chloroplast and cytosol isozymes of CuZn-superoxide dismutase in spinach, rice and horsetail. *Plant and Cell Physiology*, 31, 99-112.
- Kennedy, B. F. De Fillippis, L. F. (1999). Physiological and oxidative response to NaCl of the salt tolerant *Grevillea ilicifolia* and the salt sensitive *Grevillea arenaria*. *Journal of Plant Physiology*, 155, 746-754.
- Khan, N. A., Singh, S. (2008). *Abiotic Stress and Plant Responses*. New Delhi: IK International.
- Khavarinejad, R. A. Mostofi, Y. (1998). Effects of NaCl on photosynthetic pigments, saccharides, and chloroplast ultrastructure in leaves of tomato cultivars. *Photosynthetica*, 35, 151-154.
- Khavarinejad, R. A., Chaparzadeh, N. (1998). The effects of NaCl and CaCl<sub>2</sub> on photosynthesis and growth of alfalfa plants. *Photosynthetica*, 35(3), 461-466.
- Kirby, T. W., Lancaster Jr. J. R., Fridovich, I. (1981). Isolation and characterization of the iron-containing superoxide dismutase of *Methanobacterium bryantii*. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 210, 140-148.
- Kliebenstein, D. J., Monde, R., Last, R. L. (1998). Superoxide dismutase in *Arabidopsis*: an eclectic enzyme family with disparate regulation and protein localization. *Plant Physiology*, 118, 637-650.
- Koji, Y. Shiro, M., Michio, K., Mitsutaka, T. Hiroshi, M. (2009). Antioxidant capacity and damages caused by salinity stress in apical and basal regions of rice leaf. *Plant Production Science*, 12, 319-326.
- Kukreja, S., Nandval, A. S., Kumar, N., Sharma, S. K., Unvi, V., Sharma, P. K. (2005). Plant water status, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> scavenging enzymes, ethylene evolution, and membrane integrity of *Cicer arietinum* roots as affected by salinity. *Biologia Plantarum*, 49, 305-308.
- Kusunose, E., Ichihara, K., Noda, Y., Kusunose, M. (1976). Superoxide dismutase from *Mycobacterium tuberculosis*. *Journal of Biochemistry (Tokyo)*, 80, 1343-1352.
- Larson, R. A. (1988). The antioxidants of higher plants. *Phytochemistry*, 27, 969-978.
- Lechno, S. Zamzki, E., Tel-Or, E. (1997). Salt stress induced responses in cucumber plants. *Journal of Plant Physiology*, 150, 206-211.
- Maeda, H. Sakuragi, Y., Bryant, D. A., DellaPenna, D. (2005). Tocopherols protect *Synechocystis* sp. strain PCC 6803 from lipid peroxidation. *Plant Physiology*, 138, 1422-1435.
- Martin, Jr. J. P., Fridovich, I. (1981). Evidence for a natural gene transfer from the ponyfish to its bioluminescent bacterial symbiont *Photobacter leiognathi*. The close relationship between bacteriocuprein and the copper-zinc superoxide dismutase of teleost fishes. *Journal of Biological Chemistry*, 256, 6080-6089.
- Meyer, A. J. (2008). The integration of glutathione homeostasis and redox signaling. *Plant Physiology*, 165, 1390-1403.
- Mittler, R. (2002). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science*, 7, 405-410.
- Mittler, R. Zilinskas, B. A. (1992). Molecular cloning and characterization of a gene encoding pea cytosolic ascorbate peroxidase. *Journal of Biological Chemistry*, 267, 21802-21807.
- Mittova, V. Guy, M., Tal, M., Volokita, M. (2004). Salinity up-regulates the antioxidative system in root mitochondria and peroxisomes of the wild salt-tolerant tomato species *Lycopersicon pennellii*. *Journal of Experimental Botany*, 55, 1105-1113.
- Mittova, V., Guy, M., Tal, M., Volokita, M. (2002). Response of the cultivated tomato and its wild salt-tolerant relative *Lycopersicon pennellii* to salt-dependent oxidative stress: increased activities of antioxidant enzymes in root plastids. *Free Radical Research*, 36, 195-202.
- Mullineaux, P. M. Rausch, T. (2005). Glutathione, photosynthesis and the redox regulation of stress-responsive gene expression. *Photosynthetic Research*, 86, 459-474.
- Munne-Bosch, S. (2005). The role of  $\alpha$ -tocopherol in plant stress tolerance. *Journal of Plant Physiology*, 162, 743-748.
- Niyogi, K. K. Shih, C., Chow, W. S., Pogson, B. J., DellaPenna, D., Bjorkman, O. (2001). Photoprotection in a zeaxanthin-and lutein-deficient double mutant of *Arabidopsis*. *Photosynthetic Research*, 67, 139-145.

- Noctor, G. Gomez, L., Vanacker, H., Foyer, C. H. (2002). Interactions between biosynthesis, compartmentation and transport in the control of glutathione homeostasis and signalling. *Journal of Experimental Botany*, 53, 1283-1304.
- Noctor, G., Foyer, C. H. (1998). A re-evaluation of the ATP:NADPH budget during C<sub>3</sub> photosynthesis. A contribution from nitrate assimilation and its associated respiratory activity. *Journal of Experimental Botany*, 49, 1895-1908.
- Ogawa, K., Kanematsu, S., Asada, K. (1997). Generation of superoxide anion and localization of CuZn superoxide dismutase in the vascular tissue of spinach hypocotyls: their association with lignification. *Plant Cell and Physiology*, 38, 1118-1126.
- Okada, S., Kanematsu, S., Asada, K. (1979). Intracellular distribution of manganese and ferric superoxide dismutase in blue-green algae. *FEBS Letters*, 103, 106-110.
- Pan, Y., Wu, L. J., Yu, Z. L. (2006). Effect of salt and drought stress on antioxidant enzyme activities and SOD isoenzymes of liquorice (*Glycyrrhiza uralensis* Fish). *Plant Growth Regulation*, 49, 157-165.
- Panda, S. K. (2001). Response of green gram seeds under salinity stress. *Indian Journal of Plant Physiology*, 6, 438-440.
- Panda, S. K. Upadhyay, R. K. (2004). Salt stress injury induces oxidative alterations and antioxidative defence in the roots of *Lemna minor*. *Biologia Plantarum*, 48, 249-253.
- Parida, A. Das, A. B., Das, P. (2002). NaCl stress causes changes in photosynthetic pigments, proteins and other metabolic components in the leaves of a true mangrove, *Bruguiera parviflora*, in hydroponic cultures. *Journal of Plant Biology*, 45, 28-36.
- Parida, A. K. Das, A. B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60, 324-349.
- Parida, A.K. Das, A.B., Mohant, P. (2004). Investigations on the antioxidative defense responses to NaCl stress in a mangrove, *Bruguiera parviflora*: differential regulations of isoforms of some antioxidative enzymes. *Plant Growth Regulation*, 42, 213-226.
- Polidoros, N. A. Scandalios, J. G. (1999). Role of hydrogen peroxide and different classes of antioxidants in the regulation of catalase and glutathione-S-transferase gene expression in maize (*Zea mays* L.). *Plant Physiology*, 106, 112-120.
- Puget, K., Michelson, A. M. (1974). Iron containing superoxide dismutases from luminous bacteria. *Biochimie*, 56, 1255-1267.
- Rausch, T. Wachter, A. (2005). Sulfur metabolism: a versatile platform for launching defence operations. *Trends in Plant Science*, 10, 503-509.
- Reddy, A. R. Raghavendra, A. S. (2006). *Photooxidative stress*. The Netherlands: Springer.
- Reddy, C. D., Venkaiah, B. (1982). Studies on isoenzymes of superoxide dismutase from mung bean (*Vigna radiata*) seedlings. *Journal of Plant Physiology*, 116, 279-284.
- Romero-Puertas, M. C. Corpas, F.J., Sandalio, L. M., Leterrier, M., Rodriguez Serrano, M., del Rio, L. A.J., Palma, M. (2006). Glutathione reductase from pea leaves: response to abiotic stress and characterization of the peroxisomal isozyme. *New Phytologist*, 170, 43-52.
- Saha, P. Chatterjee, P., Biswas, A. K. (2010). NaCl pretreatment alleviates salt stress by enhancement of antioxidant defense system and osmolyte accumulation in mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek). *Indian Journal of Experimental Biology*, 48, 593-600.
- Salin, M. L. (1988). Toxic oxygen species and protective system of the chloroplast. *Physiologia Plantarum*, 72, 681-689.
- Salin, M. L., Bridges, S. M. (1980). Localization of superoxide in chloroplasts from *Brassica campestris*. *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie*, 99, 37-47.
- Salin, M. L., Bridges, S. M. (1981). Absence of the iron-containing superoxide dismutase in mitochondria from mustard (*Brassica campestris*). *Biochemical Journal*, 195, 229-233.
- Sandalio, L. M., delRio, L. A. (1987). Localization of superoxide dismutase in glyoxysomes from *Citrus vulgaris*: functional implications in cellular metabolism. *Journal of Plant Physiology*, 127, 395-409.
- Scandalios, J. G. (1990). Response of plant antioxidant defense genes to environmental stress. *Advances in Genetic*, 28, 1-41.
- Searcy, K. B., Searcy, D. G. (1981). Superoxide dismutase from the Archeobacterium *Thermoplasma acidophilum*. *Biochimica et Biophysica Acta*, 670, 39-46.

- Sheokand, S. Bhankar, V., Sawhney, V. (2010). Ameliorative effect of exogenous nitric oxide on oxidative metabolism in NaCl treated chickpea plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 22, 81-90.
- Sieferman-Harms, D. (1987). The light harvesting function of carotenoids in photosynthetic membrane. *Plant Physiology*, 69, 561-568.
- Singh, S., Anjum, N. A., Khan, N. A., Nazar, R. (2008). *Abiotic Stress and Plant Responses*. New Delhi: IK International.
- Smirnoff, N. (2000). Ascorbic acid: metabolism and functions of a multifaceted molecule. *Current Opinion in Plant Biology*, 3, 229-235.
- Smith, M. W., Doolittle, R. F. (1992). A comparison of evolutionary rates of the two major kinds of superoxide dismutases. *Journal of Molecular Evolution*, 34, 175-184.
- Srivastava, A. K., Bhargava, P., Rai, L. C. (2005). Salinity and copper-induced oxidative damage and changes in antioxidative defence system of *Anabaena doliolum*. *World Journal of Microbial Biology*, 22, 1291-1298.
- Sudhakar, C. Lakshmi, A., Giridarakumar, S. (2001). Changes in the antioxidant enzyme efficacy in two high yielding genotypes of mulberry (*Morus alba*) under NaCl salinity *Plant Science*, 161, 613-619.
- Szarka, A. Horemans, N., Kovacs, Z., Grof, P., Mayer, M., Banhegyi, G. (2007). Dehydroascorbate reduction in plant mitochondria is coupled to the respiratory electron transfer chain. *Plant Physiology*, 129, 225-232.
- Takahashi, M. A., Asada, K. (1983). Superoxide anion permeability of phospholipid membranes and chloroplast thylakoids. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 226, 558-566.
- Tausz, M. Ircelj, H., Grill, D. (2004). The glutathione system as a stress marker in plant ecophysiology: is a stress-response concept valid. *Journal of Experimental Botany*, 55, 1955-1962.
- Trebst, A. Depka, B., Holländer-Czytko, H. (2002). A specific role for tocopherol and of chemical singlet oxygen quenchers in the maintenance of photosystem II structure and function in *Chlamydomonas reinhardtii*. *FEBS Letter*, 516, 156-160.
- Ushimaru, T. Nakagawa, T., Fujioka, Y., Daicho, K., Naito, M., Yamauchi, Y., Nonaka, H., Amako, K., Yamawaki, K., Murata, N. (2006). Transgenic *Arabidopsis* plants expressing the rice dehydroascorbate reductase gene are resistant to salt stress. *Journal of Plant Physiology*, 163, 1179-1184.
- Van Camp, W., Bowler, C., Villarroel, R., Tsanh E. W., van Montagu, M, Inze, D. (1990). Characterization of iron superoxide dismutase cDNAs from plants obtained by genetic complementation in *Escherichia coli*. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 87, 9903-9907.
- Wang, Y., Wisniewski, M., Meilan, R., Uratsu, S. L., Cui, M. G., Dandekar, A., Fuchigami, L. (2007). Ectopic expression of Mn-SOD in *Lycopersicon esculentum* leads to enhanced tolerance to salt and oxidative stress. *Journal of Applied Horticulture*, 9, 3-8.
- Wang, Y., Ying, Y., Chen, J., Wang, X. C. (2004). Transgenic *Arabidopsis* overexpressing Mn-SOD enhanced salt tolerance. *Plant Science*, 167, 671-677.
- Wu, G. Wei, Z. K., Shao, H. B. (2007). The mutual responses of higher plants to environment: physiological and microbiological aspects. *Biointerfaces*, 59, 113-119.
- Xiang, C. Werner, V., Christensen, E. M., Oliver, D. J. (2001). The biological functions of glutathione revisited in *Arabidopsis* transgenic plants with altered glutathione levels. *Plant Physiology*, 126, 564-574.
- Yost, Jr. F. J., Fridovich, I. (1973). An iron-containing superoxide dismutase from *Escherichia coli*. *Journal of Biological Chemistry*, 248, 4905-4908.
- Zhu, D., Scandalios, J. G. (1993). Maize mitochondrial manganese superoxide dismutases are encoded by a differentially expressed multigene family. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 90, 9310-9314.



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 1(2), 186-195 , 2019  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>



Araştırma Makalesi / *Research Article*

## Yapay Sinir Ağları Kullanarak Kısa Dönem Güneş Enerjisi Santrali Üretim Tahmini: Kahramanmaraş Örnek Çalışması

Ahmet Oğuz GÖK<sup>1</sup>, Ceyhun YILDIZ\*<sup>2</sup>, Mustafa ŞEKKELİ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, 46050, Kahramanmaraş, Türkiye.

<sup>2</sup>K.Maraş İstiklal Üniversitesi, Elbistan Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, 46300, Kahramanmaraş, Türkiye.

<sup>3</sup>K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, 46100, Kahramanmaraş, Türkiye.

Yazar Kimliği / <i>Author ID (ORCID Number)</i>	Makale Süreci / <i>Article Process</i>
*Sorumlu Yazar / <i>Corresponding author</i> : <a href="mailto:ceyhun.yildiz@istiklal.edu.tr">ceyhun.yildiz@istiklal.edu.tr</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0002-9075-2147">https://orcid.org/0000-0002-9075-2147</a> , A.O. Gök  <a href="https://orcid.org/0000-0002-5498-4127">https://orcid.org/0000-0002-5498-4127</a> , C. Yıldız  <a href="https://orcid.org/0000-0002-1641-3243">https://orcid.org/0000-0002-1641-3243</a> , M. Şekkeli	Geliş Tarihi / <i>Received Date</i> : 11.09.2019 Revizyon Tarihi / <i>Revision Date</i> : 18.10.2019 Kabul Tarihi / <i>Accepted Date</i> : 19.10.2019 Yayın Tarihi / <i>Published Date</i> : 15.12.2019

**Alıntı / *Cite*** : Gök, A.O., Yıldız, C., Şekkeli M. (2019). Yapay Sinir Ağları Kullanarak Kısa Dönem Güneş Enerjisi Santrali Üretim Tahmini: Kahramanmaraş Örnek Çalışması, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 1(2), 186-195.

### Özet

Türkiye coğrafi konumu nedeniyle büyük bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir ve ülkedeki Güneş Enerjisi Santrali (GES) kurulu gücü hızla artmaktadır. Fakat GES üretimlerindeki değişkenlik bu tesislerin elektrik şebeke sisteminde işletilmesini problem haline getirmektedir. Bu problemin giderilmesi için GES üretim tahminlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada GES üretimleri için bir tahmin sistemi önerilmiştir. Önerilen tahmin sisteminde Yapay Sinir Ağları (YSA) kullanılmıştır. YSA Levenberg-Marquardt öğrenme algoritması kullanılarak eğitilmiştir. YSA eğitim, doğrulama ve test süreçlerinde Kahramanmaraş ilinde yer alan GES geçmiş üretim değerleri ve Küresel Tahmin Sisteminden (KTS) alınan bulutluluk tahmin verileri kullanılmıştır. YSA yapısı ve giriş değerleri değiştirilerek analizler yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda giriş olarak üretim değerleri ile birlikte bulutluluk tahmini kullanan YSA'nın sadece geçmiş üretim değerleri kullanılan YSA'ya kıyasla daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Güneş Enerjisi Santrali, Üretim Tahmini, Yapay Sinir Ağı.



## ***A Short Term Solar Power Plant Generation Forecast Using Artificial Neural Networks: Kahramanmaraş Case Study***

### ***Abstract***

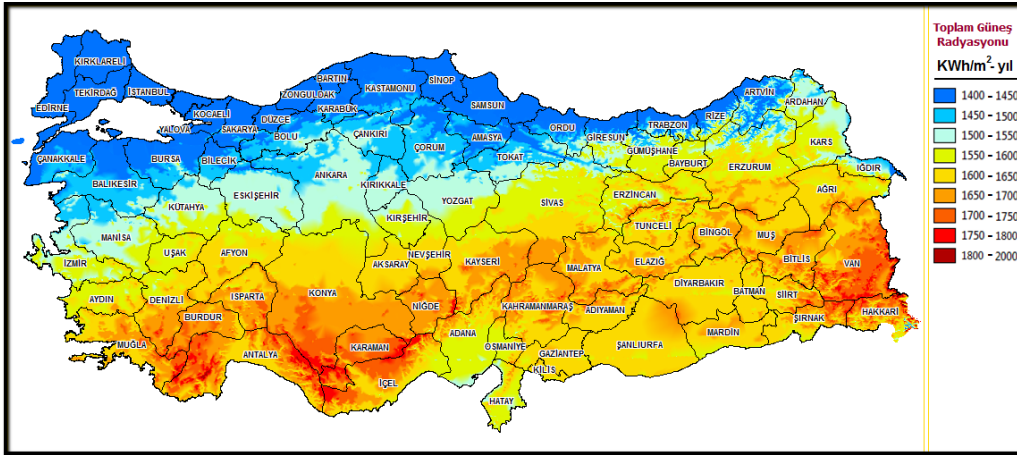
*Turkey has a large solar energy potential due to its geographical location and the installed power of Solar Power Plant (SPP) in the country is rapidly increasing. But the variability in SPP generation makes it a problem to operate these facilities in the electrical grid system. SPP generation forecasts are needed to solve this problem. In this study, a forecast system is proposed for SPP generations. Artificial Neural Networks (ANN) are used in the proposed forecast system. ANN is trained by using the Levenberg-Marquardt learning algorithm. In the training, verification and test processes of the ANN, the generation values of the SPP located in Kahramanmaraş province and the cloudiness forecast data obtained from the Global Forecasting System (GFS) are used. Analyses are performed by changing the structure and input values of ANN. As a result of the analyses, it is found that the ANN that uses cloudiness forecast with the generation values as input is more successful than the ANN that uses only generation values.*

***Keywords:*** Solar Power Plant, Power Generation Forecast, Artificial Neural Network.

### **1. Giriş**

Türkiye’de ve dünyadaki elektriksel enerji ihtiyacında sürekli bir artış görülmektedir. Elektrik enerjisi ihtiyacındaki bu artışın karşılanabilmesi için yeni yatırımların yanında alternatif temiz ve tükenmez enerji kaynaklarına (hidro enerji, rüzgar enerjisi, güneş enerjisi vb.) da yöneliş olmuştur. Bu alternatif kaynaklar sayesinde doğada sınırlı olan fosil enerji kaynaklarına bağımlılığın azaltılması hedeflenmiştir. Ayrıca alternatif kaynakların kullanımı, sürdürülebilirlik ve arz güvenirliliği açısından oldukça avantaj sağlamaktadır.

Türkiye, temiz ve tükenmez enerji kaynakları potansiyeli yüksek bir ülkedir. Özellikle güneş enerjisi potansiyeli, uygulamaya konulan destekler sayesinde yatırımcıların ilgisini çekmektedir. Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi konusunda değerlendirme yapabilmesi amacıyla Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA) oluşturulmuştur. GEPA, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanarak kullanıma açılmıştır (Kılıç 2015). Şekil 1’de (GEPA) görülmektedir.



Şekil 1. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (URL-1 2019).

Türkiye’de elektrik piyasası serbestleşmiş ve yatırımcılar tarafından santral kurulup işletilebilir hale dönüşmüştür. Serbestleşen bir elektrik piyasasının, daha sağlıklı şartlarda işletilebilmesi için arz-talep dengesinin korunması ve üretilecek olan elektrik enerjisi miktarının bir gün öncesinden önceden bilinmesine ihtiyaç vardır. Günümüz koşullarında her santralin ertesi gün içinde ne kadar enerji üreteceğini bilmesi ve ilgili kuruma gerçekleşecek üretim miktarını bildirmesi, elektrik piyasasının sürdürülebilirliği açısından hayati önem taşımaktadır. Özellikle GES gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına dayanan tesislerde üretim belirsizliği büyük riskler oluşturmaktadır (Jamil ve ark., 2019). Bu risklerin ortadan kaldırılabilmesi için GES üretim tahminlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmanın amacı GES üretimleri için kısa süreli bir tahmin modeli geliştirmektir.

Öncelikle, GES üretim tahmini konusunda literatür taraması yapılmış ve önemli görülen bazı çalışmaların öne çıktığı görülmüştür. (Yang ve ark., 2014) çalışmasında GES sisteminde üretilecek olan enerji gün öncesinde elde edilen sıcaklık ve yağış olasılığı verileri kullanılarak bir tahmin modeli geliştirilmiştir. Çalışmada kullanılan bu girdiler ile oluşturulan tahmin modelinin güneşli günlerde iyi sonuç verdiği görülmüştür. (Tao ve ark., 2010) çalışmasında kamuya açık internet sitelerinden bulutluluk durumunu gösteren hava tahmin verileri kullanılmıştır. GES sisteminde saatlik güç çıkışı tahmini yapmak için, NARX ağ tabanlı bir tahmin modeli kullanıldığı görülmüştür. Önerilen yöntem bir çatı-üstü GES üzerinde denenmiş ve üretim tahmin sonuçlarının hassas bir doğruluk ile gerçek değerleri yakalayabildiği görülmüştür. (Kim ve ark. 2017) çalışmasında GES üretimleri için hava durumu tahmin bilgilerine dayanan günlük bir tahmin modeli önerilmiştir. Önerilen model Kore’de ticari olarak bulunan bir GES izleme sistemine bütünleşik olarak çalıştırılmış ve mevcut tahmin modellerinden daha iyi performans sergilediği gösterilmiştir. .

(Şahan ve Okur 2016) çalışmasında, aylık ortalama güneş ışınım şiddeti değerlerini tahmin etmek amacıyla bir YSA modeli önerilmiştir. Önerilen yöntemin uygulaması Akdeniz Bölgesindeki 14 yerleşkede gerçekleştirilmiştir. YSA modelinin eğitiminde Levenberg Marquand geri yayılım algoritması tercih edilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Kullanılan verilerin kapsadığı zaman aralığı 1993-2010 yıllarıdır. Sonuç olarak, tahmin edilen ve ölçülen toplam güneş ışınım şiddeti değerleri arasında oldukça güç bir ilişki olduğu görülmüştür. Geliştirilen YSA modelinin diğer yerleşim yerleri ve farklı durumlar için tahmin amacıyla kullanılabileceği önerilmiştir.

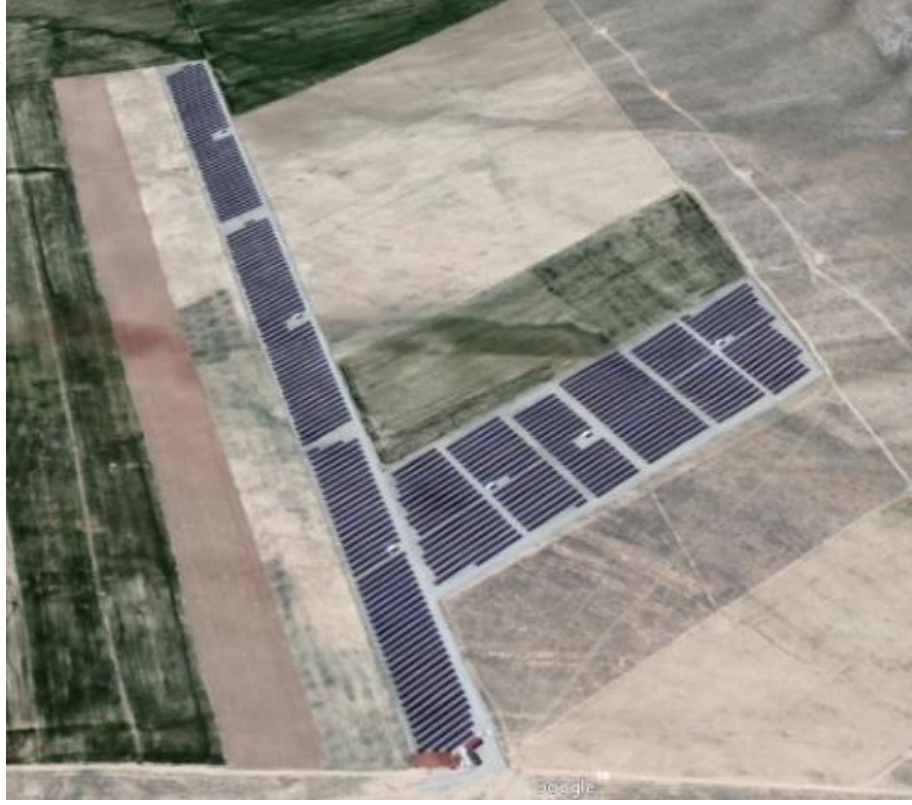
Bu çalışmada Kahramanmaraş ili Elbistan ilçesinde Evcı Hüyük mevkiinde bulunan bir GES tesisinin gerçekleşen geçmiş üretim verileri ile KTS bulutluluk tahmin verileri YSA girdisi olarak kullanılarak bir tahmin modeli geliştirilmiştir. Farklı ağ yapıları ve farklı girdiler için sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş ve bulutluluk tahmini kullanılan sistemin daha başarılı olduğu görülmüştür. Bu durum KTS meteorolojik tahmin verisi kullanan GES üretim tahmin sistemlerinin sadece geçmiş üretim değerleri kullanan sistemlere kıyasla daha başarılı olabileceğini göstermektedir. Bu çalışmanın literatüre katkısı; Türkiye'de işletilen bir GES için ilk defa KTS bulutluluk tahminleri kullanılarak bir gün sonra gerçekleşecek saatlik üretim tahmini yapılması olmuştur.

Bu makale beş bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm olan girişte konu ile ilgili genel bilgiler, kısa bir literatür özeti ve çalışmanın genel hatları verilmiştir. İkinci bölümde çalışmada incelenen santralin genel bilgileri, gerçekleşen üretim verileri ve meteorolojik veriler anlatılmıştır. Üçüncü bölümde kullanılan YSA yapısı ve kullanılan öğrenme yönteminden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde elde edilen bulgular verilmiştir. Beşinci bölümde ise sonuç ve bazı öneriler bulunmaktadır.

## **2. GES ve Veriler**

### **2.1. Santralin Tanıtımı**

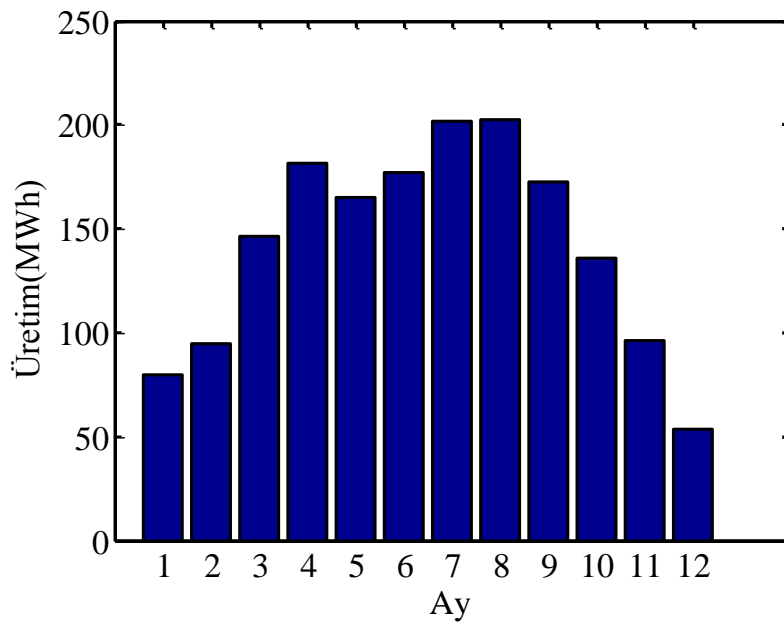
Santral, Kahramanmaraş ili Elbistan ilçesinde Evcı Hüyük mevkiinde yer almaktadır. Enerji üretimi yapan bu tesisin hesaplamalar ile belirlenmiş yapısında; 260(Wp) gücünde 4114 adet polikristal güneş paneli, her biri 60(kWe) gücünde 17 adet dizi evirici bulunmaktadır. Tesisin DC kurulu gücü 1069,6(kWp), AC kurulu gücü 999(kWe) olmuştur. Mevcut alçak gerilim şebekesine bağlanması mümkün görülmediği için 999(kWe) gücündeki tesis 31,5(kV) üzerinden yeni kurulan dağıtım merkezi sayesinde şebekeye bağlanmıştır. Tesisin Google Earth görünümü aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 2. GES Google Earth görünümü.

## 2.2. Gerçekleşen Üretim Verileri

Bu çalışmada santralin 2018 yılında kaydettiği saatlik üretim değerleri dikkate alınmıştır. Bu değerlerin aylık olarak toplamı Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Aylık toplam GES üretimleri.

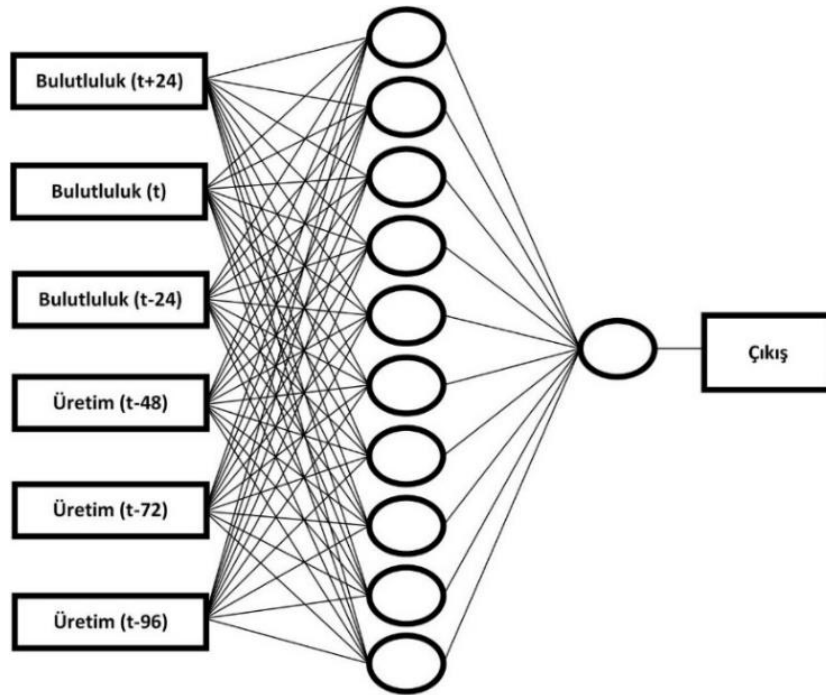
### 2.3. Meteorolojik Veriler

Çalışmada kullanılan bulutluluk tahmini verileri, Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi (NOAA) resmi internet sitesi aracılığı ile kamuya açılmış olan KTS veri arşivinden temin edilmiştir (URL-2 2019). GRIB dosya formatında indirilen veri setleri Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) resmi internet sitesinde kamuya açık olan Panoply programı ile işlenerek TXT dosya formatına dönüştürülmüştür (URL-3 2019).

KTS tahmin sistemi 6 saat aralıklar ile güncellenen bulutluluk tahmini üretmektedir. Tahminler tüm dünya için üretilmekte olup ücretsiz olarak erişime açılmıştır. Bu çalışmada 2018 yılının her günü için gün öncesinden üretilmiş bulutluluk tahmin verisi arşivi kullanılmıştır.

### 3. YSA ile Üretim Tahmini

Bu çalışma kapsamında oluşturulan YSA, incelenen GES üretimlerini tahmin etmek amacıyla kullanılmıştır. Oluşturulan YSA yapısı Şekil 3'te verilmiştir. Ayrıca ağ yapısına ilişkin bazı özellikler Tablo 1'de özetlenmiştir.



Şekil 3. YSA Yapısı.

Tablo 1. YSA yapısının özellikleri.

Katman	Nöron Sayısı	Aktivasyon Fonksiyonu
1	10	sigmoid
2	1	doğrusal

YSA eğitim, doğrulama ve test süreçleri incelenen GES tesisinden alınan bir yıllık üretim verileri ve KTS bulutluluk tahminleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Eğitim, doğrulama ve Test1 süreçleri sırasıyla ilk altı aylık verinin %70, %15 ve %15'i kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu süreçler sonucunda elde edilen eğitilmiş YSA'nın performansını test etmek amacıyla ayrıca Test2 yapılmıştır. Test2 sürecinde bir yıllık verinin son altı aylık kısmı kullanılmıştır. Tüm süreçlerde kullanılan veri sayıları Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** YSA eğitim, doğrulama ve test sürecinde kullanılan veri sayıları.

Süreç	Doğrulama	Eğitim	Test1	Test2
Veri Sayısı	2948	632	632	4380

Elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde iki adet değerlendirme indeksi kullanılmıştır. Bunlardan ilki Ortalama Hata Karesi (MSE)'dir. Diğeri ise elde edilen tahmin değerleri ile gerçekleşen üretim değerleri arasındaki ilişkiyi veren Korelasyon Katsayısı (R)'dir. R ve MSE hesabında kullanılan denklemler sırasıyla Eşitlik (1) ve (2)'de verilmiştir.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (1)$$

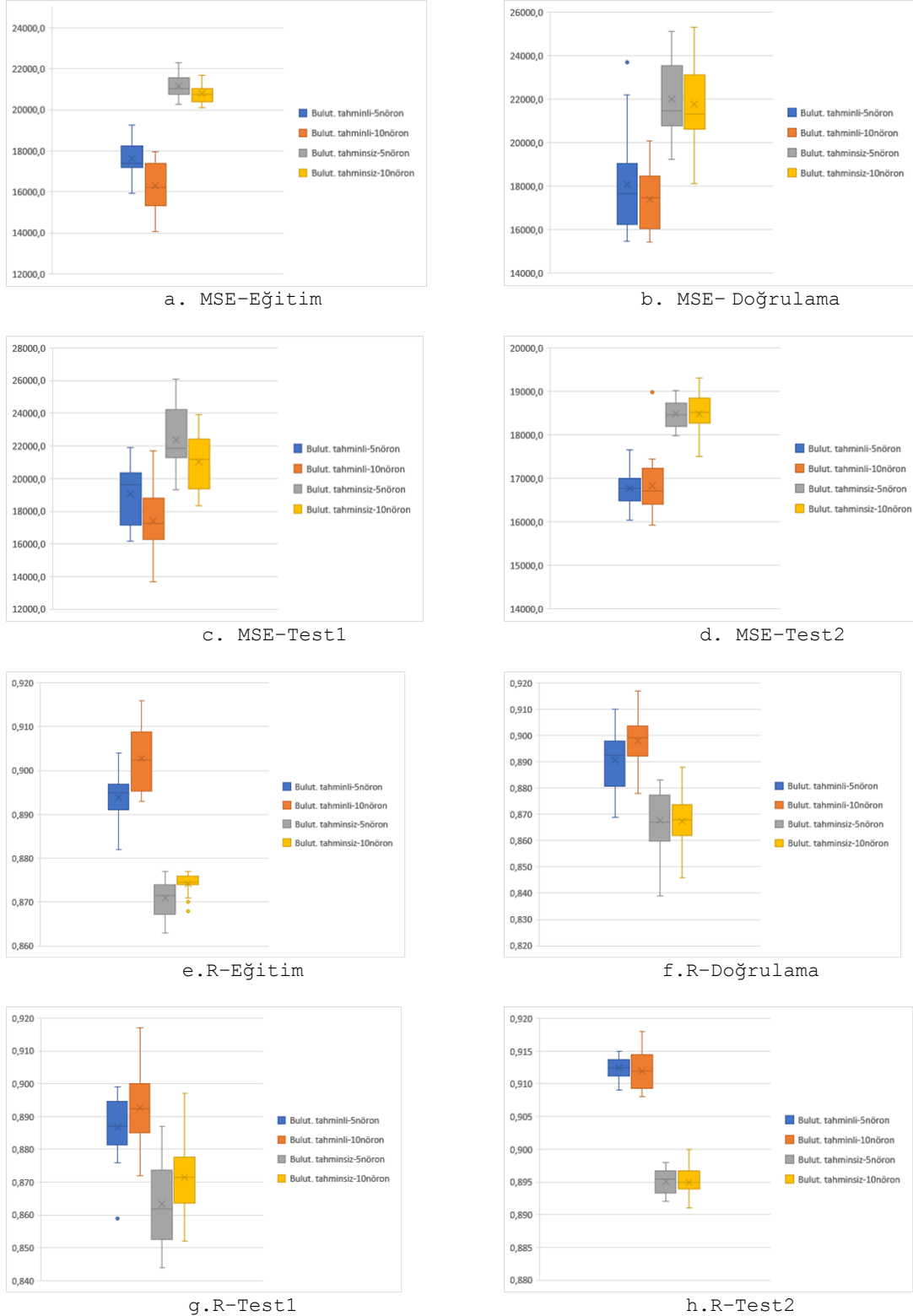
$$R = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

Bu çalışmada kullanılan YSA, Levenberg-Marquardt (LM) algoritması kullanılarak eğitilmiştir. Bu algoritma Yapay Sinir Ağlarının eğitiminde sağlamış olduğu hız ve kararlılık nedeni ile çoğunlukla tercih edilen bir yöntemdir. Temel olarak bu algoritma komşuluk fikri üzerine kurulmuştur. İleri beslemeleri ağlarda hızlı öğrenme sağlamaktadır (Budin ve ark. 1996).

#### **4. Bulgular**

Bu bölümde çalışma sonucunda elde edilen bulgular verilmiştir. Çalışmada geçmiş üretim ve bulutluluk tahmini verileri oluşturulan YSA girişleri olarak kullanılmıştır. YSA çıkışı bir gün sonrası için üretim tahmini yapmaktadır. YSA katmanı nöron sayısı (5 ve 10 olmak üzere) değiştirilerek ağ performansı değerlendirilmiştir. Ayrıca 5 ve 10 nörona sahip olan ağlar 20 defa tekrar eğitilerek sonuçlar alınmıştır. Bu süreç, giriş olarak KTS bulutluluk tahminleri kullanılan ve sadece geçmiş üretim verisi kullanılan yapı için tekrarlanmıştır.

Elde edilen sonuçların değerlendirilmesi için Şekil 3'te verilen kutu grafikler kullanılmıştır. Grafiklerdeki kutu verilerin ilk çeyreği ile üçüncü çeyreği arasındaki kısmını kapsamaktadır. Kutunun ortasındaki çizgi ve çarpı işaretleri sırasıyla ortanca ve ortalama değerleri göstermektedir.



Şekil 3. Tahmin sistemi performans değerlendirme sonuçları.



Yukarıda verilen kutu grafiklerinde eğitim, doğrulama, Test1 ve Test2 süreçlerinde elde edilen MSE ve R değerleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Bulutluluk tahmini kullanılan yapıda daha düşük MSE ve daha yüksek R değerleri olduğu görülmüştür. Ayrıca 10 nöron kullanılarak oluşturulan yapay sinir ağının 5 nöronlu yapıya göre daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Fakat test2 sürecinde R değerinin 5 nöronlu yapıda daha yüksek olduğu ve MSE değerinin de aynı şekilde 5 nöronlu yapıda daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca çalışmada yapılan Test1 ve Test2 süreçlerinde elde edilen üretim tahminleri ve bu süreçlerde gerçekleşen üretim değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Test 1 ve Test 2 süreçlerinde elde edilen saatlik ortalama üretim ve tahmin değerleri.

Saat	Test 1				Test 2				Gerçek (kW)
	Bulut Tahminsiz		Bulut Tahminli		Bulut Tahminsiz		Bulut Tahminli		
	5 Nöron (kW)	10 Nöron (kW)	5 Nöron (kW)	10 Nöron (kW)	5 Nöron (kW)	10 Nöron (kW)	5 Nöron (kW)	10 Nöron (kW)	
1	7,812	-2,356	1,301	4,818	2,707	3,893	-14,222	1,386	0,000
2	1,521	-0,681	-2,214	-2,388	-1,869	4,397	-9,395	0,150	0,000
3	-0,673	0,977	-3,103	-4,454	-4,791	4,319	-4,897	-0,825	0,000
4	0,497	-0,640	-4,790	0,720	-5,177	4,319	-3,156	-1,868	0,000
5	0,772	-1,039	-3,984	-0,206	-5,319	3,914	-3,014	-2,190	0,000
6	3,606	2,624	1,135	2,908	-3,655	5,792	-3,241	-0,448	2,914
7	25,712	29,358	29,789	24,429	17,763	30,818	2,719	19,265	25,771
8	120,426	123,960	141,698	135,610	139,212	139,583	102,408	125,812	117,314
9	308,667	300,766	316,262	310,615	347,300	345,081	279,508	313,562	286,400
10	490,092	480,431	482,552	473,764	496,800	526,028	482,296	454,592	480,914
11	584,179	569,607	572,510	574,177	612,864	641,485	560,883	541,826	619,200
12	606,699	601,737	589,288	605,857	664,351	685,210	594,393	591,003	666,743
13	612,206	607,051	588,975	603,735	667,321	693,572	597,735	603,348	659,371
14	587,873	579,662	568,035	582,854	652,297	678,433	581,675	583,489	616,057
15	543,284	530,672	531,925	540,858	606,334	633,851	535,969	531,180	538,114
16	465,058	455,483	458,719	460,047	513,862	544,752	458,100	451,034	436,229
17	322,234	339,162	332,003	340,727	348,341	377,836	289,706	300,288	281,029
18	147,164	178,521	163,023	185,636	169,541	186,800	136,578	143,632	122,286
19	45,491	53,057	43,188	65,639	47,595	62,435	28,954	41,345	26,343
20	22,704	18,587	13,582	37,707	17,456	10,942	-6,468	14,832	3,086
21	19,810	13,932	9,618	34,000	14,937	5,545	-9,622	12,550	0,000
22	19,401	13,221	6,958	30,386	12,732	5,243	-9,755	12,559	0,000
23	16,640	8,271	6,614	27,936	12,276	4,648	-12,820	11,529	0,000
24	13,951	0,610	4,428	18,134	8,989	4,381	-17,886	6,618	0,000

## 5. Sonuç ve Öneriler

Yapılan bu çalışmada Kahramanmaraş ili Elbistan ilçesinde Evcı Hüyük mevkiinde yer alan GES tesisi için gün öncesinden üretim tahmini yapabilecek bir sistem önerilmiştir. Bu sistemde

YSA kullanılmıştır. Tahmin sistemi girdisi olarak ise bulutluluk tahminleri ve geçmiş üretim değerleri kullanılmıştır. Farklı ağ yapıları ve farklı girdiler için sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş ve bulutluluk tahmini kullanılan sistemin daha başarılı olduğu görülmüştür. Bu durum meteorolojik tahmin verisi kullanan GES üretim tahmin sistemlerinin sadece geçmiş üretim değerleri kullanan sistemlere kıyasla daha başarılı olabileceğini göstermektedir. İleride yapılacak çalışmalarda bu çalışmada kullanılan bulutluluk tahmini verilerine ek olarak sıcaklık, basınç ve yağış tahmini değerlerinin de dikkate alınması önerilmektedir. Ayrıca farklı YSA yapılarının ve eğitim algoritmalarının tahmin performansını arttırabileceği düşünülmektedir.

### Kısaltmalar

$y_i$ :	Gerçek değer
$\hat{y}_i$ :	Tahmin değeri
$n$ :	Değer Sayısı
$x$ :	Gerçek değer
$y$ :	Tahmin değeri
$\bar{x}$ :	Gerçek değerlerin ortalaması
$\bar{y}$ :	Tahmin değerlerinin ortalaması

### Kaynaklar

- Budil, D. E., Lee, S., Saxena, S., & Freed, J. H., (1996). Nonlinear-least-squares analysis of slow-motion EPR spectra in one and two dimensions using a modified Levenberg–Marquardt algorithm. *Journal of Magnetic Resonance, Series A*, 120(2), 155-189.
- Jamil, I., Zhao, J., Zhang, L., Rafique, S. F., & Jamil, R., (2019). Uncertainty Analysis of Energy Production for a 3× 50 MW AC Photovoltaic Project Based on Solar Resources. *International Journal of Photoenergy*, 2019.
- Kılıç, F. Ç., (2015). Güneş Enerjisi, Türkiye’deki Son Durumu ve Üretim Teknolojileri. *Mühendis ve Makine*, 56(671), 28-40.
- Kim, J., Kim, D., Yoo, W., Lee, J., Kim, B.A., (2017). Daily prediction of solar power generation based on weather forecast information in Korea. *IET Renew. Power Gener.*, 11(10), 1268-1273.
- Şahan, M., & Yüksel, O. K. U. R. (2016). Akdeniz bölgesine ait meteorolojik veriler kullanılarak yapay sinir ağları yardımıyla güneş enerjisinin tahmini. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 11(1), 61-71.
- Tao, C., Shanxu, D. and Changsong, C., (2010) Forecasting Power Output for Grid-connected Photovoltaic Power System without using Solar Radiation Measurement. *The 2nd International Symposium on Power Electronics for Distributed Generation Systems*, (s. 773-777) Hefei, China: IEEE.
- Yang, H., Huang, C., Huang, Y. and Pai, Y., (2014). A Weather-Based Hybrid Method for 1-Day Ahead Hourly Forecasting of PV Power Output. *Ieee Transactions On Sustainable Energy*, (5)3, 917-926.
- URL-1, <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>, (Erişim tarihi 24 Mayıs 2019).
- URL-2, <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/model-data/model-atatasets/global-forecast-system-gfs>, (Erişim tarihi 11 Ocak 2019).
- URL-3, <https://www.giss.nasa.gov/tools/panoply/>, (Erişim tarihi 24 Mart 2019).



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 1(2), 196-211, 2019  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>



Araştırma Makalesi / *Research Article*

## Investigation of Displacement Behavior of Reinforced Concrete Shear Walls with Different Plastic Hinge Relationships

Saeid FOROUGHİ<sup>1\*</sup>, Süleyman Bahadır YÜKSEL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Civil Engineering, 42250, Konya, Turkey.

Yazar Kimliği / <i>Author ID (ORCID Number)</i>	Makale Süreci / <i>Article Process</i>
*Sorumlu Yazar / <i>Corresponding author</i> : <a href="mailto:saeid.foroughi@yahoo.com">saeid.foroughi@yahoo.com</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0002-7556-2118">https://orcid.org/0000-0002-7556-2118</a> , S. Foroughi  <a href="https://orcid.org/0000-0002-4175-1156">https://orcid.org/0000-0002-4175-1156</a> , S.B. Yüksel	Geliş Tarihi / <i>Received Date</i> : 16.09.2019 Revizyon Tarihi / <i>Revision Date</i> : 21.10.2019 Kabul Tarihi / <i>Accepted Date</i> : 22.10.2019 Yayın Tarihi / <i>Published Date</i> : 15.12.2019
<b>Alıntı / <i>Cite</i></b> : Foroughi, S., Yüksel, S.B. (2019). Investigation of Displacement Behavior of Reinforced Concrete Shear Walls with Different Plastic Hinge Relationships, International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design, 1(2), 196-211.	

### Abstract

The aim of this study is to investigate the plastic hinge length and peak displacement relationship for rectangular cross-sectional high ductile concrete shear walls in seismic zones. For plastic hinge lengths related to seismic design; the conditions given in the current regulations are used in the literature. An analytical study was conducted to evaluate the peak displacement relationship of reinforced concrete shear walls in seismic loads under plastic hinge regions. The length of the plastic deformation zone called the plastic hinge length has been investigated in this study by considering the regulations proposed by different regulations and researchers. Plastic hinge lengths of the designed reinforced concrete shear walls were calculated by plastic hinge models proposed by different researchers and regulations. Then, according to the plastic hinge lengths obtained from different relations, the yield displacement and plastic displacement values of the reinforced concrete shear walls were calculated and the total peak displacement values of the shear walls were obtained. The results of this study indicated that increase in plastic hinge length has a significant effect on the displacement and displacement ductility values of reinforced concrete shear walls. The most important parameter affecting the plastic hinge length is the dimensions of the reinforced concrete shear walls.

**Anahtar Kelimeler:** Plastic hinge, Seismic load, Shear wall, Peak displacement, Critical zone.

## ***Betonarme Perde Duvarların Farklı Plastik Mafsal İlişkilerine göre Deplasman Davranışlarının Araştırılması***

### **Özet**

*Bu çalışmanın amacı, sismik bölgelerde bulunan dikdörtgen en-kesitli süneklik düzey yüksek betonarme perde duvarlar için plastik mafsal uzunluğunu ve yük-tepe deplasman ilişkisini araştırmaktır. Sismik tasarım ile ilgili plastik mafsal uzunlukları için; literatürde önerilen bağıntılar ile mevcut yönetmeliklerde verilen koşullar kullanılmaktadır. Betonarme perde duvarların tepe yük-deplasman ilişkisinin yatay yükler altındaki plastik mafsal bölgelerinde değerlendirilmesi için analitik çalışma yapılmıştır. Plastik mafsal boyu olarak adlandırılan plastik şekil değiştirme bölgesinin uzunluğu bu çalışmada farklı yönetmelikler ve araştırmacılar tarafından önerilen bağıntılar dikkate alınarak araştırılmıştır. Tasarlanan betonarme perde duvarlarda plastik mafsal modelleri için farklı araştırmacılar tarafından ve yönetmeliklerde önerilen bağıntılar araştırılarak kesit geometrisi ve detaylarına göre plastik mafsal uzunlukları elde edilmiştir. Daha sonra farklı bağıntılardan elde edilen plastik mafsal uzunluklarına göre betonarme perde duvarların akma yer değiştirme ve plastik yer değiştirme değerleri hesaplanarak perde duvarların toplam tepe deplasman değerleri elde edilerek karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın sonucu, plastik mafsal uzunluğunun betonarme perde duvarların yer değiştirme ve deplasman süneklik değerlerinde önemli bir etkiye sahip olduğu göstermiştir. Plastik mafsal yüksekliğini etkileyen en önemli parametre betonarme perde duvarların boyutlarıdır.*

**Keywords:** *Plastik mafsal, Sismik yük, Perde duvar, Tepe deplasman, Kritik bölge.*

### **1. Introduction**

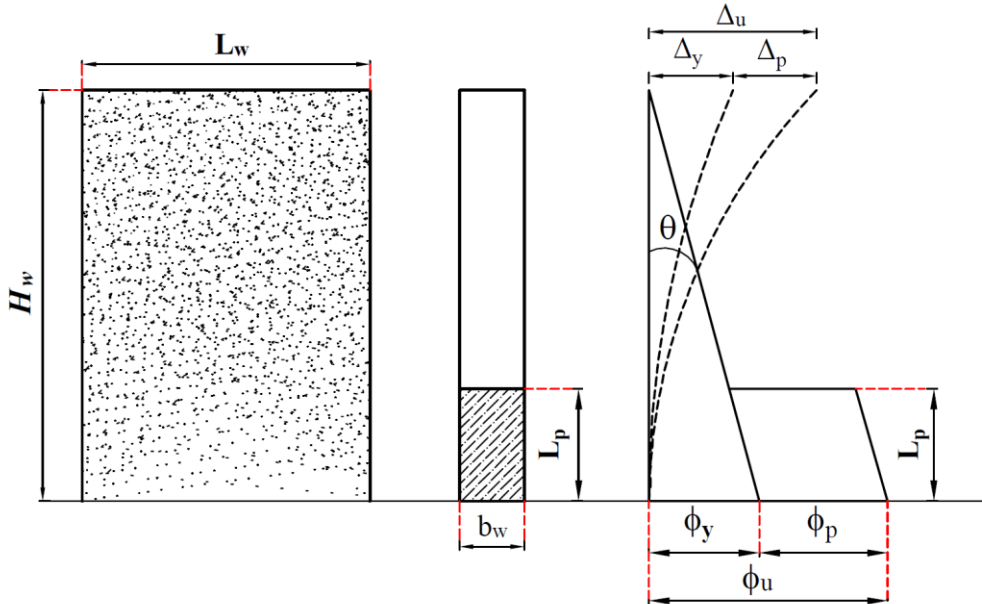
Plastic hinge region length of frame element over which flexural yielding is intended to occur due to earthquake design displacements, extending not less than a distance section height from the critical section where flexural yielding initiates (ACI318, 2014). Slender reinforced concrete walls, which are designed to have a larger shear resistance than flexural resistance, and whose behavior is therefore controlled by flexure rather than shear, behave in a ductile flexural mode when loaded beyond the elastic limit (Beyer et al., 2012). In order to idealize the inelastic non-linear behavior in respect to the materials, the models that are proved to be valid in the literature can be utilized. However, due to its practicability and extensiveness in engineering practices, lumped plastic behavior model is taken as a basis point for the inelastic non-linear analysis applied in the following sections. In this model that corresponds to the plastic support hypothesis in case of simple bending, it is assumed that the plastic deformations are formed in an evenly-distributed manner all along the finite length zones in which the inner forces in the beam, column and frame-type load-bearing components idealized as stick components reach to their plastic capacities. The length of the plastic deformation zone referred to as plastic support length ( $L_p$ ) shall be taken as the half of the section length ( $h$ ) in the active direction ( $l_p = 0.5h$ ). For the frames where  $H_w/L_w \leq 2$ , the plastic deformations under the bending effect will not be taken into consideration. In reinforced concrete frames, plastic sections may be allowed to be placed on the bottom end zone of the frame zone for each floor (TSC, 2018).

The aim of this study is to investigate the plastic hinge length and peak displacement relationship for rectangular cross-sectional high ductile concrete shear walls in seismic zones. For plastic hinge lengths related to seismic design; the conditions given in the current regulations are used in the literature. The length of the plastic deformation zone called the plastic hinge length has been investigated in this study by considering the regulations proposed by different regulations and researchers. Reinforced concrete shear walls have been designed for the purpose of investigating plastic hinge length and peak displacement behavior. For the design of reinforced concrete shear walls, the rules for reinforced concrete shear walls with high ductility level were considered in Turkish Seismic Code (TSC, 2018). Then, according to the plastic hinge lengths obtained from different relations, the yield displacement and plastic displacement values of the reinforced concrete shear walls were calculated and the total peak displacement values of the shear walls were obtained. Nonlinear displacement, plastic rotation, plastic hinge length, yield displacement, plastic displacement and total peak displacement of reinforced concrete shear walls are given in the following sections.

## **2. Nonlinear Displacement in Reinforced Concrete Shear Walls**

An important part of the seismic design of concrete wall buildings is ensuring that the flexural displacement capacity of the walls is greater than the flexural displacement demand. The inelastic (plastic) portion of flexural displacement results from a concentration of inelastic curvatures near the base of a wall (Bohl and Adebar, 2011). The flexural displacement profile of a cantilever wall is typically the summation of two components: the yield displacement profile and the plastic displacement profile. Reinforced concrete walls with an aspect ratio greater than 2 are typically governed by flexural action, rather than shear mechanisms, with plastic behavior at the base of the wall (Hoult et al. 2018). Although advanced analysis tools and procedures are currently available to determine the seismic response of reinforced concrete structural walls, the plastic hinge method and analysis derived from it are still used extensively in displacement-based seismic design and performance assessment procedures to estimate the inelastic displacement demand and capacity (Kazaz, 2013). The lumped plastic rotation ( $\theta_p$ ), along the plastic hinge length ( $L_p$ ) is then computed as Eq. (1). Where  $\phi_u$ ; is the maximum curvature and  $\phi_y$ ; is the yield curvature, as shown in Fig. 1. In the plastic hinge analysis, the total peak displacement ( $\Delta_u$ ) of a cantilever is obtained as the sum of its yield displacement ( $\Delta_y$ ) and plastic displacement ( $\Delta_p$ ) component [Eq. (2, 3 and 4)].

$H_w$ ; is the height of the shear walls,  $\Delta_y$ ; yield displacement,  $\Delta_p$ ; plastic displacement,  $\Delta_u$ ; total peak displacement.



**Figure 1.** Theoretical model of cantilever shear walls.

$$\theta = \phi L = (\phi_u - \phi_y)L \quad (1)$$

$$\Delta_y = \frac{\phi_y H_w^2}{3}, \quad \phi \leq \phi_y \quad (2)$$

$$\Delta = \theta (H_w - 0.5L) = (\phi_u - \phi_y)L_p(H_w - 0.5L), \quad \phi_y < \phi \quad (3)$$

$$\Delta_u = \Delta_y + \Delta = \frac{\phi_y H_w^2}{3} + (\phi_u - \phi_y)L_p(H_w - 0.5L), \quad \phi > \phi_y \quad (4)$$

The need to establish a proper plastic hinge length stems from the idea that the assumption of elasto-plastic model under the Bernoulli-hypothesis of plane section remain plane with a simple plastic hinge length ( $L_p$ ) as the half of the wall length ( $L_w$ ) does not hold for the parameters which effect the spread of plasticity. Those phenomenas explicilty explained by Priestley and Park (1987), which are moment gradient effect, tension shift and strain penetration effect (Aydin, 2018). The plastic hinge length ( $L_p$ ) that formed at the ends of the shear wall significantly influences the flexural deformation capacity of a shear wall that can be evaluated by double integrating curvature distribution over the length of the shear wall (Zhi et al. 2019).

### **3. Plastic Hinge Models for Walls (Overview of plastic hinge lengths)**

In this section, the models developed by various researchers to determine the plastic hinge length will be presented. According to Turkish Seismic Code (TSC, 2018) the length of the plastic deformation zone referred to as plastic support length ( $L_p$ ) shall be taken as the half of the section length in the active direction.

$$L_p = 0.5L_w \quad (5)$$

Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings Code (ASCE41, 2017) and Building Code Requirements for Structural Concrete Code (ACI318, 2014), modified Eq. (16) for application to concrete walls by assuming that  $\alpha = 0.5$  and  $\beta = 0.1$ .

$$L_p = \alpha 0.8L_w + \beta H_w = 0.4L_w + 0.1H_w \quad (6)$$

A recent study by Altheeb et al. (2015) used scaled-down experiments on lightly reinforced concrete elements to derive a plastic hinge length [Eq. (7)] based on the strain penetration length from the formation of a single crack:

$$L_p = \frac{(f_u - f_y) d_{bl}^2}{4\sqrt{f'_c}} \quad (7)$$

From the numerical results Bohl and Adebar (2011) concluded that the shear stress was sufficiently accounted for by including both the wall length  $L_w$  and shear span  $L_s$  in the Eq. (8) but that the axial load ratio should explicitly be considered. Where  $P$  is the axial load and  $A_w$  the gross cross-sectional area.

$$L_p = (0.2L_w + 0.05H_w) \left( 1 - 1.5 \frac{P}{A_w f'_c} \right) \leq 0.8L_w \quad (8)$$



Biskinis and Fardis (2010) proposed plastic hinge lengths which foremost depend on the type of loading that is applied. Based on a large experimental database, which comprised also test units with a rectangular wall-type cross section, they proposed plastic hinge lengths width, which the ultimate rotation was captured best on average. This empirical investigation led, for structural members with good seismic detailing, to the following proposed plastic hinge length equation, which is merely dependent on the member geometry.

$$L_{p,cyc} = 0.2L_w \left( 1 + \frac{1}{3} \min \left( 9 ; \frac{L_s}{L_w} \right) \right) \quad (9)$$

The same components are included in the proposal by Priestley et al (2007) but with partially different factors. The first component was assumed to account for the spread of plasticity along the member and was hence chosen dependent on the ratio of ultimate to yield strength of the reinforcement steel.

$$L_p = \min \left( 0.2 \left( \frac{f_u}{f_y} - 1 \right) ; 0.08 \right) L_s + 0.2L_w + 0.022f_y d_t \quad (10)$$

The expression proposed for the plastic hinge length in Eurocode 8, Design of Structures for Earthquake Resistance (Part 3: Assessment and Retrofitting of Buildings) reads as (CEN, 2005):

$$L_p = \frac{L_s}{30} + 0.2L_w + 0.11 \frac{d_t f_y}{\sqrt{f_c}} \quad (11)$$

The plastic hinge length recommended by Thomsen and Wallace (2004) calculated from Eq. (12).

$$L_p = 0.33L_w \quad (12)$$

Uniform Building Code (UBC, 1997) provides the equation for the plastic hinge length recommended Eq. 13.

$$L_p = 0.5L_w \quad (13)$$

Priestley et al. (1996) and Mattock (1967) proposed similar expressions to estimate the plastic-hinge length. According to Priestley et al. (1996);  $\alpha = 0.08$ ,  $\beta = 0$ , and  $\xi = 0.022$ . Where  $l$ ; member length,  $D$ ; member depth and  $d_b$ ; bar diameter of the longitudinal reinforcement.

$$L_p = \alpha l + \beta D + \xi f_y d_b = 0.08L_w + 0.022f_y d_b \quad (14)$$

According to Paulay and Priestley (1992) based on a research specifically applicable to walls Eq. (15) is proposed.

$$L_p = 0.2L_w + 0.07 \left( \frac{M}{V} \right) \quad (15)$$

Paulay and Uzumeri (1975), modified Eq. (18) for application to concrete walls by assuming that  $d = 0.8L_w$  and  $z = H_w$ , resulting in the following modified Sawyer (1964) equation. Paulay and Priestley (1993) recommended  $\alpha = 0.5$  and  $\beta = 0.044$  in Eq. (16) for a lower-bound estimate of  $L_p$  of shear walls. Where  $L_w$ ; is the wall length and  $H_w$ ; is the wall height.

$$L_p = \alpha d + \beta z = \alpha 0.8L_w + \beta H_w \quad (16)$$

According to Park and Paulay (1975) the plastic hinge length is calculated from Eq. (17).

$$L_p = 0.5L_w \quad (17)$$

Sawyer (1964) developed a seminal equation for plastic hinge length. Sawyer (1964) assumed that plasticity would spread over a length of  $d/4$ , resulting in a total plastic hinge length of Eq. (18). Where  $\alpha = 0.25$  ve  $\beta = 0.075$  it is assumed.  $d$ ; effective flexural depth and  $z$ ; shear span ( $z = M/V$ ).

$$L_p = \alpha d + \beta z = 0.25d + 0.075z \quad (18)$$

#### 4. Materials and Methods

In this study, different regulations for reinforced concrete elements and plastic hinge length relations proposed by the researchers were investigated. Plastic hinge length analytical investigation on the shear walls was performed according to the proposed plastic hinge length relations. For this analytical study, a rectangular cross-sectional concrete shear wall was designed. The design of reinforced concrete shear wall section geometry and reinforcement are seen in Fig. 2. In Turkish Seismic Code (TSC, 2018) the ratio of the length of the long edge ( $L_w = 3.5m$ ) of the reinforced concrete shear walls to the thickness ( $b_w = 0.3m$ ) in the plan has been determined to be greater than six. As the ratio of the total height ( $H_w = 12m$ ) in the reinforced concrete shear walls to the plan length ( $L_w = 3.5m$ ) is chosen to be greater than two, the shear walls confined boundary elements are formed at both ends of the walls. Confined boundary region dimensions of reinforced concrete shear walls are chosen as  $300mm \times 700mm$ . The reinforcement diameters and reinforcement ratio used in the cross-sections were determined by considering the limitations given TSC (2018). According to TSC (2018), total cross section area of each of the vertical and horizontal web reinforcement on both faces of structural wall shall not be less than 0.0025 of the gross section area of the wall web remaining in between the wall boundary regions. The spacing of longitudinal and transverse reinforcement in wall web shall not be more than 250mm. Excluding the wall boundary regions, at least 10 special seismic crossties per unit square meter of the wall surface shall be used along the critical wall height. Crosstie diameter shall be at least equal to that of the horizontal reinforcement. The ratio of the total area of vertical reinforcement at each wall boundary regions to the gross wall cross section area shall not be less than 0.002 along the critical wall height. Diameter of transverse reinforcement to be used at wall boundary regions shall not be less than 8mm. Horizontal distance between the legs of hoops and crossties shall not be more than 25 times the diameter of hoops or crossties. Vertical spacing of hoops and crossties shall not be more than half the wall thickness and 150 mm, the spacing shall be greater than 50mm. The vertical and horizontal web reinforcement areas and vertical reinforcement area at wall boundary regions of the shear wall were designed according to TSC (2018).

$$\frac{A_s}{(L_w - 2l_u) \times b_w} \geq 0.0025 \leftrightarrow \frac{A_s}{(3500 - 2 \times 700) \times 300} \geq 0.0025 \leftrightarrow A_s \geq 1575mm^2$$

$$\frac{A_s}{L_w \times b_w} \geq 0.002 \leftrightarrow \frac{A_s}{3500 \times 300} \geq 0.002 \leftrightarrow A_s \geq 2100mm^2$$

For the designed shear wall, considering the limitations given in the regulations for web reinforcement, the longitudinal web reinforcements were selected as 22Φ12mm and the horizontal web reinforcement as Φ12/100mm. The longitudinal reinforcements in boundary regions of the designed shear wall were selected as 12Φ20mm, considering the limitations given in the TSC (2018). Longitudinal web reinforcement and longitudinal reinforcements in boundary regions limitations were checked for the designed shear wall according to the TSC (2018).

$$\frac{(A_s)_{22\Phi12}}{(L_w - 2l_u) \times b_w} = \frac{2488.14mm^2}{(3500 - 2 \times 700) \times 300} = 0.00394 > 0.0025 \sqrt{f_c}$$

$$\frac{(A_s)_{12\Phi20}}{L_w \times b_w} = \frac{3769.91mm^2}{3500mm \times 300mm} = 0.00359 > 0.002 \sqrt{f_c}$$

The details of the Longitudinal and horizontal reinforcement placement and ratios of the designed shear wall were given in Fig. 2 and Table 1.

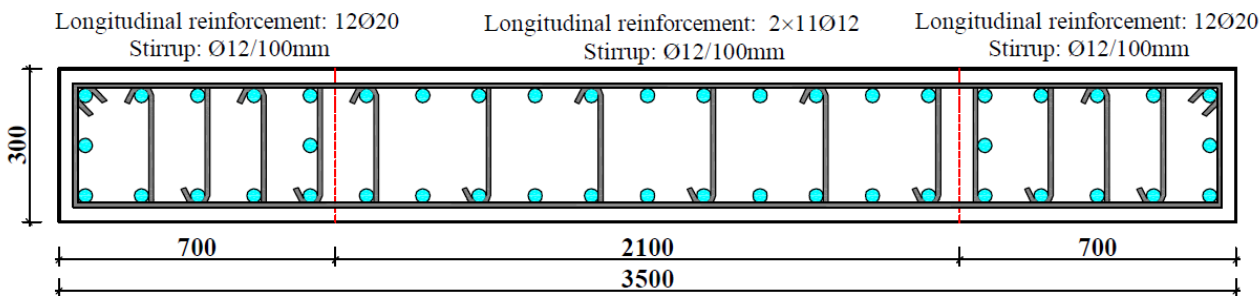


Figure 2. The sectional geometry and reinforcement appearance of reinforced concrete shear walls

Table 1. Details for the designed shear wall cross-sections

No	confined boundary region dimensions (mm)	Transverse Reinforcement Type	longitudinal reinforcement on confined boundary region	transverse reinforcement on confined boundary region	longitudinal reinforcement on shear wall web region	transverse reinforcement on shear walls
P1	700×300	Stirrup-crossies	12Φ20	Φ12/100	22Φ12	Φ12/100mm

In the first part of the study, moment-curvature relations of the elements were obtained by considering the nonlinear behavior of the reinforced concrete shear walls. Moment-curvature relationships were obtained by SAP2000 Software which takes the nonlinear behavior of materials into consideration. The moment-curvature relationships for different axial load levels of the

reinforced concrete shear walls cross-sections were obtained considering Mander confined model (Mander et al., 1988). Yield curvatures ( $\phi_y$ ) and ultimate curvatures ( $\phi_u$ ) values are calculated from the moment-curvature relationships (Table 4, 5 and 6). The combined effect of vertical loads and seismic loads ( $N_{dm}$ ), gross section area of shear wall shall satisfy the condition  $A_c \geq N_{dm}/0.35f_{ck}$  (TSC, 2018). The moment-curvature, displacement and displacement ductility values were obtained for 0.15, 0.25 and 0.35 of  $N/N_{dm}$  ratio for the reinforced concrete shear wall sections. To investigate the effect of axial force on the cross-section behavior, the shear wall models were investigated for three different axial forces ( $N_1 = 4725kN$ ,  $N_2 = 7875kN$  and  $N_3 = 11025kN$ )

In the plastic hinge analysis, the tip displacement of a cantilever is obtained as the sum of its yield displacement ( $\Delta_y$ ) and plastic displacement component ( $\Delta_p$ ). Yield displacement ( $\Delta_y$ ), plastic displacement ( $\Delta_p$ ) and total displacement ( $\Delta_u$ ) values of the elements were calculated for different axial load levels according to the calculated by plastic hinge length in reinforced concrete shear wall sections. Whereas the  $\Delta_y$  is calculated by double integrating the curvature distribution along the shear wall, the  $\Delta_p$  component is calculated by multiplying the height ( $H_w$ ) of the shear wall by the  $\theta_p$ , up, at the base as expressed in Eq. (2, 3 and 4). Elastic and plastic displacements are taken into consideration in the total displacement relations of reinforced concrete shear walls. In calculating the total displacement of the reinforced concrete shear walls, the yield and maximum curvature values were obtained from the moment-curvature relationships which take into account the section height, plastic hinge length and nonlinear behavior are taken into consideration.

In the literature, plastic hinge lengths of reinforced concrete shear walls were calculated according to the different equations proposed for plastic hinge lengths ( $L_p$ ). According to the obtained plastic hinge lengths and axial load levels, the proposed total displacement values of Eq. (4) are calculated and presented comparatively. The results obtained are reviewed and interpreted.

In the analytical study for reinforced concrete walls, the parameters and values given in Table 2 are used. For all models, C30 was chosen as concrete grade and S420 was selected as reinforcement for the reinforcement behavior model, the stress-strain curves given in TS500 (2000) and TSC (2018) were used (Table 2). The computed results for the models are summarized in the following Tables.

**Table 2.** Material parameters in property values (TS500, 2000; TSC, 2018)

Standard Strength	Parameters	Value
Concrete: C30	Strain at maximum stress of unconfined concrete ( $\epsilon_{co}$ )	0.002
	Ultimate compression strain of concrete ( $\epsilon_{cu}$ )	0.0035
	Characteristic standard value of concrete compressive strength ( $f_{ck}$ )	30MPa
Reinforcement: S420	Yield strain of reinforcement ( $\epsilon_{sy}$ )	0.0021
	Spalling strain in reinforcing steel ( $\epsilon_{sp}$ )	0.008
	Strain in reinforcing steel at maximum strength ( $\epsilon_{su}$ )	0.08
	Characteristic yield strength of reinforcement ( $f_{yk}$ )	420MPa
	Ultimate strength of reinforcement ( $f_{su}$ )	550MPa

## 5. Research Findings and Discussion

The plastic hinge length and the total displacement behavior of the reinforced concrete shear walls having high ductility level were compared by comparing the results of the different plastic hinge relations and axial load levels. The recommended relationships for plastic hinge lengths with the conditions given in the current regulations are used. Plastic hinge relations are used to calculate the load-deformation relations of reinforced concrete shear walls. The plastic hinge relationships offered by different regulations and researchers are listed in Table (3) according to the dates of the study and the equation numbers given in the study. Plastic hinge lengths are calculated according to the proposed different plastic hinge relations of reinforced concrete shear walls and are given in Table (3).

**Table 3.** Plastic hinge length values calculated according to different plastic hinge relationships

Regulations / Researcher	No	Recommended Equation No	Plastic hinge length ( $L_p$ ) mm
TSC (2018)	$L_{p1}$	5	1750
ASCE41 (2017) and ACI318 (2014)	$L_{p2}$	6	2600
Altheeb et al. (2015)	$L_{p3}$	7	1557,23
Bohl and Adebar (2011)	$L_{p4}$	8	1007,50
Biskinis and Fardis (2010)	$L_{p5}$	9	700,23
Priestley et al. (2007)	$L_{p6}$	10	849,90
CEN (2005)	$L_{p7}$	11	836,76
Thomsen and Wallace (2004)	$L_{p8}$	12	1155
UBC (1997)	$L_{p9}$	13	1750
Priestley et al. (1996)	$L_{p10}$	14	429,69
Paulay and Priestley (1992)	$L_{p11}$	15	700,24
Paulay and Uzumeri (1975)	$L_{p12}$	16	1228
Park and Paulay (1975)	$L_{p13}$	17	1750
Sawyer (1964)	$L_{p14}$	18	1320

Yield curvature ( $\phi_y$ ) and maximum curvature ( $\phi_u$ ) values of the moment-curvature relations of the sections were obtained for the calculation of the  $\Delta_u$  values of the reinforced concrete shear walls. The calculated plastic hinge lengths according to the obtained  $\phi_y$  and  $\phi_u$  values are given in Table (3). According to different axial load levels, the displacement ductility of the shear walls was calculated by obtaining  $\Delta_y$ ,  $\Delta_p$  and  $\Delta_u$  values of reinforced concrete shear walls. The results of the calculations are summarized in Tables (4, 5 and 6) respectively according to different axial loads levels. Plastic hinge length-total peak displacement curve for different axial loads it is given Fig. 3 and plastic hinge length-displacement ductility curve for different axial loads is given Fig. 4.

**Table 4.** Result values for different plastic hinge relationships in reinforced concrete shear wall

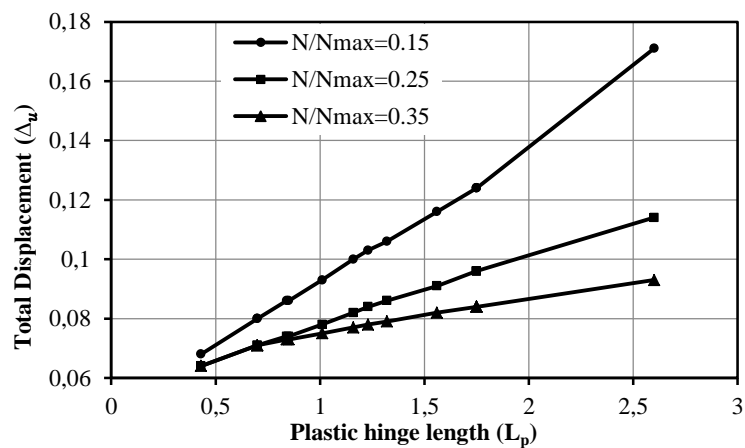
Plastic hinge length (m)	N/N <sub>max</sub> =0.15		Curvature (Rad/m)		Displacement		Displacement ductility
	$\phi_y$	$\phi_u$	$\Delta_y$	$\Delta_p$	$\Delta_u$	$\mu_\Delta$	
$L_{p1}$	1,75			0,076	0,124	2,58	
$L_{p2}$	2,60			0,108	0,156	3,26	
$L_{p3}$	1,56			0,068	0,116	2,42	
$L_{p4}$	1,01			0,045	0,093	1,94	
$L_{p5}$	0,70			0,032	0,080	1,66	
$L_{p6}$	0,85			0,038	0,086	1,80	
$L_{p7}$	0,84	0,001	0,0049	0,048	0,038	0,086	1,79
$L_{p8}$	1,16			0,052	0,100	2,08	
$L_{p9}$	1,75			0,076	0,124	2,58	
$L_{p10}$	0,43			0,020	0,068	1,41	
$L_{p11}$	0,70			0,032	0,080	1,66	
$L_{p12}$	1,23			0,055	0,103	2,14	
$L_{p13}$	1,75			0,076	0,124	2,58	
$L_{p14}$	1,32			0,058	0,106	2,22	

**Table 5.** Result values for different plastic hinge relationships in reinforced concrete shear wall

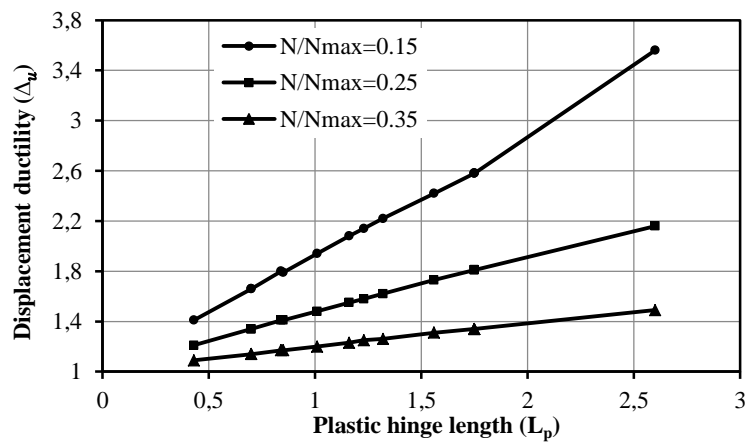
Plastic hinge length (m)	N/N <sub>max</sub> =0.25		Curvature (Rad/m)		Displacement		Displacement ductility
	$\phi_y$	$\phi_u$	$\Delta_y$	$\Delta_p$	$\Delta_u$	$\mu_\Delta$	
$L_{p1}$	1,75			0,043	0,096	1,81	
$L_{p2}$	2,60			0,061	0,114	2,16	
$L_{p3}$	1,56			0,039	0,091	1,73	
$L_{p4}$	1,01			0,026	0,078	1,48	
$L_{p5}$	0,70			0,018	0,071	1,34	
$L_{p6}$	0,85			0,022	0,074	1,41	
$L_{p7}$	0,84	0,0011	0,0033	0,0528	0,021	0,074	1,41
$L_{p8}$	1,16			0,029	0,082	1,55	
$L_{p9}$	1,75			0,043	0,096	1,81	
$L_{p10}$	0,43			0,011	0,064	1,21	
$L_{p11}$	0,70			0,018	0,071	1,34	
$L_{p12}$	1,23			0,031	0,084	1,58	
$L_{p13}$	1,75			0,043	0,096	1,81	
$L_{p14}$	1,32			0,033	0,086	1,62	

**Table 6.** Result values for different plastic hinge relationships in reinforced concrete shear wall

Plastic hinge length (m)	N/N <sub>max</sub> =0.35		Curvature (Rad/m)		Displacement		Displacement ductility
	$\phi_y$	$\phi_u$	$y$	$u$	$\mu$		
L <sub>1</sub>	1,75				0,021	0,084	1,34
L <sub>2</sub>	2,60				0,031	0,093	1,49
L <sub>3</sub>	1,56				0,019	0,082	1,31
L <sub>4</sub>	1,01				0,013	0,075	1,20
L <sub>5</sub>	0,70				0,009	0,071	1,14
L <sub>6</sub>	0,85				0,011	0,073	1,17
L <sub>7</sub>	0,84	0,0013	0,0024	0,060	0,011	0,073	1,17
L <sub>8</sub>	1,16				0,015	0,077	1,23
L <sub>9</sub>	1,75				0,021	0,084	1,34
L <sub>10</sub>	0,43				0,006	0,068	1,09
L <sub>11</sub>	0,70				0,009	0,071	1,14
L <sub>12</sub>	1,23				0,015	0,078	1,25
L <sub>13</sub>	1,75				0,021	0,084	1,34
L <sub>14</sub>	1,32				0,016	0,079	1,26



**Figure 3.** Plastic hinge length-total displacement curve for different axial load



**Figure 4.** Plastic hinge length-displacement ductility curve for different axial load



## 6. Result

The following results were obtained from the analysis of reinforced concrete shear walls with high ductility level.

- Plastic hinge models are widely used to predict the load-deformation relationships of reinforced concrete members. The cross-sectional geometry of the elements is based on experimental and analytical studies and depending on the types of loading applied, different regulations are presented by the existing regulations and different researchers.
- Researchers in the study of plastic hinge length,  $H_w/L_w$  ratio,  $M/V$  ratio, axial load levels, the length of the strain penetration due to the formation of damage in the sections, the effect of the elements in experimental studies, the type of load applied in experimental studies, element geometry, material strength (concrete strength, reinforcement diameter and strengths), stress limits, different coefficient values and different analytical studies etc. have considered such parameters.
- The equations proposed to estimate the plastic lengths are for the ultimate damage state. It has been found that the widely used assumption that the plastic hinge length is half the wall length ( $L_p = 0.5L_w$ ), underestimates the plastic hinge length as the wall length increase and shear effects become more pronounced.
- According to the proposed relations, the most important parameter affecting the plastic hinge length is the dimensions of the reinforced concrete shear wall ( $H_w$  and  $L_w$ ).
- Different relations were obtained according to different parameters. As can be seen from the comparison of the results obtained from these different relations, different plastic hinge length values are obtained.
- Since some studies have common parameters, the difference in the plastic hinge length values is reduced.
- In order to calculate the total displacement values of the reinforced concrete shear walls, yield curvature ( $\phi_y$ ) and maximum curvature ( $\phi_u$ ) values were obtained from moment-curvature relationships according to the different axial load levels of the sections.
- Axial load value was found to be effective in moment-curvature relationships of reinforced concrete shear wall.
- As can be seen from the comparison of the values of  $\phi_y$  and  $\phi_u$  obtained according to the different axial load levels, with the increase of axial load level, the value of  $\phi_y$  increases in small orders and  $\phi_u$  value decreases.

- There are differences in the values of  $\phi_y$  and  $\phi_u$  values, different plastic hinge lengths and yield displacement ( $\Delta_y$ ), plastic displacement ( $\Delta_p$ ), total tip displacement ( $\Delta_u$ ) and displacement ductility ( $\mu_{\Delta}$ ) values calculated according to different axial load levels. As can be seen from the comparison, the  $\Delta_y$  value increases,  $\Delta_p$ ,  $\Delta_u$  and  $\mu_{\Delta}$  value decreases with increasing axial load level.
- The value of  $\mu_{\Delta}$  decreases with increasing  $\Delta_y$  values and decreasing of  $\Delta_u$  values.
- There are differences in the calculated  $\Delta_y$ ,  $\Delta_p$ ,  $\Delta_u$  and  $\mu_{\Delta}$  values according to  $\phi_y$  and  $\phi_u$  values, different plastic hinge lengths and different axial load levels.
- According to different axial load levels and plastic hinge lengths, different total displacement and ductility values are natural result.
- The term,  $(\phi_u - \phi_y)L_p$ , refers to the plastic rotation up and is based on the assumption that the plastic curvature is lumped in the center of the equivalent plastic hinge length ( $L_p$ ). The actual physical length over which the plasticity spreads is larger and referred to as the plastic zone. It is assumed that inelastic curvatures vary linearly in walls over the plastic zone. Because the plastic hinge analysis is based on the condition that up  $\theta_p = \phi_p \cdot L_p$  as illustrated in Fig. 1.
- As can be seen from the comparison of the displacement values of reinforced concrete shear walls in terms of plastic hinge length values; the yield displacement value remains constant with the increase in plastic hinge length (independent of the length of the plastic hinge), plastic displacement value, total displacement and displacement ductility values are increasing.
- It is seen from the comparison results that the increase in plastic hinge length has a significant effect on the displacement and displacement ductility values of reinforced concrete shear walls.
- Smaller values of plastic-hinge length should be used to employ the plastic hinge analysis method safely in the displacement calculation of concrete shear wall.

## References

- Aydin, S., (2018). Evaluation of Plastic Hinge Length Estimations and Strain Limits of Reinforced Concrete Shear Walls, M.Sc. Thesis, *Istanbul Technical University*, Turkey.
- ASCE Standard, 41., (2017). Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings, (ASCE/SEI 41-17), *Published by The American Society of Civil Engineers*, Reston, Virginia, p. 20191-4382, USA.
- ACI 318., (2014). Building code requirements for reinforced concrete and commentary, *American Concrete Institute Committee*, ISBN: 978-0-87031-930-3.
- Altheeb, A., Albidah, A., and Lam, N., (2015). Analytical modelling of strain penetration deformation in reinforced concrete members, *Paper presented at the Proceedings of the 10th Pacific Conference on Earthquake Engineering, Sydney, Australia*, 6–8 November.
- Beyer, K., Dazio, A. and Priestley, M. J. N., (2011). Shear Deformations of Slender Reinforced Concrete Walls under Seismic Loading, *ACI Structural Journal*, 108(2), March-April 2011.

- Bohl, A., and Adebar, P., (2011). Plastic hinge lengths in high-rise concrete shear walls, *ACI Structural Journal*, 108(2), 148–157.
- Biskinis, D. and Fardis, M.N., (2010). Flexure-controlled ultimate deformations of members with continuous or lap-spliced bars, *Structural concrete*, 11(2), 93-108.
- European Committee for Standardization (CEN)., (2005). Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance: Part 3: Assessment and retrofitting of buildings. *BS EN 1998-3*, Brussels, Belgium.
- Hoult, R., Goldsworthy, H., and Lumantarna, E., (2018). Plastic Hinge Length for Lightly Reinforced Rectangular Concrete Walls. *Journal of Earthquake Engineering*, 22(8), 1447–1478.
- Kazaz, İ., (2013). Analytical Study on Plastic Hinge Length of Structural Walls. *Journal of Structural Engineering*, 139(11): 1938-1950.
- Mander, J. B., Priestley, M. J. N. and Park, R., (1988). Theoretical stress-strain model for confined concrete, *Journal of Structural Engineering, ASCE*, 114(8), 1804-1826.
- Mattock, A. H., (1967). Discussion of Rotational capacity of reinforced concrete beams, by W.G. Corley. *J. Struct. Div.*, 93(ST2), 519–522.
- Park, R., and Paulay, T., (1975). Reinforced concrete structures, Wiley, New York.
- Paulay, T., and Priestley, M. J. N., (1992). Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings, Wiley, New York.
- Paulay, T and Priestley, M. J. N., (1993). Stability of ductile structural walls. *ACI Structure Journal*, 90(4), 385–392.
- Paulay, T and Uzumeri, S. M., (1975). A critical review of the seismic design provisions for ductile shear walls of the Canadian code, *Canadian Journal of Civil Engineering*, 2, 592–601.
- Priestley, M. J. N., Calvi, G. M., and Kowalsky, M. J., (2007). Displacement based seismic design of structures, *IUSS Press*, Pavia, Italy.
- Priestley, M. J. N., Seible, F., and Calvi, G. M., (1996). Seismic design and retrofit of bridges, Wiley, New York.
- Priestley, M. J. N., and Park, R., (1987). Strength and ductility of concrete bridge columns under seismic loading, *Structural Journal*, 84(1), 61–76.
- SAP.,(2000). Structural Software for Analysis and Design, Computers and Structures, Inc. Version 20.0.0. USA.
- Sawyer, H. A., (1964). Design of Concrete Frames for Two Failure Stages, Proceeding of The International Symposium on The Flexural Mechanics of Reinforcement Concrete, *ASCE-ACI*, Miami, 12, 405-431.
- Thomsen, J., and Wallace, J., (2004). Displacement-based design of slender reinforced concrete structural walls-experimental verification, *Journal of Structural Engineering*, 130(4), 618-630.
- TS500., (2000). Requirements for Design and Construction of Reinforced Concrete Structures, *Turkish Standards Institute*, Ankara, Turkey.
- TSC., (2018). Deprem Etkisi Altında Binaların Tasarımı için Esaslar, *T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı*, Ankara.
- Uniform Building Code., (1997). International Council of Building Officials, Whittier, California.
- Zhi, Q., Zhou, B., Zhu, Z., and Guo, Z., (2019). Evaluation of Load–Deformation Behavior of Reinforced Concrete Shear Walls with Continuous or Lap-Spliced Bars In Plastic Hinge Zone. *Advances in Structural Engineering*, 22(3) 722–736.



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 1(2), 212-227 , 2019  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>



Araştırma Makalesi / *Research Article*





## AISI 51100 ve AISI 52100 Rulman Çelik Tüplerin ANSYS Paket Yazılımında Basınca Göre Gerilmelerinin İncelenmesi

Semih TAŞKAYA<sup>1\*</sup>, Bilgin ZENGİN<sup>2</sup>, Kürşat KAYMAZ<sup>3</sup>, Muzaffer AŞKIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fırat Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, 23119, Elazığ, Türkiye .

<sup>2</sup> Munzur Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği, 62000, Tunceli, Türkiye.

<sup>3</sup> Munzur Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, 62000, Tunceli, Türkiye.

Yazar Kimliği / <i>Author ID (ORCID Number)</i>	Makale Süreci / <i>Article Process</i>
*Sorumlu Yazar / <i>Corresponding author</i> : <a href="mailto:muh.semihtaskaya@gmail.com">muh.semihtaskaya@gmail.com</a>	Geliş Tarihi / <i>Received Date</i> : 30.09.2019
 <a href="https://orcid.org/0000-0003-1524-4537">https://orcid.org/0000-0003-1524-4537</a> , S. Taşkaya	Revizyon Tarihi / <i>Revision Date</i> : 22.10.2019
 <a href="https://orcid.org/0000-0002-9355-8294">https://orcid.org/0000-0002-9355-8294</a> , B. Zengin	Kabul Tarihi / <i>Accepted Date</i> : 14.11.2019
 <a href="https://orcid.org/0000-0002-8346-8260">https://orcid.org/0000-0002-8346-8260</a> , K. Kaymaz	Yayın Tarihi / <i>Published Date</i> : 15.12.2019
 <a href="https://orcid.org/0000-0001-9172-6592">https://orcid.org/0000-0001-9172-6592</a> , M. Aşkın	
<b>Alıntı / <i>Cite</i></b> : Taşkaya, S., Zengin, B., Kaymaz, K., Aşkın, M. (2019). AISI 51100 ve AISI 52100 Rulman Çelik Tüplerin ANSYS Paket Yazılımında Basınca Göre Gerilmelerinin İncelenmesi, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 1(2), 212-227.	

### Özet

AISI 51100 ve AISI 52100 rulman çelik tüpleri, sertleşmekte olan ve özellikle yatak olarak kullanılmak üzere dikkat çeken; yüksek alaşımlı karbon ve düşük alaşımlı çelik içeren kromdur. Yüksek karbonlu krom taşıyan çelikler, mühendislik çeliği, bazı paslanmaz çelikler, ısıya dayanıklı çelikler rulman malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bu çeliklerdeki en önemli mekanik özellikler, yüksek aşınma direnci ve yuvarlanma yorulma mukavemetidir. ANSYS; mühendisler için fizik, yapısal, titreşim, akışkanlar dinamiği, ısı transferi ve elektromanyetik disiplinlerinin etkileşimlerini simüle etmek için kullanılan genel amaçlı bir yazılımdır. Bu çalışmada, AISI 51100 ve AISI 52100 rulman çelik tüpler, ANSYS yazılımında, 55x75 mm çapında ve 1000 mm derinliğinde delikli bir rulman silindir 3 boyutlu olarak modellenmiştir. Modellenen rulman çelik tüplere, iç çapa 1000 MPa basıncında, y ekseninde sabitleme işlemi yapılarak; vektörel, deformasyon değişimleri, x,y,z eksenlerine ve von mises gerilmelerine bağlı analizler incelenmiştir. ANSYS simülasyon analizleri sonucunda, AISI 51100 rulman çelik tüpün, AISI 52100 rulman çelik tüpüne göre gerilmelerin arttığı gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** AISI 51100-AISI 52100, ANSYS, Gerilme, Rulman çeliği.

## ***Investigation of Stress by Pressure ANSYS Package Software of Tubes Bearing Steel AISI 51100 and AISI 52100***

### **Abstract**

*The AISI 51100 and AISI 52100 bearing steel tubes are particularly attractive for use in hardening and bearing applications; chromium containing high alloy carbon and low alloy steel. High carbon chromium bearing steels, engineering steel, some stainless steels, heat resistant steels are used as bearing materials. The most important mechanical properties in these steels are high wear resistance and rolling fatigue strength. ANSYS is a general purpose software for engineers used to simulate the interactions of physics, structure, vibration, fluid dynamics, heat transfer, and electromagnetic disciplines. In this study, AISI 51100 and AISI 52100 bearing steel tubes were modeled as ANSYS software, a 3-dimensional roller bearing with 55x75 mm diameter and 1000 mm depth hole. Modeled bearing steel tubing, inner diameter of 1000 MPa pressure, y axis is done by fixing; stress strain due to vector, changes deformation, x, y, z axes and analyzes to stress von mises were investigated. As the result of ANSYS simulation analysis, it was observed that the stress stresses of the AISI 51100 bearing steel tube increased with respect to the AISI 52100 bearing steel tube.*

**Keywords:** AISI 51100-AISI 52100, ANSYS , Stress, Rolling steel.

### **1. Giriş**

Rulman çelikleri kaymalı yüzeyler ve birbiri üzerinde yuvarlanan hareketli kısımların sürtünmesiz olarak hareket etmesi gerektiği noktasal ve çizgisel temaslı parçaların imalatında kullanılır (URL-1, 2019). ANSYS, mühendisler için fizik, yapısal, titreşim, akışkanlar dinamiği, ısı transferi ve elektromanyetik etkileşimlerini simüle etmek için kullanılan genel amaçlı bir yazılımdır (URL-2, 2019). Blondé ve ark., (2012) ve Jimenez-Melero ve ark., (2013), TRIP ve 52100 yatak çelikleri üzerinde “in-situ synchrotron” radyasyonlarını kullanarak östenit stabilitesini muhafaza eden çok ayrıntılı termo-mekanik çalışmalar gerçekleştirmiştir. Alley ve Neu (2010); Alley ve Neu (2013) yüksek karbonlu çeliklerde haddeleme temaslı yorulma ömrünü tahmin etmek için bir hibrit kristal plastisite formülasyonu geliştirdiler. Alley ve Neu (2010) CPFE modelleri rulman çeliklerinin makro-mekanik tepkilerini çok iyi yakalayabildiğini bulmuşlardır. Çok fazlı yüksek karbonlu çeliklerin CPFE modellemesi için ampirik olarak nicelleştirilmiş bir malzeme modeline dayanan bir in-situ nötron kırınımı sunulur. In-situ nötron kırınımı kafes gerilme yanıtının sonuçları, Asaro (1983), Turteltaub ve Suiker (2005) (Esko) çalışmalarında, geliştirilen bir hibrit yapıcı formülasyona dayanan CPFE modellemesi kullanılarak yatak çeliği için bir malzeme modeli oluşturmuşlardır. Hesaplama çerçevesi ve modelleme şeması Voothaluru ve Liu'nun (2014) çalışmalarını takip eder. CPFE (kristal plastisite sonlu eleman) modeli, ABAQUS'ta bir kullanıcı malzeme alt programı (UMAT) kullanılarak uygulanmıştır. Voothaluru ve ark., (2018) yüksek karbon taşıyan çeliklerde tutulan östenitin kinematik stabilitesini incelemek için in-situ nötron kırınımını ve kristal plastisite sonlu eleman modellemesini entegre etmişlerdir. Gür ve ark., (2017)

izotropik bir çelik malzemeyi 3 boyutlu kafes çatı olarak tasarlayarak, ANSYS paket programında sonlu elemanlar yöntemine göre farklı yükler doğrultusunda kiriş eksenlerindeki mekanik gerilme etkilerini araştırmışlardır. Taşkaya (2018), ANSYS paket programında izotropik bir çelik malzemeye sahip 3D kafes çatı modeline, farklı yük ve sabit basınç uygulayarak, kiriş eksenlerindeki, deformasyon, mekanik ve elastik gerilme analizlerini araştırmıştır. Taşkaya ve ark., (2018) ANSYS yazılımında sonlu elemanlar yöntemine göre, St 70 çatı kafes çeliğinin St 37 çatı kafes çeliğine göre, kiriş eksenlerindeki hem kuvvet hem de moment etkisine göre deformasyon ve vektörel gerilmelerin arttığını gözlemlemişlerdir. Taşkaya (2017), ANSYS programında, St 37 levha çeliklerinde basınca bağlı levhaların mesnetlere göre tabakalarındaki mekanik gerilmelerin etkisini incelemiştir. Gür ve ark., (2017) ANSYS yazılımında farklı sıcaklık ve gerilme parametrelerinde Al malzemesi ile SİC metal matrisli kompozitin sürünme uzaması hareketi ile elastik gerilmeler arasındaki ilişkilendirmeleri araştırmışlardır. Gür ve ark., (2017) ANSYS paket programında iki farklı geometriye sahip sandviç kompozitlerin farklı mesnetlerde yüke bağlı analizler uygulayarak, mekanik gerilmeler arasındaki kıyaslamaları incelemişlerdir. AISI 52100 çeliği; % 1.3-1.6 Cr içerikli, yüksek C (%1-1.1) ve düşük alaşımlı ötektoid üstü bir çelik türüdür. Bu çelik türleri, ısıl işlem yöntemiyle malzemenin içeriğine doğru sertleştirilebilirler. Farklı ısıl işlem ile mikroskobik yapıları değişkenlik göstererek sertleştirilen bu çelik türleri; otomotiv, rulman, dişli ve kalıp endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. AISI 52100 çeliği genel olarak talaşlı imalat yöntemleri ile şekillendirilmektedir. Fakat, tavllanmış durumdaki ötektoid üstü çelikler, mikroyapılarda bulunan sert ve gevrek Fe<sub>3</sub>C lamelleri sebebiyle talaşlı işlenmeye kullanışlı değildir (Çaydaş ve ark., 2017). Manco ve ark., (2010) araştırmalarında, AISI 52100 çeliğinin sert parça tornalanmasında içyapıda oluşan farklılıkları sonlu elemanlar yöntemiyle modellemesini yapmışlardır. Malzemenin sertlik ölçümlerine göre değişen akma dayanım değerleri; yüzey ve içyapıda oluşan siyah ve beyaz tabaka profilleri; kesme parametreleri ile istatistiksel olarak ilişkilendirilmiştir. Ghahramanzadeh Asl ve ark., (2015) kompleks geometriye sahip kalça protezinin dövme ile imalatı sonlu elemanlar yöntemi (FEM) kullanılarak modellenmiştir. Bu nedenle, kalça protezin 3 boyutlu modeli tasarlanmıştır ve sonraki aşama olarak, (FEM) analizleri MSC SIMUFACT 10 yazılımı kullanılarak incelenmiştir. Çalışma sonucunda, en ideal parametreler 500 °C sıcaklık, 2 mm/sn presleme hızı ve 0.05 sürtünme katsayısı olarak gözlemlenmiştir. Aynı zamanda (FEM) sonuçları regresyon analizi ile de incelenmiştir. Taskaya ve ark., (2019) çalışmalarında Ramor 500 çeliğini tozaltı kaynak yöntemiyle farklı parametrelerde birleştirme işlemi yapıp, ANSYS paket yazılımında modelleyip termal analizini yapmışlardır. Çalışma sonucunda kaynak gerilimi arttıkça sıcaklığın mesafe-zaman eğrilerinde simülasyon değişimleri

incelenmiştir. Taskaya ve Taskaya (2018), çalışmalarında 40 mm dış çapa sahip AISI 310 paslanmaz silindir çeliği ANSYS Workbench 12.0 modülünde tasarlamıştır. Çeliğin statik yapısal özelliği, çelik üst plaka bölgesinden -y eksenini yönünde 1000 N'lık bir kuvvet uygulanarak analiz edilmiştir. Analizler sonucunda, silindirik çeliğin statik yapısından etkilenen yük dağılımlarının üst ve alt bölgelerde yoğunlaştığı görülmüştür.

Bu çalışmada, uygulama sanayisinde (otomotiv, dişli, rulman, kalıp endüstrisi vs.) yaygın olarak kullanılan rulman silindirik çeliklerin sonlu elemanlar programları adı altında ANSYS yazılımında, malzeme üzerinde eksenlere bağlı olarak uygulanan basınç etkisiyle mekanik değişimlerin kıyaslamaları incelenmektedir.

## 2. Materyal ve Metot

ANSYS 12.0 paket yazılımında sonlu elemanlar yöntemiyle, 55x75 mm çapında ve 1000 mm derinliğinde olan AISI 51100 ve AISI 52100 rulman delikli silindir çelik tüp modelleri, 3 boyut olarak tasarlanmıştır. Modellenen çeliklere ait mekanik ve kimyasal özellikler birçok literatür kaynaklardan faydalanılarak ortak değer şeklinde Tablo 1 ve 2'de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** AISI 51100 rulman çeliğinin mekanik ve kimyasal özellikleri (URL-3, 2019; URL-4, 2019; URL-5, 2019; URL-6, 2019).

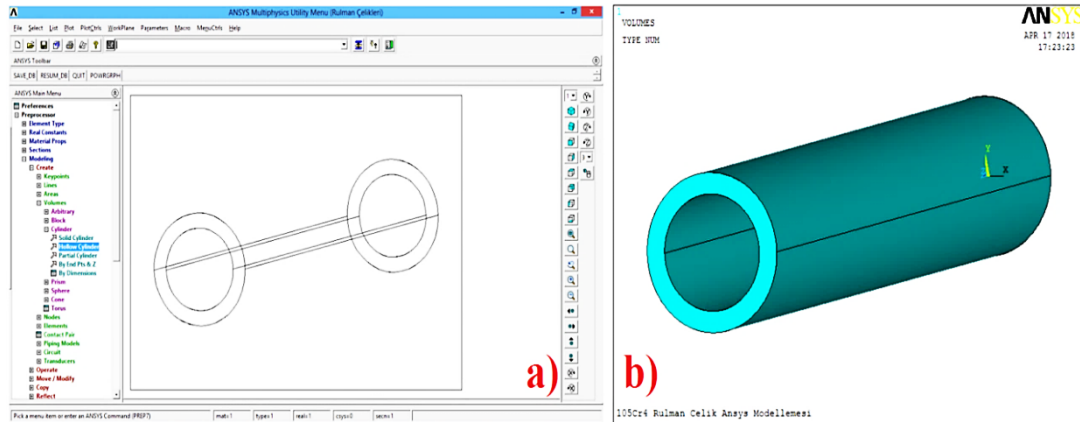
Mekanik Özellikler						
Malzeme	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Elastisite Modülü (MPa)	Poisson Oranı	Sertlik (HV)	Çekme Gerilmesi (MPa)	Akma Gerilmesi (MPa)
AISI 5100	7.8	210000	0.3	450	484	350
Kimyasal Özellikler						
C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Diğ./Fe
1.05	0.25	0.33	1.03	-	-	Kalan

**Tablo 2.** AISI 52100 rulman çeliğinin mekanik ve kimyasal özellikleri (Çaydaş vd., 2017; URL-7, 2019; URL-8, 2019; URL-9, 2019).

Mekanik Özellikler						
Malzeme	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Elastisite Modülü (MPa)	Poisson Oranı	Sertlik (HV)	Çekme Gerilmesi (MPa)	Akma Gerilmesi (MPa)
AISI 52100	7.83	190000	0.3	848	520	415
Kimyasal Özellikler						
C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Diğ./Fe
0.99	0.24	0.37	1.41	0.02	0.07	0.024/Kalan

## 2.1. Modelin oluşturulması

AISI 51100 ve AISI 52100 silindirik delikli rulman çelik tüplere ait model tasarımı için bir element türünde yalnız bir silindirik çelik tüp kullanılmıştır. Aynı model üzerinde ayrı ayrı analizler sonucunda mekanik özellikler tanımlanarak çözümlene gerçekleştirilmiştir. Uygulama sanayisinde kullanım dış çap oranına bağlı olarak ortalama bir değer kullanılıp tasarım oluşturulmuştur. Model oluşumunda ilk aşama olarak analiz türü “yapı analizi” olarak belirlenir. Modelin çözümlene aşamasında en önemli parametre olarak element türü belirlenir. Rulman çelik tüp modellemelerinde en çok kullanılan element türü olarak “Test 4 Node 285 (Solid285)” seçilir. Bu element türünün seçilmesindeki amaç, mekanik özelliklerin kolay birbirleriyle transferi sağlaması ve simülasyonu çözmeyeştir. Modele ait mekanik veriler Tablo 1 ve Tablo 2’ye göre malzeme özellikleri modülüne girilir. Tasarım aşamasında ise delikli silindir modülüne girilerek, modelin çap ve derinlik ölçüleri sisteme tanımlanır ve çelik delikli silindirik rulman tüp otomatik olarak oluşturulur (Şekil 1a-b).



**Şekil 1.** Çelik rulman tüp modelinin oluşturulması a) çizgisel olarak tasarımı b) 3d boyut hacimsel tasarımı

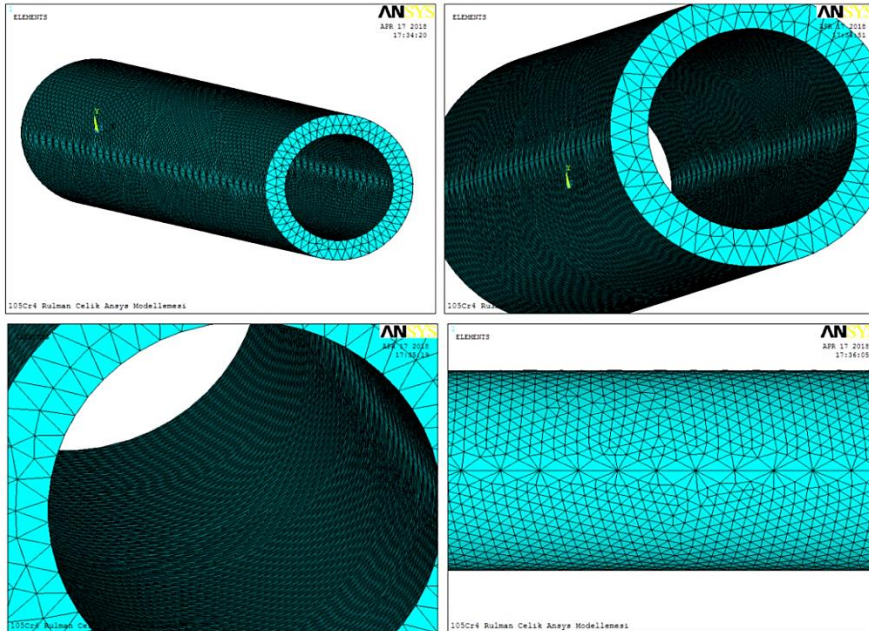




Şekil 2. Çelik rulman tüplerin uygulama sanayisindeki ham hali ve ANSYS yazılımındaki modellemesi

## 2.2. Modelin meshlenmesinin (ağ örtüsünün) oluşumu

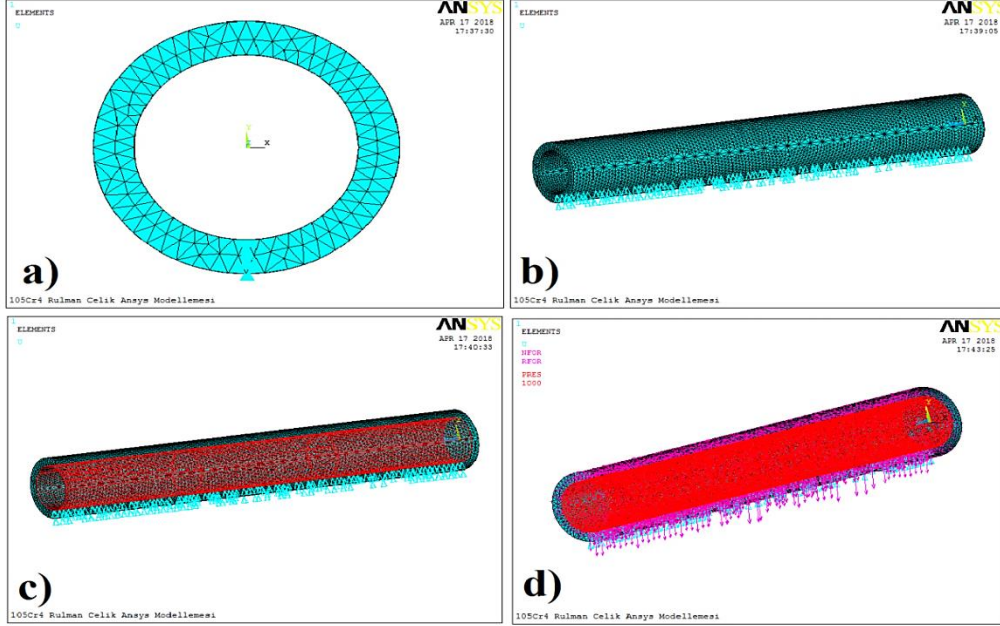
Silindirik çelik rulman tüp model oluşumundan sonra çözümün gerçekleşmesi ve mekanik simülasyonun dağılımı için bir mesh (ağ) tabakasının sağlanması gerekir (Şekil 3). Dolayısıyla ANSYS veri kütüphanesine ait “mesh size” modülünden ağ örtüsünün derecesi belirlenir. 1 minumuze olarak çelik tüp modeline ait en uygun derece seçilir. Sinirsel ağ tabakasındaki örtü, mekanik dağılımların gerçekleşmesinde en önemli aşamalardan biridir. Buradaki amaç, malzeme özelliklerinin birbirleriyle geçişini kolaylaştırmaktır.



Şekil 3. Çelik rulman tüplerin mesh ağının oluşturulması

### 2.3. Modelin sınır şartlarının girilmesi ve basınç uygulanması

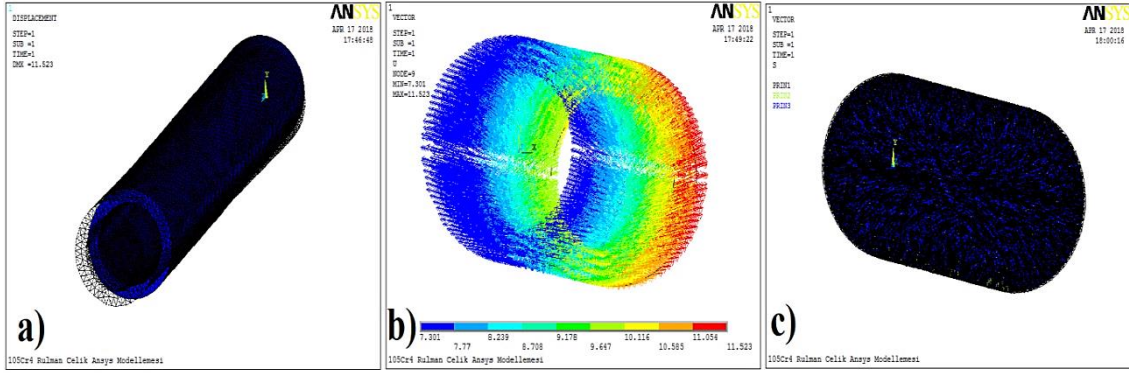
Çelik rulman silindirik tüpler y ekseninden sabitlenerek, iç çapa 1000 MPa basınç sınır şartı tanımlaması yapılmıştır (Şekil 4). Rulman çeliklerin iç yüzeyden dış yüzeye basınç etkisiyle gerilmelerin simülasyon dağılımları incelenmiştir.



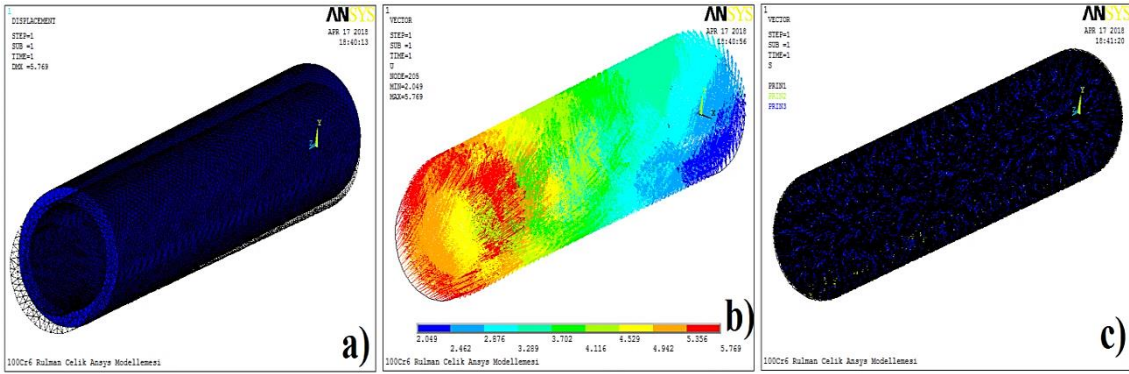
Şekil 4. Çelik rulman tüplerin a) y ekseninden sabitlenmesi (önden görünüş) b) izometrik perspektifden sabitleme görünüşü c) iç çapa basıncın uygulanması d) çözümlenmesi

### 3. Bulgular ve Tartışma

AISI 51100 ve AISI 52100 çelik rulman silindirik tüpler, basınç uygulanmasından sonra y eksenindeki sabitleme doğrultusunda çözümlendirilir. Çözümlenen model sonrasında rulman çelik tüpte 117383 eleman ve 26759 düğüm sayısı oluşmuştur. Bu durum malzemeler arasındaki konstrüktifliği olumlu yönde etkiler. Mekanik analizlerde simülasyon dağılımlarının doğru sonuç vermesinde, eleman sayısının düğüm sayısı ile paralellik göstermesi gerekir. Şekil 5 ve 6'da rulman çelik tüplerin basınca göre mekanik analiz etkisiyle deformasyon ve vektörel değişimleri incelenmiştir.



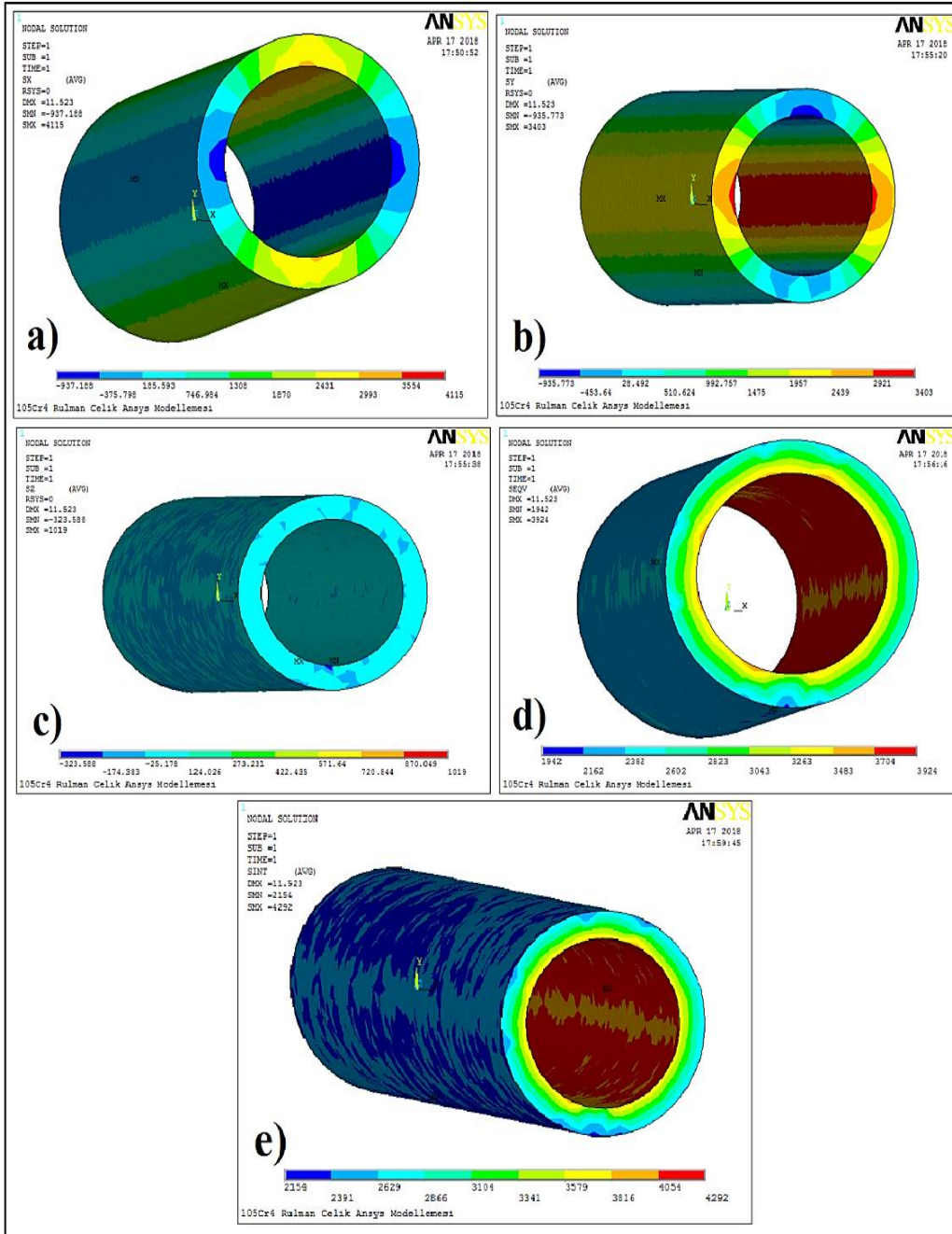
Şekil 5. AISI 51100 rulman çelik tüpün a) deformasyon değişimi b) vektörel analizi c) vektörel gerilme dağılımı



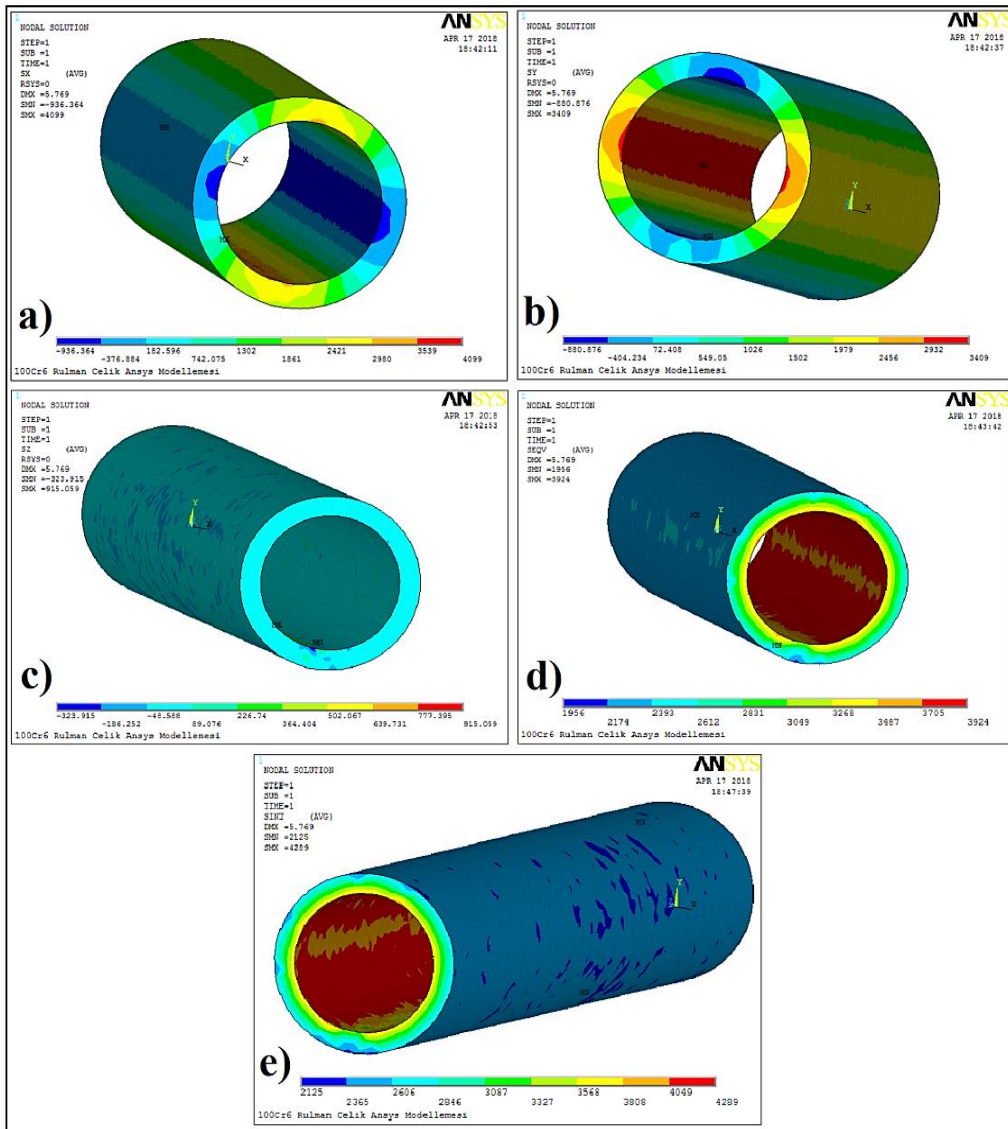
Şekil 6. AISI 52100 rulman çelik tüpün a) deformasyon değişimi b) vektörel analizi c) vektörel gerilme dağılımı

Deformasyon etkisinin ve vektörel değişiminin en büyük artışı AISI 51100 rulman çelik tüpünde görülmüştür. Mekanik özelliklere bakıldığında, AISI 51100 rulman çeliği elastiklik modülü AISI 52100 rulman çeliğine göre daha yüksektir ve kimyasal yapıda Cr-Ni oranı daha düşüktür. Dolayısıyla elastiklik modülü yüksek olan ve sertliği düşük olan çeliklerde malzemenin şekil değişimine karşı göstermiş olduğu direnç artar (Taşkaya, 2018; Taşkaya ve ark., 2018; Taşkaya, 2017; URL-10, 2018). Silindirik rulman çelikteki iç basıncın etkisiyle malzemede mekanik gerilmeler yani çekme ve basma etkileri yüksektir. Bu durumda AISI 51100 rulman çeliğinin deformasyon, vektörel ve gerilme dağılımlarında artış gözlemlenmiştir. Şekil 7 ve 8'de AISI 51100 ve AISI 52100 rulman çeliklere ait eksenlere bağlı gerilmeler incelenmiştir.





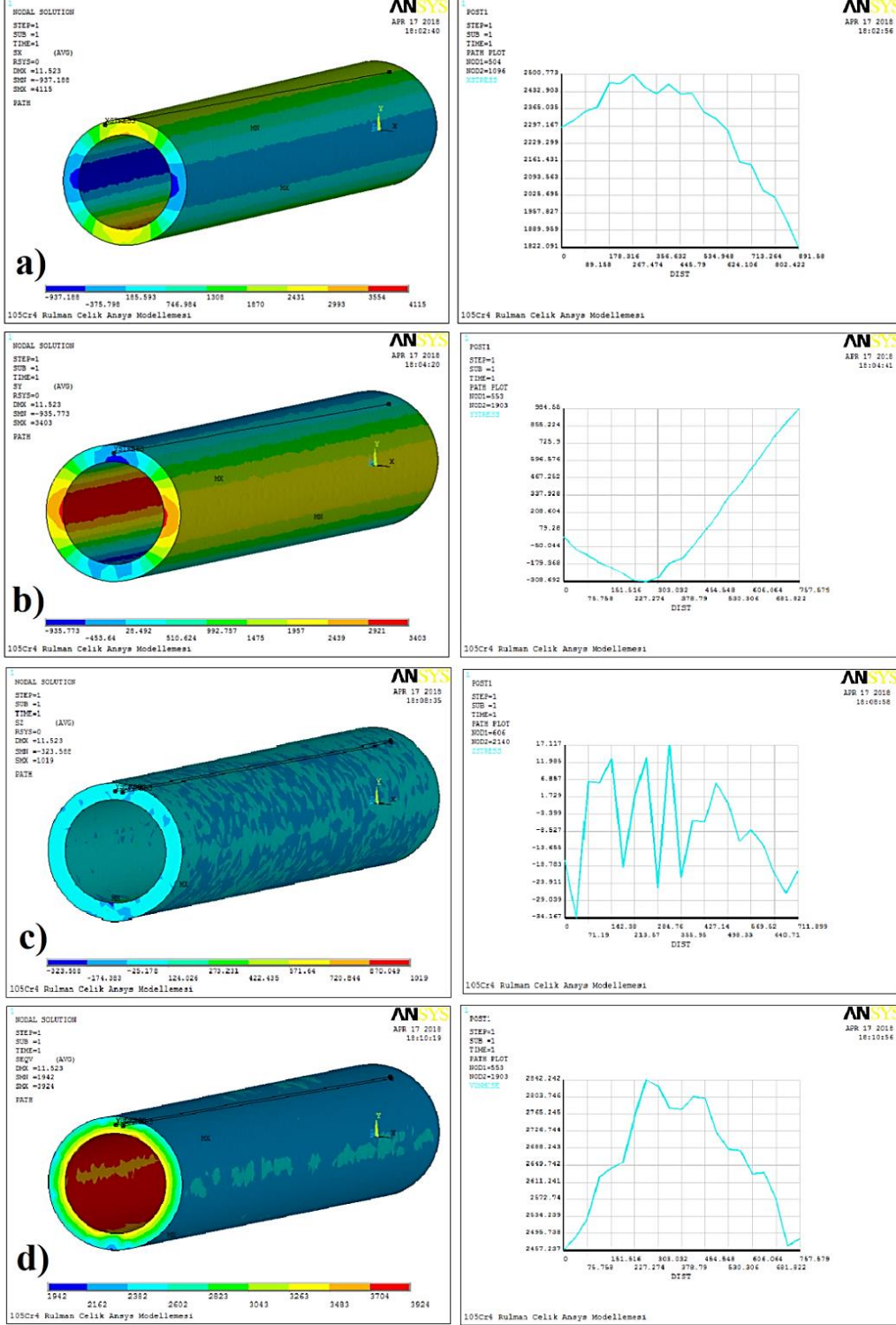
Şekil 7. AISI 51100 rulman çelik tüpün a) x eksenindeki gerilme dağılımı b) y eksenindeki gerilme dağılımı c) z eksenindeki gerilme dağılımı d) von mises (ortak kayma) gerilmesi e) gerilme yoğunluğu



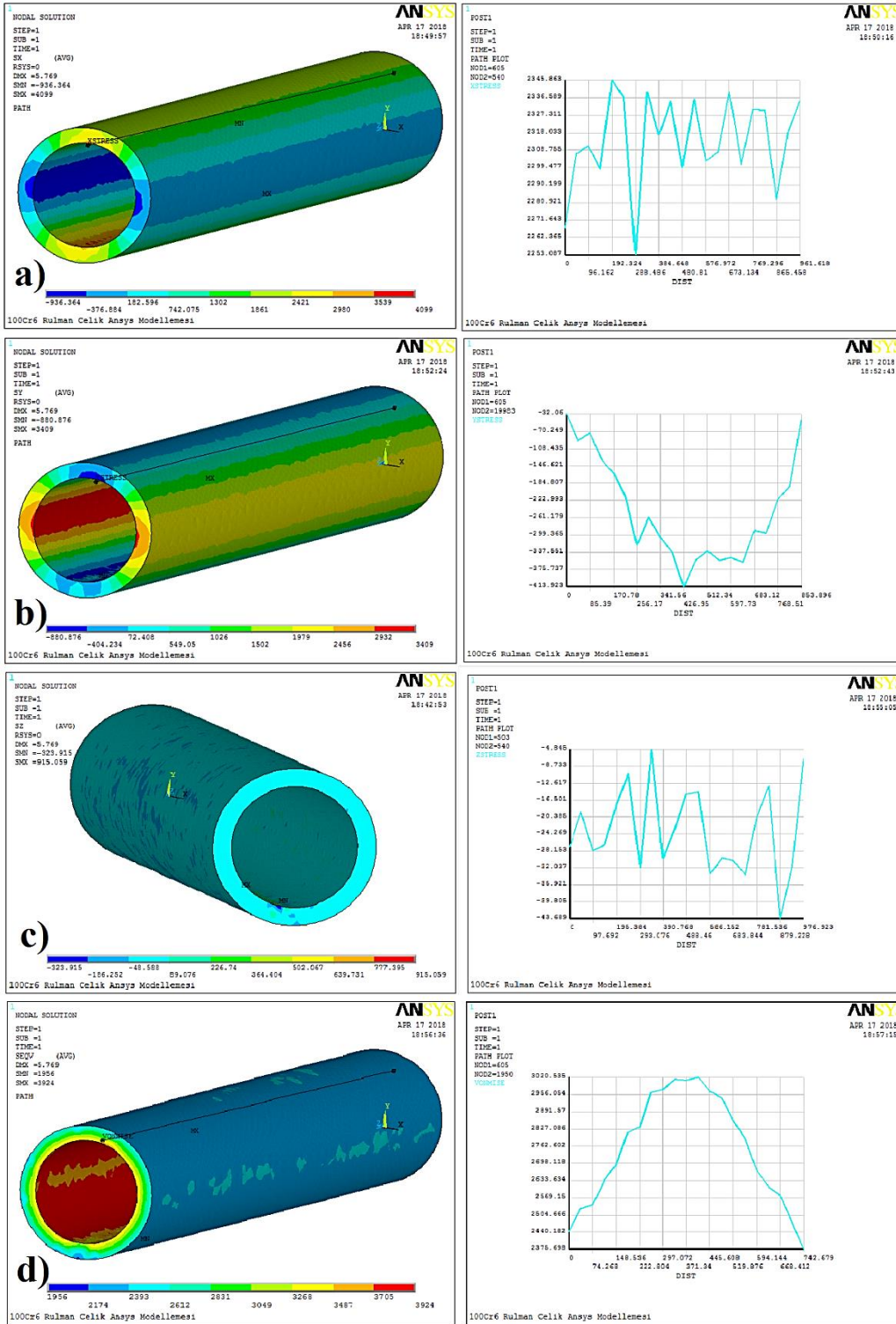
Şekil 8. AISI 52100 rulman çelik tüpün a) x eksenindeki gerilme dağılımı b) y eksenindeki gerilme dağılımı c) z eksenindeki gerilme dağılımı d) von mises (ortak kayma) gerilmesi e) gerilme yoğunluğu

Rulman çeliklerin aksenal gerilmelerinde, AISI 52100 rulman yatak çeliğinin AISI 51100 çeliğine göre çekme, akma, sertlik dayanımlarının yüksek olması ve elastiklik modülün düşük olması nedeniyle iç basınca karşı göstermiş olduğu gerilmeleri düşüktür. Bu durum AISI 52100 rulman çeliğinin basınca karşı göstermiş olduğu direncin artış göstermesidir. AISI 51100 rulman çeliği AISI 52100 çeliğine göre sertliği, akma ve çekme mukavemetleri daha düşük olduğu için iç basıncın etkisiyle aksenlerde oluşan gerilmeler daha yüksektir. Dolayısıyla bu durumda doğru orantılı olarak şekil değişiminde en yüksek artış AISI 51100 rulman çeliğinde gözlemlenmiştir. Von mises ortak kayma gerilmelerinde özellikle aksenal gerilmeler, çekme ve basma etkisinde en yüksek etki DMx (max. yer değiştirme) faktörü (11.523) AISI 51100 rulman çeliğinde analiz edilmiştir.

Şekil 9 ve 10'da ise bu rulman çeliklerine ait mesafeye bağlı eksenlerdeki gerilmeler grafiksel olarak incelenmiştir.



Şekil 9. AISI 51100 rulman çelik tüpün işaretlenen bölgelerdeki a) x eksenindeki gerilme grafiği b) y eksenindeki gerilme grafiği c) z eksenindeki gerilme grafiği d) von mises (ortak kayma) gerilme grafiği



Şekil 10. AISI 52100 rulman çelik tüpün işaretlenen bölgelerdeki a) x eksenindeki gerilme grafiği b) y eksenindeki gerilme grafiği c) z eksenindeki gerilme grafiği d) von mises (ortak kayma) gerilme grafiği



#### **4. Sonuçlar ve Öneriler**

AISI 51100 rulman çeliğinin AISI 52100 rulman çeliğine göre eksenlerdeki grafiksel analizleri kıyaslandığında; bütün eksenlerin üst yüzey düğüm noktalarından alınan mesafeye bağlı gerilmelerinde AISI 51100 rulman çeliğinde artış gözlemlenirken, AISI 52100 çeliğinde gerilmeler mesafeye bağlı yer değişimlerinde artış ve azalışlar yani titreşimli gerilmeler incelenmiştir. Bu durum akma ve çekme mukavemetlerinin malzeme üzerinde oluşturduğu etkiye bağlıdır. AISI 52100 rulman çeliği düşük alaşımli yüksek mukavemetli çeliklerdir. Özellikle yapılan analiz sonuçlarında gerilme dayanımları oldukça iyidir. Yüksek basıncın etkisiyle minimum gerilme dağılımı göstermiştir. İç basıncın etkisiyle deformasyon oranı düşük ve gerilmeleri AISI 51100 rulman çeliğine göre düşüktür. Eksenel koordinat mekanik etkilerde ve vektörel bileşke analizlerinde basınca bağlı olarak değişimler arasındaki farklar elastisite, gerilme ve akma dayanıma bağlı olmaktadır (Taşkaya, 2018; Taşkaya ve ark., 2018; Taşkaya, 2017). Bu tür simülasyon yazılımlarıyla literatür değerlerinin kıyaslanması sağlanmaktadır.

Çelikler arasındaki mesafeye bağlı gerilme ölçümleri farklı düğüm noktalarından da alınabilir. Uygulama aşamasında (hassas yataklar, otomotiv bileşenleri (frenler, direksiyon, transmisyon), bisikletler, teneke spreylere, elektronik aletler, çekmeceler için kılavuzlar, hızlı kaplinler, alet makineleri, kilit mekanizmaları, konveyörler, kızaklar vs.) çeliklere bağlı çekme ve basma testleri yapılarak ANSYS yazılım simülasyon sonuçlarıyla karşılaştırılabilir (Taşkaya ve Taşkaya, 2019; Taşkaya ve Taşkaya, 2019; Kaymaz ve ark., 2018). Farklı boyut ve kalınlık ölçülerinde çelik modellemeleri yapılarak, farklı mesnet ve yük miktarları değiştirilip; bunlar arasındaki mekanik sonuçlara göre gerilme, deformasyon ve vektör analizleri incelenip, mukayese edilebilir. Eksenel bölgelerde oluşan şekil değişimleri aynı zamanda farklı sonlu elemanlar programları ile (Apex, Nastran, Patran, ABAOUS gibi) test edilerek birbirleriyle kıyaslamalar yapılabilir (Taşkaya, 2018; Taşkaya ve Taşkaya, 2018; Taşkaya ve Taşkaya, 2018; Taşkaya ve Taşkaya, 2019).

#### **Teşekkür**

Bu çalışmanın sadeleştirilmiş özet bildirimini 14-17/11/2018 tarihinde Diyarbakır, Dicle Üniversitesi'nde düzenlenen "International Engineering and Natural Sciences Conference (IENSC 2018)" kongresinde sözlü sunum olarak sunulmuş olup, kongre üyelerine teşekkür ederiz.



## Kaynaklar

- Alley, E.S., Neu, R.W. (2010). Microstructure-Sensitive Modeling of Rolling Contact Fatigue. *Int. J. Fatigue*, 32(5): 841-850.
- Alley, E.S., Neu, R.W. (2013). A Hybrid Crystal Plasticity and Phase Transformation Model For High Carbon Steel. *Comput. Mech.*, 1:1-9.
- Asaro, R.J. (1983). Micromechanics of Crystals and Polycrystals. *Adv. Appl. Mech. Dec.*, 31 (23): 1-15.
- Blondé, R., Jimenez-Melero, E., Zhao, L., Wright, J.P., Brück, E., Van Der Zwaag, S., Van Dijk, N.H. (2012). High-Energy X-Ray Diffraction Study on The Temperature-Dependent Mechanical Stability of Retained Austenite in Low-Alloyed TRIP Steels. *Acta Mater.*, 60(2): 565-577.
- Çaydaş, U., Kuncan, O., Çelik, M. (2017). AISI 52100 Rulman Çeliğinin İşlenebilirliğinin Yüzey Pürüzlülüğü, Takım Ömrü ve Sıcaklık Kriterlerine Göre Araştırılması. *Politeknik Dergisi*, 20(2): 409-417.
- Gür, A.K., Taşkaya, S., Katı, N., Yıldız, T. (2017). 3D Kafes Çatı Modelinin Ansys Yöntemiyle Mekanik Gerilmelerinin İncelenmesi. *2<sup>nd</sup> International Conference on Material Science and Technology in Cappadocia (IMSTEC'17)*, Nevşehir, Türkiye, Ekim 11-13.
- Gür, A.K., Taşkaya, S., Yıldız, T., Katı, N. (2017). Metal Matrisli Kompozit Malzemelerde Sıcaklığın Etkisiyle Sürünme ve Elastik Özelliklerin Ansys Yöntemiyle İncelenmesi. *2<sup>nd</sup> International Conference on Material Science and Technology İn Cappadocia (IMSTEC'17)*, Nevşehir, Türkiye, Ekim 11-13.
- Gür, A.K., Taşkaya, S., Katı, N., Yıldız, T. (2017). Investigation of Stress Analysis in Sandwich Composite Plates By Ansys Method. *8<sup>th</sup> International Advanced Technologies Symposium (IATS'17)*. Elazığ, Türkiye, Ekim 19-22.
- Ghahramanzadeh Asl, H., Sezek, S., Alsaran, A. (2015). Analysis of Hip Prosthesis Production with Forging Using The Finite Element Method. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1): 69-87.
- Jimenez-Melero, E., Blondé, R., Sherif, M.Y., Honkimäki, V., Van Dijk, N.H. (2013). Time-Dependent Synchrotron X-Ray Diffraction on The Austenite Decomposition Kinetics İn SAE 52100 Bearing Steel at Elevated Temperatures Under Tensile Stress. *Acta Mater.*, 61(4): 1154-1166.
- Kaymaz, K., Zengin, B., Aşkın, M., Taşkaya, S. (2018). Sandviç Kompozit Tabakalarında Mekanik Gerilmelerin Basınca Bağlı Olarak Ansys Yazılımı İle İncelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (CMES sempozyum ek sayısı):79-93.
- Manco, G.L., Caruso, S., Rotella, G. (2010). FE modeling of microstructural changes in hard turning of AISI 52100 steel. *International Journal of Material Forming*, 3:447-450.
- Suiker, A.S., Turteltaub, S. (2005). Computational Modelling of Plasticity İnduced by Martensitic Phase Transformations. *Int. J. Numer. Methods Eng.*, 63(12): 1655-1693.

- Taskaya, S., Taskaya, S. (2019). Mapping of Stress Distributions of Hangar Roof Systems in Ansys Software. *International Journal of Advance Engineering and Research Development*, 6(2): 82-89.
- Taskaya, S., Taskaya, S. (2018). Investigation of Static Structure Effect According to Axial Coordinates by Using Finite Element Method in Ansys Workbench Software of AISI 310 Austenitic Stainless Cylindrical Model Steel. *International Journal of Scientific Engineering and Science*, 2(11), 65-70.
- Taskaya, S., Gur, A.K., Orhan, A. (2019). Joining of Ramor 500 Steel by Submerged Welding and its Examination of Thermal Analysis in ANSYS Package Program. *Thermal Science and Engineering Progress*, 11, 84-110.
- Taşkaya, S., Taşkaya, S. (2019). Nitronic 60 Model Çeliğinin Ansys Yazılımında Dik Eksen Koordinatında Basınç Etkisinin Vektörel ve Eksenel Yer Değiştirme Simülasyonu. *III. Uluslararası Avrasya Multidisipliner Çalışmalar Kongresi*, Gaziantep, Türkiye, Nisan 04-07.
- Taşkaya, S., Taşkaya, S. (2019). İki Katlı Binanın Ansys Workbench Yazılımında Koordinat Noktalarının Ölçümlendirilmesi ve Kirişlerdeki Gerilmelerin İncelenmesi. *International Refereed & Indexed Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*, 9(3).
- Taşkaya, S., Taşkaya, S. (2018). St 52 Çelik Model Hacminin Ansys Yazılımında Eksenel Koordinatlara Göre Kuvvet ve Basınç İlişkisinin İncelenmesi. *I. Uluslararası Battalgazi Multidisipliner Çalışmalar Kongresi*, Cilt-I, Malatya/Türkiye, Aralık 07-09.
- Taşkaya, S., Taşkaya, S. (2018). Musluk Model Hacminin İçinden Geçen Akışkanın Ansys Yazılımında Global Koordinatlara Göre Dağılımının Simülasyonu. *I. Uluslararası Battalgazi Multidisipliner Çalışmalar Kongresi*, Cilt-I, Malatya/Türkiye, Aralık 07-09.
- Taşkaya, S. (2018). Investigation of Mechanical and Elastic Stresses in Ansys Program By Finite Elements Method of 3D Lattice Roof Model. *Mugla Journal of Science and Technology*, 4(1):27-36.
- Taşkaya, S., Zengin, B., Kaymaz, K. (2018). Investigation of Force and Moment Effect of St 37 and St 70 Roof Lattice Steels in Ansys Program. *Middle East Journal of Science*, 4(1):23-35.
- Taşkaya, S. (2017). St 37 Çeliğinin Ansys Programında Basınca Bağlı Olarak Mekanik Gerilmelerin İncelenmesi. *The Journal of International Manufacturing and Production Technologies*, 1(1): 39-46.
- URL-1, (2019). <http://izmircelik.com/index31fd.html?portfolio=rulman-celikleri>. İzmir Çelik. 20 Nisan 2019.
- URL-2, (2019). <http://www.figes.com.tr/english/ansys/ansys.php>. Figes Engineering. (Erişim Tarihi: 20 Nisan 2019).
- URL-3, 2019. <http://www.htsteelmill.com/mat-no-1-3503-din-105cr4.html> . Htsteelmill. (Erişim Tarihi: 10 Nisan 2019).
- URL-4, (2019). <http://www.steel-grades.com/Steel-Grades/Tool-Steel-Hard-Alloy/105Cr4.html>. Steel Grades. (Erişim Tarihi: 10 Nisan 2019).
- URL-5, (2019). <http://www.tool-die-steels.com/grades/Tool-Die-Steels/4/7575/105Cr4.html>. Tool&Die Steels. (Erişim Tarihi: 10 Nisan 2019).

- URL-6, (2019). <http://www.steelgr.com/Steel-Grades/Tool-Steel/105cr4.html>. China Steel. (Erişim Tarihi: 20 Nisan 2019).
- URL-7, (2019). <http://www.htsteelmill.com/mat-no-1-3505-din-100cr6-aisi-5210.html>. Htsteelmill. (Erişim Tarihi: 20 Nisan 2019).
- URL-8, (2019). [http://www.lucefin.com/wp-content/files\\_mf/1.3505100cr6.pdf](http://www.lucefin.com/wp-content/files_mf/1.3505100cr6.pdf) . Lucefin Group. (Erişim Tarihi: 20 Nisan 2019).
- URL-9, (2019). <http://www.astmsteel.com/product/52100-bearing-steel-aisi/>. Otai Special Steel. (Erişim Tarihi: 20 Nisan 2019).
- URL-10, (2018). <http://www.mekatronikmuhendisi.com/wp-content/uploads/2015/09/malzemelerin-deformasyonu.pdf>. Malzeme Bilgisi Muayenesi-Malzemelerin Deformasyonu. (Erişim Tarihi: 21 Temmuz 2018).
- Voothaluru, R., Liu, C.R. (2014). A Crystal Plasticity Based Methodology For Fatigue Crack İnitiation Life Prediction İn Polycrystalline Copper. *Fatigue Fract. Eng. Mater. Struct.*, 37(6): 671-681.
- Voothaluru, R., Bedekar, V., Xie, Q., Stoica, A.D., Hyde, R.S., An, K. (2018). In-Situ Neutron Diffraction And Crystal Plasticity Finite Element Modeling To Study The Kinematic Stability of Retained Austenite İn Bearing Steels. *Materials Science and Engineering: A*, 711: 579-587.

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

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 1(2), 228-235 , 2019  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

**Derleme Makalesi / Review Article**

## **Gübre Uygulamalarının Ayçiçeğinin Kuraklık Toleransına Etkisi**

Uğur SEVİLMİŞ<sup>1\*</sup>, Deniz SEVİLMİŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana, 01375, Türkiye.

<sup>2</sup> Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü, Osmaniye, 80950, Türkiye.

<b>Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)</b>	<b>Makale Süreci / Article Process</b>	
<b>*Sorumlu Yazar / Corresponding author:</b> <a href="mailto:sevilmissugur@yahoo.com">sevilmissugur@yahoo.com</a>	<b>Geliş Tarihi / Received Date :</b>	23.10.2019
 <a href="https://orcid.org/0000-0003-3820-8387">https://orcid.org/0000-0003-3820-8387</a> , U. Sevilmiş	<b>Revizyon Tarihi / Revision Date :</b>	12.11.2019
 <a href="https://orcid.org/0000-0003-3030-3160">https://orcid.org/0000-0003-3030-3160</a> , D. Sevilmiş	<b>Kabul Tarihi / Accepted Date :</b>	18.11.2019
	<b>Yayın Tarihi / Published Date :</b>	15.12.2019
<b>Alıntı / Cite :</b> Sevilmiş, U., Sevilmiş, D. (2019). Gübre Uygulamalarının Ayçiçeğinin Kuraklık Toleransına Etkisi, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 1(2), 228-235.		

### **Özet**

Türkiye’de üretimi en çok yapılan yağlı tohumlu bitki türü ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.)’dir. Kuraklığa orta derecede dayanıklı bir tür olan ayçiçeğinin Türkiye’de üretimi hem sulu hem de yağışa dayalı koşullarda yapılmaktadır. Yağışa dayalı koşullardaki kuraklık, bu türün tohum ve yağ üretiminde azalmaya neden olmaktadır. Kuraklık toleransını iyileştirmek için farklı yönetim stratejileri önerilmiştir. Bunlardan biri olan kurak koşullarda gübreleme düzeyinin artırılması uygulaması, kuru topraklarda topraktan besin elementi alınımının ciddi düzeyde düşmesi durumunda ortaya çıkan besin eksikliğini gidermek ve verimi artırmak için önerilmiştir. İlginç bir şekilde bu duruma ters bir şekilde, ayçiçeği üretiminin sadece yağışa dayalı koşullarda yapıldığı Çukurova’da çiftçilerin, gübre fiyatlarının düşük olduğu yıllarda buğday ekip gübreleme yapması, gübre fiyatlarının yüksek olduğu yıllarda ayçiçeği ekip gübrelemeden kaçınması yaygın bir davranıştır. Bu derlemede, kuraklık stresi altında ayçiçeği gübrelemesi konusunda uluslararası alanda yapılmış çalışmaların detaylı bir incelemesi yapılmış ve Türkiye’deki yağışa dayalı ayçiçeği üretim sahalarında için tavsiyelerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Kuraklık, Ayçiçeği, Gübre, Besin Elementi Alımı.

## ***Effect of Fertilizer Applications on Drought Tolerance of Sunflower***

### **Abstract**

The most cultivated oilseed crop in Turkey is sunflower (*Helianthus annuus* L.). Sunflower, which is a moderately resistant crop to drought, is produced both in rainfed and irrigated conditions in Turkey. Drought in rainfed conditions results with a decrease in grain and oil production of this species. Different management strategies have been proposed

to improve drought tolerance. One of them is increasing the fertilization level in dry conditions, which has been proposed to eliminate the nutrient deficiency and increase the yield by increasing the nutrient uptake from soil in dry conditions. Interestingly, contrary to this situation, in Çukurova region, where sunflower production is carried out only under rainfall conditions, farmers prefer to crop wheat with fertilizer application when fertilizer prices are low but they shift to crop sunflower without fertilization when fertilizer prices are high. In this review, international studies on sunflower fertilization under drought stress was analysed in detail and recommendations were proposed for rainfed sunflower production zones of Turkey.

**Keywords:** Drought, Sunflower, Fertilizer, Nutrient Uptake.

## 1. Giriş

Kuraklık, iklim değişikliği senaryosunda, tarımsal ürün üretimini sınırlayan çok önemli bir faktördür ve yoğunluğunun gelecekte artacağı tahmin edilmektedir. Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) kuraklığa orta derecede dayanıklı bir tür olmasına rağmen, şiddetli kuraklık bu türün tohum ve yağ üretiminde azalmaya neden olmaktadır. Bu nedenle, sürdürülebilir ayçiçeği tohum ve yağ üretimini sağlamak için kuraklığın fizyolojik, biyokimyasal, genetik ve agronomik temelleri arasındaki ilişkiyi anlamak çok önemlidir. Kuraklık toleransını iyileştirmek için halihazırda ıslah, besin maddelerinin yapraktan veya topraktan uygulanması, hormonlar, ozmoprotektanlar ve tohum muameleleri gibi yönetim stratejileri önerilmiştir (Hussain ve ark., 2018). Ayçiçeği bitkisi su gereksinimi düşük bir bitki olarak kabul edilse de toprakta veya bitki dokularındaki su stresi, çok çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal süreçleri etkilemektedir. Kuru topraklarda topraktan besin elementi alımının ciddi düzeyde düştüğü ve bu durumun bitkilerin normal fonksiyon göstermesini engellediği net bir şekilde tespit edilmiştir. Temel besin elementi olduğundan özellikle azotun topraktan veya yapraktan uygulanması kuraklığın etkisini azaltmada önemli bir stratejidir. Toprakta azot uygulamalarının kısıtlı olduğu durumlarda, yapraktan takviye de önem arz etmektedir (Ahmad ve ark., 2014). Kuraklığın olumsuz etkilerini azaltıp daha yüksek verim elde etmek için toprağa veya ayçiçeği yapraklarına azot uygulanması, Mahpara ve ark. (2019) tarafından da önerilmektedir.

## 2. Makro Element Uygulamaları

Gholinezhad ve ark., (2011) ayçiçeğinde, su stresi, farklı azot uygulama seviyeleri ve bitki yoğunluğunun, kalite özellikleri, filokron (ardışık iki yaprağın çıkışı arasındaki süre) ve yaprak oranı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Uygun yağ ve protein verimi elde etmek için optimum koşullarda ve orta dereceli kuraklık stresinde 220 kg/ha N ve yüksek bitki yoğunluğunu ideal bulmuşlar, azot kullanımı ve bitki yoğunluğunda daha ileri bir artışın şiddetli kuraklık stresinde, yağ

ve protein verimi üzerinde küçük bir etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca şiddetli kuraklık stres koşullarında yaprak oranının önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir.

Meo ve ark., (1999), kurak koşullarda üre gübresinin ayçiçeğinde kuru madde üretimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Saksılara ekim sırasında azotlu gübre olarak üre uygulamış ve ekimden sonra 20, 30, 40 ve 50 gün sonra 10 günlük su stresi koşulları sağlamışlardır. Yaprak, gövde ve kökün kuru ağırlığı, stres ve üre dozlarından önemli ölçüde etkilenmiştir. Kuru madde üretimi, üre dozu düşüşü veya su stresi artışı ile önemli ölçüde azalmıştır.

Mojaddam (2017), kuraklık stresinin farklı azot düzeylerinde ayçiçeğinin fizyolojik özellikleri ve verimi üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Ana parsellerde optimum sulama, orta düzeyde su stresi ve şiddetli su stresi olacak şekilde üç sulama uygulaması; alt parsellerde ise 8, 14 ve 20 kg/da azot seviyelerinde üç gübre dozu kullanmışlardır. Dane verimi, prolin, klorofil a ve b miktarı kurak koşullarda azalmıştır. Dane verimindeki azalmanın ana sebebi tabladaki dane sayısı ve dane ağırlığındaki düşüşle ilişkili bulunmuştur. Optimum sulamada ve kurak koşullarda azot uygulamasının artmasıyla, dane verimi, protein ve klorofil a ve b değerleri önemli ölçüde artmıştır.

Hussain ve ark., (2016a), azot (N) ve potasyum (K)'un tekli veya kombine olarak yapraktan uygulanmasının, su kısıtı altında iki ayçiçeği hibritinin (Hysen33 ve LG-5551) fotosentetik aktivitesi, fizyolojik endeksleri ve su ilişkisi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. N, K ve N + K şeklinde yapılan yapraktan besin takviyeleri, ayçiçeği hibritlerinin fotosentetik aktivitesini, su ilişkisini ve fizyolojik endekslerini iyileştirmiştir. Kurak koşullarda bitki verimliliğinin yüksek olması için N + K uygulamasının gerekli olduğu sonucuna varmışlardır.

Lindhauer (1985), ayçiçeği bitkilerini 0.6 g K / saksı (K1 uygulaması) ve 5 g K / saksı (K2 uygulaması) ile gübrenilmiş 1 kg toprak içeren saksılarda yetiştirmiştir. 5 ve 11 haftalıkken bitkilerin %50'sine yeterli sulama suyu vermiş (kontroller), geri kalan % 50'sini gözle görünür şiddetli solgunluk belirtileri görülene kadar su stresine maruz bırakmış, daha sonra bitkileri sulamıştır. Su stresi koşulları altında, her iki büyüme aşamasında da, K2 bitkilerinin dokularındaki 5 kat daha yüksek K konsantrasyonları, deneme süresince artan bir kuru madde üretimiyle ve K1 bitkilerinin yaprak alanından daha büyük toplam yaprak alanıyla sonuçlanmıştır.

Raza ve ark., (2018), ayçiçeğinin kritik büyüme aşamalarında (tabla oluşumu veya tohum doldurma), yapraktan potasyum (K) uygulamasının kuraklık toleransı üzerindeki etkisini araştırmak için bir çalışma yapmışlardır. Beş ayçiçeği genotipinin kuraklık toleransını, polietilen glikol 6000 kullanarak, -0,55, -1,36 ve -1.60 MPa ozmotik potansiyelde test etmişlerdir. Hysun-33 çeşidi, çimlenme yüzdesi, fide boyu, kök uzunluğu ve kuru maddeden yola çıkarak hesaplanan stres toleransı indeksi açısından en yüksek değeri vermiştir. Bu genotip tarla koşullarında, tabla oluşumu

veya tohum dolmuş aşamalarında uygulanan su stresi altında yapraktan %1 K uygulaması yapılarak ileri incelemelere tabii tutulmuştur. Potasyum uygulamasının biyolojik verim, tabla çapı, bitki boyu, 1000 tohum ağırlığı ve tohum verimi parametrelerinin tümünü önemli ölçüde iyileştirdiği, bu nedenle ayçiçeğinde kuraklık stresini hafifletmede iyi bir strateji olduğu sonucuna varmışlardır.

Soleimanzadeh ve ark. (2010), kuraklık stresi altındaki ayçiçeğinde potasyum uygulamalarının büyüme, tane verimi ve verim bileşenlerine etkisini incelemek için bir deneme yapmışlardır. Ana parselleri üç farklı sulama rejimine tahsis etmişlerdir. Sulama rejimleri; 1) Tam sulama, 2) Orta derecede kuraklık stresi ve 3) Ağır kuraklık stresi olmuştur. Alt parselleri potasyum içeren dört kimyasal gübreye tahsis etmişlerdir. Kuraklık stresinin, bitki boyu, tabla çapı, tabla başına tohum sayısı, 1000 tane ağırlığı, biyolojik verim, tane verimi, hasat indeksi ve yağ verimini önemli ölçüde azalttığını tespit etmişlerdir. Ancak potasyum uygulamasının, tabla başına tohum sayısı, hasat indeksi ve yağ verimini önemli ölçüde arttırdığını bildirmişlerdir.

### **3. Sekonder Element ve Mikro Element Uygulamaları**

Kuraklık stresi altında mikro besin uygulamaları da, ayçiçeğinde kuraklık direncini arttırmaktadır (Rahimizadeh ve ark., 2007). Bitki besin elementlerinin tamamlayıcı olarak yapraktan uygulanması, su stresinin bitkilerde büyüme ve verim üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için uygulanabilir bir yaklaşımdır. Bununla birlikte, istenen sonuçlara ulaşmak için etkili bir element kombinasyonunun seçimi gereklidir (Hussain ve ark., 2016b).

Baniabbass ve ark., (2012) su stresi ve yapraktan çinko (Zn) uygulamasının ayçiçeğinde verim ve bazı fizyolojik özelliklere etkisini incelemişlerdir. %1 konsantrasyonda çinko sülfatın yapraktan uygulanması, diğer uygulamalara kıyasla 1000 tohum ağırlığını, tohum verimini ve yağ yüzdesini arttırmıştır. Genel olarak, Zn'nin su stresi koşullarında uygulanmasının, bu stresin ayçiçeğinin büyümesi ve verim parametreleri üzerindeki zararlı etkilerini azaltmak için iyi bir strateji olarak kullanılabilmesi sonucuna varmışlardır.

Shahri ve ark., (2012) kuraklık stresi altında çinko sülfatın ayçiçeğinde bazı fizyolojik özellikler üzerine etkisini araştırmak için bir çalışma yürütmüşlerdir. Dört sulama uygulaması ana parselleri oluşturmuştur: 1) Su stresi bulunmayan koşullar, 2) Vejetatif büyüme evresinde sulamanın kesilmesi, 3) Çiçeklenme döneminde sulamanın kesilmesi, 4) Vejetatif aşama ve çiçeklenme aşamasında sulamanın kesilmesi. Üç farklı, yapraktan çinko sülfat uygulama işlemi alt parselleri oluşturmuştur: 1) Uygulama yapılmayan koşul, 2) %0.5 konsantrasyonda çinko sülfat uygulaması, 3) %1 konsantrasyonunda çinko sülfat uygulaması. En yüksek tohum verimini

yapraktan %1 konsantrasyonunda çinko sülfat uygulamasıyla elde etmişlerdir. En düşük verimi ise, yapraktan Zn uygulanmayan “vejetatif ve çiçeklenme safhasında sulanmayan” parsellerden elde etmişlerdir. Yapraktan çinko uygulamasının kuraklık stresi altında ayçiçeğinin veriminin sürdürülebilirliğini sağlamada iyi bir strateji olduğu sonucuna varmışlardır.

Rahimizadeh ve ark., (2010), mikro besin uygulamalarının kuraklık stresi altındaki ayçiçeğinin verimi üzerine etkilerini değerlendirdikleri bir çalışma yürütmüşlerdir. Sulama uygulamaları üç farklı düzeyde (normal, düşük stres ve yüksek stres) ana faktör olarak ve mikro besin maddesi uygulamaları altı farklı şekilde (kontrol, Fe, Fe + Zn, Fe + Zn + Cu, Fe + Zn + Cu + Mn, Fe + Zn + Cu + Mn + B) alt parsel olarak belirlemişlerdir. Toprak analizine dayalı olarak temel gübreleme (N, P, K) ve mikro besin gübrelemesi yapmışlardır. Bitki boyu, yapraktaki klorofil miktarı, tabla çapı, tabla başına tohum miktarı ve tohum verimi değerleri, kontrol ve stres uygulamaları arasında önemli farklılık göstermiştir. Ancak sulama uygulamalarının çiçeklenme tarihi, tohum ağırlığı ve yağ oranı üzerine istatistiki olarak önemli bir etkisi olmamıştır. Mikro besin uygulamaları tabla çapını, tabla başına tohum sayısını, tohum verimini ve yağ yüzdesini arttırmıştır. Bu nedenle, kuraklık stresi altındaki mikro besin uygulamalarının, ayçiçeğinde kuraklık direncini artırdığı sonucuna varmışlardır.

Shehzad ve ark., (2018), geç dönemde yapılan ayçiçeği yetiştiriciliğinde yapraktan uygulanan borun (B) (0, 15, 30, 45 mg/l), geç dönem kuraklığın etkisini hafifletmede potansiyel rolünü araştırmak için bir tarla çalışması yürütmüşlerdir. Kuraklık stresine maruz kalan ayçiçeğinde B'nin yapraktan uygulanmasıyla yaprak nispi su içeriği (RWC), su potansiyeli ( $\Psi_w$ ), ozmotik potansiyel ( $\Psi_s$ ) ve turgor basıncı ( $\Psi_p$ ) gibi su ile ilişkili parametreler belirgin şekilde artış göstermiştir. Yapraktan B uygulaması, yaprak ve tohum dokularındaki azot ve B konsantrasyonlarını ve ayrıca kurak koşullar altında klorofil a ve b pigmentlerini önemli ölçüde artırmıştır. Yapraktan B uygulaması (30 mg/l), ayçiçeğinde kuraklık toleransını azaltmada, büyüme eksikliklerini azaltmada faydalı bulunmuştur.

Güneş ve ark., (2008) ayçiçeği çeşitlerinde kuraklıkla ilişkili şekilde besin elementlerin birikimini inceledikleri bir çalışma yapmışlardır. 12 ayçiçeği çeşidinin kuraklığa ve silisyuma (Si) genotipik tepkisi, element alımı ile ilişkisi kontrollü koşullar altında incelemişlerdir. Besin elementleri ve esansiyel olmayan elementlerin alımının farklı ayçiçeği çeşitlerinde, uygulanan Si ve kuraklık stresine cevaben farklılaştığını gözlemlemişlerdir. Kuraklık stresi bütün çeşitlerde mineral alımını azaltmış ve genel olarak Si'nin kuraklık stresi altında uygulanması ile Si, K, S, Mg, Fe, Cu, Mn, Na, Cl, V, Al, Sr, Rb, Ti, Cr ve Ba alımı iken Zn, Mo, Ni ve Br alımı etkilenmemiştir.



Hassan ve ark., (2011) serada yetiştirdiği ayçiçeklerini çiçeklenme aşamasında kuraklığa maruz bırakmışlar ve yapraktan tek veya kombinasyon halinde bor (B) ve kalsiyum (Ca) uygulamışlardır. B ve Ca'un yapraktan birlikte uygulanması, tohum ağırlığı ve tohum yağ içeriği üzerindeki kuraklık etkilerini gidermiştir. SDS-PAGE analizi, uygulamaların, bazı kuraklıkla ilişkili proteinlerin polipeptit protein bantlarında var/yok şeklinde değişiklikler oluşturduğunu göstermiştir. DD-RT PCR, kontrol ve diğer uygulamalar arasında gen ekspresyonunda bir farklılaşma olduğunu göstermiştir. B ve Ca'nın kombinasyon halinde yapraktan püskürtülmesi, kuraklığın zararlı etkilerini yenip ayçiçeğinin toleransını iyileştirmede en etkili uygulama bulunmuştur.

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Bitkilerin topraktan emerek bünyesine aldığı suyun %95'inin terlemede kullandığı, sadece %5'ini metabolik olaylarda kullanıldığı göz önünde bulundurulduğunda, köklerle su alma ve terleme, esasen topraktan besin elementlerinin alımına ve üst aksama taşınımına hizmet etmektedir. Bu nedenle ayçiçeği gibi kurak koşullarda yetiştirilen bitkilerde toprağa uygulanan gübre miktarının artırılması, birim su başına gübre konsantrasyonunu artıracığından, fizyolojik süreçleri, büyüme ve gelişmeyi iyileştirerek verim ve kaliteyi artırıcı etki etmektedir. Toprak uygulamaları yanında yapraktan besin elementi uygulamaları da yine aynı parametrelere önemli düzeyde olumlu etki etmektedir. Azotun kuraklık etkisini azaltmada en önemli besin elementi olduğu, bunun yanında potasyum da kuraklık altında stomaların daha hızlı kapanmasını sağladığından su etkinliğini artırıcı etki ettiği ve tohum ve yağ verimine olumlu etki ettiği görülmektedir. Su alımındaki düşüşler, sekonder elementler ve mikro elementlerin de alımını azalttığından, kurak koşullarda tüm besin elementlerinin toprağa ve yaprağa artan oranlarda uygulanması incelenen çalışmaların tamamında olumlu etkiler üretmiştir. Genotiplerin kurağa tepkisi farklı olduğu gibi geotiplerin kurak koşullarda gübrelemeye tepkisi de değişken olmaktadır.

Sonuç olarak, Türkiye'de tescilli erkenci tüm ayçiçeği çeşitlerinin kuraklık stresi altında farklı gübre kombinasyonlarına tepkisinin tespit edilmesi; bu araştırmanın farklı dönemlerde kuraklık ortaya çıkan farklı bölgeleri de kapsayacak şekilde yürütülmesi ve bunun sonucunda çiftçilere havza bazlı olarak en uygun ayçiçeği agronomi paketinin sunumunun sağlanması ülkesel ayçiçeği üretimimizi artıracaktır. Bu durum aynı zamanda ülkesel yağlı tohumlar açığımızın kapatılmasını sağlama yolunda, çiftçilerin uygulamalarından emin olmalarını ve hatalı uygulamalara kaymamalarını sağlayacaktır. ABD gibi gelişmiş ülkelerde "Extension service" denen yayım organizasyonları, bölgesel olarak piyasadaki ticari ve uygun çeşitleri test ettikleri deneme ve

demonstrasyonları devlet eliyle her yıl test ederek sonuçlarını çiftçilerle paylaşmaktadır. Benzer bir yapının ülkemizde, öncelikli olarak arz açığımızın en yüksek olduğu yağlı tohumlarda yapılmaya başlanması büyük önem arz etmektedir.

## Kaynaklar

- Ahmad, R., Waraich, E. A., Ashraf, M. Y., Ahmad, S., & Aziz, T. (2014). Does nitrogen fertilization enhance drought tolerance in sunflower? A review. *Journal of plant nutrition*, 37(6), 942-963.
- Gholinezhad, E., Aynaband, A., Ghorthapeh, A. H., Noormohamadi, G., & Bernousi, I. (2011). Effect of drought stress and nitrogen rates on grain yield, quality traits and physiological indices in sunflower hybrid iroflor at different plant density. *World Applied Sciences Journal*, 14(1), 131-139.
- Güneş, A., Kadioglu, Y. K., Pilbeam, D. J., Inal, A., Coban, S., & Aksu, A. (2008). Influence of silicon on sunflower cultivars under drought stress, II: essential and nonessential element uptake determined by polarized energy dispersive X-ray fluorescence. *Communications in soil science and plant analysis*, 39(13-14), 1904-1927.
- Hassan, N. M., El-Sayed, A. K., Ebeid, H. T., & Alla, M. M. N. (2011). Molecular aspects in elevation of sunflower tolerance to drought by boron and calcium foliar sprays. *Acta physiologiae plantarum*, 33(2), 593-600.
- Hussain, M., Farooq, S., Hasan, W., Ul-Allah, S., Tanveer, M., Farooq, M., & Nawaz, A. (2018). Drought stress in sunflower: Physiological effects and its management through breeding and agronomic alternatives. *Agricultural water management*, 201, 152-166.
- Hussain, R. A., Ahmad, R., Nawaz, F., Ashraf, M. Y., & Waraich, E. A. (2016a). Foliar NK application mitigates drought effects in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Acta physiologiae plantarum*, 38(4), 83.
- Hussain, R. A., Ashraf, M. Y., Ahmad, R. A. S. H. I. D., Waraich, E. A., & Hussain, M. (2016b). Foliar nitrogen and potassium applications improve photosynthetic activities and water relations in sunflower under moisture deficit condition. *Pak J Bot*, 48, 1805-1811.
- Lindhauer, M. G. (1985). Influence of K nutrition and drought on water relations and growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 148(6), 654-669.
- Mahpara, S., Shahnawaz, M., Rehman, K., Ahmad, R., & Khan, F. U. (2019). 4. Nitrogen fertilization induced drought tolerance in sunflower: a review. *Pure and Applied Biology (PAB)*, 8(2), 1675-1683.
- Meo, A. A., Baig, F., Khan, Z., & Naseem, W. (1999). Effect of urea and sporadic drought on dry matter and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Sarhad Journal of Agriculture*, 15(5), 443-446.
- Mojaddam, M. (2017). Effect of drought stress on physiological characteristics and seed yield of sunflower at different levels of nitrogen.
- Rahimizadeh, M., Habibi, D., Madani, H., Mohammadi, G. N., Mehraban, A., & Sabet, A. M. (2007). The effect of micronutrients on antioxidant enzymes metabolism in sunflower (*Helianthus annuus* L.) under drought stress. *Helia*, 30(47), 167-174.
- Rahimizadeh, M., Kashani, A., Zare, F. A. A., Madani, H., & Soltani, E. (2010). Effect of micronutrient fertilizers on sunflower growth and yield in drought stress condition. *Electronic Journal of Crop Production*, 3(1), 57-72
- Raza, M. A. S., Saleem, M. F., Khan, I. H., Hussain, M. B., & Shah, G. M. (2018). Amelioration in Growth and Physiological Efficiency of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) under Drought by Potassium Application. *Communications in soil science and plant analysis*, 49(18), 2291-2300.
- Shahri, Z. B., Zamani, G. R., & Sayyari-Zahan, M. H. (2012). Effect of drought stress and zinc sulfat on the yield and some physiological characteristics of sunflower (*Helianthus. Annuus* L.). *Advances in Environmental Biology*, Gale Academic Onefile, (MLA 8th Edition), 518-526.
- Shahri, B., Reza, G., Hasan, M., & Zahan, S. (2012). Effect of drought stress and zinc sulfate foliar application on yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Environmental Stresses in Crop Sciences*. 4(2), 165-172.

- Shehzad, M. A., Maqsood, M., Nawaz, F., Abbas, T., & Yasin, S. (2018). Boron-induced improvement in physiological, biochemical and growth attributes in sunflower (*Helianthus annuus* L.) exposed to terminal drought stress. *Journal of plant nutrition*, 41(8), 943-955.
- Soleimanzadeh, H., Habibi, D., Ardakani, M. R., Paknejad, F., & Rejali, F. (2010). Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to drought stress under different potassium levels. *World Applied Sciences Journal*, 8(4), 443-448.

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

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 1(2), 236-245 , 2019  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

**Derleme Makalesi / Review Article**

## **Soya Bitkisinde Tütün Çizgi Virüsü (*Tobacco streak virus*, TSV)**

Uğur SEVİLMİŞ<sup>1\*</sup>, Deniz SEVİLMİŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana, 01375, Türkiye.

<sup>2</sup> Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü, Osmaniye, 80950, Türkiye.

<b>Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)</b>	<b>Makale Süreci / Article Process</b>	
* <b>Sorumlu Yazar / Corresponding author :</b> <a href="mailto:sevilmisugur@yahoo.com">sevilmisugur@yahoo.com</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0003-3820-8387">https://orcid.org/0000-0003-3820-8387</a> , U. Sevilmiş  <a href="https://orcid.org/0000-0003-3030-3160">https://orcid.org/0000-0003-3030-3160</a> , D. Sevilmiş	<b>Geliş Tarihi / Received Date :</b>	01.11.2019
	<b>Revizyon Tarihi / Revision Date :</b>	19.11.2019
	<b>Kabul Tarihi / Accepted Date :</b>	22.11.2019
	<b>Yayın Tarihi / Published Date :</b>	15.12.2019
<b>Alıntı / Cite :</b> Sevilmiş, U., Sevilmiş, D. (2019). Soya Bitkisinde Tütün Çizgi Virüsü ( <i>Tobacco streak virus</i> , TSV), <i>Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi</i> , 1(2), 236-245.		

### **Özet**

Tütün çizgi virüsü (*Tobacco streak virus*, TSV), dünyada yaygın olarak ekilen birçok kültür bitkisi ve yabani bitki türünde hastalık yapabilen bir virüstür. Özel bir yayılma şekline sahip ve sıcaklıkla birlikte enfeksiyonunda artış görülen bu viral hastalık, atmosferik polen yükü, küresel ısınma ve geniş konukçu yelpazesinin mevcut olması durumuyla birleşince salgın oluşturabilme kapasitesine ulaşmaktadır. Yanıklık hastalıkları ile benzer belirtilere sahip olduğundan teşhisinde sıklıkla hatalar yapılan, aynı zamanda belirti göstermeden de mevcudiyetini sürdürebilen tütün çizgi virüsü hastalığı önemli verim kayıplarına sebep olabilmektedir. Tohum yoluyla da bulaşabildiğinden, Türkiye'ye dünyadan gerçekleşen ıslah amaçlı materyal akışı bu hastalığın farklı ırklarının ülkeye girişini mümkün kılmaktadır. Bu derleme, Tütün çizgi virüsü hastalığının, dünyadaki ana protein bitkisi olan soyadaki (*Glycine max* L.) durumu ile ilgili uluslararası araştırmaları sunmak ve değerlendirmek amacıyla hazırlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Tütün çizgi virüsü, Soya, Belirtiler, Bulaşma.

## ***Tobacco Streak Virus (TSV) in Soybeans***

### **Abstract**

*Tobacco streak virus (TSV) is a virus that can create diseases in many crops and wild plant species. This viral disease follows a special infection path and increases its infection level in parallel to temperature which gives it capacity to form an epidemic when combined with atmospheric pollen load, global warming and the presence of a wide host range. Since it has similar symptoms with blight diseases, Tobacco strike virus disease often get mistaken in diagnosis, can also persist without symptoms and results with serious loss of yields. Its ability to be transmitted by seed increases the*

*risk of introduction of different strains of this disease by breeding material flow to Turkey from abroad. This review is prepared to present and evaluate the current status of international researches on tobacco streak virus disease in soybeans (Glycine max L.) which is the major protein crop worldwide.*

**Keywords:** Tobacco streak virus, Soybean, Symptoms, Transmission.

## 1. Giriş

Tütün çizgi virüsü (TSV) (Domain: Virus; Group: "Positive sense ssRNA viruses"; Group: "RNA viruses"; Family: Bromoviridae; Genus: Ilarvirus; Species: Tobacco streak virus), dünyada 30'dan fazla ülkede, Asya, Kuzey Amerika, Güney Amerika, Avrupa, Afrika ve Okyanusya'da raporlanmış (URL-1, 2019) viral bir bitkisel hastalık etmeni olup, geniş bir konukçu dizisine sahiptir. İsmi aldığı tütün bitkisinde, yapraklarda damarları çevreleyen nekrotik çizgilere neden olurken (Şekil 1), pamuk bitkisinde beneklenme (Costa ve Carvalho, 1961); domateste sarı halka şeklinde noktalar ve şekil bozuklukları (Martelli ve Cirulli, 1969); kuşkonmazda bodurluk (Brunt ve Paludan, 1970); gülde damar sararması (Fulton, 1970); bezelyede nekroz (Patino ve Zaumeyer, 1959); patateste mozaikler (Salazar ve ark., 1982) oluşturur. Bu hastalık aynı zamanda yarfıstığı, biber (Gracia & Feldman, 1974), yonca (Paliwal, 1982), ayçiçeği (Ravi ve ark., 2001) ve birçok yabancı bitki türünden (Scott, 2001) izole edilmiştir.

TSV ırk geliştirme özelliğine sahip bir türdür. Ravi ve ark. (2001) Hindistan'da ayçiçeğinde tohum verim ve kalitesinde düşüslere neden olan, Ayçiçeği nekroz hastalığı (Sunflower necrosis disease) olarak adlandırılan hastalığın TSV'nin bir ırkı olduğu bildirilmişlerdir.

Vemana ve Jain, (2010), 70 bitki türünü, bitki özsuğu aşılması yoluyla TSV'yle muamele etmiş ve bu türlerden 50'sini duyarlı bulmuşlardır. Bitki türlerinin çoğunda hem bölgesel (nekrotik ve klorotik lekeler) hem de sistemik simptomlar (nekrotik lekeler, koltukaltı sürgünlerine yayılma, bodurluk, tamamen sararma ve solgunluk) tespit etmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca 11 yeni konukçu bitki türü tanımlamışlardır.



**Şekil 1.** Böğürlenden alınmış TSV izolatının tütün bitkisinde, inokülasyondan 5 gün sonra oluşturduğu klorotik/nekrotik lezyonlar (Scott, 2001)

Tütün çizgi virüsü, diğer virüs hastalıklarından farklı bir yöntemle bulaşır. Sdoodee ve Teakle, (1987), tütün tripsinin (*Thrips tabaci*) ergin veya nimflerini, TSV ile enfekte olmuş domates (*Lycopersicon esculentum*) bitkisinden aldığı TSV içeren polenlerle bulaşık hale getirmiş ve daha sonra bu böcekleri *Chenopodium amaranticolor* fidelerinin üzerine yerleştirilmiştir. Virüsün düzenli olarak bulaştığını tespit etmiştir. Virüs taşıyan polenler *C. amaranticolor* fidelerinin yapraklarına yerleştirildiğinde ve daha sonra ortama trips eklendiğinde de virüsün düzenli olarak bulaştığını tespit etmişlerdir. Fideler, trips yokken virüs taşıyan polenlere veya polen yokken tripslere maruz kaldığında herhangi bir TSV geçişi olmamıştır. Ayrıca, tripsler virüsle enfekte olmuş yapraklara beslendikten sonra virüs taşıyan polen yokluğunda fidelere aktarıldığında da hiçbir TSV iletimi gerçekleşmemiştir. Bu durum, *Thrips tabaci* tarafından tütün çizgi virüsünün bulaşmasının, muhtemelen tripsler tarafından açılan yaralardan bulaşan polen kaynaklı virüsün varlığına bağlı olduğunu göstermiştir. Bu tip bir virüs bulaşma yöntemi daha önce bildirilmemiştir.

TSV ile ilgili Türkiye’de yapılmış, elektronik ortamda erişilebilir tek tespit, Atay (2016) tarafından yapılmış olan tespittir. Araştırmacı, Trakya Bölgesi’nin ayçiçeği üretim alanlarında yağlık tohum verim ve kalitesini olumsuz yönde etkileyen virüs hastalıklarını saptamak amacıyla 2015 yılının iki farklı döneminde sörvey çalışmaları gerçekleştirmiştir Triple Antibody Sandwich-Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay (TAS-ELISA ) test sonuçlarına göre 244 adet bitki örneğinin 11 adedinin (%4,51 oranında) TSV ile enfekteli olduğunu bildirmiştir.

TSV'nin neden olduğu Yerfıstığı sap nekrozu hastalığı (Peanut stem necrosis disease, PSND) dünyanın en fazla yerfıstığı tarımı yapılan ülkesi olan Hindistan'da yerfıstığında en çok zarar veren hastalık durumundadır (Shomo ve ark., 2016). ABD'de Arlington Tarımsal Araştırma İstasyonu'nda soya araştırma parsellerinde, 2001 yetiştirme sezonunda gerçekleşen doğal bir salgında TSV görülme sıklığı %55 düzeyini aşmıştır (Rabedeaux ve ark., 2005).

Soya (*Glycine max*), insan gıdası ve biyoyakıt hammaddesi olan yağı ve hayvansal yetiştiricilik için proteini nedeniyle dünyadaki en değerli tarımsal ürünlerden biridir (Masuda ve Goldsmith, 2009). Türkiye'nin 2017 yılında soyada kendine yeterliği %4.8 düzeyinde olmuştur (TÜİK, 2018). Bu durum ülkesel soya üretimin artırılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle soyada verim kısıtlayıcı potansiyel problemlerin detaylı araştırılması önem arz etmektedir.

Bu derleme, Tütün çizgi virüsü hastalığının, dünyadaki ana protein bitkisi olan soyadaki (*Glycine max* L.) durumu ile ilgili uluslararası araştırmaları sunmak ve değerlendirmek amacıyla hazırlanmıştır.

## 2. Soya Bitkisinde Tütün Çizgi Virüsü

Soya bitkisinde Tütün çizgi virüsü belirtileri olarak tomurcuk yanıklığı, tepe sürgününün aşağı bükülmesi, bodurluk, solgunluk, geciken olgunluk, tomurcuk ve yaprak sayısında artış, bakla sayısında azalma ve renksiz, bozuk ve ölü yaprak mevcudiyeti gözlenir (Şekil 2, 3, 4, 5).



Şekil 2. Soya baklalarında TSV enfeksiyonundan kaynaklanan lezyonlar (Anonim, 2019)





**Şekil 3.** TSV'nin soya tohumlarında yaptığı renk bozulmaları (Anonim, 2019)



**Şekil 4.** Tarla koşullarında soya bitkisi üzerinde TSV nekrotik lezyonları (Rajamanickam ve ark., 2016)





**Şekil 5.** Soyada boğumda TSV enfeksiyon belirtileri (Irizarry ve ark., 2016)

TSV enfeksiyonu, boğumlarda renk değişimine ve ölü çizgilere, baklalarda koyu lekeler ve tohum gelişiminin gecikmesine neden olmaktadır. TSV tohumla ve tripslerle yayılmakta ve. sıcak ve kuru havalar hastalık gelişimi için uygun koşulları oluşturmaktadır (Anonim, 2019).

Tütün çizgi virüsü, bitki boyu ve bitki yoğunluğunun azalması, sürgün ucu yanıklığı, geciken tohum ve bitki olgunlaşması belirtileri eşliğinde ABD’de Illinois, Iowa, Kansas ve Wisconsin’de, ayrıca Kanada Ontario’da son yıllarda soyalarda bildirilmiştir (Irizarry ve ark., 2016). Virüsün varlığı Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay (ELISA ) testi ile doğrulanmıştır. Araştırmacılar, Iowa’da bulaşık bitki sayısı yüksek bir tarlada yaptıkları regresyon analizi sonucunda, hastalığın görülme sıklığı ve tohum nemi arasında önemli bir pozitif ilişki olduğunu tespit etmişlerdir.

Rajamanickam ve ark., (2016), Hindistan’da Tamil Nadu’da soya bitkilerinde nekroz ve bodurluk semptomları tespit etmişlerdir. Numuneler Direct Antigen Coating ELISA (DAC-ELISA ) 'da serolojik olarak pozitif sonuç vermiştir. Gen dizi analizi, bilinen TSV izolatları ile %80.6 ile %99.3 arasında nükleotit benzerliğini göstermiştir. Brezilya ve ABD kaynaklı diğer soya izolatlarına kıyasla nükleotit ve amino asit dizilerinde tek bir varyasyon ve bazı silme ve ekleme yönünde mutasyonlar tespit etmişlerdir.

Rabedeaux ve ark., (2005), tarlalarda bulunan soya bitkilerinde, genellikle tomurcuk yanıklığı olarak adlandırılan, TSV ile bağlantılı bakla nekrozları ve ana sap kısımlarının ölümü şeklinde belirtiler gözlemlemiştir. Ayrıca, TSV ile enfekte olmuş birçok bitkinin asemptomatik (belirti vermeyen) durumda olduğu tespit edilmiştir. TSV ile enfekte olmuş bitkilerin hem doğal hem de kontrollü salgınlarda dağılım durumunu ve hastalığın mevsimsel ilerlemesini incelemişler ve TSV inokulumunun kontrollü bir şekilde kullanıldığı tarlalarda hastalığın soya agronomisine etkisini karakterize etmişlerdir. Genel sörveyde TSV pozitif örneklerin görülme sıklığı %17 ile %56 arasında değişmiştir. Doğal inokulum kaynaklarının kullanımı durumunda TSV ile enfekte olmuş bitkilerin görülme sıklığı, çeşitlere ve bölgelere bağlı olarak %10 ila %95 arasında değişim göstermiş ve soyanın R2 büyüme aşamasında zirve yapmıştır. Ancak tespit düzeyi soyanın R5 büyüme aşamasında çarpıcı bir şekilde düşmüştür. Tohum veriminde %25'lik bir azalma TSV ile ilişkilendirilmiştir. Verimin düşüşüne bitki yoğunluğundaki ve nihai bitki boyundaki azalma katkıda bulunmuştur. Ancak, bitki başına tohum sayısında ve 100 tohum ağırlığında önemli bir fark bulunamamıştır. Veriler, bitki ölümlerinin TSV 'nin tetiklenmiş salgınlarda verim kaybına neden olan ana mekanizma olduğunu göstermiştir.

Kumar ve ark., (2008), Hindistan'ın Maharashtra bölgesinde farklı yerlerdeki soyalarda nekroz belirtileri ile kendini gösteren virüs izolatlarını toplamışlardır. Virüsü, TSV 'ye özgü antiserum kullanarak doğrudan antijen kaplama enzimine bağlı immünosorbent deneyi (DAC-ELISA) ile TSV olarak tespit etmişlerdir. ELISA'da pozitif sonuç veren soya TSV izolatlarını, indikatör bitkiler olan *Vigna unguiculata* cv. C-152, *Glycine max* ve *Nicotiana tabacum* cv. Xanthi'ye mekanik olarak aşılamışlar, birincil aşılanmış yapraklarda bölgesel nekrotik lezyonlar ve ardından sistemik enfeksiyon gözlemlemiştir. Amino asit sekansı analizine dayanarak oluşturdukları filogenetik haritalamada, Hindistan, Amerikan ve Brezilya izolatlarının yakın bir kümelenme gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Almeida ve ark., (2005), Brezilya'da Wenceslau Braz'da cüceleşme ve tomurcuk yanıklığı belirtileri gösteren soya bitkilerinden bir virüs izole etmişlerdir. Antiserumu üretmişler ve virüsü serolojik olarak TSV ile ilişkili bulmuşlardır. Elektron mikroskopunda 28 nm boyutlu küresel parçacıklar tespit etmişlerdir. Virüsün kılıf protein geni, aküçgülden (*Trifolium repens*) elde edilen TSV kılıf protein sekansı (GenBank CAA25133) ile %83 oranında özdeş bulunmuştur. Bu izolatın, TSV-BR adlı bir TSV straini olarak kabul edilmesini önermişlerdir.

Golnaraghi ve ark., (2004), İran'da, soya bitkileri üzerinde, Yonca mozaik virüsü (*Alfalfa mosaic virus*, AMV), Fasulye adi mozaik virüsü (*Bean common mosaic virus*, BCMV), Fasulye sarı mozaik virüsü (*Bean yellow mosaic virus*, BYMV), Börülce mozaik virüsü (*Blackeye cowpea mosaic virus*, BICMV), Hıyar mozaik virüsü (*Cucumber mosaic virus*, CMV), Bezelye enasyon mozaik virüsü (*Pea enation mosaic virus*, PEMV), Yerfıstığı beneklenme virüsü (*Peanut mottle virus*, PeMoV), Soya mozaik virüsü (*Soybean mosaic virus*, SMV), Tütün mozaik virüsü (*Tobacco mosaic virus*, TMV), Tütün halkalı leke virüsü (*Tobacco ringspot virus*, TRSV), TSV, Domates halkalı leke virüsü (*Tomato ringspot virus*, ToRSV) ve Domates lekeli solgunluk virüsü (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV) görülme sıklığını tespit etmek için bir sörvey yapmışlardır. İran'ın ticari soya yetiştiriciliği yapılan beş ilinde, 1999 ve 2000 yaz dönemleri boyunca 3.110 rasgele ve 1.225 semptomatik yaprak örneği toplamışlar ve bunları spesifik poliklonal antikolar kullanarak (ELISA) ile test etmişlerdir. Serolojik tanıyı, elektron mikroskobu ve konukçu çalışmaları ile doğrulamışlardır. Sörvey yapılan iller arasında virüs görülme sıklığı Mazandaran'da (%18,6), Golestan (%15,7), Khuzestan (%14,2), Ardabil (%13,9) ve Lorestan (%13,5) olmuştur. Virüslerin görülme sıklığı azalan sırayla, SMV (%13,3), TSWV (%5,4), TRSV (%4,2), TSV (%4,1), PEMV (%2,9), BYMV (%2,2), ToRSV (%2,1), AMV (%1,3), BCMV (%0,8) ve CMV (%0,6) şeklinde olmuştur. SMV, TRSV, ToRSV ve TSV dahil olmak üzere tohum kaynaklı virüslerin varlığını araştırmak için, Mazandaran ve Golestan illerinde bulunan soya tohumu ana üretim bölgelerinden hasat zamanında 7.830 soya numunesini rastgele toplamışlardır. Çimlendirilmiş fidelerin ELISA analizlerine göre, Golestan ve Mazandaran eyaletlerinden alınan tohum numunelerinde sırasıyla %7.1 ve %8.9'u, tohum yoluyla SMV, TRSV, ToRSV ya da TSV tespit etmişlerdir. Bu araştırmada yürütülen sörveye İran'da soyada ilk kez AMV, BCMV, BICMV, BYMV, CMV, PEMV, PeMoV ve TSWV'nin doğal koşullarda ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

Tütün çizgi virüsü (TSV), Brezilya ve Amerika'da soya fasulyesinde bildirilen ve yalnızca yemlik soya çeşidi olan Tanner'de direnç rapor edilen bir patojendir (Hobbs ve ark., 2012). İlave dirençli soya genotiplerini tespit etmek için, "USDA Soya Germplazm Koleksiyonu"ndan 1000 soya genotipi serada TSV 'ye direnç açısından Hobbs ve ark., (2012) tarafından değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Soyanın atası konumundaki 94 üyeli bir sette bir direnç bulunamamasına karşın, coğrafi olarak farklı kaynaktan 926 soya genotipinden 19'u TSV enfeksiyonuna karşı dirençli bulunmuştur. İlerletilen araştırmalar bu soya genotiplerinin direncinin sıcaklığa duyarlı olduğunu göstermiştir. TSV 'ye dirençli bitkiler TSV ile aşılandıktan sonra büyütme odasında 24°C'de 17-20 gün süresince yetiştirildiğinde, aşılanan bitkilerin sadece %7'sinin aşılama yapılmamış

yapraklarında virüs antijeni tespit edilmiştir. Buna karşılık, TSV ile aşılandıktan sonra 32°C'de 17-20 gün boyunca yetiştirildiğinde, TSV 'ye dirençli bitkilerin %71'i, TSV ile sistemik olarak enfekte bulunmuştur ki bu durum, daha önce TSV enfeksiyonuna karşı dirençli olarak tanımlanan ve sera koşullarında hiç sistemik TSV belirtisi göstermemiş Tanner gibi dayanıklı kontrol bitkileri için de geçerli olmuştur. Birçok soya üretim bölgesinde yetiştirme sezonu boyunca sıcaklıkların 32°C ve üstüne çıktığı düşünüldüğünde, TSV direncinin tarla koşullarındaki ıslah programlarında kullanılmadan önce birkaç yıl boyunca potansiyel yararlılığını değerlendirmenin önemli olduğunu bildirmişlerdir.

### **3. Sonuçlar ve Öneriler**

Tütün Çizgi Virüsü, dünyada yaygın olarak ekilen birçok kültür bitkisinde ve yabani bitki türünde hastalık yapabilen bir virüstur. Bu viral hastalık özel bir yayılma metodu kullanmakta ve sıcaklıkla birlikte enfeksiyonunda artış göstermektedir. Atmosferik polen yükü, küresel ısınma ve geniş konukçu yelpazesinin birleşmesiyle ciddi bir hastalık oluşturabilme kapasitesindedir. Belirti göstermeden de mevcudiyetini sürdürebilen tütün çizgi virüsü hastalığının tohum yoluyla da bulaşması ve Türkiye'ye dünyadan ıslah amaçlı materyal akışı yoluyla bu hastalığın farklı ırklarının akışını mümkün kılmaktadır.

Türkiye'de bu hastalıkla ilgili elektronik ortamda bulunan araştırma sayısının çok kısıtlı olduğu ve soyada bir çalışma olmadığı görülmüştür. Soya üretiminin yaygın olduğu Çukurova Bölgesi'nde ve sıcak ve kuru havalarda yayılması arttığından GAP Bölgesi'nde TSV sörveylerinin yapılmasının gerekli olduğu düşünülmüştür. Atmosferik polen yükünün içerikçe bu hastalıkça takibi ve sadece soya değil diğer majör bitki türlerinden çeşitlerin dayanıklılık durumunun tespiti önem arz etmektedir.

### **Kaynaklar**

- Almeida, Á. M., Sakai, J., Hanada, K., Oliveira, T. G., Belintani, P., Kitajima, E. W., and Nora, P. S. (2005). Biological and molecular characterization of an isolate of Tobacco streak virus obtained from soybeans in Brazil. *Fitopatologia Brasileira*, 30(4), 366-373.
- Anonim, (2019). Tobacco Streak of Soybean. Retrieved from <https://cropprotectionnetwork.org/resources/articles/diseases/tobacco-streak-of-soybean>.
- Atay, H. G. (2016). Trakya bölgesi ayçiçeği üretim alanlarındaki virüs hastalıklarının saptanması üzerine araştırmalar (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).
- Brunt, A. A., and Paludan, N. (1970). The serological relationship between 'Asparagus stunt' and Tobacco streak viruses. *Phytopathologische Zeitschrift*, 69(3), 277-282.

- Costa, A. S., and Carvalho, A. M. B. (1961). Studies on Brazilian tobacco streak. *Phytopathologische Zeitschrift*, 42, 113-38.
- Fulton, R. W. (1970). A disease of rose caused by tobacco streak virus. *Plant Disease Reporter*, 54, 949-51.
- Golnaraghi, A. R., Shahraeen, N., Pourrahim, R., Farzadfar, S., and Ghasemi, A. (2004). Occurrence and relative incidence of viruses infecting soybeans in Iran. *Plant disease*, 88(10), 1069-1074.
- Gracia, O., and Feldman, J. M. (1974). Tobacco streak virus in pepper. *Phytopathologische Zeitschrift*, 80(4), 313-323.
- Hobbs, H. A., Jossey, S., Wang, Y., Hartman, G. L., and Domier, L. L. (2012). Diverse soybean accessions identified with temperature-sensitive resistance to Tobacco streak virus. *Crop science*, 52(2), 738-744.
- Irizarry, M. D., Groves, C. L., Elmore, M. G., Bradley, C. A., Dasgupta, R., German, T. L., and Whitham, S. A. (2016). Re-emergence of Tobacco streak virus Infecting Soybean in the United States and Canada. *Plant health progress*, 17(2), 92-94.
- Kumar, N. A., Narasu, M. L., Zehr, U. B., and Ravi, K. S. (2008). Molecular characterization of Tobacco streak virus causing soybean necrosis in India. *IJBT*, 7(2), 214-217.
- Martelli, G. P., Russo, M., and Cirulli, M. (1969). Brevi note sullo stolbur del Pomodoro in Puglia/Some observations on the stolbur disease of Tomato in Apulia. *Phytopathologia mediterranea*, 8(2), 150-154.
- Masuda, T., and Goldsmith, P. D. (2009). World soybean production: area harvested, yield, and long-term projections. *International food and agribusiness management review*, 12(1030-2016-82753), 1-20.
- Paliwal, Y. C. (1982). Virus diseases of alfalfa and biology of alfalfa mosaic virus in Ontario and western Quebec. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 4(2), 175-179.
- Patino, G., and Zaumeyer, W. J. (1959). A new strain of tobacco-streak virus from peas. *Phytopathology*, 49(1), 43-48.
- Rabedeaux, P. F., Gaska, J. M., Kurtzweil, N. C., and Grau, C. R. (2005). Seasonal progression and agronomic impact of Tobacco streak virus on soybean in Wisconsin. *Plant disease*, 89(4), 391-396.
- Rajamanickam, S., Ganesamurthy, K., and Karthikeyan, G. (2016). Molecular characterization and genetic diversity of Tobacco streak virus infecting soybean (*Glycine max* L.). *African Journal of Microbiology Research*, 10(21), 759-767.
- Ravi, K. S., Buttgereitt, A., Kitkaru, A. S., Deshmukh, S., Lesemann, D. E., and Winter, S. (2001). Sunflower necrosis disease from India is caused by an ilarvirus related to Tobacco streak virus: New Disease Report. *Plant Pathology*, 50(6), 800-800.
- Salazar, L. F., Abad, J. A., and Hooker, W. J. (1982). Host range and properties of a strain of tobacco streak virus from potatoes. *Phytopathology*, 72(12), 1550-1554.
- Scott, S. W. (2001). Tobacco streak virus. CMI/AAB descriptions of plant viruses, (381).
- Sdoodee, R., and Teakle, D. S. (1987). Transmission of tobacco streak virus by Thrips tabaci a new method of plant virus transmission. *Plant pathology*, 36(3), 377-380.
- Shomo, S., Senthilraja, C., and Velazhahan, R. (2016). Growth performance of transgenic groundnut (*Arachis hypogaea* L.) plants engineered for resistance against Tobacco streak virus. *Biochemical and Cellular Archives*, 16(2), 267-270.
- TÜİK. (2018). Bitkisel üretim istatistikleri. [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001) (Erişim tarihi: 19.11.2019).
- URL-1: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/48107> (Erişim Tarihi: 30 Ekim 2019).
- Vemana, K., and Jain, R. K. (2010). New experimental hosts of Tobacco streak virus and absence of true seed transmission in leguminous hosts. *Indian Journal of Virology*, 21(2), 117-127.



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 1(2), 246-259 , 2019  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>






Araştırma Makalesi / *Research Article*

## İçerisine Delikli Şerit Eleman Yerleştirilen Borudaki Isı Transferi ve Akış Karakteristiklerinin YSA ile Tahmini

Aslı DURMUŞOĞLU <sup>1\*</sup>, Sibel GÜNEŞ <sup>2</sup>, Ersin KARAKAYA <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Hakkari Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Hakkari, 30000, Türkiye.

<sup>2</sup> Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kayseri, 38000, Türkiye.

Yazar Kimliği / <i>Author ID (ORCID Number)</i>	Makale Süreci / <i>Article Process</i>
*Sorumlu Yazar / <i>Corresponding author</i> : <a href="mailto:asli@erciyes.edu.tr">asli@erciyes.edu.tr</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0002-2797-1304">https://orcid.org/0000-0002-2797-1304</a> , A.Durmuşoğlu  <a href="https://orcid.org/0000-0002-8962-3735">https://orcid.org/0000-0002-8962-3735</a> , S. Güneş  <a href="https://orcid.org/0000-0002-9028-4136">https://orcid.org/0000-0002-9028-4136</a> , E. Karakaya	Geliş Tarihi / <i>Received Date</i> : 28.10.2019 Revizyon Tarihi / <i>Revision Date</i> : 19.11.2019 Kabul Tarihi / <i>Accepted Date</i> : 09.12.2019 Yayın Tarihi / <i>Published Date</i> : 15.12.2019
<b>Alıntı / <i>Cite</i></b> : Durmuşoğlu, A., Güneş, S., Karakaya, E. (2019). İçerisine Delikli Şerit Eleman Yerleştirilen Borudaki Isı Transferi ve Akış Karakteristiklerinin YSA ile Tahmini, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 1(2), 246-259.	

### Özet

Bu çalışmada, delikli bükülmüş şerit elemanın sürtünme faktörünü ve Nusselt sayısını doğru şekilde tahmin etmeye eğilimli bir Yapay Sinir Ağı (YSA) modeli sunulmuştur. Deneysel testler, üniform ısı akışı koşullarında Reynolds sayısının 4860 ile 24,130 aralığında, 3 farklı hatve oranı ( $y/D=2, 2.5, 3$ ), 2 farklı genişlik oranı ( $W/D= 0.9285, 0.9642$ ) ve 3 farklı delik çapı oranı ( $d/D= 0.0714, 0.107, 0.143$ ) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. YSA modeli, deneysel veri setleri içeren bir veri bankası kullanılarak geliştirilip doğrulanmıştır. YSA için en kapsamlı öğrenme algoritması olan geri yayılım algoritması, ağı eğitimi ve test edilmesi için kullanılmıştır. YSA sonuçlarının deneysel veriler ile uyumlu olduğu görülmüştür. Çoklu belirleme katsayısının değeri  $R^2$ , Nusselt sayısı için 0,9992 ve sürtünme faktörü için 0,9995 olarak elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Isı transferi iyileştirme, Akışkan özellikleri, YSA.

## ***ANN: Prediction of Heat Transfer and Fluid Characteristics of A Tube With Loose-Fit Perforated Twisted Tapes***

### ***Abstract***

*In this paper, we present an Artificial Neural Networks (ANNs) model which is prone to accurately predict the friction factor and Nusselt number of a tube with loose-fit perforated twisted tapes. Experimental tests were realized using the*

tapes with three different rates of pitch length of twisted tape to inner diameter of tube ( $y/D=2, 2.5, 3$ ), two different twisted tape width rates ( $W/D= 0.9285, 0.9642$ ) and three different rates of hole to inner diameter ( $d/D= 0.0714, 0.107, 0.143$ ) in a range of Reynolds number 4860 to 24,130 under uniform heat flux conditions. The ANN model was improved and validated using a databank containing experimental datasets. The back propagation algorithm, which is the best training algorithm, is recognized to be the most extensive learning method for ANN. This algorithm is used for training and testing of the network. The ANNs results were found to good compliance with the experimental data. Value of the coefficient of multiple determination were obtained. The  $R^2$  values are 0,9992 for Nusselt number and 0,9995 for friction factor.

**Keywords:** Heat transfer enhancement, Fluid characteristics, ANN.

## 1. Giriş

İlerleyen teknolojiyle beraber büyük gelişme kaydeden ısı sistemler, ısı transferi iyileştirmesi konusundaki çalışmaların artmasına sebep olmuştur. Enerjinin daha verimli kullanılması da artık yeni bir enerji kaynağı olarak görülmektedir. Endüstride oldukça yaygın kullanılan ısı değiştiricileri ile birlikte ısı transferi önem kazanmakta ve bu da ısı transferi iyileştirme konusunda yapılan çalışmaların artmasına sebep olmaktadır.

Yüzey pürüzlülüğü seviyesinin artırılması, kanatçıklar veya kanat görevi yapan elemanların kullanılması, türbülatorlerin kullanılması ve oyuk yüzeylerin kullanılması ile ısı transferi iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Bunların yanı sıra, literatürde şerit elemanlarla yapılmış birçok çalışma mevcuttur. Chang ve diğerleri (Chang ve ark., 2007), dairesel bir boru içerisine kare kesitli elemanlar ve farklı sargı oranlarına sahip elemanlar yerleştirek, Reynolds sayısının 5000-25000 aralığında çalışmalar yapmışlardır. Sonuç olarak ısı transferi oranının, kıvrımlı şerit elemanlarda, düz elemanlara göre 1.25-1.67 daha fazla olduğu görülmüştür. Bir borunun girişine kısa helisel şerit elemanlar yerleştirek yaptıkları çalışmada, Gül ve Evin (Gül ve Evin, 2007), ısı transferi oranının arttığını gözlemlenmişlerdir. Reynolds sayısını azalması ve momentum oranının artması da net iyileştirmeyi artırmıştır. Bununla birlikte ısı transferine, helisel kanalların sayısı ve helis açılarının belirgin bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Sivashanmugan ve Nagarian (Sivashanmugan ve Nagarajan, 2007), dairesel bir tüp içerisine kıvrımlı helisel şerit elemanlar yerleştirek, bunun ısı transferi ve sürtünme üzerine etkilerini incelemişlerdir. Sonuç olarak, kıvrımlı helisel şerit elemanların, ısı transferi iyileştirilmesi açısından düz sarımlı helisel elemanlara oranla daha etkili olduğu gözlemlenmiştir. Eiamsa-ard, Thianpong ve Promvonge (Eiamsa-ard ve ark.,2006), iç içe yerleştirilmiş iki tüp içerisine kalınlığı 1 mm ve uzunluğu 1500 mm olan paslanmaz şerit elemanlar yerleştirek deneysel çalışmalar yapmışlardır. Akışkan olarak soğuk ve sıcak su kullanılmıştır. Farklı hatveler ve farklı cidar mesafeleri kullanılarak yapılan deneyler sonucunda, hatveyle doğru orantılı olarak ısı transfer

katsayısının arttığı gözlemlenmiştir. Boru içerisine ters yönlerde bükülmüş şerit elemanlar yerleştirilerek etkilerini deneysel olarak inceleyen Eiamsa-ard ve Promvonge (Eiamsa-ard ve Promvonge, 2010), 3 farklı kıvrım açısı ( $\theta = 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ$ ) ve 3 farklı kıvrım oranı (3, 4, 5) olmak üzere 9 farklı şerit eleman kullanarak, Reynolds sayısının 3000-27000 aralığında deneylerini gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda, kullanılan şerit elemanların, tipik kıvrılmış şerit elemanlardan daha yüksek ısı transfer oranı, sürtünme faktörü ve ısı transferi iyileştirmesi sağladığı görülmüştür. Ayrıca ısı transfer oranının, kıvrılma oranının azalması ve kıvrılma açısının artmasıyla da arttığı gözlemlenmiştir. Nusselt sayılarında da tipik kıvrılmış şerit elemanlara oranla artış kaydedilmiştir. Promvonge (Promvonge, 2008), bükülmüş tel elemanlar içine geçirilmiş bükülmüş şerit elemanlar kullanarak deneyler yapmıştır. Akışkan olarak havanın kullanıldığı deneyler Reynolds sayısı 3000-18000 aralığında yapılmıştır. Boş tüple karşılaştırıldığında tel elemanlar ve şerit elemanların kullanıldığı deneylerde ısı transferinin arttığı gözlemlenmiştir. Bununla beraber küçük kıvrılma oranlarında sağlanan iyileştirmenin büyük kıvrılma oranlarından daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Wongcharee ve Eiamsa-ard (Wongcharee ve Eiamsa-ard, 2011), üzerine dikdörtgen, üçgen ve yamuk şeklinde kanatlar açılmış kıvrımlı şerit elemanları boru içerisine yerleştirilerek deneyler yapmışlardır. Deneyler 3 farklı kanat giriş oranına (0.1, 0.2, 0.3) sahip elemanlarla gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, yapılan deneylerde, ısı transfer oranı ve sürtünme faktörünün, kanat açılmamış durumlara göre daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Bununla beraber, en yüksek iyileştirmenin de yamuk kanatlı şerit elemanlarla sağlandığı sonucuna varılmıştır.

Verma ve arkadaşları (Verma ve ark., 2017) yaptıkları çalışmada, ısı değiştiricilerinde oluklu ve oluksuz borular kullanarak, ısı transferini iyileştirmeyi amaçlamışlardır. Reynolds sayısının 5000 ile 17000 aralığı ve kütle akış hızının 0,03 ile 0,13 aralığı için ısı transfer katsayısı ve Nusselt sayısının değerleri elde edilmiştir. Yazarlar ayrıca ısı transfer katsayısını, Nusselt sayısını ve Reynolds sayısını tahmin etmek için bir YSA modeli oluşturmuşlardır.  $R^2$  değeri Nusselt sayısı, Reynolds sayısı ve ısı transfer katsayısı için sırasıyla 0.99999, 0.999997 ve 0.999993 olarak bulunmuştur. Hojjat (Hojjat, 2019) ise bir borulu ısı değiştiricisinde soğutucu olarak kullanılan iki tip nano sıvının termal ve hidrodinamik davranışını tahmin etmek için bir yapay sinir ağı modeli geliştirmişlerdir. YSA modelinin girdileri, nano parçacık hacim konsantrasyonu, Reynolds sayısı, nano parçacık termal iletkenlik ve Prandtl sayısıdır. Sonuçlar, YSA modelinin deneysel verileri çok yüksek doğrulukla tahmin ettiğini göstermektedir. Türk ve arkadaşları (Türk ve ark., 2013), plakalı ısı değiştiricilerinin termal ve hidrolik özelliklerini bir YSA modeli ile tahmin etmişlerdir. Çeşitli plakalı ısı değiştiricileri üzerinde deneyler yapılarak, plakaların her biri için plakaya özel Nusselt



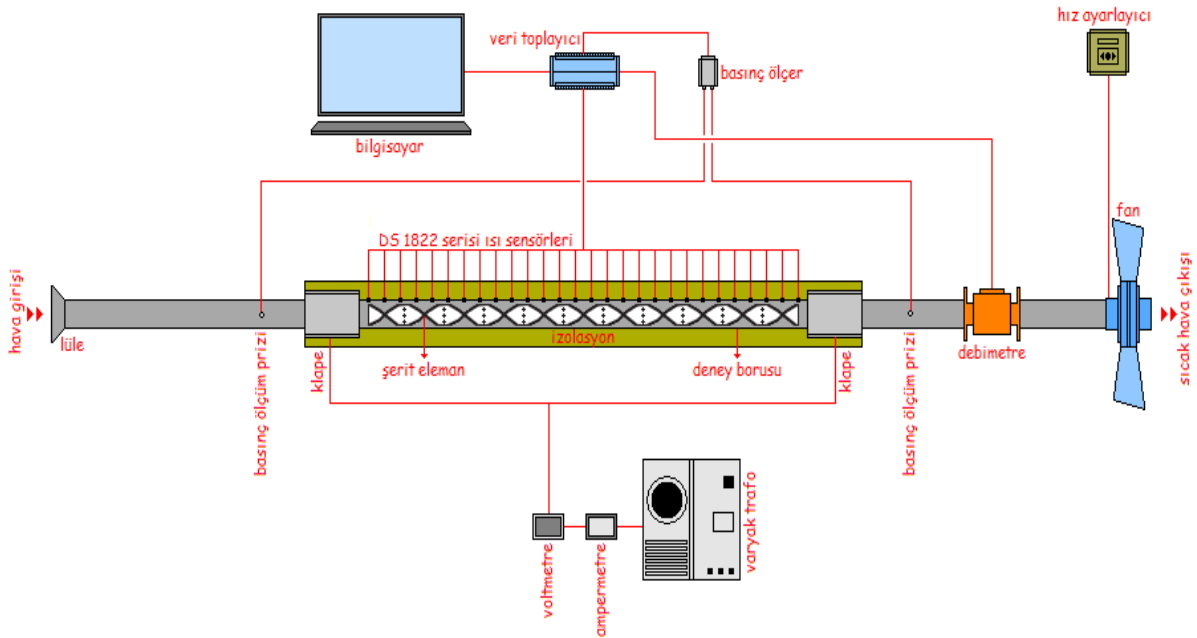
sayısı ve basınç düşümü korelasyonları geliştirilmiştir. Yapılan deneylerden elde edilen veriler kullanılarak yapay sinir ağları eğitilmiş ve özellik tahmini için kullanılmıştır.

Bu çalışmada, ısı transferini iyileştirmek amacıyla 2 farklı şerit eleman genişliği, 3 farklı delik çapı oranı ve 3 farklı kırım uzunluğu olmak üzere 18 farklı elemanla Reynolds sayısının 4860-24130 aralığında gerçekleştirilen deneyler sonucunda, elde edilen Nusselt sayısı ve sürtünme faktörü değerlerinin gerçek zamanlı tahmininde kullanmak üzere bir YSA modeli oluşturulmuş ve elde edilen sonuçlar deneysel verilerle doğrulanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Deney Düzenegi

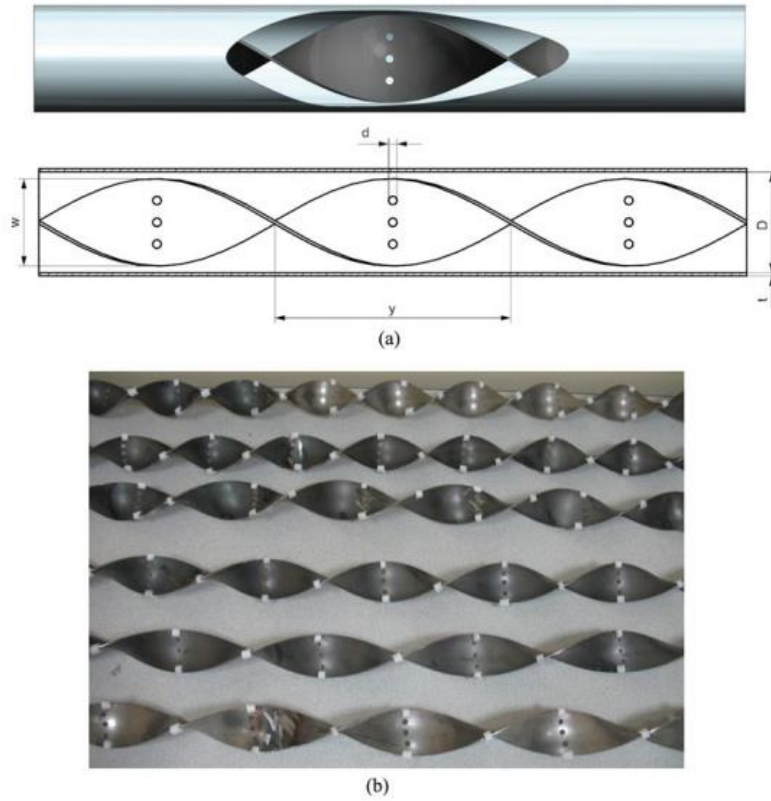
Deney borusu, fan, varyak trafo, lüle, debi ölçüm cihazı, basınç ölçüm cihazı, veri toplayıcı, hız ayarlayıcı ve bilgisayar deney düzenegini oluşturan elemanlardır. Şekil 1’ de görülen deney düzeneginde 2 adet 6 metre boyunda boru kullanılmıştır. Borular 304 SS kalite olup, cidar kalınlıkları 2 mm ve iç çapları 56 mm dir. İlk boru akışın gelişmesi için kullanılırken, ikinci boru değerlerin ölçülmesi için kullanılır. Boru ucundaki lüle akışın düzgün oluşmasını sağlar



Şekil 1. Deney Düzenegi

## 2.2. Boru İçerisine Yerleştirilen Şerit Elemanlar

Bu çalışmada Şekil 2' de görülen delikli şerit elemanlar boru içerisine yerleştirilmiştir. Şeritler 2 farklı genişlikte ( $w$ ), 3 farklı kıvrım oranı ( $y/D$ ) ve 3 farklı delik çapı oranı ( $d/D$ ) olmak üzere toplamda 18 adet üretilmiştir. Bu şerit elemanlar boru içerisine yerleştirilerek ısı transferi, basınç düşümü ve net iyileşme üzerine etkisi deneysel olarak araştırılmıştır.

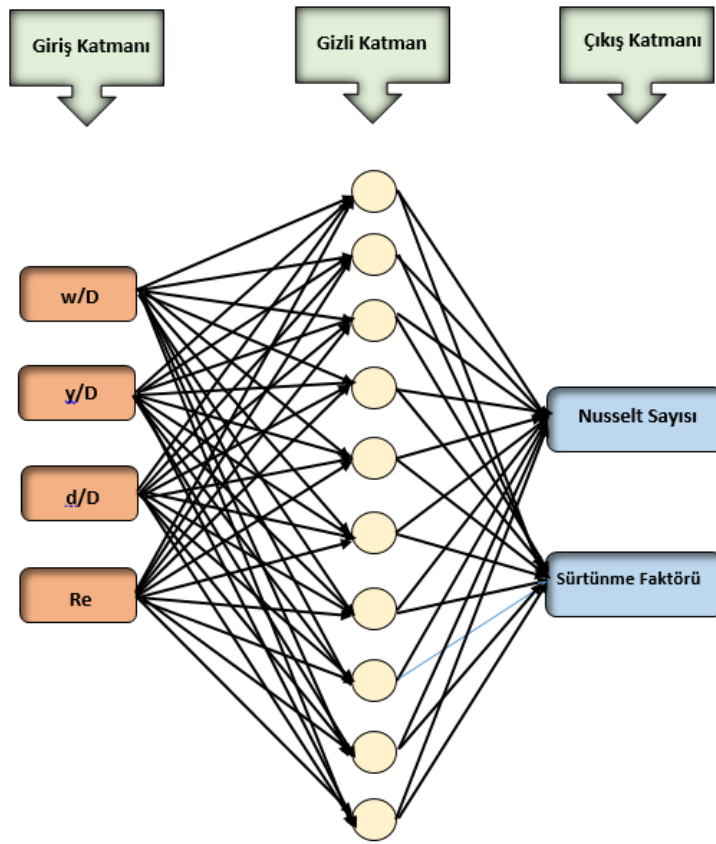


Şekil 2. Farklı çaplardaki deliklere sahip şerit elemanlar ve boru içerisindeki görünüşü

Şerit elemanlar önce 1 metre olarak üretilip, daha sonra 3 metre olacak şekilde birleştirilmiştir. Kaynak yerleri silinerek, delikler delinmiştir. Elemanlar 3 farklı kıvrım oranına (112 mm, 140 mm, 168 mm) ve 2 farklı şerit genişliğine (52 mm, 54 mm) göre üretilmiştir. Delikler ise 4 mm, 6 mm ve 8 mm olmak üzere 3 farklı çapta delinmiştir. Deneyler, farklı debilerde ve farklı ısı akılarında gerçekleştirilmiştir. 5 saniyede bir veri toplama sistemi yardımıyla veri alınıp depolanmıştır. Kaydedilen verilerin zamanla değişim grafiği çizilerek, sistemin rejime ulaşp ulaşmadığına karar verilmiştir. Her eleman için farklı debilerde 8 deney yapılmıştır. Elde edilen ortalama değerler Fortran dilinde yazılmış olan programla işlenmiş ve elde edilen sonuçlar grafikler yardımıyla değerlendirilmiştir.

### 2.3. Yapay Sinir Ağları Modeli

Son yıllarda, yapay sinir ağı, mühendislik, tıp, işletme ve siber güvenlik vb. gibi tanımlanamayan doğrusal- doğrusal olmayan problemleri çözmek için modern araştırmacılar arasında oldukça popüler hale gelmiştir. Şekil 3’ de YSA’ nın ağ mimarisi gösterilmiştir. Bu mimari gizli katmanlardaki düğümlerden, ağ bağlantılarından, başlangıç ağırlık ayarlarından ve etkinleştirme işlevlerinin seçiminden oluşur ve YSA’ nın modellenmesinde çok önemli bir rol oynar.



Şekil 3. YSA Ağ Yapısı

Burada giriş sinyallerinin uygulandığı katmana giriş katmanı, çıkış sinyal cevabının alındığı katmana ise çıkış katmanı denir. Mevcut çalışmada giriş katmanında 4 lineer hücre, gizli ve çıkış katmanlarında ise sırasıyla 10 ve 2 nonlineer hücre kullanılmıştır. Ağın eğitilmesi için elde edilen verilerin %70’i, test aşaması için ise %30’u kullanılmıştır. YSA’ nın kararlı yapısı için test amacıyla kullanılan veriler ağın eğitimi aşamasında kullanılmamıştır. Öğrenme oranı 0.1 ve iterasyon sayısı 1.000.000 ‘dur. Giriş değerleri, hatve oranı ( $y/D$ ), genişlik oranı ( $w/D$ ), delik çapı oranı ( $d/D$ ) ve Reynolds sayısıdır. Çıkış değerleri ise Nusselt sayısı ve sürtünme faktörü ( $f$ ) ‘ dir.

Uygulamalarda en yaygın ve en çok kullanılmış öğretim algoritmasıdır. Anlaşılması kolay ve matematiksel olarak kolayca ispatlanabilir olmasından dolayı en çok tercih edilen öğretim algoritmasıdır. Bu algoritma, hataları çıkıştan girişe, geriye doğru azaltmaya çalışmasından dolayı geri yayılım ismini almıştır. Geri yayılım algoritması, eğitim azalan ve MLP' leri eğitmede en fazla kullanılan temel bir öğrenme algoritmasıdır. Bu algoritma ile  $i$  ve  $j$  kat işlem elemanları arasındaki ağırlıklardaki  $\Delta w_{ji}(t)$  değişikliği hesaplanır. Bu ifade,

$$\Delta w_{ji}(t) = \eta \delta_j x_i + \alpha \Delta w_{ji}(t-1) \quad (1)$$

olarak verilir. Eşitlik (1)' de  $\eta$  öğrenme katsayısı,  $\alpha$  momentum katsayısı ve  $\delta_j$  ara veya çıkış katmanındaki herhangi bir  $j$  nöronuna ait bir faktördür. Çıkış katı için bu faktör aşağıdaki şekilde verilir;

$$\delta_j = \frac{\partial f}{\partial net_j} (y_j^t - y_j) \quad (2)$$

Burada,

$$net_j = \sum x_j w_{ji} \quad (3)$$

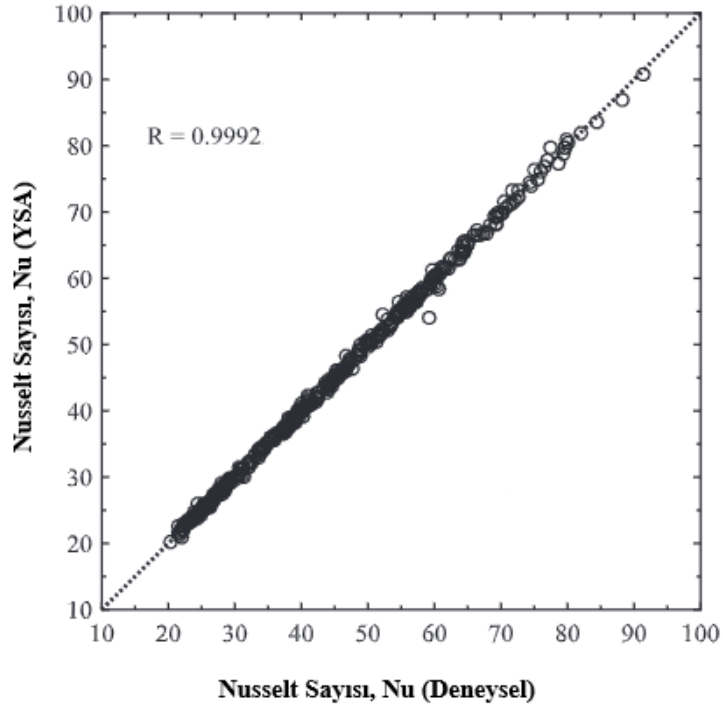
ve  $y_j^t$  ise  $j$  işlemci elemanın hedef çıkışıdır. Ara katlardaki nöronlar için ise bu faktör,

$$\delta_j = \left( \frac{\partial f}{\partial net_j} \right) \sum w_{qi} \delta_q \quad (4)$$

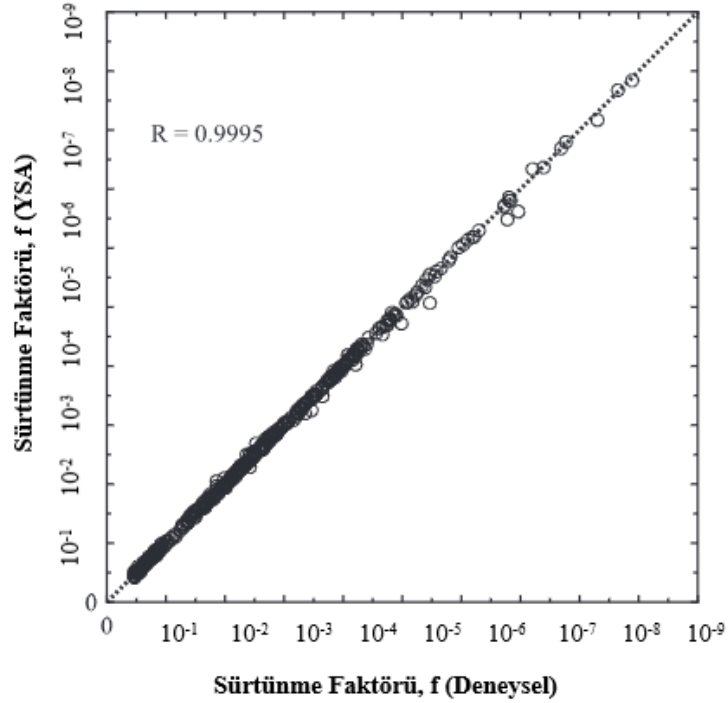
olarak verilir. Ara katlardaki nöronlar için herhangi bir hedef çıkış olmadığından, eşitlik (2) yerine eşitlik (4) kullanılır. Bu duruma bağlı olarak çıkış katmanından başlayarak  $\delta_j$  faktörü, bütün katlardaki nöronlar için hesaplanır. Daha sonra eşitlik (1)' deki formüle bağlı olarak, bütün bağlantılar için ağırlıkların güncelleştirilmesi gerçekleştirilir.

### **3. Bulgular ve Tartışma**

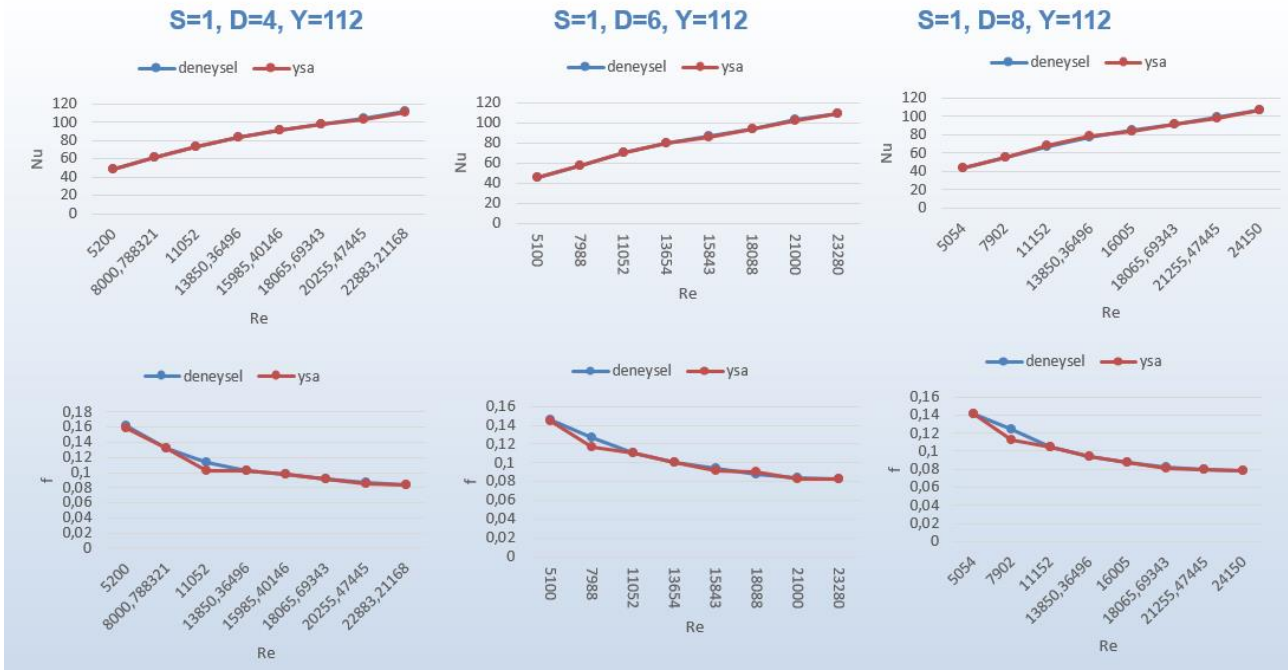
Nusselt sayısının ve sürtünme faktörünün deneysel verileri ile YSA çıkış değerlerinin karşılaştırılması şekil 4 ve 5' de verilmiştir. Ağın eğitilmesi sonucunda deneysel veriler ile YSA çıkış değerleri arasında büyük oranda uygunluk sağlandı. YSA ağ modelinin öngördüğü değerler ile deneysel veriler arasında hata oranı Nusselt sayısı ve sürtünme faktörü için sırasıyla  $R=0,9992$  ve  $R=0,9995$ ' dir.



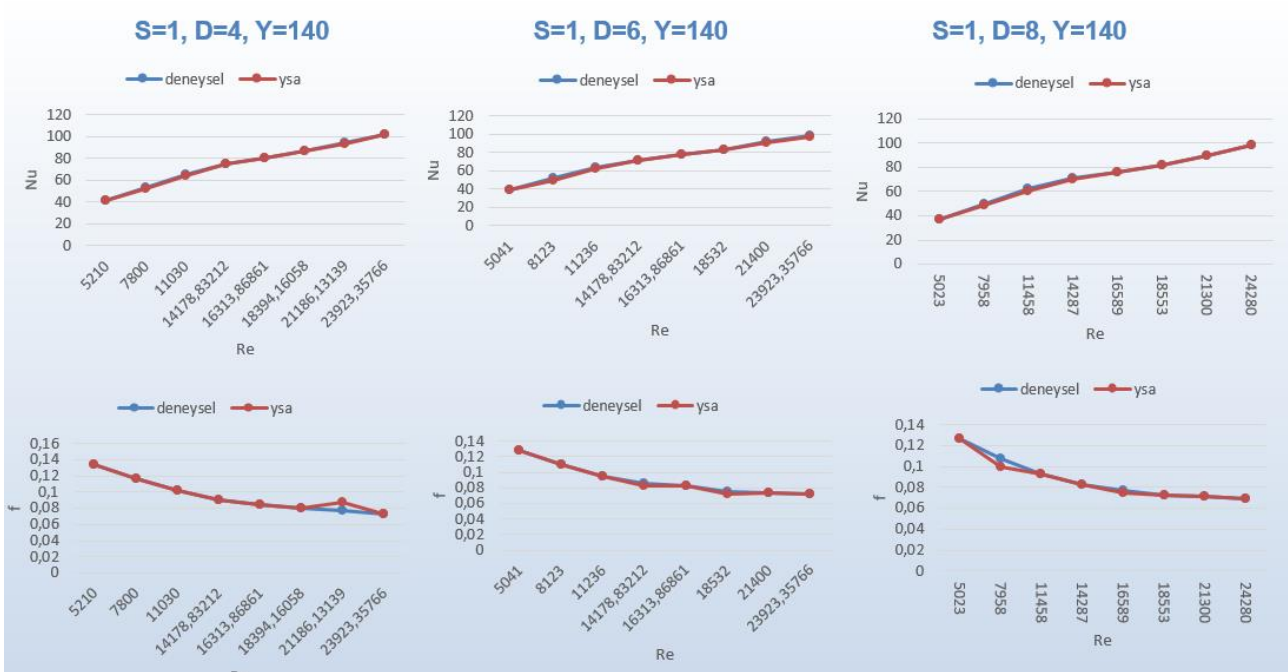
Şekil 4. Nusselt sayısı için deneysel veriler ve YSA çıkışlarının karşılaştırması



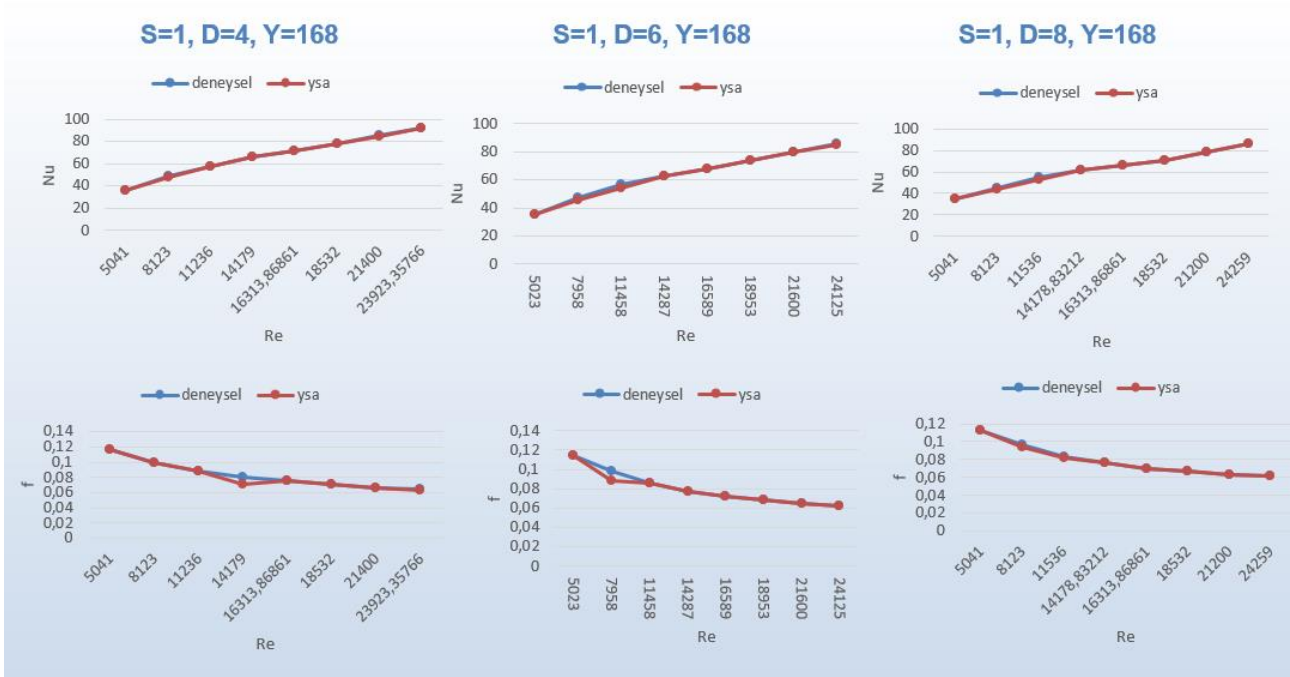
Şekil 5. Sürtünme faktörü için deneysel veriler ve YSA çıkışlarının karşılaştırması



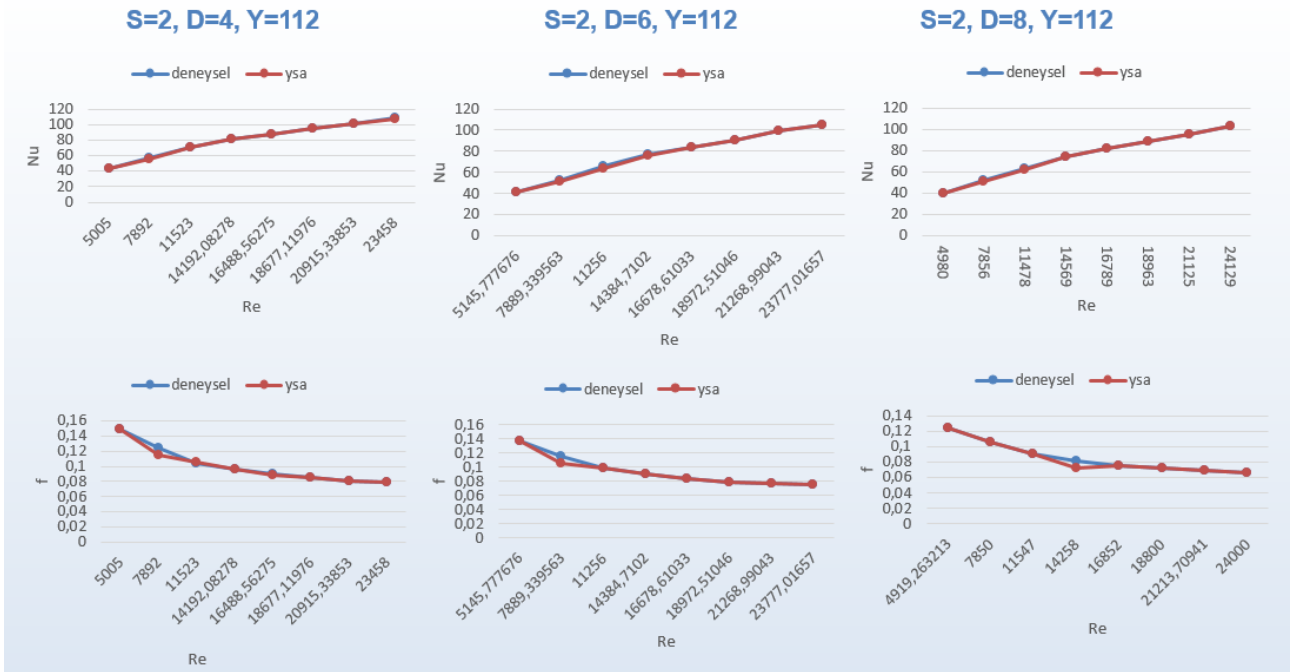
Şekil 6.  $w=52$  mm,  $d=4, 6, 8$  mm ve  $y=112$  mm için sürtünme faktörü ve Nusselt sayısının deneysel değerleri ve YSA çıkış değerleri



Şekil 7.  $w=52$  mm,  $d=4, 6, 8$  mm ve  $y=140$  mm için sürtünme faktörü ve Nusselt sayısının deneysel değerleri ve YSA çıkış değerleri

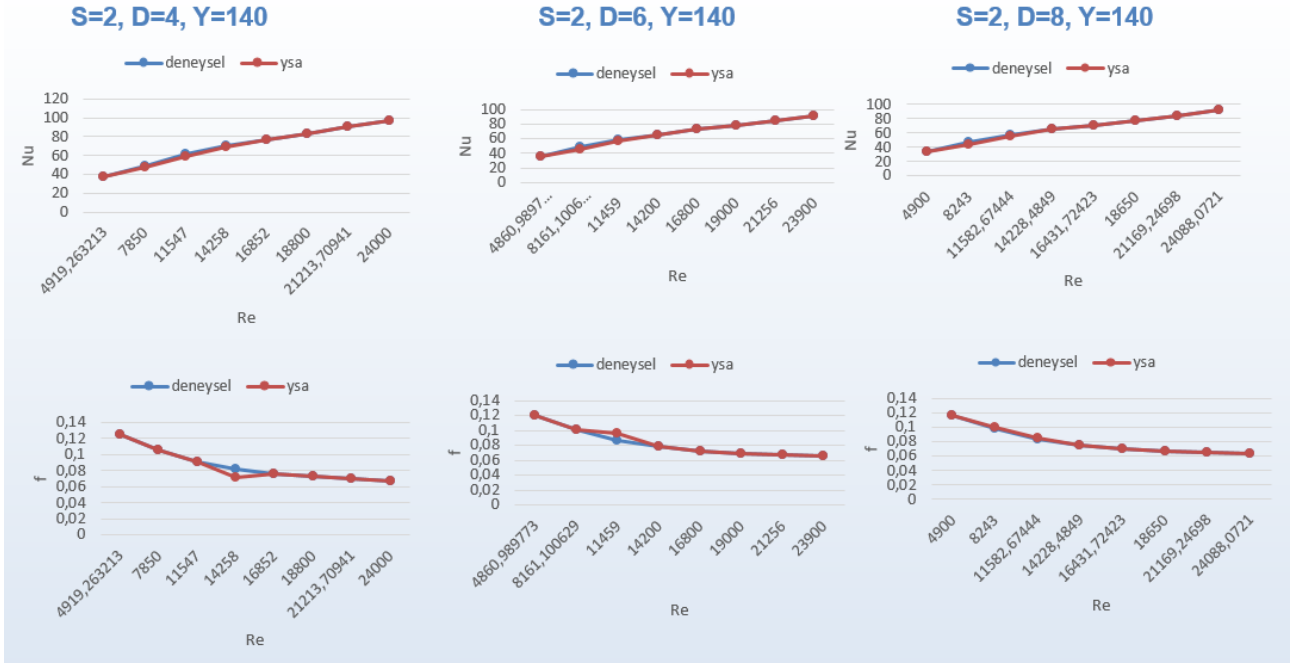


Şekil 8.  $w=52$  mm,  $d=4, 6, 8$  mm ve  $y=168$  mm için sürtünme faktörü ve Nusselt sayısının deneysel değerleri ve YSA çıkış değerleri

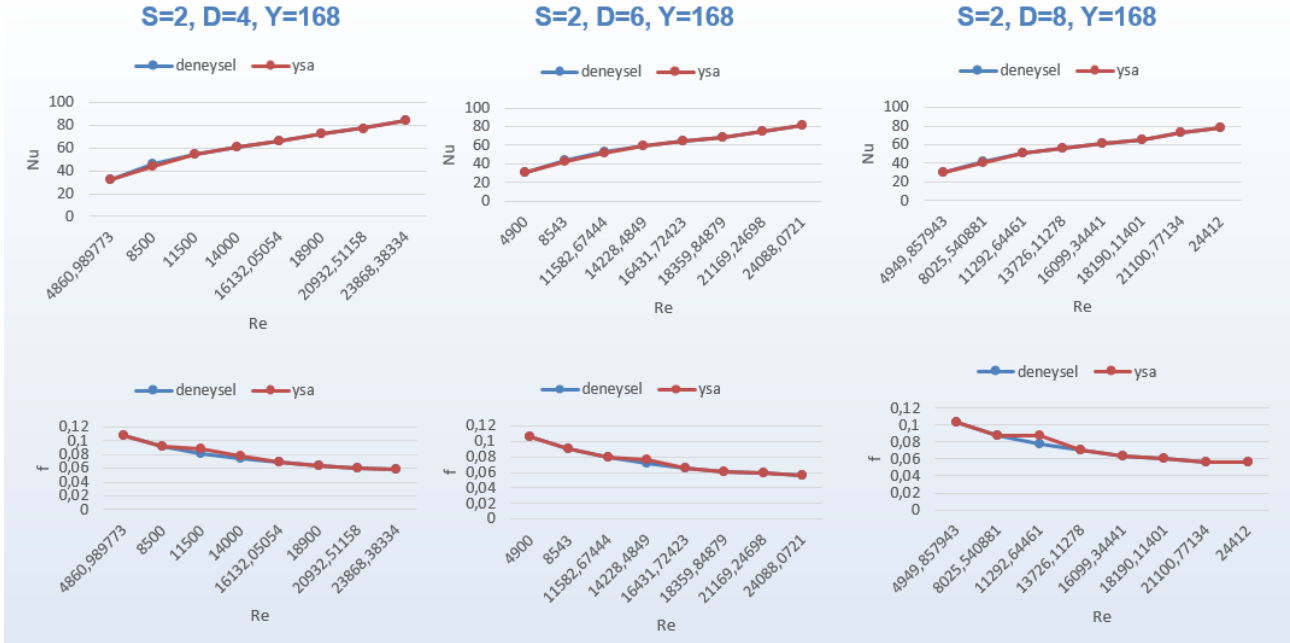


Şekil 9.  $w=54$  mm,  $d=4, 6, 8$  mm ve  $y=112$  mm için sürtünme faktörü ve Nusselt sayısının deneysel değerleri ve YSA çıkış değerleri





Şekil 10.  $w=54$  mm,  $d=4, 6, 8$  mm ve  $y=140$  mm için sürtünme faktörü ve Nusselt sayısının deneysel değerleri ve YSA çıkış değerleri



Şekil 11.  $w=54$  mm,  $d=4, 6, 8$  mm ve  $y=168$  mm için sürtünme faktörü ve Nusselt sayısının deneysel değerleri ve YSA çıkış değerleri

Şekil 6, 7, 8, 9, 10 ve 11’de ise 2 farklı şerit genişliği ( $w=52, 54$  mm), 3 farklı delik çapı ( $y=4, 6, 8$  mm) ve 3 farklı kıvrım değerine ( $y=112, 140$  ve  $168$  mm) sahip şerit elemanların boru



içerisine yerleştirilerek yapılan deney sonuçlarına göre, Nusselt sayısı ve sürtünme oranının elde edilen değerleri görülmektedir. Aynı zamanda, Nusselt sayısı ve sürtünme faktörünün Reynolds sayısına göre değişimleri ve YSA çıkış değerlerinin hedeflenen değerler ile arasındaki ilişki sunulmuştur. Grafikler değerlendirildiğinde, oluşturulan YSA ağ modelinin istenilen değerlere ulaşmadaki kabiliyetinin %98-99 oranında olduğu anlaşılmaktadır.

Nusselt sayısı ve sürtünme faktörünün deneysel değerleri ile YSA modelinin çıkış değerleri arasındaki ilişki sayısal olarak ise tablo 1 ve tablo 2’ de verilmiştir. Sayısal değerler de incelendiğinde istenilen değerler ile tahmin edilen değerler arasındaki uygunluk görülmektedir.

**Tablo 1.** Nusselt sayısının deneysel değerleri ve YSA çıkış değerlerinin karşılaştırılması

D. no	y/D	d/D	w/D	Re	Nu <sub>deneysel</sub>	Nu <sub>YSA</sub>
1	2	0,0714	0,9285	5200	48,6	48,5
2	2	0,107	0,9285	7988	57,8	57,6
3	2	0,143	0,9285	11152	67,22	67,33
4	2,5	0,0714	0,9285	14178,8321	74,835	74,629
5	2,5	0,107	0,9285	16313,8686	77,5	77,325
6	2,5	0,143	0,9285	18553	81,7	81,547
7	3	0,0714	0,9285	21400	90,365	90,458
8	3	0,107	0,9285	24125	86	85,893
9	3	0,143	0,9285	24130	87	86,654
10	2	0,0714	0,9642	5005	43,3	43,2
11	2	0,107	0,9642	7889,34	53	52,398
12	2	0,143	0,9642	11478	63,55	63,32
13	2,5	0,0714	0,9642	14258	70,2	70,1
14	2,5	0,107	0,9642	16800	72,8	72,6
15	2,5	0,143	0,9642	18650	77	76,9
16	3	0,0714	0,9642	20932,51	77	76,827
17	3	0,107	0,9642	24088,07	81	81,1
18	3	0,143	0,9642	24112	78,5	78,4

**Tablo 2.** Sürtünme katsayısının deneysel değerleri ve YSA çıkış değerlerinin karşılaştırılması

D. no	y/D	d/D	w/D	Re	f deneysel	f YSA
1	2	0,0714	0,9285	5200	0,162	0,160
2	2	0,107	0,9285	7988	0,127	0,121
3	2	0,143	0,9285	11152	0,104001	0,104003
4	2,5	0,0714	0,9285	14178,8321	0,091	0,088
5	2,5	0,107	0,9285	16313,8686	0,0821	0,0832
6	2,5	0,143	0,9285	18553	0,072939	0,072985
7	3	0,0714	0,9285	21400	0,0668	0,0666
8	3	0,107	0,9285	24125	0,0629	0,061
9	3	0,143	0,9285	24130	0,061221	0,061217
10	2	0,0714	0,9642	5005	0,149	0,148
11	2	0,107	0,9642	7889,34	0,115312	0,115314
12	2	0,143	0,9642	11478	0,095194	0,095194
13	2,5	0,0714	0,9642	14258	0,081611	0,081610
14	2,5	0,107	0,9642	16800	0,073053	0,073048
15	2,5	0,143	0,9642	18650	0,066571	0,066571
16	3	0,0714	0,9642	20932,51	0,06	0,0585
17	3	0,107	0,9642	24088,07	0,056647	0,056638
18	3	0,143	0,9642	24112	0,056	0,056

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Sunulan çalışmada, içerisine delikli şerit eleman yerleştirilmiş boru içerisindeki akışın, akış karakteristiklerinin YSA ile tahmini gerçekleştirilmiştir. Deneysel testler, üniform ısı akısı koşullarında, Reynolds sayısının 4860 ile 24,130 aralığında, 3 farklı hatve oranı ( $y/D= 2, 2,5, 3$ ), 2 farklı genişlik oranı ( $w/D= 0,9285, 0,9642$ ) ve 3 farklı delik çapı oranı ( $d/D= 0,0714, 0,107, 0,143$ ) kullanılarak yapıldı. YSA modeli, deneysel veri setlerini içeren bir veri bankası ile eğitildi ve test edildi. Hata değerleri Nusselt sayısı için  $R=0,9992$  ve sürtünme faktörü için  $R=0,9995$  olarak tespit edildi. Elde edilen sonuçlar neticesinde Nusselt sayısı ve sürtünme faktörü değerlerinin gerçek zamanlı tahmininde, geri yayılım algoritması kullanılarak oluşturulan YSA ağ modeli büyük oranda başarı göstermiştir.

## Kaynaklar

- Chang, S. W., Jan, Y. J., Liou, J. S.,(2007). Turbulent Heat Transfer and Pressure Drop in a Tube Fitted with Serrated Twisted Tape, *International Journal of Thermal Sciences*, 46, 506-518,
- Eiamsa-ard S., Promvong P., (2010). Performance Assessment in a Heat Exchanger Tube with Alternate Clockwise and Counter-clockwise Twisted Tape Inserts, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 53, 1364-1372.
- Eiamsa-ard S., Thianpong C. and Promvong P.,(2006). Experimental Investigation of Heat Transfer and Flow Friction in a Circular Tube Fitted with Regularly Spaced Twisted Tape Elements, *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 33, 1225-1233.
- Gül, H., Evin, D., (2007). Heat Transfer Enhancement in a Circular Tubes Using Helical Swirl Generator Insert at the Entrance, *International Journal of Thermal Sciences*, 46, 1297-1303.
- Hojjat, M., (2020). Nanofluids as coolant in a shell and tube heat exchanger: ANN modeling and multi-objective optimization, *Applied Mathematics and Computation*, 365.
- Promvong P.,(2008). Thermal Augmentation in Circular tube with Twisted Tape and Wire Coil Turbulators, *Energy Conversion and Management*, 49, 2949-2955.
- Sivashanmugam, P., Nagarajan, P. K., (2007). Studies on Heat Transfer and Friction Factor Characteristics of Laminar Flow Through a Circular Tube Fitted with Right And Left Helical Screw-Tape Inserts, *Experimental Thermal and Fluid Science*, 32, 192- 197.
- Türk C., Gülenoğlu Ç., Özkaya E., Genç Y., Aradağ S., Kakaç S., Özcan A., (2013). Deneysel Çalışmalar, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği ve Yapay Sinir Ağları ile Plakalı Isı Değiştirgeci Tasarımı, *Tesisat Mühendisliği*, 134, 23-30.
- Verma, T. N., Nashine, P., Singh., D. V., Singh, S., Panwar, D., (2017). ANN: Prediction of an experimental heat transfer analysis of concentric tube heat exchanger with corrugated inner tubes, *Applied Thermal Engineering*, 120, 219-227.
- Wongcharee K., Eiamsa-ard S., (2011). Heat Transfer Enhancement by Twisted Tapes with Alternate Axes and Triangular, Rectangular and Trapezoidal Wings, *Chemical Engineering and Processing*, 50, 211-219.



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 1(2), 260-295 , 2019  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>



Araştırma Makalesi / *Research Article*




## Blokszinciri Teknolojisi ve Türkiye'deki Muhtemel Uygulanma Alanları

Mustafa TAKAOĞLU<sup>1\*</sup>, Çağdaş ÖZER<sup>2</sup>, Emre PARLAK<sup>3</sup>

<sup>1</sup> İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 34295, Türkiye

<sup>2</sup> İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 34295, Türkiye

<sup>3</sup> İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Müh. Bölümü, İstanbul, 34295, Türkiye

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : <a href="mailto:mustafatakaoglu@aydin.edu.tr">mustafatakaoglu@aydin.edu.tr</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0002-1634-2705">https://orcid.org/0000-0002-1634-2705</a> , M. Takaoğlu  <a href="https://orcid.org/0000-0002-0581-7955">https://orcid.org/0000-0002-0581-7955</a> , Ç. Özer  <a href="https://orcid.org/0000-0003-2668-1660">https://orcid.org/0000-0003-2668-1660</a> , E. Parlak	Geliş Tarihi / Received Date : 06.11.2019 Revizyon Tarihi / Revision Date : 26.11.2019 Kabul Tarihi / Accepted Date : 10.12.2019 Yayım Tarihi / Published Date : 15.12.2019
<b>Alıntı / Cite :</b> Takaoğlu, M., Özer, Ç., Parlak, E. (2019). Blokszinciri Teknolojisi ve Türkiye'deki Muhtemel Uygulanma Alanları, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 1(2), 260-295.	

### Özet

Kripto paraların elde ettiği başarı sonrası dikkatleri üzerine çekmeyi başaran blokzincir teknolojisi, gelişmekte olan ve popüler bir çalışma konusudur. Merkeziyetçi olmayan yapısı, tek yönlü ve silinemez veri kaydı, şifrelenmiş blok mimarisi ve üçüncü şahıslarla kurcalanmaya müsaade etmeyen veri yapısıyla birçok soruna çözüm olacak niteliktedir. Destekleyici bir teknoloji olan blokzinciri, birçok farklı teknolojiye entegre edilmeye çalışılmaktadır. Bu sebeple makalemizde blokzincir teknolojisinin hangi alanlarda kullanıldığı ve ne gibi sonuçlar elde edildiği araştırılmıştır. Blokzincir teknolojisinin sağladığı avantajlar ve karşılaştığı zorluklar hakkında elde edilen bilgiler paylaşılmıştır. Yapmış olduğumuz araştırmalar sonucunda blokzincir teknolojisinin Türkiye'de hangi alanlarda uygulanabileceği belirlenmiştir. Blokzincir teknolojisinin uygulama alanları olarak bankacılık uygulamaları, internet güvenliği, tedarik zinciri, nesnelerin interneti, sigortacılık, kişisel ve toplu ulaşım, online veri saklama, vakıf ve bağış işlemleri, oy verme süreçleri, kamu uygulamaları, sağlık uygulamaları, enerji yönetimi, fikri mülkiyet ve telif hakkı uygulamaları, emlak ve tapu uygulamaları, dijital kimlik, akıllı şehirler, akıllı sözleşmeler ve hukuki uygunluklarının incelenmesi, eğitim alanında uygulamaları gibi on sekiz farklı çalışma konusu tespit edilmiş ve edinilen bilgiler paylaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Blokzincir Teknolojisi, Akıllı Sözleşmeler, Nesnelerin İnterneti, Akıllı Şehirler, Dağıtık Veri Yapıları.

## ***Blockchain Technology and Possible Implementation Areas in Turkey***

### **Abstract**

*Blockchain technology, which succeeds in attracting attention after the success of cryptocurrency, is a developing and popular subject of study. With its decentralized structure, decentralized and indelible data recording, encrypted block architecture, and data structure that does not allow tampering by third parties, it is capable of solving many problems. Blockchain, a supporting technology, is being tried to be integrated into many different technologies. For this reason, in this article, in which areas blockchain technology is used and what results are obtained were shared. Information about the advantages and challenges of blockchain technology is shared. As a result of the researches we have done, it has been determined which study areas blockchain technologies can be applied in Turkey. As the application areas of blockchain technology, banking applications, internet security, supply chain, internet of objects, insurance, personal and public transportation, online data storage, foundation and donation processes, voting processes, public applications, health applications, energy management, intellectual property and copyright rights applications, real estate and title deed applications, digital identity, smart cities, smart contracts and legal compliance examination, applications in the field of education were identified and the information obtained was shared.*

**Keywords:** *Blockchain Technology, Smart Contracts, Internet of Things, Smart Cities, Distributed Data Structures.*

### **1. Giriş**

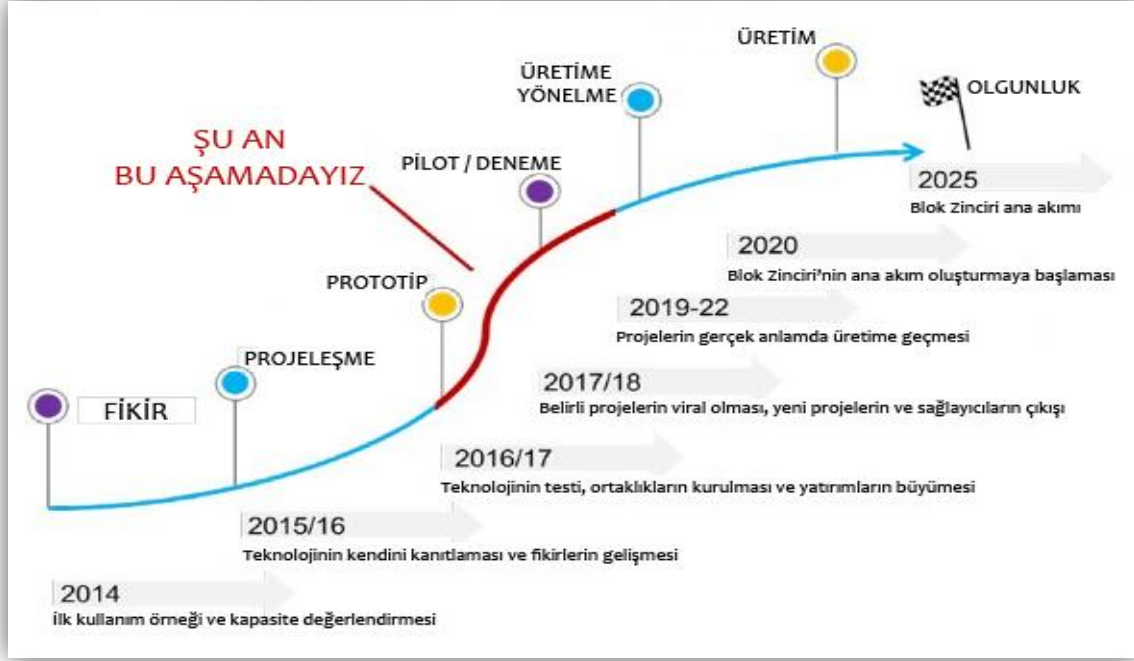
Blokzincir teknolojisi günümüzde birçok alanda uygulanmaya çalışılan popüler bir konu olsa da yeni önerilmiş bir çalışma konusu değildir. Blokzincir mimarisi, 1991 yılında Stuart Haber ve W. Scott Stornetta adlı kriptograflar tarafından, spesifik bir sorunun çözümü için önerilmiş ve elde edilen sonuçlar paylaşılmıştır (Takaoğlu ve ark., 2018). Ancak tarihsel bir açıdan baktığımızda teknolojinin köklerinin Ralph C. Merkle'nin 1970'lerin sonunda Merkle ağacını önerdiğinde karşımıza çıktığı görülmektedir. Merkle ağacında dijital imzalar için bir ağaç yapısında birleştirilmiş özetleme algoritmalarının kullanılmasını önermiştir. Özetleme algoritmaları ise 1950'lerden beri bilgi güvenliği, dijital imzalar ve mesaj bütünlüğü doğrulaması için kriptografide yaygın olarak kullanılan algoritmalardır. Merkle fikrinden yaklaşık on yıl sonra, Leslie Lamport güvenli giriş için bir karma zincir kullanmayı önermiştir. 1990'da elektronik ödemeler için ilk şifreleme parası olan e-Cash tanımlanmıştır. Karma zincir konseptinin daha da evrimleşmesi ve iyileştirmeleri 1994 tarihli yazıda, Neil Haller tarafından Unix oturum açma için bir karma zincir olan S / KEY ile tanıtılmıştır. 2002'de, Adam Back, blokzinciri temelli bir elektronik para birimi olan ve Bitcoin'in özelliklerinin çoğuna sahip olan bir işin ispatı uzlaşma algoritmasıyla çalışan hashcash'ı önermiş ve Satoshi Nakamoto tarafından Bitcoin'in referans çalışması olarak gösterilmiştir (Aste ve ark., 2017).

Günümüzde bu kadar ilgi çekici hale gelmesinin sebebi yukarıda da belirtildiği üzere 2008 yılında Satoshi Nakamoto mahlaslı, kim olduğu bilinmeyen kişi ya da kişiler tarafından önerilen Bitcoin kripto parası sayesinde olmuştur (Nakamoto, 2008). Bitcoin kripto parası, blokzincir temelleri üzerinde oluşturulmuş (Nadiya ve ark., 2018), dolayısıyla kriptoloji biliminin sistemin

güvenliğini sağladığı, arada üçüncü şahısların bulunmadığı bir ödeme sistemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bitcoin kripto parasının ortaya çıkmasını gerektirecek ortamı irdelemek gerekirse, 2008 yılında patlak veren Amerikan merkezli krizde, Mortgage taşınmaz kredileri ile ilgili bilgileri paylaşan merkezi otoritelerin gerçekçi olmayan veriler ışığında işlemler yapması sebebiyle ortaya çıkmış bir krizdir. Bu kriz ortamında, merkezi otoritelerin insanlara vermiş olduğu güvensizlik sebebiyle bir tepki olarak doğan Bitcoin, merkezi otoriteyi saf dışı bırakarak, işlemlerin karşılıklı olarak yapılmasını önermiş ve ortaya bir mimari koymuştur. Bitcoin kripto parasının maddi değerinin aşırı miktarlarda artması, sahip olduğu voladitenin yüksekliğine rağmen insanların ilgisini çekmiş ve günümüzde gelinen süreçte Bitcoin ve Bitcoin'den sonra üretilen tüm kripto paralara verilen ad olan Altcoinlere olan ilgi artarak devam etmiştir.

Blokzincir teknolojisinin bu kadar popüler olmasına katkı sağlayan Bitcoin, anlaşılabilir bir şekilde insanların algısında blokzincir denilince direkt Bitcoin düşünülmesine neden olmaktadır. Ancak bu bakış açısı doğru bir yaklaşım değildir. Bitcoin, blokzincir teknolojisinin çalışma konularında sadece birisidir. Blokzincir teknolojisi için karşılaşılan tüm problemlere mucizevi bir şekilde çözüm sağlayacağı algısı da doğru değildir. Çünkü blokzincir teknolojisi destekleyici bir teknolojidir. Yani hali hazırda bulunan çalışma konularının desteklenmesi noktasında faydalar sağlar. Örneğin çalışmamızın ilerleyen bölümlerinde açıklanan blokzinciri mimarisinin sağlamış olduğu katkılar sayesinde, günümüzde kullanılan birçok veri merkezinin sahip olduğu merkezi yapısı sebebiyle karşılaşılan güvenlik sorunlarına bir çözüm önermeyi başarmıştır.

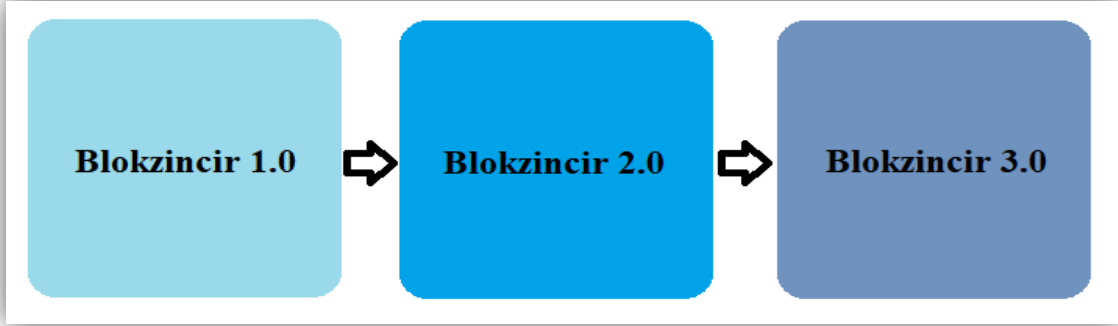
İnternet teknolojisinin gelişimi ile blokzincirinin gelişimi için bir benzetilme durumu söz konusudur. İnternet teknolojisinin 90'lı yıllarda ortaya çıkmasından günümüze kadar gelen süreçte görülen gelişim düşünüldüğünde blokzincirinin de benzer bir gelişme kaydedeceği fikri iyimser ancak gerçekçi bir bakış açısıdır. Aşağıdaki Şekil 1'de blokzinciri teknolojisinin gelişim süreçleri ile ilgili bir görsel paylaşılmıştır. Buradan anlaşılacağı üzere, günümüzde yapılan çalışmalar blokzincir teknolojisi ile geliştirilmiş prototiplerin üretilmesi ve denemelerinin yapılması aşamasındadır. Bu noktada ülkemizde yapılan birçok araştırma olup, blokzinciri teknolojisi özelinde düşünüldüğünde kaçırılmış yahut ardında kalınmış bir gelişme bulunmamaktadır. Ayrıca blokzincir çalışma alanı çokça yatırım alan bir çalışma konusudur. Günümüzde 1500'den fazla altcoin bulunmakta ve 480 milyar dolardan fazla bir pazar payına sahiptir (Lee, 2018). İlerleyen süreçte kripto paralar hariç tutularak düşünüldüğünde blokzinciri teknolojisinin yüz milyarlarca dolarlık bir büyüklüğe ulaşması beklenen bir gelişmedir.



Şekil 1. Blokzincir teknolojisi gelişim aşamaları (Miraz ve Ali, 2018)

### 1.1. Blokzincir Gelişim Evreleri

Satoshi'nin 2008 yılında önerdiği blokzinciri uygulaması finansal bir çözüm önermiştir. Blokzincirinin bu aşamasına Blokzincir 1.0 denmektedir. Nick Szabo tarafından 1994 yılında ortaya atılan akıllı sözleşme fikri, Solidity programlama dili yardımıyla Ethereum tabanlı olarak uygulanmıştır (Szabo, 1994). Akıllı sözleşmelerin çalışıldığı bu aşamaya Blokzincir 2.0 denilmektedir. Blokzincir teknolojisinin uygulanma alanlarının genişliğinin fark edilmesi ve bu alanda yapılan çalışmalar sonucunda teknolojinin finans ve akıllı sözleşmeler dışındaki alanlarda uygulanması aşamasına da Blokzincir 3.0 denilmektedir. Günümüzde Blokzincir 4.0 için çeşitli açıklamalar yapılmaktadır. Yapay zeka algoritmaları ve blokzincir teknolojisinin hibrit edilerek elde edilebilecek sonuçlar için Blokzincir 4.0 denileceği düşünülmektedir. Ancak günümüzde bu noktada kabul görmüş bir tanım ileri sürmek pek mümkün değildir. Şekil 2'de açıkladığımız gelişimle ilgili bir görsel paylaşılmıştır.



Şekil 2. Blokzincir gelişim adımları

Araştırmamızda blokzincir teknolojisinin uygulama alanlarının neler olduğu ve ülkemizde hangi alanlarda uyarlanabileceği üzerine çalışılmıştır. Paylaşılan bilgilerin daha iyi anlaşılması amacıyla blokzincir teknolojisinin teknik açıklamalarına yer verilmiştir. Teknolojinin avantaj ve dezavantajları hakkında edinilen bilgiler paylaşılmıştır.

## 2. Blokzincir Teknolojisi

Blokzinciri teknolojisini, eşler arası ağ ilkeleri, asimetrik şifreleme ve dijital imza gibi kriptografik ilkeler altında oluşturulmuş dağıtık bir mimaridir (Balaskas ve Franqueira, 2018). Blokzinciri, tamper-proof yani kurcalamaya karşı korumalı dijital işlem defteri oluşturur ve defteri paylaşır, böylece şeffaflık sağlanmış olur (Kshetri ve Voas, 2018). Aynı zamanda değiştirilemeyen veriler sistemlerin güvenliğini daha güçlü olmasını sağlar. Bu sebeple blokzinciri için bir ağ üzerinde çalışan bir fikir birliği algoritması tarafından yönetilen dağıtılmış ve değişmez bir veri yapısıdır tanımlanabilir (Duan ve ark., 2019).



Şekil 3. Blokzincir küresel bir dağıtık defter mimarisidir (Nishith Desai Associates, 2016)



Blokcinciri teknolojisi için kullanılan dağıtık defter mimarisi (Lou ve ark., 2018) tanımı çok isabetli bir açıklamadır. Çünkü teoride sistemin çalışması aynı bir defterin sayfaları gibi işler. Her bir sayfa kullanıcılar tarafından doldurulur. Doldurulan sayfadan sonra bir sonraki sayfaya geçilir ve doldurulan tüm bilgiler defterin önceki sayfalarında bulunmaya devam eder. Geleneksel defterlerden farklı olarak blokcincirinde her bir sayfa bir sonraki sayfaya kriptolojik bir özetleme algoritmasıyla bağlanır ve deftere veri girilme yönü hep tek taraflıdır. Blokcincirinde özetleme işlemi Şekil 4’te paylaşılmıştır. Ayrıca Şekil 5’de bir özetleme algoritması olan SHA 256 (Secure Hashing Algorithm 256) isimli özetleme algoritmasının çalışma mantığına dair bir örnek paylaşılmıştır.

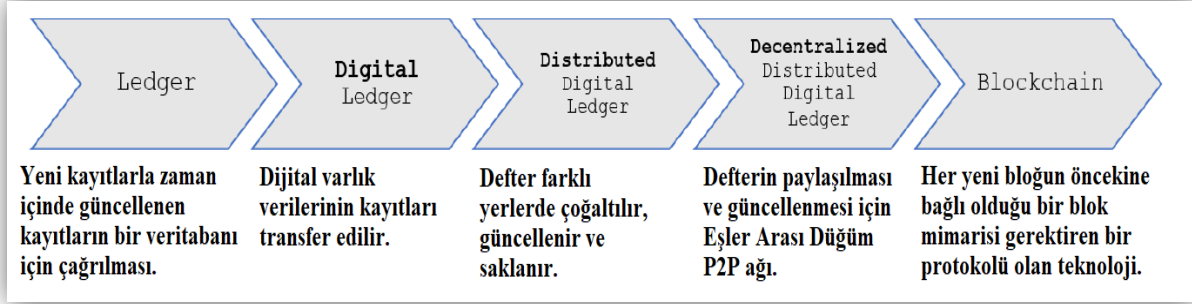


Şekil 4. Özetleme fonksiyonu (Singh ve ark., 2018)

INPUT	HASH
This is a test	C7BE1ED902FB8DD4D48997C6452F5D7E509FBCDBE2808B16BCF4EDCE4C07D14E
this is a test	2E99758548972A8E8822AD47FA1017FF72F06F3FF6A016851F45C398732BC50C
Hi	3639EFC08ABB273B1619E82E78C29A7DF02C1051B1820E99FC395DCAA3326B8
Welcome	53A53FC9E2A03F9B6E66D84BA701574CD9CF5F01FB498C41731881BCDC68A7C8

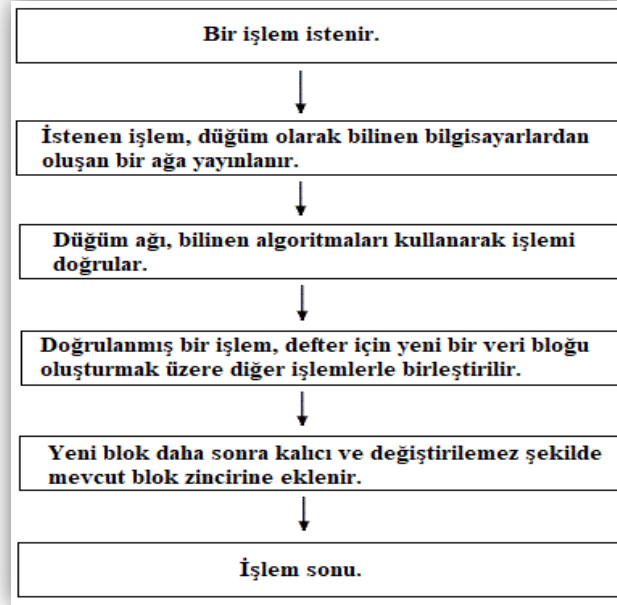
Şekil 5. Özetleme algoritması SHA 256 (Mitra, 2019)

Blokcincirlerine yazılan bir bilgi geri alınamaz yahut değiştirilemez. Bu durumda akıllarda canlanan ilk soru yanlış girilen bilgilerin durumudur. Veri girişinin insanlar nezdinde yapıldığı tüm uygulamalarda hata olabilir. Bu durumda blokcinciri kullanılarak geliştirilmiş bir veri merkezinde düzeltme işlemi şu şekilde olacaktır: Yazılmış olan veri olduğu gibi kalacak ve yeni girilecek düzeltme verisi de sistemde gözükecektir. Yani hem hatalı veri hem de düzeltilmiş hali sistemde gözükecektir. Bu tarz bir mekanizmanın olması dahi şeffaflık açısından birçok problemin çözümü olacak niteliktedir. Şekil 6’de geleneksel defter yapısından dağıtık defter mimarisine geçişin aşamaları paylaşılmıştır.



Şekil 6. Geleneksel defter mimarisinden blokszincirine geçiş (Belotti ve ark., 2019)

Oluşturulan bir blokszincir sisteminde, bir işlemin oluşturulmasından sonlandırılmasına varıncaya kadar geçen süreçte izlenen adımlar Şekil 7’te paylaşılmıştır. Blokszincirleri sisteme erişim izni verilen kullanıcılara göre çeşitlendirilmektedir. Bitcoin gibi tüm kullanıcıların erişimine müsaade edildiği sistemlere genel (public) blokszincir denilmektedir. Bitcoin dünyadaki en büyük genel blokszincir örneğidir (Kolekar ve ark., 2018). Bir diğer blokszinciri türü özel (private) blokszinciridir. Özel blokszincirde okuma, yazma ve uzlaşma işlemlerine erişebilecek kullanıcılar önceden belirlenmiştir. Gerekğinde zincirdeki düğümler eklenir veya çıkarılır. Özel blokszincirlerinde bu özellik sayesinde kötü amaçlı düğümlerin ağa girmesi mümkün değildir. PoW (Proof of Work) gibi işlemler olmadan yeterli güvenlik sağlanır (Kang ve ark., 2018). Konsorsiyum blokszincirinde ise karar verici düğümler belirlenmiştir. Bu düğümler blok doğrulama işlemlerini gerçekleştirirler ve sisteme erişebilecek düğümlere de karar verirler. Konsorsiyum blokszincirlerinde verimlilik ve güvenlik yüksektir. Son olarak günümüzde hibrit blokszincir çalışmaları da yapılmaktadır. Bu tarz blokszincirlerinde sistem oluşturulurken saklanacak verilerin seçilmiş bir kısmı blokszincirinde tutulur ve blokszincirinde saklanmayan kısmı geleneksel yöntemlerle işlenebilmektedir (Ra ve Lee, 2019).



Şekil 7. Blokzincir çalışma mekanizması (Bhat ve Vijayal, 2017)

Blokzinciri sistemlerini yapısal olarak incelediğimizde katmanlı bir yaklaşımda bulunarak altı katmandan bahsedebiliriz. Bunlar; uygulama katmanı, sözleşme katmanı, uyarlama katmanı, uzlaşma katmanı, ağ katmanı ve veri katmanıdır. Paylaşılan blokzincir katmanlarının alt içerikleri Şekil 8’de paylaşılmıştır.

<b>Uygulama Katmanı</b>	Programmable currency	Programmable Finance	Programmable Society
<b>Sözleşme Katmanı</b>	Script code	Algorithm mechanism	Intelligent contract
<b>Uyarma Katmanı</b>		Issuing mechanism	Distribution mechanism
<b>Uzlaşma Katmanı</b>	PoW	PoS	DPoS
<b>Ağ Katmanı</b>	P2P network	Communication mechanism	Verification mechanism
<b>Veri Katmanı</b>	Data Block	Time stamp	Tree Merkle
	Chain structure	Hash function	Asymmetric encryption

Şekil 8. Blokzincir sisteminin yapısı (Liu ve Li, 2018)

Özellikle üzerinde durulması gereken katmanlardan birisi uzlaşma katmanıdır. Bu katmanda bir blokszincirinin kullandığı uzlaşma algoritması seçilidir. Her uzlaşma algoritmasının bir özelliği bulunmaktadır. Kurulacak sistemin özellikleriyle seçilecek uzlaşma algoritmasının uygunluğu büyük önem arz etmektedir. Doğal olarak başarılı bir blokszincir sistemi tasarlamak ve hayata geçirmek için tecrübeli yazılımcılar ve bilgisayar bilimcileri ile çalışmak gerekmektedir. İyi oluşturulmuş bir ekip tarafından gelecekte karşılaşılabilecek kullanıcı hacmi ve veri yükü gibi değişkenlerin tutarlı optimasyonunun yapılması büyük öneme sahiptir. Literatürde çokça kullanılan uzlaşma algoritmaları; PBFT, Stellar, Ripple, Proof of Work (PoW), Proof of Stake (PoS), Threshold Relay, Proof of Authority (PoA), Proof of Burn (PoB), Proof of Elapsed Time (PoET) gibi algoritmalar (Dinh ve ark., 2018).

PoW ve PoS gibi uzlaşma algoritmalarının kullanıldığı blokszinciri sistemlerine yapılan belli başlı saldırılar bulunmaktadır. Bunlar; %51 saldırısı, çift harcama saldırısı, Sybil saldırısı, DDos saldırısı ve Shora gibi kuantum algoritmaları kullanarak sistemin kullandığı kriptografik şifrelemelerin kırılması saldırılarıdır (Golosova ve Romanovs, 2018). Bu saldırıların başarı oranı çok düşük olmakla birlikte başarılı sonuç elde etme ihtimali de bulunmaktadır. Gelişen özütleme algoritmaları, uzlaşma protokolleri ve kuantum hesaplama teknolojisinin uygulama olanaklarının artması ile birlikte geliştirilecek blokszincir sistemlerinin güvenlik açısından hali hazırdaki seviyeden çok daha kuvvetli bir hale gelmesi beklenmektedir.

Son olarak akıllı sözleşmelerden bahsetmek gerekmektedir. Akıllı sözleşmeler blokszincirlerinde dinamik işlerin yapıldığı kısımlar olarak düşünülebilir. Adından da anlaşılacağı üzere akıllı sözleşmeler yazılımsal olarak hazırlanmış dijital birer sözleşmedir. Özel bir durumun çözümü için geliştirilen bu sözleşmeler blokszincir sisteminde bir kod olarak karşımıza çıkmaktadır. Sadece geliştirildiği durum ile karşılaşıldığı zaman çalışan bu sistemler kodlandıktan sonra düzeltme yapılamadığı için çok dikkatli optimize edilmeleri gerekmektedir (Tanrıverdi ve ark., 2019).

## **2.1. Blokszinciri Teknolojisinin Avantaj ve Dezavantajları**

Blokszinciri teknolojisinin kullanımının sağlamış olduğu avantajlar bulunmaktadır. Blokszincirinin dağıtık bir yapıya sahip olması sayesinde veriler merkezi bir sunucuda saklanmadığı için teknik arızalara ve siber saldırılara karşı koruma sağlamaktadır. Siber saldırıların engellenmesi doğrudan dolandırıcılık girişimlerinin düşürülmesini sağlamaktadır.

Blokszincirinde işlemlerin tek yönlü olması, tüm düğümler tarafından onaylanmış bir işlemin değiştirilemez olması ve tüm değişikliklerin erişim hakkı olan düğümler tarafından şeffafça izlenebilir olması sebebiyle sistemde bir istikrar sağlanmaktadır.

Kripto paraların kullanımının artması, eşler arası iletişim özelliği sayesinde aradan üçüncü kurum ya da kuruluşları çıkararak maliyetleri azaltma imkânı sağlamıştır. Ayrıca finans kuruluşlarının kriz durumlarında anlaşılan gerçek dışı bilgi paylaşımları, müşterilerine yansıtılan gizli ücretlendirmeler blokszinciri teknolojisinin finans uygulamalarında kullanımının artması durumunda şeffaflığı arttıracığı için kurumlara duyulan güvenilirliğin artmasını ve müşterilerin bilgisi dışında yansıtılan en küçük bir ücretin dahi herkesçe bilinmesini sağlayacaktır. Ayrıca Bitcoin ve Ethereum başta olmak üzere tüm kripto paralar için güvencesiz yani devlet kurumlarınca güvence verilmeyen sistemler olmaları eleştirisi blokszinciri teknolojisinden ayrı bir meseledir. Günümüzde birçok devlet kurumları blokszincirinin finans uygulamaları üzerine çalışmalar yürütmektedir. Dubai (Emcash), Venezuela (Petro), Estonya (Estcoin), Rusya (Cryptoruble), İsveç (E-Krona), Japonya (J-coin) gibi ülkeler kendi kripto parasını üretmiş, diğer birçok ülke de bu alanda çalışmalarına devam etmektedir. Devletlerin üretmiş oldukları bu kripto paralar yine devlet güvencesi altında insanların kullanımına sunulacak paralar olacaktır.

Blokszinciri sistemleri her sorunu çözen bir teknoloji değildir. Teknolojinin gelişim aşamasında olması ve yeni uygulama alanlarıyla birlikte fark edilen yeni sorunlar giderilmeye çalışılmaktadır. Örneğin Bitcoin kripto parasının kullanımının çok yüksek olması sayesinde birçok eksiklik göze çarpmıştır. Bunların en başında ölçeklenebilirlik gelmektedir (Saltykov ve Rusyaeva, 2018). Bitcoin blokszinciri platformu saniyede 4 işlem yapabilirken, Ethereum blokszincir platformu saniyede 12 işlem yapabilmektedir. Bu işlem gücü Visa kart sistemi ya da en basitinden Facebook'un saniyede yaptıkları işlem kapasitesi ile karşılaştırıldığında kabul edilemez bir seviyededir (Salah ve ark., 2019).

Uzlaşma algoritmaları üzerinde çokça çalışılan bir konu olmasına rağmen halen kullanılan uzlaşma algoritmalarının zayıf yönleri devam etmektedir. Örneğin PoW algoritması madencilik işlemlerinde verimsiz, PoS algoritması ise işlem onaylama aşamasında yeteri kadar performanslı çalışmamaktadır (Ma ve ark., 2018).

Bilindiği üzere blokszincir sistemleri zaman geçtikçe büyümekte ve veri saklanması açısından alternatif çözümler bulunmalıdır. Günümüzde bir blokszinciri sistemi ortalama 200 GB'lık bir depolama alanına ihtiyaç duymaktadır. Bilgisayarlardaki sabit disklerin boyutları ile kurulan

blokszincir sistemlerinin zamanla gereksinim duyacağı depolama alanı arasında uyumsuzluk bir sorun haline gelebilmektedir.

Bir diğer sorun da blokszincirlerinin kriptolojik bir ürün olmaları sebebiyle kullandıkları “private key” denilen özel anahtarların kişiye özel olması ve unutulması durumunda sistemlere erişimin mümkün olmaması durumudur. Merkezi veri yapılarında şifrenin unutulması durumunda yeni şifre alınması adımları mevcuttur. Günümüzde kurulan hibrit sistemler hariç tüm genel ve özel blokszincir sistemlerinde kullanılan private key sağlamış olduğu güvenliğin yanı sıra kaybedilmesi durumunda saklanan kıymetli varlığın tümüyle kaybına sebebiyet verebilir.

Yukarıda da bahsettiğimiz %51 saldırısı teoride bir risk teşkil etmektedir. Günümüze kadar başarılı olmuş bir %51 saldırısı görülmemiştir. Ancak kuantum bilgisayarları marifetiyle yapılacak bir saldırının başarılı olma ihtimali yok sayılamaz. Bu sebeple %51 saldırısının bir dezavantaj olduğunu belirtmekte fayda vardır. İlerleyen süreçte kuantum hesaplama yöntemleriyle oluşturulan kriptoloji uygulamalarının hayata geçirilmesiyle %51 saldırıları bir risk olmaktan çıkacaktır.

Son olarak blokszinciri mimarisinin sağlamış olduğu kati şeffaflık, yanında mahremiyet sorununu birlikte getirmektedir (Tanrıverdi ve ark., 2019). Kriptoloji marifetiyle gizlenen kimlik bilgileri, açık olan işlem kayıtları takip edildiğinde tespit edilebilmektedir. Bu sebeple mahremiyet sorununun çözülmesi için hibrit çözümler üzerinde çalışılabilir.

### **3. Blokszinciri Teknolojisinin Türkiye’de Uygulanabileceği Alanlar**

Blokszinciri teknolojisi; bankacılık uygulamaları, internet güvenliği, tedarik zinciri, nesnelere interneti, sigortacılık, kişisel ve toplu ulaşım, online veri saklama, vakıf ve bağış işlemleri, oy verme süreçleri, kamu uygulamaları, sağlık uygulamaları, enerji yönetimi, fikri mülkiyet ve telif hakkı uygulamaları, emlak ve tapu uygulamaları, dijital kimlik, akıllı şehirler, akıllı sözleşmeler ve hukuki uygunluklarının incelenmesi, eğitim alanında uygulamaları gibi konularda uygulamaları mümkündür (Nguyen ve Dang, 2018). Ülkemizde de hemen hemen her alanda uyarlamalar yapılabilir ve blokszinciri hali hazırdaki sistemlere entegre edilebilir durumdadır. Çünkü Türkiye’nin gelişmekte olan bir ülke olması sebebiyle, ülkeye yatırım yapan firmalar marifetiyle bankacılıktan tedarik zincirlerine varıncaya kadar birçok alanda teknolojik yenilikler takip edilmiş, gerekli yatırımlar yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir.

#### **3.1. Bankacılık Uygulamaları**

Blokcincirinin bankacılık alanında uygulamaları Bitcoin kripto parasının ortaya çıkması ve ilgi görmesinden sonra hız kazanmış bir çalışma alanıdır. Öncelikle kripto para alım satımlarının gerçekleştirilebilmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca günümüzde kripto paraların Forex sistemlerinde kaldıraçlı bir şekilde kullanımı mevcuttur. Ancak bu kullanımlar hali hazırda üretilmiş olan kripto paraların nakite çevrilmesi yahut ödeme olarak resmi kurumlara iletilmesinin kolaylaştırılması amacıyla yapılan çalışmalardır. Ayrıca özellikle Bitcoin'in ortaya çıkma mantığına ters bir ilerleyiş söz konusudur. Nitekim önerilmesinin arkasında yatan asıl sebeplerden biri bankalar gibi finans kurumlarının güvensiz atfedilip alternatif bir sistem kullanımının sağlanmasıdır. Geline nokta Bitcoin bankalar vasıtasıyla nakite çevrilen bir finansal enstrüman halini almıştır. Tüm bu kavramsal tezatlıklara rağmen ortada kullanımına ihtiyaç duyulan bir teknoloji bulunmaktadır. Türkiye'de bu alanda gerekli adımları atmaktadır. 23 Temmuz 2019 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanan 11.Kalkınma Planında; Blokcincir tabanlı dijital Merkez Bankası parası çıkarılma kararı alındığı görülmektedir (Resmi Gazete, 2019). İlerleyen süreçte pilot bölgelerde çalışan maaşlarının yahut kamuda açılan proje bedellerinin milli kripto para vasıtasıyla tahsil edilmesini görmek gayet doğaldır. Çünkü 2018 yılı verilerine göre kripto para konularında dünya çapında 63 merkez bankası, pratik ve teorik çalışmalar başlatmış durumda olup, bunların yüzde 10'u da pilot uygulamalara start verilmiştir (Tokyay, 2019). Yeni Zelanda gibi ülkelerde çalışan maaşlarının kripto paralar ile ödenmesinin önünün açıldığı bilinmektedir (URL-1, 2019).

Blokcincirinin bankacılık sistemlerinde kullanılmasının bir diğer alanı da kredi ve havale işlemleridir (Li ve ark., 2018). Kripto paralar dışında finansal enstrümanların transferinde blokcincir teknolojisi kullanılabilir (Ekbote ve ark., 2017). Ayrıca bankaların hali hazırdaki veri merkezlerini blokcinciri temelli hibrit yapılara çekilebilmesi mümkündür. Bu süreçler zorlu bir entegrasyon aşamalarını gerektireceği için süratli bir değişimin gerçekleşmesini beklemek gerçekçi bir bakış açısı olmaz. Ancak ülkemizde bu konularda çalışmalar yürütebilecek birçok devlet ve özel bankalar bulunmaktadır. Özellikle Yapı Kredi (URL-7, 2019) ve Garanti Bankası (URL-8, 2019) gibi kurumların sahip oldukları yazılım geliştirme birimleri, bu alanlarda yapılacak uyarlamaların altından kalkabilecek kapasitededir. Ayrıca TÜBİTAK BİLGEM Blokcinciri Araştırma Laboratuvarı, sahip olduğu kalifiye araştırmacı kadrosuyla benzer çalışmaları yürütebilecek yahut destek verebilecek potansiyele sahiptir.

Blokcincirinin finans sektöründe uygulanması para aklama ve illegal süreçlerin finanse edilmesinde kolaylık sağlayacağı düşüncesiyle, özellikle terörizm ve uyuşturucu ile mücadele eden merkezi otoritelerce kaygıyla karşılanmıştır. Bitcoin kripto parasındaki voladitenin sebebi yüksek

miktarlarda yapılan para aklama işlemleri ya da terörizmin finanse edilmesi gibi sebepler olabilir. Teknik olarak blokszincir sistemi düğümlerinin işlem yapma niyetlerini yargılayıp bir onay verme arayışında değildir. Ancak gözden kaçırılmaması gereken nokta bankacılık sektöründe blokszincir teknolojisinin uyarlanması bir Bitcoin blokszincir sisteminde olduğu gibi olmayacaktır. Sisteme erişim sağlayan kişilerin bilgileri belirli oranda blokszincir sistemine geçirilecektir. İlerleyen süreçte karşılaşacağımız bankacılık sistemleri hibrit mantıkla üretilmiş ve tüm paydaşların mutabık kalacakları bir blokszincir bankacılık sistemi olacaktır. Ülkemizde kripto paraların dönüşüm işlemlerinin yapıldığı aracı internet sitelerinin yerini devlet ve özel bankaların alması gerekmektedir. Çünkü siber saldırganların başarılı oldukları tüm hırsızlık örnekleri internet takas sitelerinde gerçekleşmiştir. Uzman kadrolarla hazırlanmış sistemler üzerinde yapılacak kripto para transfer ve dönüşümleri büyük önem taşımaktadır ve ülkemizde bankalar marifetiyle bu ihtiyacın giderilmesi gerekmektedir.

### **3.2. İnternet Güvenliği**

Günümüzde teknolojiye ve internete olan yüksek bağımlılık, kuruluşlar için yeni iş modelleri ve sistemlerin geliştirilmesi ile sonuçlanmıştır, ancak bununla birlikte siber saldırganların yararlanabileceği yeni boşluklar ve fırsatlar ortaya çıkmaktadır (Deloitte, 2017). Karşılaşılan bu boşluklardan doğan riskler sistemlerde belirli önlemler alındığı zaman en aza indirilebilir (Takaoğlu ve Özer, 2019). Ancak kesin bir korumadan bahsetmek mümkün değildir. Özellikle büyük veri tabanları olan şirketler, siber saldırganlarının ana hedefidir. Facebook gibi geniş bir ekiple çalışan ve gelişmiş saldırı tespit sistemleri olan bir kurum dahi 2018 Ekim'inde yapılan saldırılarda yeterli korumayı sağlayamamış ve 30 milyon insanın kullanıcı bilgileri çalınmıştır. Ülkemizde de benzer saldırılar geçmişte yaşanmış ve elde edilen bilgilerin derin web denilen ortamlarda satıldığı görülmüştür. Bu noktada blokszincir teknolojisi çözüm olarak düşünülebilir. İnternet teknolojisinin blokszincirine çekilmesi fikri yeni bir konu değildir. Bu alanda yapılan çalışmalar devam etmektedir. Ancak internetin blokszincirine çekilmesi süratle gerçekleşecek bir durum değildir. Bu sebeple saldırı tespit sistemlerinin blokszinciri temelli geliştirilmesi üzerine çalışılabilir. Ülkemizde geliştirilmiş ve dünya çapında başarılı olmuş yerli bir güvenlik programımız maalesef bulunmamaktadır. Bu sebeple Türkiye'de bu alanda yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.



### **3.3. Tedarik Zinciri**

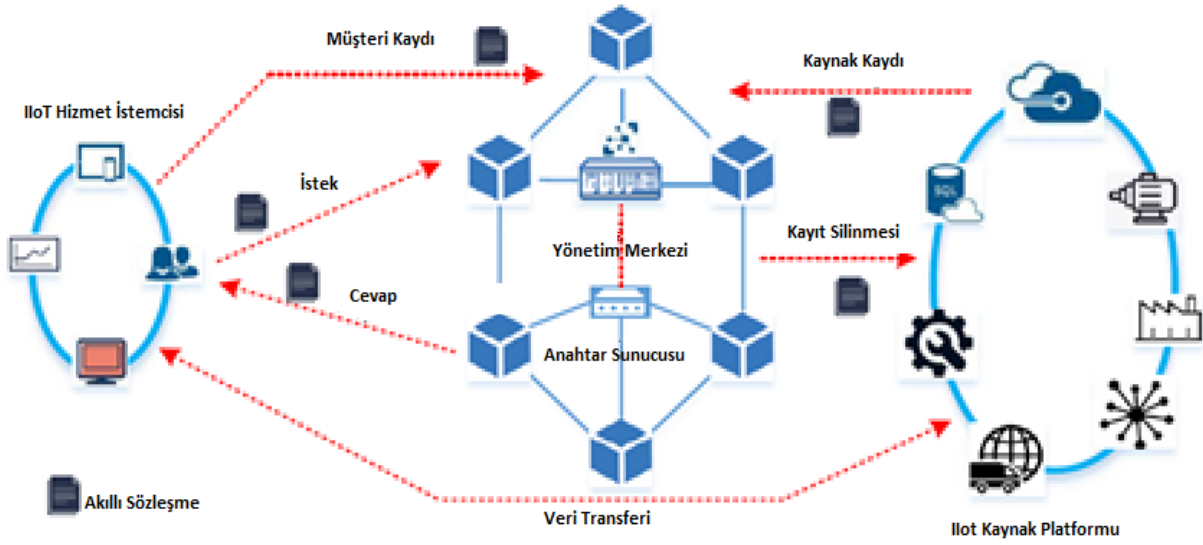
Lojistik, nakliye ve malzeme temini, blokzinciri teknolojisi için potansiyel uygulama alanları olarak sıklıkla adlandırılmıştır (Hinckeldeyn ve Kreutzfeldt, 2018). Blokzincirinin tedarik zincirinde kullanılması sayesinde tüm işlemler kayıt altına alınmış olup güvenli ve şeffaf bir şekilde takibi yapılabilmektedir. Toyota, AliBaba, Walmart, Provenance, JD.com gibi kurumlar blokzincir teknolojisini tedarik zincirinde başarıyla kullanmaya başlamışlardır (Kshetri ve Loukoianova, 2019). Örneğin blokzinciri tedarik zincirlerinde kullanılarak bir ürünün malzeme halinden bir ürüne dönüştürülmesi, ürünün satılmak amacıyla anlaşmalı firmalara iletilmesi, ürünün satıldıktan sonraki tüm garanti süresinin takibi ve yapılmışsa tamir işlemlerinin kaydı, ürünün el değiştirmesi durumunda yeni sahibinin sisteme girilmesi ve son olarak kullanılamaz hale gelip geri dönüşüme uğramasına varıncaya kadarki tüm adımlarının takibi yapılabilmektedir. Blokzinciri teknolojisi, güvenilir ve doğrulanmış bir lojistik sistemi ve tedarik zinciri bilgi alışverişi ağı sağlamaktadır (Dujak ve Sajter, 2019). Ülkemizde dağıtım ağı olan hemen hemen her sektörde kullanılabilir, olumlu geri dönüşler elde edilebilecek ve hızlıca kurulabilecek bir çalışma alanıdır.

### **3.4. Nesnelerin İnterneti**

Kavramsal olarak açıklandığında, internete bağlanabilen tüm elektronik cihazların, bulut ağları aracılığıyla birbirleriyle bilgi paylaşımı yapması durumudur (Abbas ve Sung-Bong, 2019). Günümüzdeki mevcut nesnelerin interneti sistemler, çeşitli bulut teknolojisi ve cihazların değişen konfigürasyonları nedeniyle birlikte çalışabilirliği sınırlanan, güvene bağlı, merkezi bir bulut tabanlı modellerdir (Agrawal ve ark., 2018). 2020 yılında nesnelerin internetine bağlı cihazların sayısının 20 milyara ulaşacağı beklenmektedir (Özyılmaz ve Yurdakul, 2017). Başka bir deyişle ilerleyen süreçte elektronik donanıma sahip tüm cihazların nesnelerin internetine bağlı bir hale geleceğinden bahsedilebilir. Nesnelerin interneti ağlarını güvenceye almak, dağıtılmış, heterojen ve kaynakların kısıtlı olması nedeniyle büyük bir zorluktur (Gupta ve ark., 2018). Bu sebeple güvenliğin sağlanmasında blokzincir sistemlerinin kullanılması üzerinde yapılan çalışmalar devam etmektedir. Blokzincir uyarlamaları yapılırken genellikle Ethereum temelli akıllı sözleşmelerden faydalanılmaktadır (Huh ve ark., 2017). Akıllı sözleşmeler özel bir durum için yazılan ve her seferinde aynı işlemi yaparak çalışan kodlardır. Dizayn edilirken çok dikkatli bir şekilde kodlanması gerekmektedir, çünkü bir akıllı sözleşme çalıştırıldığı anda yazılan kod kesinleşir ve değiştirilemez hale gelir (Papadodimas ve ark., 2018). Ethereum temelli bir akıllı sözleşme Solidity

programlama dilinde yazılır ve Ethereum Virtual Machine (EVM) kullanılarak derlenir (Fakhri ve Mutijarsa, 2018).

Nesnelerin birbiri ile gerçek zamanlı iletişim halinde olmasının sağlamakta olduğu faydalar sebebiyle birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle sanayi uygulamalarında kullanılan nesnelerin internetinin güvenliğinin üst seviyeye çıkartılması için yapılan çalışmalar mevcuttur. Sanayide kullanımı için önerilmiş blokszincir entegreli nesnelerin interneti mimarisi Şekil 9'de paylaşılmıştır.



Şekil 9. Sanayide blokszincir tabanlı nesnelerin interneti mimarisi (Zhao ve ark., 2019)

Ülkemizde de nesnelerin interneti alanında yapılan birçok akademik çalışma bulunmaktadır. Akıllı evler, akıllı şehirler, akıllı sanayi gibi nesnelerin interneti sayesinde karşımıza çıkan tüm bu alanlarda Türkiye'de kaynakların daha verimli kullanılması, zamanın ve personelin doğru değerlendirilmesi açısından çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılacak bu çalışmalarda blokszinciri entegreli sistemler geliştirilmesi ilerleyen süreçte karşılaşılabilecek güvenlik sorunlarının çözümü açısından büyük önem taşımaktadır.

### 3.5. Sigortacılık Uygulamaları

Türkiye'de ilk sigortacılık faaliyetleri 1872 yılında İngiliz sigorta şirketlerinin açtıkları temsilciliklerle başlamıştır (TSB, 2019). Günümüzde: Ferdi kaza sigortaları, hayat sigortaları, hırsızlık sigortası, kasko sigortası, mühendislik sigortaları, nakliyat sigortaları, sağlık sigortası, sorumluluk sigortaları, trafik sigortası, yangın sigortası, zorunlu deprem sigortası gibi birçok alanda sigortacılık hizmeti verilmektedir (TSB, 2019). Ayrıca ülkemizde Sigorta Bilgi ve Gözetim Merkezi

adı altında 5684 sayılı Sigortacılık Kanununun 31/B maddesinin birinci fıkrasına istinaden; sigortalılar ve sigorta sözleşmesinden dolayı da olsa menfaat sağlayanlara ilişkin olarak, yanlış sigorta uygulamaları dâhil, risk değerlendirmesine esas bilgileri toplamak ve bu bilgilerin sigorta, reasürans ve sigortacılık faaliyetinde bulunan emeklilik şirketleri ile T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı'nca belirlenecek kişilerle paylaşılmasını sağlamak amacıyla kurulmuş, Bakanlık'ça belirlenen sigortalara ilişkin, poliçe, zeyil, hasar kayıtlarının sigorta şirketleri tarafından elektronik ortamdan transfer edilerek toplandığı bir bilgi merkezi bulunmaktadır (SBM, 2019). Anlaşılacağı üzere ülkemizdeki sigortacılık işlemlerinin bilgileri merkezi veri yapılarında saklanmaya devam etmektedir. Bu durum sigortacılık verilerini hedef haline getirmektedir. Blokzincir teknolojisi kullanarak hali hazırdaki veri yapılarının korunma altına alınması faydalı olacaktır. Ayrıca blokzinciri kullanılarak geliştirilmiş sigortacılık işlemlerinin veri güvenliği dışında sigorta firmalarına başka katkıları da bulunmaktadır. Sahte poliçelerle mücadele, fiyatlandırma doğruluğunun artırılması, karlı müşteri hesaplarını tanımlamak, elde tutmak ve çekmek, dosya masraflarının azaltılması, müşterilere sadakat primlerini sağlama ve böylece daha fazlasını çekebilme (Kumar, Prasad ve Murthy, 2019), müşteri deneyiminin geliştirilmesi ve işletme maliyetlerinin azaltılması gibi katkılardır. Blokzinciri teknolojisini veri girişi ve kimlik doğrulama, prim hesaplama, risk değerlendirmesi, kullanım başına ödeme ve mikro sigorta gibi sigortacılık işlemlerine entegre etmek mümkündür (Gatteschi ve ark., 2018).

### **3.6. Kişisel ve Toplu Ulaşım**

Günümüzde Uber uygulamasının elde ettiği başarı sonrası benzer birçok uygulama hayata geçirilmiştir. Ülkemizde de @taksi, Olev, BiTaksi, Scotty ve iTaksi gibi uygulamalar Uber benzeri yerli çözümler sunmaktadır. BlaBlaCar ve TAG (Tek Araba Gidelim) gibi araç sahipleriyle aynı yere gidecek kişilerle yol masraflarını paylaştığı uygulamalar da bulunmaktadır. Ayrıca yerli yabancı birçok araç kiralama firması da ülkemizde hizmet vermektedir. Toplu taşıma da dâhil olmak üzere belirtilen tüm alanlarda blokzincir uygulaması yapılabilmektedir. Blokzincirinin bir ürünü olan dijital cüzdanlar yardımıyla araç kiralama ücretleri, otobüs bilet ücretleri, tüm taksi uygulama ücretleri başta olmak üzere araçların akaryakıt, park ve geçiş ücretleri gibi tüm ödemeleri blokzincir dijital cüzdanları ile yapılabilmektedir. Blokzincirinin eşler arası iletişimi sağlayan yapısı sayesinde araç kiralama gibi işlemlerde aradan üçüncü bir şahsı çıkararak tüm ayrıntıların belirtildiği akıllı sözleşmeler oluşturulabilmektedir. Ülkemizde toplu taşımadan taksi uygulamalarına ve bireysel araç kiralamalara varıncaya kadar her alanda blokzinciri uygulama

çalışmalarına ihtiyaç bulunmaktadır. Dünyada UBS, ZF ve INNOGY gibi kuruluşlar bu alanda çalışmalar yürütmektedir (Nguyen ve Dang, 2018).

### **3.7. Online Veri Saklama**

Online veri saklama işlemleri sağladığı avantajlar sebebiyle çoğunlukla bulut teknolojileri yardımıyla sürdürülmektedir. Büyük avantajlara rağmen bulut teknolojisinin güvenlik ve gizlilik endişeleri devam etmektedir (Jiang ve ark., 2019). Blokzincir teknolojisi, verileri ve diğer dijital ürünleri saklama ve paylaşma yöntemleriyle devrim yaratmaktadır (Uchibeke ve ark., 2018). Ayrıca literatürde yer almaya başlayan “Dağıtık İnternet” kavramı (Angeline ve ark., 2018) ile internetin blokzincirine çekilmesi çalışmaları yürütülmektedir. Bulut sistemlerinde karşılaşılan güvenlik ve gizlilik sorunlarına blokzinciri teknolojisi çözüm olabilecek yapıdadır. Bu alanda Storj, Siacoin, Filecoin, MaidSafe gibi blokzinciri kullanarak online veri saklama üzerine yürütülen projeler bulunmaktadır. Türkiye’de Vestel Cloud, Buluthan ve Cloudeos gibi yerli bulut teknolojisi hizmeti veren firmalar bulunmaktadır. Ancak bu uygulamalarda paylaşılmış bir blokzincir uyarlaması bilgisi bulunmamaktadır. Türkiye’de hali hazırda var olan yerli uygulamalar ve sıfırdan yapılacak blokzincir temelli, güvenli ve gizliliğin koruma altına alındığı veri saklama platformlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

### **3.8. Vakıf ve Bağış İşlemleri**

Her toplumda vakıf ve bağış kültürü bulunmaktadır. Küresel olarak düşünüldüğünde her yıl milyarlarca dolarlık bağışlar toplanmaktadır. Ülkemizde de vakfetme kültürü geçmişten gelen ve hukuksal zemini oturtulmuş bir gelenektir. Vakıf kuruluşlarının tüm işlemleri kanunlar çerçevesinde belirlenmiş olup sistematik bir şekilde takip edilmektedir. Ancak vakıflarda kamu vicdanına uygun olmayan durumlar yaşanabilmektedir. Özellikle toplanan bağışların harcanma yer ve şekilleri insanların akıllarında soru işaretleri bırakmaktadır. En küçük vakıftan dünya genelinde kabul görmüş yardım kuruluşlarına varıncaya kadar akla gelebilecek her kurumda gerek yüksek personel maaşları gerekse de fahiş fiyatlardan temin edilen gıda, ilaç, giyim gibi temel insani gereklerin alımında yapılan yolsuzluklar sebebiyle vakıf gelirleri israf edilmektedir. Bu sebeple vakıf işlemlerinin yüksek şeffaflık çerçevesinde yapılması gerekmektedir.

Üzerinde çalışmaya devam ettiğimiz Milli Bağış Zinciri Projesi gibi bir blokzincir sistemi ile Türkiye’de vakıfların başta yardım işlemleri olmak üzere üstlendikleri birçok görevin blokzincirine çekilmesi düşünülebilir. Örneğin yardıma ihtiyacı olan insanların bilgilerinin bulunduğu bir

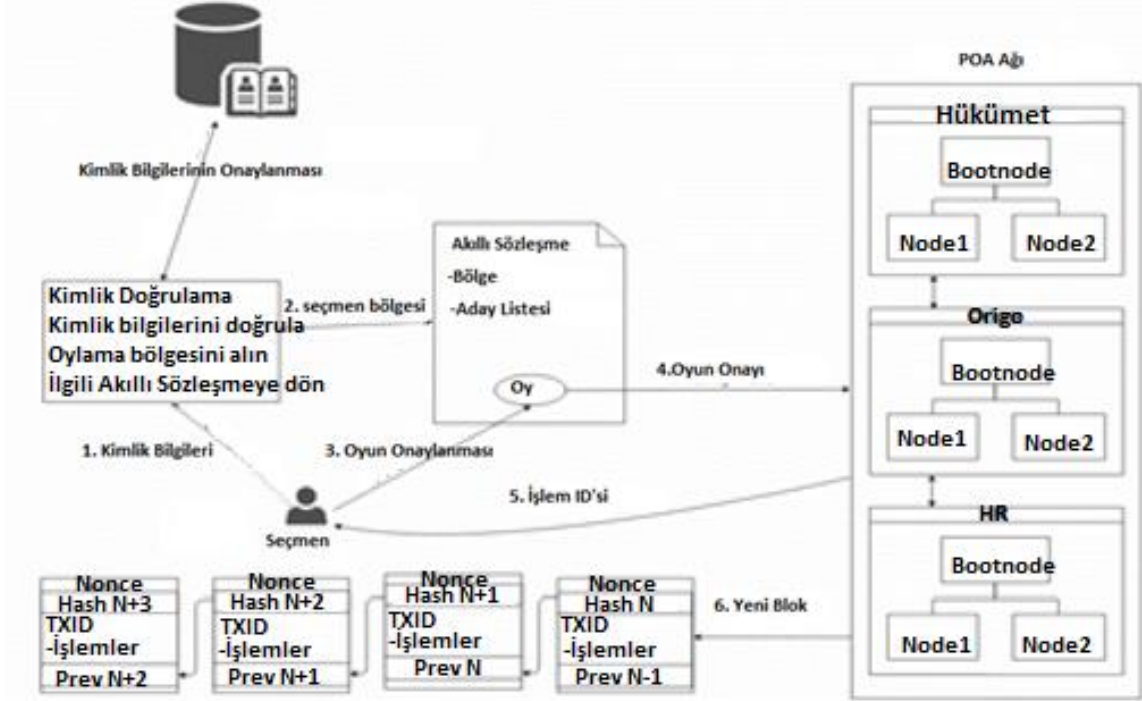
blokzinciri sayesinde bağışta bulunmak isteyen insanları arada hiçbir aracı bırakmadan direkt ihtiyaç sahipleriyle buluşturabilmek mümkündür. Blokzincir teknolojisi sayesinde kültürümüzde büyük önem atfedilen yapılan yardımın gizli tutulması geleneği sağlanırken, ihtiyaç sahibi insanların da muhtaçlık durumları gizlenmiş olur. Literatürde Türkiye’de bu alanda geliştirmekte olduğumuz çalışma dışında örnek bir proje bulunmamaktadır. Bu sebeple vakıf ve bağış işlemlerinin blokzinciri uyarlamaları dikkat çekilmesi gereken bir çalışma alanıdır.

### **3.9. Oy Verme Süreçleri**

Seçim süreçleri dünyanın her yerinde ilgi çekici ve spekülasyonlara açık dönemlerdir. Seçim güvenliği, seçmen güvenliği, seçmenin seçime katılabilmesinin kolaylaştırılması (Wu ve Yang, 2018), hayatta olmayan ve seçime katılmayan seçmenler yerine oy kullanımı gibi problemler giderilmeye çalışılan sorunlardır. Bu tarz sorunların giderilmesi için ilk önerilen önerilerden biri elektronik seçim yapılmasıdır. Birçok ülkede seçimler bilgisayar vasıtasıyla seçim merkezlerinde yapılmaktadır. Ancak Amerika Birleşik Devletlerinde yaşanan son örnekte, yapılan seçimde siber saldırı sonucu başkanlığı onaylanan Donald Trump’ın kazandığı iddia edilmiştir. Bu iddia elektronik seçim sistemlerinin güvenilirliğinin sorgulanmasına sebebiyet vermiştir.

Blokzincir teknolojisi merkezî olmayan mimarisi sayesinde (Khoury ve ark., 2018) siber saldırıların etkinliğini yitirdiği, işlemlerin şeffaf bir şekilde tüm paydaşlarca görülebildiği için spekülasyondan uzak, oy kullanma hakkı olan kişiler tarafınca (Zhang ve ark., 2018) kullanılan oyun değiştirilme imkânı olmayacağı için tutarlı ve maksimum güvenilirliğin sağlandığı bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır.

Teoride blokzincir tabanlı bir oylama sistemi kurmak çok basittir. Seçimin temel kurallarının belirlendiği Ethereum tabanlı bir akıllı sözleşme hazırlanır. Seçime giren adayların ve oy verebilme hakkına sahip vatandaşların belirlenmesi sonrasında adayların da dâhil oldukları, her seçmene bir dijital cüzdan oluşturulur. Bu cüzdanda tek bir coin bulunur ve seçmen istediği adaya cüzdanındaki coin transfer edilerek oy verme işlemini sonlandırır (Kshetri ve Voas, 2018). Şekil 10’da blokzincir temelli örnek bir oy verme işlemi paylaşılmıştır.



Şekil 10. Blokzincir altyapılı oy verme işlemi (Hjálmarsson ve ark., 2018)

Türkiye’de bilindiği üzere seçimler Yüksek Seçim Kurumu tarafından yapılmaktadır. Blokzinciri teknolojisi temelli milli bir seçim sistemi geliştirilmesi elbette kurumun yükünü hafifletecektir. Ayrıca oyların kati suretle güvenliği sağlanacağı için çokça karşılaşılan oy çalma iddiaları da son bulacaktır. Seçim sonuçlarından memnun olmayan her siyasi figürün suçu YSK ile ilişkilendirmesinin de önüne geçilecektir. Kısacası yapılan her seçimden sonra kamu gündemini meşgul eden tartışma konularının önüne geçilecektir.

Blokzincir temelli geliştirilen elektronik seçim sistemleri, dünyada çalışılan bir araştırma konusu olmakla birlikte ortaya örnekleri koyulmuş bir çalışma alanıdır. Geliştirilen sistemlerin gerçekleştirilen tüm seçimlerde kullanılabilir bir yapıya sahip olması sebebiyle çok geniş bir uygulama alanına sahiptir. Aşağıda Tablo 1’de literatürde karşılaşılan blokzincir tabanlı seçim uygulamalarının karşılaştırmalarına yer verilmiştir.

**Tablo 1.** Önerilmiş seçim mimarilerinin karşılaştırılması (Garg ve ark., 2019)

	Kimlik Doğrulama	Platform	Anonimlik	Seçmen Onayı	Dağıtık	Kullanılan Teknoloji
Biometric Aadhar Verification	Aadhar kart	Donanım	Evet	Evet	Kısmi Dağıtık	Biometric + Parmak izi okuyucusu
IOT Fingerprint	Parmak izi	Donanım	Evet	Evet	Kısmi Dağıtık	IOT + Parmak izi okuyucusu
Permissioned Blockchain	Evet	Yazılım	Evet	İzin	Dağıtık	Blokzincir
followmyvote	Yok	Web Tabanlı	Hayır	Hayır	Merkezi	Web Uygulaması
Estonian Voting System	Eid	Yazılım	Evet	Evet	Kısmi	-
DVBM	Posta	Web Tabanlı	Evet	Hayır	Kısmi	-
Norwegian I-voting system	MiniID	Yazılım	Evet	Evet	Kısmi	-
ivote	Posta	Web	Evet	Evet	Bilinmiyor	-
civitas	Posta	Yazılım	Evet	Evet	Evet	Java
Votebook (New York University)	Evet	Yazılım	Evet	-	Dağıtık	İzinli Blokzincir
Openvotebook Network (New York University)	Evet	Web Tabanlı	Evet	-	Dağıtık	Ethereum Blokzincir
The proposal of university of maryland	Evet	Donanım	Evet	-	Merkezi	ZKP ve Merkle Ağaçlı Ethereum Blokzincir
New South Wales iVote System	VoterID, PIN	Yazılım	Evet	Evet	-	-
Bronco Vote	Evet	Web Tabanlı	Evet	Evet	Evet	Ethereum Blokzincir
Plymouth Model	Evet	Yazılım	Evet	Evet	Evet	Blokzincir

### 3.10. Kamu Uygulamaları

Türkiye’de insanların kullanımına sunulan e-Devlet Kapısı uygulaması ile tüm kamu kurumlarıyla ilgili birçok işlem hızlı bir şekilde yapılmaktadır. Dünya’da emsal uygulamalar mevcuttur. Özellikle blokzincir temelli geliştirilen sistemler bu noktada ön plana çıkmaktadır. Birleşik Arap Emirlikleri 2020 yılında hükümet verilerinin blokzincir sistemine geçirileceğini duyurmuştur (Nguyen ve Dang, 2018). Ayrıca aktif olarak kullanılan en büyük blokzincir temelli kamu uygulaması Avrupa’da kullanılan TrustedChain’dir. Estonya ve Çin bazı kamu işlemlerinin blokzincir temelli sistemlerde yürütülmesine başlamıştır (Al-Megren ve diğerleri, 2018).

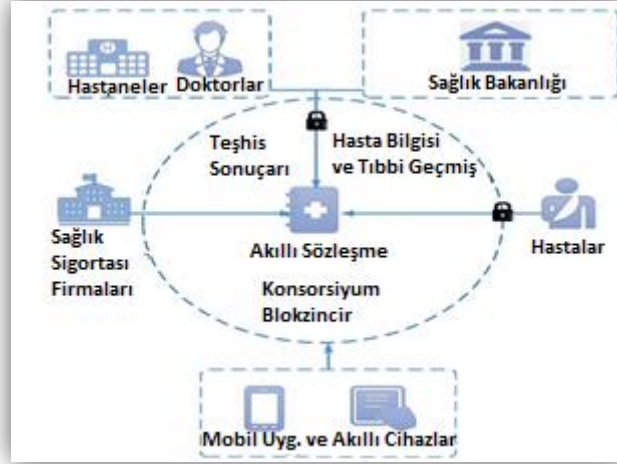
Blokszincir teknolojisinin para alışverişinin olduğu tüm devlet kurumlarında kullanılması durumunda şeffaflık ve hesap verebilirlik imkânı sağlanabileceği gibi kurumlarda karşılaşılan yozlaşma gibi sorunların önüne geğilebilmektedir (Mohite ve Acharya, 2018). Ülkemizde kullanılmakta olan E-Devlet Kapısı uygulamasının blokszincirine geçirilmesi üzerine çalışmalar yapılabilir.

### **3.11. Sağlık Uygulamaları**

Blokszincir teknolojisinin kapasitesinin anlaşılması ve etki alanının gelişmesiyle teknolojinin uyarlanmaya çalışıldığı alanlardan biri de sağlık sektörü haline gelmiştir (Zheng ve ark., 2018). Hastanelerin i mekanizmalarından doğan veri akışının güvence altına alınarak saklanması ve ilgili departmanlar arasında iletilmesi, hasta kayıtlarının saklanması ve ihtiyaç halinde diğer sağlık kurumlarınca erişilebilir olması (Sosu ve ark., 2019), ilaç takibinin yapılması ve ilaç sektöründe karşılaşılan sahtecilikle mücadele edilmesi, hastanın elektronik ekipmanlar vasıtasıyla gerçek zamanlı takibi (Attia ve ark., 2019), kan bankalarının bilgilerinin tüm paydaşlarla paylaşılması (Raju ve ark., 2017) gibi ihtiyaçlar bulunmaktadır. Bu sorunların çözümünde geleneksel veri saklama yöntemleri ve donanımlar kullanılarak ihtiyaçlar giderilmektedir.

Özellikle hastanelerde kullanılan veri merkezlerinin merkezi yapısı ve güvenlik protokollerinin yeteri kadar güçlü olmaması sebebiyle ciddi riskler ile karşılaşılmaktadır. Yürütmekte olduğumuz blokszincir temelli kalp pili verisi koruma projesi gibi çalışmaların ortaya çıkma sebebi, hali hazırda kullanılan veri merkezlerinin saldırıya açık yapıda olmalarıdır. Ayrıca bazı örneklerde hasta verilerinin hastane çalışanları tarafından sızdırıldığı görülmüştür. Bu sebeple hasta verilerinin saklanması ve acil tedavi gerektiren durumlar dışında hastanın izni olmadan kimse ile paylaşılmaması ve dışarıdan bir erişim ile verilerle oynanmaması (Ito ve ark., 2018) gerekmektedir. şekil 11'de bu doğrultuda paylaşılmış örnek bir sağlıkta blokszincir uyarlaması paylaşılmıştır.





**Şekil 11.** Sağlıkta blokzincir uyarlaması (Wang ve ark., 2018)

Dünyada sağlık sistemlerinin blokzincirine çekilmesi konusunda çokça çalışmalar yürütülmektedir. Estonya teknolojik gelişmeleri yakından takip eden bir ülke olmakla birlikte sağlık alanında da blokzincir temelli X-Road (Martinson, 2019) sistemi yardımıyla hasta bilgilerini tutmaktadır. Hastalar sistemde kendi sağlık kayıtlarının mutlak sahibi olarak tanıtılmıştır. Hastanın izni olmadan verilerine üçüncü şahısların erişmesi cezai hükümlere bağlanmıştır (Ekin ve Ünay, 2018).

Massachusetts Institute of Technology Üniversitesinde başlatılan MedRec (Mertz, 2018) isimli çalışma ile Ethereum temelli akıllı sözleşmeler vasıtasıyla geliştirilmiş blokzincir sistemi ile hastaların EMR verilerinin hangi durum ve koşullarda, kimler tarafından erişilebileceğine dair izinlerin verilmesi üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Ayrıca MediLedger, SimplyVitalHealth, Robomed Network, Healthureum, Gem, DokChain, MediBloc, BlockMedx, Patientory, MedicalChain gibi blokzincir temelli sağlık sistemleri kullanılmaktadır. Tablo 2’de yukarıda belirtilen sistemlerin detaylı bilgileri paylaşılmıştır.

**Tablo 2.** Blokzincir temelli sağlık bilgi sistemleri (Kombe ve ark., 2018).

<b>Blokzincir Sistemi</b>	<b>Blokzincir Tipi</b>	<b>Blokzincir Platformu</b>	<b>Akıllı Sözleşme Uygulaması</b>	<b>Token Kullanımı</b>	<b>Uygulama</b>
MedRec	Genel	Ethereum	Evet	Hayır	Sağlık verisi yönetimi
MediLedger	Konsorsiyum/Özel	Kısmi Ethereum	Evet	Hayır	Farmasötik Tedarik Zinciri
SimplyVital Health	Konsorsiyum	Health Nexus	Evet	Evet	Elektronik Sağlık Kayıtları
Robomed Network	Genel	Ethereum	Evet	Evet	Elektronik Sağlık Kayıtları
Healthereum	Genel	Ethereum	Evet	Evet	Sağlık Yönetimi
Gem	Hepsi	Hepsi	Hayır	Hayır	Hasta Verisi
DokChain	Konsorsiyum	Hyperledger Sawtooth	Evet	Evet	Finansal ve Hastane Verileri
MediBloc	Genel	QTum	Evet	Evet	Sağlık Veri Platformu
BlockMedx	Genel	Ethereum	Evet	Evet	Doktor Reçeteleri
Patientory	Genel	Ethereum	Evet	Evet	Elektronik Sağlık Verileri
MedicalChain	Konsorsiyum	Hyperledger Fabric, Ethereum (Token için)	Evet	Evet	Elektronik Sağlık Verileri

Türkiye’de ise e-Nabız sistemi ile kişisel sağlık bilgilerinin yönetilebileceği, güvenilir bir kişisel sağlık kaydı sistemi bulunmaktadır (TC Sağlık Bakanlığı, 2019). Ancak e-Devlet Kapısı uygulamasında olduğu gibi e-Nabız uygulaması da merkeziyetçi bir anlayışlar veriler saklanmaktadır. e-Nabız sisteminin blokzincirine çekilmesi üzerinde çalışılabilir. Ayrıca ülkemizde hatırı sayılır fazlalıkla özel hastaneler bulunmaktadır. Özel hastanelerin kendi sistemlerini blokzinciri temelli bir hale getirmeleri daha önce belirtilen sebeplerden ötürü büyük bir öneme sahiptir. Son olarak literatür incelendiğinde, Türkiye’de bu alanda akademik araştırmaların yapıldığı ve çalışmaların devam edildiği görülmektedir.

### 3.12. Enerji Yönetimi

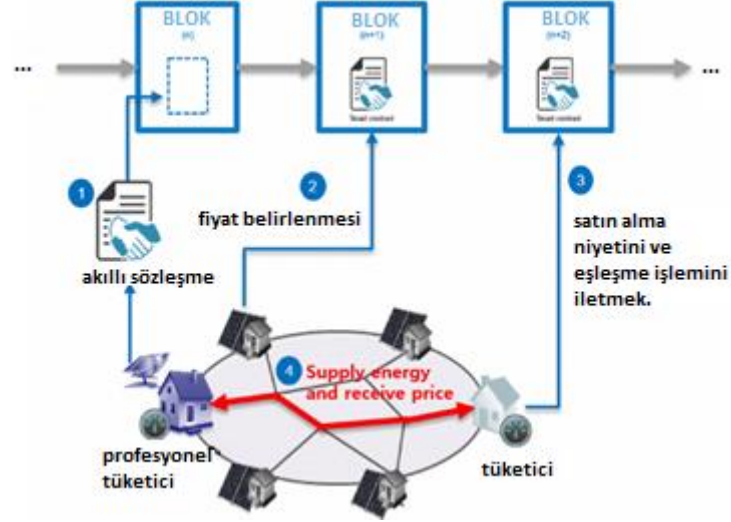
Blokzincir temelli akıllı kontratlar yardımıyla oluşturulan sistemler, enerjinin yönetimini çok daha şeffaf, verimli ve etkili bir şekilde sağlanabilmektedir (Chen ve ark., 2019). Konutların çatılarına kurulan güneş panellerinden üretilen elektrik enerjisinin kullanımından, rüzgâr panelleri,

jeneratörler ve çok daha büyük alanlarda enerji teminini sağlayan santrallere varıncaya kadar birçok alanda blokzincir sistemleri kullanılarak olumlu sonuçlar elde etmek mümkündür (Plaza ve ark., 2018). Hangi santralde ne kadar elektrik üretildiği, bunun ihtiyaç duyulan yerlere en hızlı ve verimli şekilde nasıl iletileceği de dâhil olmak üzere enerji dağıtımını sistematik bir şekilde izlenebilir ve dağıtım süreci kayıt altına alınabilir.

Elektrik enerjisi, üretildiği yerden uzak alanlara transfer edilmek istendiğinde kayıpların yaşandığı bir enerjidir. Bu sebeple İstanbul'da üretilen bir elektrik Ankara'ya gönderilmez. Üretilen enerjinin aynı bölgede kullanılmasının garanti altına alındığı durumlarda dahi enerji kayıplarıyla karşılaşılabilir. Bu sebeple bir bölgede, kayıp miktarı da eklenerek, kullanılması beklenen enerji miktarı hesaplanır ve fazlasının üretimine müsaade edilmez. Sistemler aşırı yüklenme durumunda kullanılamaz hale gelir ve kullanılmayan enerji de depolanamayacağı için üreticilerin sisteme göndermeleri gereken enerji miktarı çok önemlidir. Bu hesaplamaların ve takibin yapıldığı merkeziyetçi sistemler bulunmaktadır. Kullanılan sistemlerin merkeziyetçi bir yapıya sahip olunması sebebiyle sistemler saldırıların doğal bir hedefi haline gelmektedir.

Enerji santrallerine yapılan siber saldırılar yıkıcı sonuçlar doğurmaktadır. 2000 ve 2001 yıllarında California'da, 2015 yılında Ukrayna'da (Esfahani ve Mohammed, 2018) ve 2015 yılında ülkemizin de tecrübe ettiği bu tarz saldırılar hayatın akışını durdurmakta ve milyonlarca dolarlık zararlara neden olmaktadır. Bu sebeple elektrik dağıtım merkezlerinde siber güvenliğin yüksek olması gerekmektedir. Blokzincir teknolojisi sahip olduğu mimari sayesinde siber saldırı sorununa karşı doğal bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır.

Literatür incelendiğinde yapılan birçok akademik çalışmanın yanı sıra Avustralya, Almanya ve Amerika Brooklyn'de enerji dağıtım işlemlerinin blokzincir temelli sistemlerle yapılması üzerine projelerle karşılaşmıştır. Avustralya'da karşımıza çıkan PowerLedger projesi ile müşteriler istediği üreticiden elektrik temini yapmakta ve kullandıkları kadar enerji için bedel ödemektedirler. Brooklyn'de yapılan Brooklyn Microgrid adlı çalışma ile elektrik üretimi yapabilen komşular arasında herhangi bir elektrik üreticisi sözleşmeye dahil edilmeksizin enerji transferi yapıp, akıllı sözleşmede belirlenen hükümler doğrultusunda ücretlendirme yapılmaktadır. Almanya'da ise RWE isimli enerji firması Slock.it isimli teknoloji firmasıyla birlikte geliştirdikleri BlockCharge isimli sistemle, batarya şarj işlemlerini takip eden ve kolayca ödeme işlemlerinin sağlayan bir projedir (Kim ve ark., 2018). Şekil 12'de blokzincir temelli örnek bir enerji dağıtım önerisi paylaşılmıştır.



Şekil 12. Enerji dağıtım süreci (Kang ve ark., 2018)

Türkiye’de blokszinciri sistemlerinden faydalanarak geliştirilmiş bir enerji yönetim sistemi bulunmamaktadır. Ayrıca ülkemizde EPDK, T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu marifetiyle enerjinin yeterli, kaliteli, sürekli, ekonomik ve çevreyle uyumlu bir şekilde tüketiciye sunulması için düzenleme ve denetleme yapan bir kurum bulunmaktadır (EPDK, 2019). Literatürde EPDK’nın blokszincir temelli enerji yönetim sistemlerine geçeceğiyle ilgili bir bilgi ile karşılaşılmamıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin sağlandığı donanımların ekonomikleşmesi ve kırsalda kullanımının artması durumunda, blokszincir temelli sistemlerin kullanılmasının teşvik edilmesi faydalı olacaktır. Şahısların kendi marifetleriyle kurmuş oldukları yenilenebilir enerji üretim tesislerinde ürettikleri elektriği kendi ihtiyaçlarında kullanmaları ve fazla enerjilerini komşularına satma fikri çok cazip bir gelişmedir. Altyapı sağlanamayan yahut var olan eskimiş altyapıyı yenilemekte gecikmeler yaşanan bölgelerde Brooklyn’de yapılan örnekte olduğu gibi bir çalışma yapmak kısa sürede olumlu sonuçlar elde edilmesini sağlayabilir.

### 3.13. Fikri Mülkiyet ve Telif Hakkı Uygulamaları

Günümüzde karşılaşılan problemlerden birisi de fikri mülkiyet ve telif hakkı sorunlarıdır. Özellikle fotoğraf, müzik, film, video, edebi eserler, resim ve konusu bağımsız üzerinde çalışılan tüm projelerin fikri mülkiyet ve telif hakkı noktasında karşılaştıkları sorunlar bulunmaktadır. İnternet platformlarında çokça paylaşılan başkalarına ait dijital ürünlerin aidiyetleri ile ilgili karmaşıklıkların çözümünde günümüzde patent ve telif hakkı gibi sertifikasyonlar kullanılmaktadır. Ancak bu çözümler statik olup telif hakkı ödenmeden kullanılmış eserlerin ses getiren bir başarı elde etmesi durumunda tespiti yapılabilmekte ve yasal süreçler başlatılmaktadır.

Blokszincir teknolojisinin fikri mülkiyet ve telif haklarının korunması noktasında dağıtık ve değiştirilemez defter yapısı ve tüm katılımcıları tarafından şeffaf bir şekilde incelenebilmesi sayesinde kişilere ait olan tüm resim, müzik, edebi eserler, film ve senaryoları gibi telif hakkı kapsamına girebilecek her alanda çözüm sunmaktadır.

Resim ve fotoğraf gibi görsellerin haklarının korunması üzerine blokszincir temelli yapılan çalışmalar bulunmaktadır (Dong, 2018). Binded ve Vaultitude gibi çalışmalar blokszincir temelli çözümler sunmaktadır. Ancak bu sistemlerin sağlamış oldukları aidiyet bilgisinin merkezi otoritelerce kabul edilmesi gerekmektedir. Örneğin, çektiği fotoğrafları bu ve benzer uygulamalar kullanarak koruma altına aldığı düşünün bir fotoğrafçının hukuki bir aksilik olduğunda ispat olarak sunacağı bu kanıtın hukuken kabul edilmesi gerekmektedir.

Ülkemizde blokszincir teknolojisinden faydalanarak fikri mülkiyet ve telif hakkı korunması üzerine geliştirilmiş kamu ya da özel bir proje ile karşılaşılmamıştır. Bu alanda yerli çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Türk Patent Enstitüsü'nün vermekte olduğu patentlerin blokszincir sisteminde kaydederek paylaşılması üzerine bir çalışma faydalı olabilir.

### **3.14. Emlak ve Tapu Uygulamaları**

Türkiye'de emlak ve tapu uygulamaları Osmanlı'dan günümüze gelen süreçte düzgün işleyen alanlardan biridir. Yüzylerce yıl öncesinin tapusu arşivlerde kayıtlı bulunup aidiyeti bellidir. Günümüzde de gayrimenkul kayıt ve devir işlemleri Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü'nce yapılmaktadır. Tapu ve Kadastro Müdürlüğü'nün sunmakta olduğu e-Randevu ve WebTapu gibi uygulamalarla işlemler sürdürülmektedir. Ayrıca emlak satışlarında yetkili tek kurum Tapu ve Kadastro Müdürlüğüdür, yani noter nezdinde yapılan anlaşmalar nihai değer taşımaz. Bu sebeple ülkemizde tapu işlemlerinin blokszinciri temelli bir sisteme geçirilmesi ancak Tapu ve Kadastro Müdürlüğü'nün gerekli görmesi durumunda yapılabilir. Ancak bu alanda yapılacak akademik çalışmalar, ilerleyen süreçte ihtiyaç duyulması durumunda yapılacak blokszinciri uyarlaması için kaynak olması sebebiyle önemlidir.

### **3.15. Dijital Kimlik**

Türkiye'de dijital kimlik çalışmaları TÜBİTAK BİLGEM Blokszincir Araştırma Laboratuvarı tarafından yürütülmektedir. Dijital kimlik kavramı ile günümüzde kullanılan nüfus cüzdanları arasında teorik olarak hiçbir fark yoktur. Blokszincir temelli geliştirilen dijital kimlikler internete bağlı herhangi bir cihaz ile kullanılabilen kriptolojik ürünlerdir. Dünyada Amerika (URL-2, 2019),

Kanada (URL-3, 2019), in (URL-4,2019) ve Hindistan (URL-5, 2019)'da yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. 2019 yılında gerçekleştirilen 2. Blokszincir alıştayında dijital kimlik çalışmalarının devam ettiği ve SSI Türkiye adı verilen dijital kimlik platformunun kurulacağının bilgisi paylaşılmıştır (URL-6, 2019).

Blokszincir temelli dijital kimlik cüzdanları sayesinde kimlik bilgilerinin gerektiği birçok alanda insanlar için kolaylıklar sağlanacaktır. Şekil 13'de dijital kimliklerin hangi ekosistemlerle etkileşim halinde olacağının bilgisi verilmiştir.

 KAMU HİZMETLERİ	 PERAKENDE (MAĞAZA ve ONLINE)
 FİNANSAL HİZMETLER	 EV ve BARINMA
 SAĞLIK	 MOBİLİTE
 EĞİTİM	 KÜLTÜR ve EĞLENCE
 İLETİŞİM	 TİCARET
 ULAŞIM ve KONAKLAMA	 SİGORTA

Şekil 13. Dijital kimlik kullanılabilir ekosistemler (Blockchain Türkiye, 2019)

### 3.16. Akıllı Şehirler

Akıllı Şehir kavramı, akıllı kamu hizmetleri, akıllı ulaşım, akıllı enerji, akıllı sağlık hizmetleri, akıllı tarım, akıllı eğitim kavramlarıyla direkt bağlantısı olan bir çalışma konusudur (Shuling, 2018). Nesnelerin interneti ve kablosuz sensor ağları konularının ilerlemesi sayesinde akıllı Şehir fikri ortaya çıkmıştır (Kushch ve Prieto-Castrillo, 2019). Tüm ekosistemleriyle etkileşim halinde olan bir Şehir fikri birçok sorunun çözümü olarak dşnlmektedir. Bulunduğumuz noktada ütopik gibi gözükse de ilerleyen süreçte akıllı Şehir uygulamaları sayesinde trafik kazalarında, kalp krizi ve benzeri ani gelişen sağlık sorunları sebebiyle yaşanan ölüm olanlarında, öngörülemeyen gıda ve su ihtiyaçları sebebiyle karşılaşılan kıtlık, nüfus planlamasının doğru yapılamaması sebebiyle karşılaşılan eğitimde yetersiz altyapı ve istihdam oluşma gibi sorunlarda ciddi bir düşüş beklenmektedir. Şekil 14'te akıllı Őehirlerin etkileşim halinde oldukları ekosistemler ile ilgili bir görsel paylaşılmıştır.



Şekil 14. Akıllı şehir bileşenleri. (Yetis ve Sahingoz, 2019)

Blokzincir teknolojisinin nesnelerin interneti konusunda kullanımının gerekliliği çalışmamızın 3.4. bölümünde paylaşılmıştır. Türkiye’de akıllı şehirler, kablosuz sensor ağları gibi konularda yapılan birçok akademik ve özel sektör çalışmaları bulunmaktadır. Ancak daha iyi bir şehir yönetimi ve planlamasının sağlanabilmesi için yükün ufak parçalara bölünüp kolayca çözülebilmesini sağlamak amacıyla ülkemizdeki tüm belediyeler nezdinde blokzincir temelli akıllı şehir uygulamalarının çalışılması gerekmektedir.

### 3.17. Akıllı Sözleşmeler ve Hukuki Uygunlukları

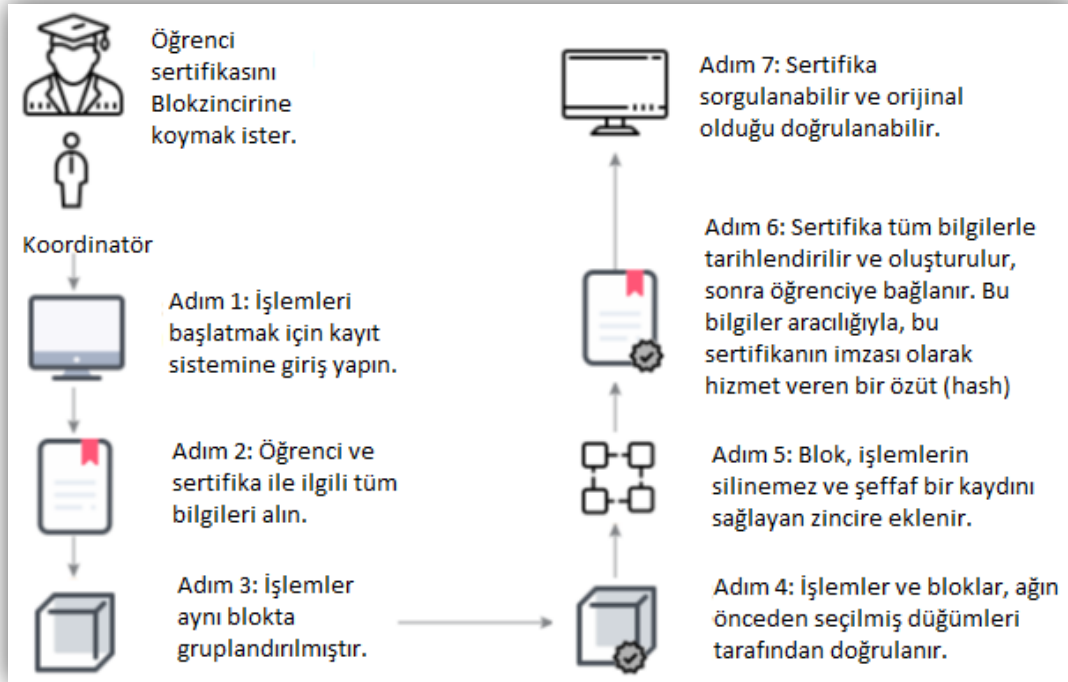
Akıllı sözleşmeler günümüzde karşılaşılan birçok soruna çözüm olmuştur. Adından da anlaşılacağı üzere “sözleşme” olan bu uygulamaların hukuksal bir karşılığı vardır. Bu noktada teknik bazı hukuksal sorunların olduğu literatürde görülmüştür. Örneğin borçlar hukuku ile ilgili yapılan çalışmada, kişilerin karşılıklı ya da tek taraflı olarak bir borç altına girebilmelerinde en önemli unsurun kişi iradesi olduğu ancak blokzincir temelli akıllı sözleşmelerde bu iradenin arka plana itildiği belirtilmiştir (Çekin, 2019). Bu ve benzer hukuki birçok uyumsuzluk, akıllı sözleşme uygulamalarının yaygınlaşmasıyla fark edilecek ve giderilmesi yönünde çalışmalar yapılacaktır. Türkiye’de bu alanda çalışan akademisyenler ve hukuk büroları bulunmaktadır. Ancak çalışmaların daha sistematik bir şekilde yapılabilmesi için çalışma konusu blokzincir teknolojisi ve hukuksal uygunlukları üzerine olan bir kurum kurulması faydalı olabilir.

### **3.18. Eğitim Alanında Uygulamaları**

Günümüzde yüz yüze eğitim ve uzaktan eğitim adı altında birçok eğitim veren kurum bulunmaktadır. Verilen sertifikaların akrediteleri değişmekle birlikte edinilen belgeler katılımcılar için önem arz etmektedir. Ayrıca dünyada göç gibi bir gerçek bulunmaktadır. İnsanlar çeşitli sebeplerle yaşadıkları topraklardan ayrılmak durumunda kalmaktadırlar. Çoğu örnekte olduğu gibi göçmen statüsüne geçen insanların yerleştikleri ülkelerde aldıkları eğitimi ispat etmeleri gerekmektedir. Daha da önemlisi, kurumlara sunulan sertifika ya da diplomaların işverenler tarafından da doğrulanabilir olması gerekmektedir. Tüm bu sebeplerden ötürü blokzincir teknolojisi sayesinde sürdürülebilir bir çözüm getirilebilmektedir. Dünyanın neresinde olunursa olunsun kişilerin diploma, transkript ve sertifikalarının saklanacağı blokzincir temelli sistemler sayesinde erişim ve doğrulama işlemleri yapılabilmektedir. Dünyada blokzinciri eğitimi vermek ve farklı alanlarda uygulamalarını hayata geçirmek amacıyla birçok üniversite ve özel sektör kurumu çalışmalarını sürdürmektedir. Eğitim ile ilgili konularda geliştirilen; EduCTX, ODEM, Blockcerts, BitDegree, Disciplina, EdChain, NTOK, Academy, EduCoin, LiveEdu, Experty, EdgeCoin ve KryptEd gibi projeler bulunmaktadır (Yıldırım, 2018).

Ülkemizde de blokzincir konusunun önemi üniversitelerce fark edilmiş ve bu alanda Gebze Teknik Üniversitesi, Kadir Has Üniversitesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Antalya Bilim Üniversitesi, İstanbul Gedik Üniversitesi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Konya Necmettin Erbakan Üniversitesi, Bahçeşehir Üniversitesi, Marmara Üniversitesi ve İstanbul Aydın Üniversitesinde blokzincir teknolojisi üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Şekil 15'de eğitimde kullanılması için önerilmiş bir blokzincir uygulaması paylaşılmıştır.





Şekil 15. Eğitimde blokzincir uygulaması (Bessa ve Martins, 2019)

#### 4. Sonuç

Çalışmamızda blokzincir teknolojisi, kapsamlı bir literatür taramasıyla araştırılmıştır. Blokzincir teknolojisinin tarihi gelişimi, teknik anlatımı, günümüzde teknolojinin sağladığı avantaj ve dezavantajlar açıklanmıştır. Blokzincir teknolojisinin literatürde karşılaşılan uygulama alanları tespit edilmiştir. Ülkemizde uygulanabilecek blokzincir çalışma alanları belirlenmiştir. Belirlenen çalışma konularında Türkiye’de hali hazırda yürütülmekte olan projeler paylaşılmıştır. Literatür taramasında çalışıldığı görülmemiş konuların Türkiye’de hangi alanlarda uygulanabileceği ile ilgili görüşlere yer verilmiştir.

Blokzincir teknolojisi Türkiye’de başında yakalanmış bir çalışma konusudur. Yapılan teorik çalışmalar incelendiğinde, dünyadaki emsalleriyle paralel yürütülen, arada çok büyük farkların olmadığı sonuçlarla karşılaşılmaktadır. Uygulama örneklerinde ise maalesef yavaş sonuçlar alındığı görülmektedir. Ayrıca çalışmamızda da belirttiğimiz üzere dijital kimlik, online veri saklama, kişisel ve toplu ulaşım ve finansal uygulamalar dışındaki alanlarda üretilmiş yerli ürünlerin çok az olduğu ve doğal olarak bu alanlarda teorik çalışmalar dışında projelendirilmiş yazılım uygulamalarının olmadığı görülmektedir.

Çalışmamızda yapılan araştırmalar sonucunda, blokszincir teknolojisinin ilerleyen süreçte Türkiye'de çokça kullanılan ve yeni uygulama alanlarının tespit edileceği bir çalışma konusu olacağını düşünmekteyiz. Blokszincir araştırma merkezlerinin sayısının arttırılması, kalifiye yazılımcıların istihdam edilmesi, üniversitelerde blokszincir üzerine verilen derslerin yaygınlaşması ve bu alanda çalışan merkezlerin finanse edilmesi durumunda daha hızlı sonuçlar alınacağını düşünmekteyiz.

## Kaynaklar

- Abbas, Q. E. ve Sung-Bong, J. (2019). A Survey of Blockchain and Its Applications. *International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication (ICAIIIC)*, Okinawa, Japan, (pp. 001-003). doi: 10.1109/ICAIIIC.2019.8669067.
- Agrawal, R., Verma, P., Sonanis, R., Goel, U., De, A., Kondaveeti, S. A. ve Shekhar, S. (2018). Continuous Security in IoT Using Blockchain. *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, Calgary, AB, (pp. 6423-6427). doi: 10.1109/ICASSP.2018.8462513.
- Al-Megren, S., Alsalamah, S., Altoaimy, L., Alsalamah, H., Soltanisehat, L., Almutairi, E. ve Pentland, A. S. (2018). Blockchain Use Cases in Digital Sectors: A Review of the Literature. *IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData)*, Halifax, NS, Canada, (pp. 1417-1424). doi: 10.1109/Cybermatics\_2018.2018.00242.
- Angeline, R., Nathan, P. ve Karan, G. (2018). An immortal database system for the decentralized internet. *3rd International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)*, Coimbatore, India, (pp. 994-998). doi: 10.1109/CESYS.2018.8723990.
- Aste, T., Tasca, P. ve Di Matteo, T. (2017). Blockchain Technologies: The Foreseeable Impact on Society and Industry. *Computer*, 50(9), 18-28. doi: 10.1109/MC.2017.3571064.
- Attia, O., Khoufi, I., Laouiti, A. ve Adjih, C. (2019). An IoT-Blockchain Architecture Based on Hyperledger Framework for Healthcare Monitoring Application. *10th IFIP International Conference on New Technologies, Mobility and Security (NTMS)*, Canary Islands, Spain, (pp. 1-5). doi: 10.1109/NTMS.2019.8763849.
- Balaskas, A. ve Franqueira, V. N. L. (2018). Analytical Tools for Blockchain: Review, Taxonomy and Open Challenges. *International Conference on Cyber Security and Protection of Digital Services (Cyber Security)*, Glasgow, (pp. 1-8). doi: 10.1109/CyberSecPODS.2018.8560672.
- Belotti, M., Bořić, N., Pujolle G. ve Secci, S. (2019). A Vademecum on Blockchain Technologies: When, Which and How. *in IEEE Communications Surveys & Tutorials*. doi: 10.1109/COMST.2019.2928178.
- Bessa, E. E. ve Martins, J. S. B. (2019). A Blockchain-based Educational Record Repository. *7th International Workshop on Advances in ICT*. DOI: 10.5281/zenodo.2567524. Web Site: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02085749/document>.
- Bhat, M. ve Vijayal, S. (2017). A Probabilistic Analysis on Crypto-Currencies Based on Blockchain. *International Conference on Next Generation Computing and Information Systems (ICNGCIS)*, Jammu, (pp. 69-74). doi: 10.1109/ICNGCIS.2017.37.
- Blockchain Türkiye (2019). Dijital Kimlik, Blockchain Türkiye Platformu Finans, Bankacılık ve Sigortacılık alışma Grubu Raporu. Web site: <https://bctr.org/rapor-blockchain-ve-dijital-kimlik-8885/>.

- Chen, S., Guo, B., Yan, H., Qin, Q., Li, B. ve Qi, B. (2019). Application and Prospect of Integrated Energy Interoperability Management System Based on Blockchain. *IEEE International Conference on Energy Internet (ICEI)*, Nanjing, China, (pp. 421-425). doi: 10.1109/ICEI.2019.00080.
- Çekin, M. S. (2019). Borçlar Hukuku ile Veri Koruma Açısından Blokchain Teknolojisi ve Akıllı Sözleşmeler: Hukuk Düzenimizde Bir Paradigma Değişimine Gerek Var Mı? *İstanbul Hukuk Mecmuası*, 77(1), 315-341.
- Deloitte (2017). Blockchain and Cybersecurity. An assessment of the security of blockchain Technology. Web site: <https://www2.deloitte.com/tr/en/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/blockchain-and-cyber.html>.
- Dinh, T., T., A., Liu, R., Zhang, M., Chen, G., Ooi, B. C. ve Wang, J. (2018). Untangling Blockchain: A Data Processing View of Blockchain Systems. *in IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 30(7), (pp. 1366-1385), doi: 10.1109/TKDE.2017.2781227.
- Dong, X. (2018). A method of image privacy protection based on blockchain technology. *International Conference on Cloud Computing, Big Data and Blockchain (ICCB)*, Fuzhou, China, (pp. 1-4). doi: 10.1109/ICCB.2018.8756447.
- Duan, H., Zheng, Y., Du, Y., Zhou, A., Wang, C. ve Au, M. H. (2019). Aggregating Crowd Wisdom via Blockchain: A Private, Correct, and Robust Realization. *IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications PerCom*, Kyoto, Japan, (pp. 1-10). doi: 10.1109/PERCOM.2019.8767412.
- Dujak, D. ve Sajter, D. (2019). Blockchain Applications in Supply Chain. *In: Kawa A., Maryniak A. (eds) SMART Supply Network. EcoProduction (Environmental Issues in Logistics and Manufacturing)*. Springer, Cham, (pp. 21-46). doi: 10.1007/978-3-319-91668-2\_2.
- Ekbote, B., Hire, V.D., Mahajan, P.G. ve Sisodia, J. (2017). Blockchain based remittances and mining using CUDA. *International Conference On Smart Technologies For Smart Nation (SmartTechCon)*, (pp. 908-911). doi:10.1109/smarttechcon.2017.8358503.
- Ekin, A. ve Ünay, D. (2018). Blockchain applications in healthcare. *26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, İzmir, (pp. 1-4). doi: 10.1109/SIU.2018.8404275.
- EPDK (2019). T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. Web site: <https://www.epdk.org.tr/>.
- Esfahani, M. M. ve Mohammed, O. A. (2018). Secure Blockchain-Based Energy Transaction Framework in Smart Power Systems. *IECON - 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, Washington, DC, (pp. 260-264). doi: 10.1109/IECON.2018.8591779.
- Fakhri, D. ve Mutijarsa, K. (2018). Secure IoT Communication using Blockchain Technology, *International Symposium on Electronics and Smart Devices (ISESD)*, Bandung, (pp. 1-6). doi: 10.1109/ISESD.2018.8605485.
- Garg, K., Saraswat, P., Bisht, S., Aggarwal, S. K., Kothuri, S. K. ve Gupta, S. (2019). A Comparative Analysis on E-Voting System Using Blockchain. *4th International Conference on Internet of Things: Smart Innovation and Usages (IoT-SIU)*, Ghaziabad, India, (pp. 1-4). doi: 10.1109/IoT-SIU.2019.8777471.
- Gatteschi, V., Lamberti, F., Demartini, C., Pranteda, C. ve Santamaría, V. (2018). Blockchain and Smart Contracts for Insurance: Is the Technology Mature Enough?. *Future Internet*. 10(2), 20. doi:10.3390/fi10020020.
- Golosova, J. ve Romanovs, A. (2018). The Advantages and Disadvantages of the Blockchain Technology. *IEEE 6th Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering (AIEEE)*, Vilnius, (pp. 1-6). doi: 10.1109/AIEEE.2018.8592253.

- Gupta, Y., Shorey, R., Kulkarni, D. ve Tew, J. (2018). The applicability of blockchain in the Internet of Things. *10th International Conference on Communication Systems & Networks (COMSNETS)*, Bengaluru, (pp. 561-564). doi: 10.1109/COMSNETS.2018.8328273.
- Hinckeldeyn, J. ve Jochen, K. (2018). (Short Paper) Developing a Smart Storage Container for a Blockchain-Based Supply Chain Application. *Crypto Valley Conference on Blockchain Technology (CVCBT)*, Zug, (pp. 97-100). doi: 10.1109/CVCBT.2018.00017.
- Hjálmarsson, F. Þ., Hreiðarsson, G. K., Hamdaqa, M. ve Hjálmtýsson, G. (2018). Blockchain-Based E-Voting System. *IEEE 11th International Conference on Cloud Computing (CLOUD)*, San Francisco, CA, (pp. 983-986). doi: 10.1109/CLOUD.2018.00151.
- Huh, S., Cho, S. Ve Kim, S. (2017). Managing IoT devices using blockchain platform. *19th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, Bongpyeong, (pp. 464-467). doi: 10.23919/ICACT.2017.7890132.
- Ito, K., Tago, K. ve Jin, Q. (2018). i-Blockchain: A Blockchain-Empowered Individual-Centric Framework for Privacy-Preserved Use of Personal Health Data. *9th International Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME)*, Hangzhou, (pp. 829-833). doi: 10.1109/ITME.2018.00186.
- Jiang, S., Liu, J., Wang, L. ve Yoo, S. (2019). Verifiable Search Meets Blockchain: A Privacy-Preserving Framework for Outsourced Encrypted Data. *IEEE International Conference on Communications (ICC)*, Shanghai, China, (pp. 1-6). doi: 10.1109/ICC.2019.8761146.
- Kang, E. S., Pee, S. J., Song, J. G. ve Jang, J. W. (2018). A Blockchain-Based Energy Trading Platform for Smart Homes in a Microgrid. *3rd International Conference on Computer and Communication Systems. (ICCCS)*, Nagoya, Japan, (pp. 472-476). doi: 10.1109/CCOMS.2018.8463317.
- Khoury, D., Kfoury, E. F., Kassem, A. ve Harb, H. (2018). Decentralized Voting Platform Based on Ethereum Blockchain. *IEEE International Multidisciplinary Conference on Engineering Technology (IMCET)*, Beirut, (pp. 1-6). doi: 10.1109/IMCET.2018.8603050.
- Kim, G., Park, J. ve Ryou, J. (2018). A Study on Utilization of Blockchain for Electricity Trading in Microgrid. *IEEE International Conference on Big Data and Smart Computing (BigComp)*, Shanghai, (pp. 743-746). doi: 10.1109/BigComp.2018.00141.
- Kolekar, S. M., More, R. P., Bachal, S. S. ve Yenikar, A. V. (2018). Review Paper on Untwist Blockchain: A Data Handling Process of Blockchain Systems. *International Conference on Information, Communication, Engineering and Technology (ICICET)*, Pune, India, (pp.1-4). doi: 10.1109/ICICET.2018.8533868.
- Kombe, C., Dida, M. ve Sam, A. (2018). A review on healthcare information systems and consensus protocols in blockchain technology. *International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration*. 5(49), 473-483. doi:10.19101/IJATEE.2018.547023.
- Kshetri, N. ve Loukoianova, E. (2019). Blockchain Adoption in Supply Chain Networks in Asia. *in IT Professional*, 21(1), 11-15. doi: 10.1109/MITP.2018.2881307.
- Kshetri, N. ve Voas, J. (2018). Blockchain-Enabled E-Voting. *in IEEE Software*, 35(4), 95-99. doi: 10.1109/MS.2018.2801546.
- Kushch, S. ve Prieto-Castrillo, F. (2019). Blockchain for Dynamic Nodes in a Smart City. *IEEE 5th World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*, Limerick, Ireland, (pp. 29-34). doi: 10.1109/WF-IoT.2019.8767336.
- Kumar, A., Prasad, A. ve Murthy, R. (2019). Application of Blockchain in Usage Based Insurance. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology, IJARIT*. 5(2), 1574-1577.

- Lee, J. H. (2018). Blockchain Technologies: Blockchain Use Cases for Consumer Electronics. *in IEEE Consumer Electronics Magazine*, 7(4), 53-54. doi: 10.1109/MCE.2018.2816278.
- Liu, Q. ve Li, K. (2018). Decentralization Transaction Method Based on Blockchain Technology, *International Conference on Intelligent Transportation, Big Data & Smart City (ICITBS)*, Xiamen, (pp. 416-419). doi: 10.1109/ICITBS.2018.00111.
- Li, Y., Liang, X., Zhu, X. ve Wu, B. (2018). A Blockchain-Based Autonomous Credit System. *IEEE 15th International Conference on e-Business Engineering (ICEBE)*, Xi'an, (pp. 178-186). doi: 10.1109/ICEBE.2018.00036.
- Lou, J., Zhang, Q., Qi, Z. ve Lei, K. (2018). A Blockchain-based key Management Scheme for Named Data Networking. *1st IEEE International Conference on Hot Information-Centric Networking (HotICN)*, Shenzhen, (pp. 141-146). doi: 10.1109/HOTICN.2018.8605993.
- Ma, Z., Huang, W., Bi, W., Gao, H. ve Wang, Z. (2018). A master-slave blockchain paradigm and application in digital rights management. *in China Communications*, 15(8),174-188. doi: 10.1109/CC.2018.8438282.
- Martinson, P. (2019). Estonia – the Digital Republic Secured by Blockchain. *Aktiaselts PricewaterhouseCoopers, PwC. Web sitesi: <https://www.pwc.com/gx/en/services/legal/tech/assets/estonia-the-digital-republic-secured-by-blockchain.pdf>*.
- Mertz, L. (2018). (Block) Chain Reaction. *IEEE Pulse. A Magazine of The IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*. Web sitesi: <https://pulse.embs.org/may-2018/blockchain-reaction-healthcare/>.
- Miraz, M. H. ve Ali, M. (2018). Applications of Blockchain Technology beyond Cryptocurrency. *Annals of Emerging Technologies in Computing (AETiC)*, 2(1), 1-6.
- Mitra, R. (2019). Complete Guide to Big Data and Blockchain. Web site: <https://blockgeeks.com/guides/big-data-and-blockchain/>.
- Mohite, A. ve Acharya, A. (2018). Blockchain for government fund tracking using Hyperledger. *International Conference on Computational Techniques, Electronics and Mechanical Systems (CTEMS)*, Belgaum, India, (pp. 231-234). doi: 10.1109/CTEMS.2018.8769200.
- Nadiya, U., Mutijarsa, K. ve Rizqi, C. Y. (2018). Block Summarization and Compression in Bitcoin Blockchain. *International Symposium on Electronics and Smart Devices (ISESD)*, Bandung, (pp. 1-4). doi: 10.1109/ISESD.2018.8605487.
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer to Peer Electronic Cash System. Web sitesi: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- Nguyen, Q. K. ve Dang, Q. V. (2018). Blockchain Technology for the Advancement of the Future. *4th International Conference on Green Technology and Sustainable Development*. (pp. 483-486). doi: 10.1109/GTSD.2018.8595577.
- Nishith Desai Associates (2016). Beyond Bitcoin: Exploring the Blockchain | Industry Applications and Legal Perspectives. Nishith Desai Associates. Web sitesi: [http://www.nishithdesai.com/fileadmin/user\\_upload/pdfs/Research%20Papers/Bitcoins.pdf](http://www.nishithdesai.com/fileadmin/user_upload/pdfs/Research%20Papers/Bitcoins.pdf).
- Özyılmaz, K. R. ve Yurdakul, A. (2017). Work-in-progress: integrating low-power IoT devices to a blockchain-based infrastructure. *International Conference on Embedded Software (EMSOFT)*, Seoul, (pp. 1-2). doi: 10.1145/3125503.3125628.
- Papadodimas, G., Palaiokrasas, G., Litke, A. ve Varvarigou, T. (2018). Implementation of smart contracts for blockchain based IoT applications. *9th International Conference on the Network of the Future (NOF)*, Poznan, (pp. 60-67). doi: 10.1109/NOF.2018.8597718.

- Ra, G. ve Lee, I. (2019). A Study on Hybrid Blockchain-based XGS (XOR Global State) Injection Technology for Efficient Contents Modification and Deletion. *Sixth International Conference on Software Defined Systems (SDS)*, Rome, Italy, (pp. 300-305). doi: 10.1109/SDS.2019.8768696.
- Plaza, C., Gil, J., Chezelles, F. ve Strang, K. A. (2018). Distributed Solar Self-Consumption and Blockchain Solar Energy Exchanges on the Public Grid Within an Energy Community. *IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe)*, Palermo, (pp. 1-4). doi: 10.1109/EEEIC.2018.8494534.
- Raju, S., Rajesh, V. ve Deogun, J. S. (2017). The Case for a Data Bank: an Institution to Govern Healthcare and Education. *Proceedings of the 10th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance*, New Delhi AA, India, (pp. 538-539). doi: 10.1145/3047273.3047275.
- Resmi Gazete (2019). 23 Temmuz 2019 tarihli 11. Kalkınma Planı. Web sitesi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/07/20190723M1-1.htm>.
- Salah, K., Rehman, M. H. U., Nizamuddin, N. ve Al-Fuqaha, A. (2019). Blockchain for AI: Review and Open Research Challenges. *in IEEE Access*, 7, 10127-10149. doi: 10.1109/ACCESS.2018.2890507.
- Saltykov, S. A. ve Rusyaeva, E. Yu. (2018). Theory Game as Priority Area of Researches for Development of Blockchain Technology. *Eleventh International Conference Management of large-scale system development MLSD*, Moscow, (pp. 1-4). doi: 10.1109/MLSD.2018.8551854.
- SBM, (2019). Sigorta Bilgi ve Gözetim Merkezi. Web sitesi: <https://www.sbm.org.tr/tr/sayfa/sbm-hakkinda-63>.
- Shuling, L. (2018). Application of Blockchain Technology in Smart City Infrastructure. *IEEE International Conference on Smart Internet of Things (SmartIoT)*, Xi'an, (pp. 266-276). doi: 10.1109/SmartIoT.2018.00056.
- Singh, M., Singh, A. ve Kim, S. (2018). Blockchain: A game changer for securing IoT data. *IEEE 4th World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*, Singapore, (pp. 51-55). doi: 10.1109/WF-IoT.2018.8355182.
- Sosu, R. N. A., Quist-Aphetsi, K. ve Nana, L. (2019). A Decentralized Cryptographic Blockchain Approach for Health Information System. *International Conference on Computing, Computational Modelling and Applications (ICCA)*, Cape Coast, Ghana, (pp. 120-1204). doi: 10.1109/ICCA.2019.00027.
- Szabo, N. (1994). Smart contracts. Web sitesi: <http://szabo.best.vwh.net>.
- Takaoğlu, M. ve Özer, Ç. (2019). Saldırı Tespit Sistemlerine Makine Öğrenme Etkisi. *Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi*, 3(1), 11-22. doi: 10.33461/uybisbbd.558192.
- Takaoğlu, M., İşler, B. ve Küçükali, U. F. (2019). Blokszinciri ve Kripto Paraların İnsanlığa Etkileri. *e-Yeni Medya Dergisi / Yeni Medya Elektronik Dergi – eJNM*, 3(2), 71-83.
- Tanrıverdi, M., Uysal, M. ve Üstündağ, M. T. (2019). Blokszincir Teknolojisi Nedir? Ne Değildir?: Alanyazın İncelemesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 12(3), 203-217.
- TC Sağlık Bakanlığı (2019). e-Nabız Kişisel Sağlık Sistemi. Web sitesi: <https://enabiz.gov.tr/Yardim/Index>.
- Tokyay, M. (2019). Merkez Bankası yerli dijital para hazırlığında: Türk kripto parası başarılı olur mu? Web sitesi: <https://tr.euronews.com/2019/07/13/merkez-bankasi-yerli-dijital-para-hazirliginda-kripto-para-enflasyon-guven-ekonomik-kriz>.
- TSB, (2019). Türkiye Sigorta Birliği. Web sitesi: <https://www.tsb.org.tr/turkiyede-sigortacilik.aspx?pageID=439>.
- Uchibeke, U. U., Schneider, K. A., Kassani S. H. ve Deters, R. (2018). Blockchain Access Control Ecosystem for Big Data Security. *IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData)*, Halifax, NS, Canada, (pp. 1373-1378). doi: 10.1109/Cybermatics\_2018.2018.00236.

- URL-1: <https://qz.com/1687151/new-zealands-tax-authority-approves-crypto-wages-and-salaries/> (Erişim Tarihi: 30 Ekim 2019).
- URL-2: <https://verified.me/> (Erişim Tarihi: 1 Kasım 2019).
- URL-3: <https://www.uport.me/> (Erişim Tarihi: 1 Kasım 2019).
- URL-4: <http://www.idhub.network/en/> (Erişim Tarihi: 1 Kasım 2019).
- URL-5: <https://uidai.gov.in/> (Erişim Tarihi: 1 Kasım 2019).
- URL-6: <https://uekae.bilgem.tubitak.gov.tr/tr/haber/2-ulusal-blokzincir-calistayi-bilgembw2019-gerceklestirildi> (Erişim Tarihi: 1 Kasım 2019).
- URL-7: <https://code.yapikredi.com.tr/anasayfa> (Erişim Tarihi: 7 Aralık 2019).
- URL-8: <https://www.garantiteknoloji.com.tr/> (Erişim Tarihi: 7 Aralık 2019).
- Wang, S., Wang, J., Wang, X., Qiu, T., Yuan, Y., Ouyang, L., Guo, Y. ve Wang, F.Y. (2018). Blockchain-Powered Parallel Healthcare Systems Based on the ACP Approach. *in IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 5(4), 942-950. doi: 10.1109/TCSS.2018.2865526.
- Wu, H. ve Yang, C. (2018). A Blockchain-Based Network Security Mechanism for Voting Systems, *1st International Cognitive Cities Conference (IC3)*, Okinawa, (pp. 227-230). doi: 10.1109/IC3.2018.00-15.
- Yetis R. ve Sahingoz, O. K. (2019). Blockchain Based Secure Communication for IoT Devices in Smart Cities. *7th International Istanbul Smart Grids and Cities Congress and Fair (ICSG)*, Istanbul, Turkey, (pp. 134-138). doi: 10.1109/SGCF.2019.8782285.
- Yıldırım, H. (2018). Açık ve uzaktan öğrenmede blokzincir teknolojisi kullanımı. *Açık öğretim Uygulamaları ve Araştırma Dergisi, AUAd*, 4(3), 142-15.
- Zhang, W., Huang, S., Yuan, Y., Hu, Y., Huang, S., Cao, S. ve Chopra, A. (2018). A Privacy-Preserving Voting Protocol on Blockchain. *in IEEE 11th International Conference on Cloud Computing (CLOUD)*, San Francisco, CA, USA, (pp. 401-408). doi: 10.1109/CLOUD.2018.00057.
- Zhao, S., Li, S. ve Yao, Y. (2019). Blockchain Enabled Industrial Internet of Things Technology. *in IEEE Transactions on Computational Social Systems*. (pp. 1-12). doi: 10.1109/TCSS.2019.2924054.
- Zheng, K., Liu, Y., Dai, C., Duan, Y. ve Huang, X. (2018). Model Checking PBFT Consensus Mechanism in Healthcare Blockchain Network. *9th International Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME)*, Hangzhou, (pp. 877-881). doi: 10.1109/ITME.2018.00196.





IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 1(2), 296-306 , 2019  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>



Araştırma Makalesi / Research Article





## İki Kekik Türünün (*Thymbra spicata* var. *spicata* ve *Origanum onites*) Antioksidan Aktivitelerinin Karşılaştırılması

Deniz ÇIKLA YILMAZ<sup>1\*</sup>, Osman ÖZDOĞAN<sup>2</sup>, Gizem BULUT<sup>3</sup>, Serap AYAZ SEYHAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Marmara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Analitik Kimya Anabilim Dalı, 34668, İstanbul, Türkiye.

<sup>2</sup> Marmara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, 34668, İstanbul, Türkiye.

<sup>3</sup> Marmara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Botanik Anabilim Dalı, 34668, İstanbul, Türkiye.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : <a href="mailto:deniz.yilmaz@marmara.edu.tr">deniz.yilmaz@marmara.edu.tr</a>	Geliş Tarihi / Received Date : 26.11.2019 Revizyon Tarihi / Revision Date : 11.12.2019 Kabul Tarihi / Accepted Date : 13.12.2019 Yayın Tarihi / Published Date : 15.12.2019
 <a href="https://orcid.org/0000-0001-6830-2011">https://orcid.org/0000-0001-6830-2011</a> , D. Çıkla Yılmaz	
 <a href="https://orcid.org/0000-0002-3877-1412">https://orcid.org/0000-0002-3877-1412</a> , O. Özdoğan	
 <a href="https://orcid.org/0000-0003-3996-0116">https://orcid.org/0000-0003-3996-0116</a> , G. Bulut	
 <a href="https://orcid.org/0000-0001-5908-2766">https://orcid.org/0000-0001-5908-2766</a> , S. Ayaz Seyhan	
<b>Alıntı / Cite :</b> Yılmaz Çıkla, D., Özdoğan, O., Bulut, G., Seyhan Ayaz, S. (2019). İki Kekik Türünün ( <i>Thymbra spicata</i> var. <i>spicata</i> ve <i>Origanum onites</i> ) Antioksidan Aktivitelerinin Karşılaştırılması, <i>Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi</i> , 1(2), 296-306.	

### Özet

*Thymbra spicata* var. *spicata* (zahter) ve *Origanum onites* (kekik) Türkiye’de baharat ve halk ilacı olarak sıklıkla kullanılan Lamiaceae familyasına ait bitkilerdir. Bu çalışmada, klasik çözücü ekstraksiyonu (KÇE) ve ultrason destekli ekstraksiyon (UDE) yöntemiyle bitkilerin toprak üstü kısımları ekstrakte edildi. % 70 etanol ile hazırlanan ekstrelerin toplam fenolik madde miktarı (TFM) ve antioksidan aktiviteleri belirlendi. TFM ve antioksidan aktivite açısından yapılan kıyaslamada UDE yöntemiyle elde edilen sonuçların KÇE’ye göre ve kekik türünün zahtere göre daha yüksek değerlerde olduğu belirlenmiştir. 1 g kuru bitki için hesaplanan UDE sonuçları; zahter: TFM = 48,60 ± 2,80 mg gallik asit eşdeğer (GAE), FRAP değeri = 91,65 ± 4,77 mg troluks eşdeğer (TE), DPPH değeri = 90,02 ± 5,63 mg TE, kekik: TFM = 60,60 ± 4,16 mg GAE, FRAP değeri = 160,35 ± 2,92 mg TE, DPPH değeri = 166,74 ± 2,38 mg TE. KÇE sonuçları; zahter: TFM = 31,02 ± 3,75 mg GAE, FRAP değeri = 62,13 ± 4,04 mg TE, DPPH değeri = 68,08 ± 4,27 mg TE; kekik: TFM = 49,20 ± 5,92 mg GAE, FRAP değeri = 109,67 ± 3,26 mg TE, DPPH değeri = 133,14 ± 2,75 mg TE.

**Anahtar Kelimeler:** *Thymbra spicata*, *Origanum onites*, Kekik, Antioksidan aktivite, DPPH.



## Comparison of Antioxidant Activities of Two Thyme Species (*Thymbra spicata* var. *spicata* and *Origanum onites*)

### Abstract

Belonging to Lamiaceae family *Thymbra spicata* var. *spicata* (zahter) and *Origanum onites* (thyme) are plants commonly used as spice and traditional medicine in Turkey. In this study, solvent extraction (SE) and ultrasound assisted extraction (UAE) techniques were used for the extraction of aerial parts of the plants. Ethanol (70 %) extracts of the plants were analyzed for determination of total phenolic contents and the antioxidant activities. The results showed that extracts obtained by ultrasound assisted extraction has higher total phenolics content (TPC) and antioxidant activity. By comparison thyme has higher TPC and antioxidant activity than zahter. Results for 1g dry plant weight are; UAE for zahter: TPC =  $48.60 \pm 2.80$  mg gallic acid equivalances (GAE), FRAP value =  $91.65 \pm 4.77$  mg as trolox equivalances (TE), DPPH value =  $90.02 \pm 5,63$  mg TE; for thyme: TPC =  $60.60 \pm 4.16$  mg GAE, FRAP value =  $160.35 \pm 2.92$  mg TE, DPPH value =  $166.74 \pm 2,38$  mg TE. SE for zahter: TPC =  $31.02 \pm 3.75$  mg GAE, FRAP value =  $62.13 \pm 4.04$  mg TE, DPPH value =  $68.08 \pm 4.27$  mg TE; for thyme: TPC =  $49.20 \pm 5.92$  mg GAE, FRAP value =  $109.67 \pm 3.26$  mg TE, DPPH value =  $133.14 \pm 2.75$  mg TE.

**Keywords:** *Thymbra spicata*, *Origanum onites*, Thyme, Antioxidant activity, DPPH.

### 1. Giriş

Bitkiler hayatta kalma, korunma, savunma ve nesillerini sürdürme gibi çevresel koşullara uyum çalışmaları sırasında ikincil metabolitleri üretirler (Erkoyuncu & Yorgancılar, 2015). Polifenoller, en az bir aromatik halka ve bu halkada hidroksil grupları içeren bileşiklerdir ve bitkilerde ikincil metabolizma ürünleri olarak oluşurlar (Robards, 2003). Ayrıca yüksek oranda meyve ve sebzelerde bulunurlar ve sağlık üzerinde olumlu etkiye sahiptirler (Meral ve ark., 2012). Son yıllarda tıbbi ve aromatik bitkilerin biyolojik aktiviteleri ve *in vivo* ve *in vitro* ortamda antioksidan aktiviteleri üzerine bir çok araştırma yapılmıştır (Majidinia ve ark., 2019). Epidemiyolojik verilere göre, oksidatif stresle ilişkili olan kanser, nörodejeneratif ve kardiyovasküler hastalıklardan korunmada polifenoller açısından zengin beslenme şekli önerilmektedir (Roleira ve ark., 2015).

Yurdumuzda kekik olarak bilinen bitkilerin hem besin hem de sağlık alanında birçok kullanımı bulunmaktadır. Lamiaceae familyasına ait *Coridothymus*, *Micromeria*, *Origanum*, *Satureja*, *Thymbra*, *Thymus* ve *Ziziphora* cinslerine ait birçok türe kekik denmektedir (Tuzlacı, 2011b). Bu cinslere ait olan türler halk ilacı olarak, başlıca sindirim sistemi rahatsızlıklarının giderilmesinde kullanılmakta olup (Tuzlacı, 2016) yine bu türler bitki çayı ve koku-lezzet verici olarak da kullanılmaktadır (Tuzlacı, 2011a). Bu türlerin ortak özellikleri uçucu yağlarının ana bileşenlerinin genellikle timol ve/veya karvakrol olmasıdır (Sarıkaya, 2019) (Bahtiyarca Bağdat, 2006). Literatürde *Thymbra spicata* L. var. *spicata* türünün biyolojik aktiviteleri antifungal (Yılar ve Bayan, 2018), antimikrobiyal (Ertürk ve ark., 2017), antibakteriyal (Çınar ve ark., 2018),

antioksidan ve sitotoksik aktivite (Erurygur ve ark., 2017) olarak belirtilmiştir.

Günümüzde bitkisel kaynaklardan fenolik madde ekstraksiyonunda klasik çözücü ekstraksiyonuna alternatif olarak hızlandırılmış ekstraksiyon, mikrodalga destekli, ultrason destekli ve süperkritik akışkan gibi yeni geliştirilmiş ekstraksiyon yöntemleri kullanılmaktadır. Ekstraksiyon verimini arttıran ve süresini kısaltan, daha az miktarda çözücü kullanılması sonucunda çevreye daha az zarar veren yeni yöntemler, klasik çözücü ekstraksiyonuna göre oldukça etkili yöntemlerdir (Atak ve Uslu, 2018) (Alifakı ve ark., 2018).

Bu çalışmada, ülkemizde yaygın olarak yetişen ve son yıllarda dünya üzerinde ticari önemi artan kekik bitkisinin iki farklı türüne klasik çözücü ekstraksiyon ve ultrason destekli ekstraksiyon yöntemlerinin uygulanması ve elde edilen ekstraktların toplam fenolik madde miktarı ile antioksidan aktivitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## **2. Materyal ve Metot**

### **2.1. Kimyasal Maddeler ve Cihazlar**

2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH), trolöks [(±)-6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit], 2,4,6-tris(2-ridil)-s-triazin (TPTZ), Folin Ciocalteu reaktifi (FCR), FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O, NaCH<sub>3</sub>COO.3H<sub>2</sub>O, Gallik asit (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Steinheim, Almanya), CH<sub>3</sub>COOH, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, HCl (Merck KGaA Darmstadt, Almanya) firmalarından satın alınmıştır. UV-VIS spektrofotometre (Shimadzu UV 1601), ultrasonik banyo (Bandelin Sonorex) ve çalkalamalı inkübatör (Biosan ES-20) kullanılmıştır.

### **2.2. Bitkisel Materyal**

Zahter (*Thymbra spicata* var. *spicata*) ve Kekik (*Origanum onites* L.) bitkileri 17 Mayıs 2017 tarihinde Muğla ilinin Menteşe ilçesinden Kıran köyünden Melahat Oğuzbeyi tarafından toplanmış ve teşhisi Doç. Dr. Gizem Bulut tarafından gerçekleştirilmiştir. Bitkilerin örnekleri Marmara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumu'nda (MARE), Zahter (*Thymbra spicata* var. *spicata*) MARE 19312 kodu ve Kekik (*Origanum onites*) MARE 19314 kodu ile saklanmaktadır.

## 2.3. Ekstrelerin Hazırlanışı

### 2.3.1. Geleneksel Çözücü Ekstraksiyonu Yöntemi

Gölgede kurutulmuş zahter (*Thymbra spicata* var. *spicata*) ve kekik (*Origanum onites*) bitkilerinin toprak üstü kısımları öğütücü ile toz haline getirildi. Her iki bitkiden 1,000 g gram örnek tartıldı, 20 mL etanol (%70'lik, h/h, suda) ilave edildi, 40°C'de 1 saat çalkalamalı su banyosunda bekletildi. 1 saat sonunda ekstreyi çökeltiden ayırıp, çökelti üzerine tekrar 20 mL çözücü ilave edildi ve 1 saat bekletildi. Bu işlem toplamda 3 kez tekrarlandıktan sonra ekstratlar bir araya getirildi.

### 2.3.2. Ultrason Destekli Ekstraksiyon Yöntemi

Gölgede kurutulmuş zahter (*Thymbra spicata* var. *spicata*) ve kekik (*Origanum onites*) bitkilerinin toprak üstü kısımları öğütücü ile toz haline getirildi. Her iki bitkiden 1,000 g gram örnek tartıldı, 20 mL %70'lik etanol ilave edildi, 40°C'de 1 saat ultrasonik banyoda bekletildi. 1 saat sonunda ekstreyi çökeltiden ayırıp, çökelti üzerine yeni 20 mL çözücü ilave edildi ve 1 saat bekletildi. Bu işlem toplamda 3 kez tekrarlandıktan sonra ekstratlar bir araya getirildi.

Ekstraksiyon işlemleri sonrasında ekstratlar 20 dakika boyunca 2500 rpm de santrifüj edilmiştir. Üst faz ayrılarak -20 °C'de saklanmıştır.

## 2.4. Toplam fenolik madde miktarı tayini

Hazırlanan ekstratlerdeki toplam fenolik madde miktarı Folin Ciocalteu reaktifi (FCR) kullanılarak geliştirilen yöntem modifiye edilerek tayin edildi (Slinkard ve Singleton, 1977)(Alkaya ve ark, 2019). 100 µL ekstrat alınıp 100 µL FCR ve 4 mL distile su eklendi ve 5 dk., 30°C'de ve 200 rpm'de çalkalanarak inkübe edildi. Bu karışıma 800 µL % 6'lık Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisinden ilave edildi ve 30 dk, 30°C'de ve 200 rpm'de çalkalanarak inkübe edildi. Oluşan mavi renkli çözeltinin absorbansı 685-760 nm dalga boyu aralığı taranarak maksimum absorbans değeri olan 710 nm'de ölçümler gerçekleştirildi. Gallik asit standartı ile 62,5 - 1000 µM konsantrasyon aralığında ölçü eğrisi hazırlanmıştır ( $y = 0,0017x + 0,0262$ ,  $R^2 = 0,9965$ ). Sonuçlar Şekil 1'de gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak verilmiştir (mg GAE/g kuru bitki). Üç kez tekrarlanan ölçümlerin absorbanslarının ortalaması alınmıştır.

## **2.5. Toplam Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi**

### **2.5.1. Demir(III) iyonu indirgeyici antioksidan aktivite yöntemi (FRAP)**

FRAP yöntemi (Benzie ve Strain, 1996) modifiye edilerek 250 mL 300 mM CH<sub>3</sub>COONa tamponu (pH 3,6), 25 mL TPTZ çözeltisi (10 mM TPTZ'nin 100 mM HCl'deki çözeltisi) ve 25 mL 20 mM FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O'nin karıştırılması ile FRAP ayıracağı hazırlandı. 100 µL ekstreye üzerine 3 mL FRAP çözeltisi ilave edildi ve 4dk., 37°C'de ve 200 rpm'de çalkalanarak inkübe edildi. Çözeltilerin absorbanları 580-600 nm dalga boyu aralığı taranarak maksimum absorban değeri olan 596 nm'de ölçümler gerçekleştirildi. Troloks standartı ile 75 - 1000 µM konsantrasyon aralığında ölçü eğrisi hazırlanmıştır ( $y = 0,0016 x + 0,0416$ ,  $R^2 = 0,9915$ ). Sonuçlar Şekil 2'de troloks eşdeğeri olarak verilmiştir (mg TE/g kuru bitki). Üç kez tekrarlanan ölçümlerin absorbanlarının ortalaması alınmıştır.

### **2.5.2. DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikali giderme aktivitesinin tayini**

Hazırlanan ekstrelerin antioksidan aktivitesi DPPH yöntemi (Brand-Williams ve ark., 1995) modifiye edilerek belirlendi (Çıkla Yılmaz ve Ayaz Seyhan, 2017). 100 mL 100 µM DPPH çözeltisi metanolde hazırlandı. Daha sonra hazırlanan her bir ekstreten 1,5'er mL alınarak üzerine 1,5 mL 100 µM DPPH çözeltisi ilave edildi ve 15 dk., 30°C'de ve 200 rpm'de çalkalanarak inkübe edildi. Çözeltilerin absorbanları 515-528 nm dalga boyu aralığı taranarak maksimum absorban değeri olan 524 nm'de ölçümler gerçekleştirildi. Troloks standartı ile 1 - 35 µM konsantrasyon aralığında ölçü eğrisi hazırlanmıştır ( $y = -0,0119 x + 0,5828$ ,  $R^2 = 0,9989$ ). Ekstrelerin DPPH değerleri troloks grafiğinden elde edilen ölçü eğrisi yardımı ile hesaplanmıştır. Sonuçlar Şekil 3'te troloks eşdeğeri olarak verilmiştir (mg TE/g kuru bitki). Üç kez tekrarlanan ölçümlerin absorbanlarının ortalaması alınmıştır.

## **3. Bulgular**

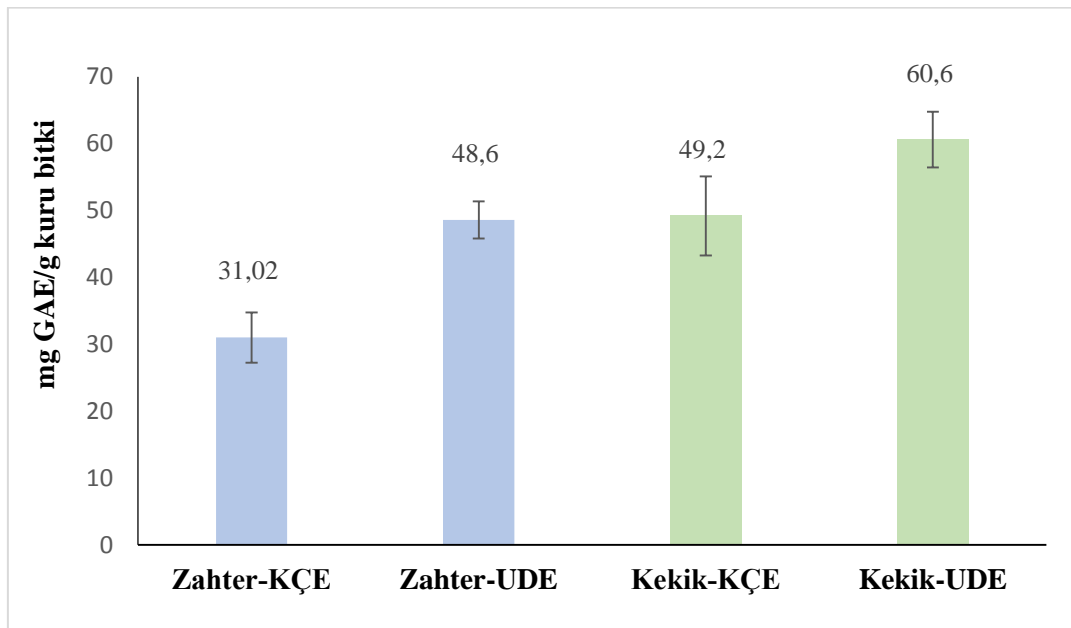
### **3.1. Ekstraksiyon koşullarının belirlenmesi**

Bitkilerden veya doğal ürünlerden polifenollerin ve fenolik bileşiklerin elde edilmesinde ekstraksiyon parametreleri (çözücü, sıcaklık, süre, örneğin partikül boyutu, çözücü/katı materyal oranı) ve ekstraksiyon yöntemi etkilidir. Polifenoller pKa değeri 8-12 arasında değişen iyonize olan bileşiklerdir ve lipit/su partiyon katsayıları  $6 \times 10^{-4}$ -1,5 arasında değişir. Bu sebepten polariteleri

hidrofobikten hidrofilik karaktere doğru değişebilir (Robards, 2003). Ekstraksiyonlarda genel olarak metanol, etanol, aseton, dietil eter, etil asetat gibi çözücüler kullanılır. Polar yapıdaki fenolik asitlerin ekstraksiyonu için alkol-su veya aseton-su karışımları kullanılır (Stalikas, 2007). Siyah üzümünden fenolik maddelerin klasik çözücü ekstraksiyonu yöntemiyle ekstraksiyon koşulları yanıt yüzey metodolojisi ile optimize edilmiş ve toplam fenolik madde miktarı açısından koşullar % 67 etanol, 40°C, çözücü oranı/katı materyal oranı (60 mL/1g) olarak rapor edilmiştir (Cacace ve Mazza, 2003). Çalışmamızda bu koşullar dikkate alınarak (40°C, 3 saat ekstraksiyon süresi ve çözücü (mL)/g katı materyal oranı 60/1) klasik çözücü ekstraksiyonu ve ultrason destekli ekstraksiyon yöntemleri uygulanarak ekstreler hazırlanmıştır.

### 3.2. Toplam fenolik madde miktarı

Zahter (*Thymbra spicata* var. *spicata*) ve kekik (*Origanum onites*) bitkilerinden hazırlanan ekstrelerinin toplam fenolik madde miktarları mg gallik asit eşdeğeri olarak Şekil 1’de verilmiştir. Ekstrelerin toplam fenolik madde miktarları kendi içerisinde kıyaslandığında *Origanum onites* türünün toplam fenolik madde miktarı açısından *Thymbra spicata* var. *spicata* türünden daha zengin olduğu ve ultrasonik destekli ekstraksiyon yönteminin klasik çözücü ekstraksiyon yönteminden daha verimli olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 1. Zahter (*Thymbra spicata* var. *spicata*) ve Kekik (*Origanum onites*) bitkisinin %70 etanol ile hazırlanan ekstrelerinin toplam fenolik madde miktarı (KÇE: Klasik çözücü ekstraksiyonu, UDE: Ultrason destekli ekstraksiyon).

### 3.3. Antioksidan Aktivite

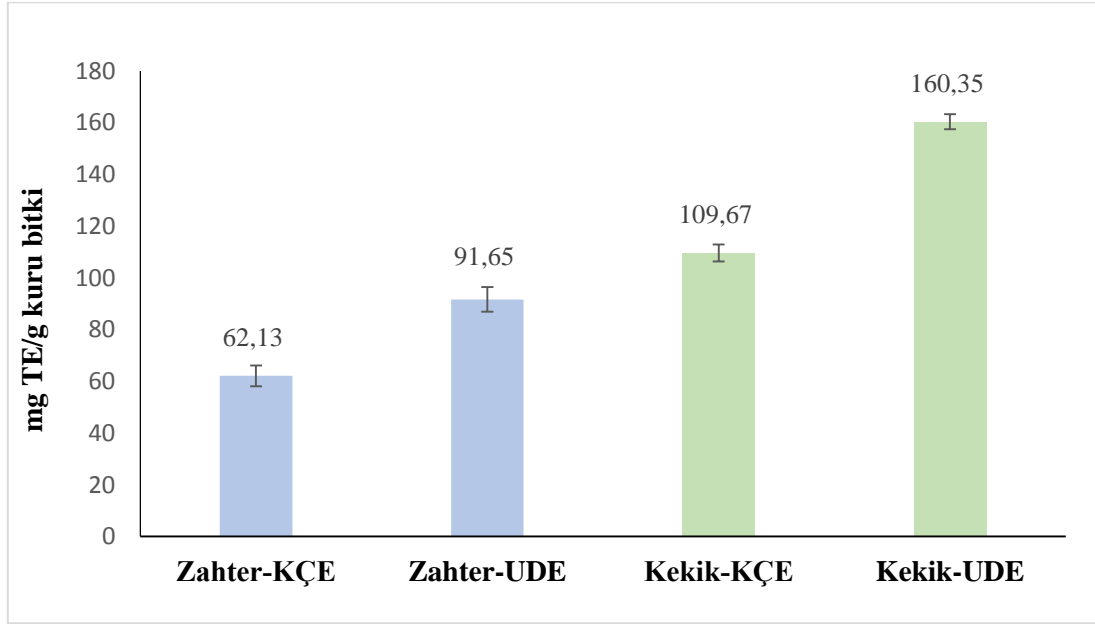
Şekil 1 incelendiğinde örneklerin fenolik bileşikler içeriğinin ve buna bağlı olarak antioksidan aktivitesinin belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon yöntemindeki farklılığının, sonuçlar üzerindeki etkisi araştırıldı. Ekstrelerin antioksidan aktivitesi FRAP ve DPPH yöntemleri ile belirlendi. Sonuçlar Şekil 2 ve Şekil 3'teki grafiklerde verilmiştir.

2019 yılında Bener tarafından yapılan çalışmada, *Thymbra spicata* var. *spicata* bitkisinin mikrodalga destekli ekstraksiyon ile yanıt yüzey metodolojisi yöntemiyle optimizasyon çalışması yapılmıştır. Toplam fenolik madde miktarı en yüksek olarak 6,73 g GAE/100 g kuru bitki (67,30 mg GAE/ g kuru bitki) ve DPPH yöntemiyle en yüksek antioksidan aktivite 0,40 mmol TE / g kuru bitki (100 mg TE / g kuru bitki) olarak belirtilmiştir (Bener, 2019).

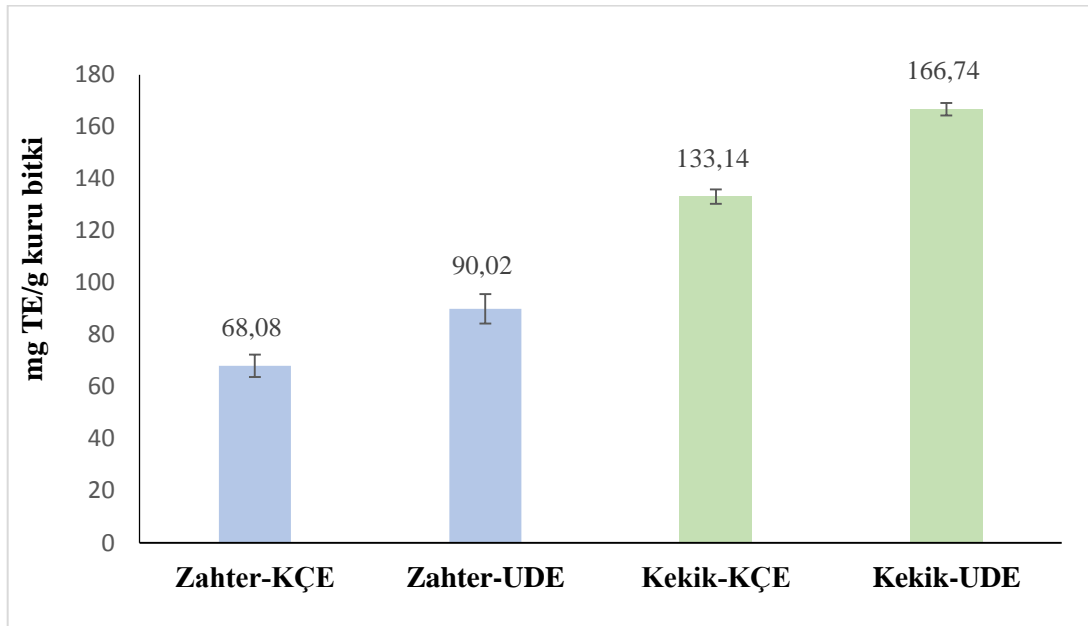
Gedikoğlu ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada *Thymbra spicata* var. *spicata* bitkisinin % 80 etanol ile mikrodalga ekstraksiyon yöntemi (çözücü/g kuru bitki oranı 2/1, 30 dk) ile hazırlanan ekstrenin toplam fenolik madde içeriği 13,13 mg GAE/ 1g kuru bitki olarak bulunmuştur (Gedikoğlu ve ark., 2019). Bu çalışmada FRAP değeri  $14,19 \pm 0,01 \mu\text{M Fe}^{2+}/\text{g}$  kuru bitki, DPPH değeri  $49,3 \pm 0,845 \text{ IC}_{50}, \mu\text{g/mL}$  olarak belirtilmiştir.

*Origanum onites* bitkisinin ultrason destekli ekstraksiyonunda çözücü olarak metanol ve su kullanılmış (çözücü/g kuru bitki oranı 10/1, 30 °C, 60 dk) ve sulu ekstrenin toplam fenolik madde miktarı metanol ekstresinden daha yüksek olarak bulunmuştur (sulu ekstre 111,41 mg GAE/g ekstrakt, metanol ekstre 86,40 mg GAE/g ekstrakt) (Mahomoodally ve ark., 2018). Bu çalışmada sulu ekstrenin FRAP değeri  $431,35 \pm 0,83 \text{ mg TE/g}$  ekstrakt, DPPH değeri  $247,93 \pm 9,94 \text{ mg TE/g}$  ekstrakt, metanol ekstresinin FRAP değeri  $289,51 \pm 9,59 \text{ mg TE/g}$  ekstrakt, DPPH değeri  $196,61 \pm 6,86 \text{ mg TE/g}$  ekstrakt olarak belirtilmiştir.

FRAP ve DPPH yöntemlerinin her ikisiyle elde edilen analiz sonuçlarına göre, ultrason destekli ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen ekstrelerin antioksidan aktivitesi, klasik çözücü ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen ekstrelerin antioksidan aktivitesinden daha yüksektir. İki kekik türü birbiriyle kıyaslandığında ise kekik (*Origanum onites*) türünün zahter (*Thymbra spicata* var. *spicata*) türünden daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Bener tarafından yapılan çalışmadaki sonuçlarla uyum içerisindedir.



**Şekil 2.** Zahter (*Thymbra spicata* var. *spicata*) ve Kekik (*Origanum onites*) bitkisinin %70 etanol ile hazırlanan ekstrelerinin FRAP yöntemiyle elde edilen antioksidan aktivite değerleri (KÇE: Klasik çözücü ekstraksiyonu, UDE: Ultrason destekli ekstraksiyon).



**Şekil 3.** Zahter (*Thymbra spicata* var. *spicata*) ve Kekik (*Origanum onites*) bitkisinin %70 etanol ile hazırlanan ekstrelerinin DPPH yöntemiyle elde edilen antioksidan aktivite değerleri (KÇE: Klasik çözücü ekstraksiyonu, UDE: Ultrason destekli ekstraksiyon).

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada iki farklı kekik türü olan zahter (*Thymbra spicata* var. *spicata*) ve kekik (*Origanum onites*) bitkilerinin toprak üstü kısımları etanol (%70'lik, h/h, suda) çözücüsüyle ile klasik çözücü ekstraksiyonu yöntemi ve ultrason destekli ekstraksiyon yöntemleri ile ekstrakte edildi. Ekstraksiyon koşulları sıcaklık 40°C, 3 saat ekstraksiyon süresi ve çözücü (mL)/g katı materyal oranı 60/1 olarak uygulanmıştır. Her iki ekstraksiyon yönteminde aynı ekstraksiyon koşullarının uygulanması iki ekstraksiyon yönteminin birbiriyle kıyaslanabilmesine olanak sağlamıştır. Gerçekleştirilen analizlerde, ultrason destekli ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen ekstraktlerin toplam fenolik madde miktarı ve FRAP ve DPPH yöntemleriyle gerçekleştirilen antioksidan aktivite değerleri, klasik çözücü ekstraksiyon yöntemine göre elde edilen değerlerden daha yüksektir. İki kekik türü karşılaştırıldığında ise *Origanum onites* türünün toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerleri *Thymbra spicata* var. *spicata* türünden daha yüksek bulunmuştur.

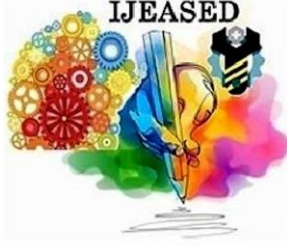
#### Kaynaklar

- Alifakı, Y. Ö., Şakıyan, Ö., İşci, A. (2018). Gilaburu (*Viburnum opulus* L.) Meyvesinden Fenolik Bileşiklerin Ultrason Destekli Ekstraksiyonu. *Gıda / The Journal of Food*, 43(5), 846–855.
- Alkaya, D. B., Seyhan, S. A., Ozturk, B. N. (2019). Influence of extraction method on antioxidant properties of *Rheum ribes* root extract. *Ovidius University Annals of Chemistry*, 30(1), 44–47.
- Atak, E., Uslu, M. E. (2018). Fenolik Bileşikler, Ekstraksiyon Metotları ve Analiz Yöntemleri. *MCBÜ Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi*, 3(27), 39–48.
- Bahtiyarca Bağdat, R. (2006). Tıbbi Ve Aromatik Bitkilerin Kullanım Alanları, Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) Ve Ülkemizde Kekik Adıyla Bilinen Türlerin Yetiştirme Teknikleri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 15(1–2), 19–28.
- Bener, M. (2019). Modeling and optimizing microwave-assisted extraction of antioxidants from *Thymbra spicata* L. and characterization of their phenolic constituents. *Food Science and Biotechnology* doi:10.1007/s10068-019-00687-5.
- Benzie, I. F. F., Strain, J. J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70–76.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30.
- Cacace, J. E., Mazza, G. (2003). Mass transfer process during extraction of phenolic compounds from milled berries. *Journal of Food Engineering*, 59, 379–389.



- Çınar, G., Yaman, N., Aydın, M. (2018). Antibacterial effects of *Thymbra spicata* L. extracts on *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Typhimurium and *Campylobacter jejuni*. *Commagene Journal of Biology*, 2(1), 21–24.
- Çıkla Yılmaz, D., Ayaz Seyhan, S. (2017). Antioxidant Potential Of *Cydonia oblonga* Leaves. *Istanbul Journal of Pharmacy*, 47(1), 9–11.
- Erkoyuncu, M. T., Yorgancılar, M. (2015). Bitki Doku Kültürü Yöntemleri İle Sekonder Metabolitlerin Üretimi. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 2(1), 66–76.
- Ertürk, Ö., Tanrikulu, G. İ., Yavuz, C., Can, Z., Çakır, H. E. (2017). Chemical Compositions, Antioxidant and Antimicrobial Activities of the Essential Oil and Extracts of Lamiaceae Family (*Ocimum basilicum* and *Thymbra spicata*) from Turkey. *International Journal of Secondary Metabolite*, 4(3), 340–348.
- Eruygur, N., Çetin, S., Ataş, M., Çevik, Ö. (2017). A study on the antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activity of *Thymbra spicata* L. var. *spicata* ethanol extract. *Cumhuriyet Medical Journal*, 39(3), 531–538.
- Gedikoğlu, A., Sökmen, M., Çivit, A. (2019). Evaluation of *Thymus vulgaris* and *Thymbra spicata* essential oils and plant extracts for chemical composition, antioxidant, and antimicrobial properties. *Food Science and Nutrition*, 7(5), 1704–1714.
- Mahomoodally, M. F., Zengin, G., Aladag, M. O., Ozparlak, H., Diuzheva, A., Jekó, J., Cziaky, Z., Aumeeruddy, M. Z. (2018). HPLC-MS/MS chemical characterization and biological properties of *Origanum onites* extracts: a recent insight. *International Journal of Environmental Health Research*, 29(6), 607–621.
- Majidinia, M., Bishayee, A., Yousefi, B. (2019). Polyphenols: Major regulators of key components of DNA damage response in cancer. *DNA Repair*, 82, 102679.
- Meral, R., Doğan, İ. S., Kanberoğlu, G. S. (2012). Fonksiyonel Gıda Bileşeni Olarak Antioksidanlar. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 45–50.
- Robards, K. (2003). Strategies for the determination of bioactive phenols in plants, fruit and vegetables. *Journal of Chromatography A*, 1000(1–2), 657–691.
- Roleira, F. M. F., Tavares-da-Silva, E. J., Varela, C. L., Costa, S. C., Silva, T., Garrido, J., Borges, F. (2015). Plant derived and dietary phenolic antioxidants: Anticancer properties. *Food Chemistry*, 183, 235–258.
- Sarıkaya, A. G. (2019). Leaf and Flower Volatile Oil Components of Two Tyme Taxa *Origanum onites* L. and *Thymbra spicata* var. *spicata* L. in Turkey. *European Journal of Science and Technology Society for Enology and Viticulture*, 17, 346–350.
- Slinkard, K., Singleton, V. L. (1977). Total Phenol Analysis: Automation and Comparison with Manual Methods. *American Society for Enology and Viticulture*, 28, 49–55.
- Stalikas, C. D. (2007). Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids. *Journal of Separation Science*, 30(18), 3268–3295.

- Tuzlacı, E. (2011a). *Türkiye'nin Yabani Besin Bitkileri ve Ot Yemekleri*. İstanbul: Alfa Yayınları.
- Tuzlacı, E. (2011b). *Türkiye Bitkileri Sözlüğü*. İstanbul: Alfa Yayınları.
- Tuzlacı, E. (2016). *Türkiye'nin Geleneksel İlaç Rehberi*. İstanbul: İstanbul Tıp Kitapevi.
- Yılar, M., Bayan, Y. (2018). Antifungal Activity of *Thymbra spicata* L. and *Rosmarinus officinalis* L. Essential Oils against *Monilinia fructigena* Honey in Whetze. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(2), 121–126.



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

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

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

#### **Hakem 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 değiştirmek, 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 izin sistemleri ve kataloglara kaydedilmesi için iletilir.

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

## 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 belirtmek istendiğinde bunlar noktalı virgl ile ayrılmalıdır (Soyadı, 2017; Soyadı ve Soyadı, 2017). Kaynaklar APA formatından esinlenerek hazırlanmıştır. Aşağıda rnek olabilecek kaynaklar verilmiştir.

#### Periyodik yayınlar:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### **Kitaplar:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### **Tez:**

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

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

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

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

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

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

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

#### **Diğer Kaynaklar:**

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



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

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

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

## 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 2019)

**ISSN: 2667-8764**
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>
**Sayı / Issue: 2**
**Cilt / Volume: 1**
**Aralık / December 2019**
**İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS**

<b>AKKURT, İ., ARABACI, H.;</b> Sürücüden Beslenen Asenkron Motorlarda Rulman Arızalarının Stator Akımı Kullanarak Tespiti / <i>Detection of Bearing Faults by Using Stator Current in Inverter-Fed Induction Motor</i> .....	<b>122-134</b>
<b>DEMİRPOLAT, A., KILIÇ, Ö.;</b> Genç (Bingöl-Merkez) İlçesi ve Çevresi Florasında Arıcılık Açısından Önemli Bitkiler / <i>Bingöl-Genç Environment in the Flora Important Plants for Beekeeping</i> .....	<b>135-141</b>
<b>TAŞKAYA, S.;</b> İnşaat Yapım İzni İçin Temel Nokta Olan İmar Çapları Üzerine Bir Araştırma / <i>A Research on Zoning Diameters which is the Basic Point for Construction Permits</i> .....	<b>142-153</b>
<b>NASERİFAR, F., ÖZER, Ö., COŞKUN İNCE, A.E.;</b> Protein Based Encapsulation of Antioxidants: Methods, Functionality of Components, and Applications / <i>Protein Temelli Antioksidan Enkapsülasyonu: Metotlar, Bileşenlerin Fonksiyonları ve Uygulamalar</i> .....	<b>154-163</b>
<b>DOĞRU, A.;</b> Bitkilerde Antioksidan Sistemler ve Tuz Stresine Verdikleri Yanıtlar / <i>Antioxidant Systems in Plants and Responses to Salt Stress</i> .....	<b>164-185</b>
<b>GÖK, A.O., YILDIZ, C., ŞEKKELİ, M.;</b> Yapay Sinir Ağları Kullanarak Kısa Dönem Güneş Enerjisi Santrali Üretim Tahmini: Kahramanmaraş Örnek Çalışması / <i>A Short Term Solar Power Plant Generation Forecast Using Artificial Neural Networks: Kahramanmaraş Case Study</i> .....	<b>186-195</b>
<b>FOROUGHİ, S., YÜKSEL, S.B.;</b> Investigation of Displacement Behavior of Reinforced Concrete Shear Walls with Different Plastic Hinge Relationships / <i>Betonarme Perde Duvarların Farklı Plastik Mafsal İlişkilerine göre Deplasman Davranışlarının Araştırılması</i> .....	<b>196-211</b>
<b>TAŞKAYA, S., ZENGİN, B., KAYMAZ, K., AŞKIN, M.;</b> AISI 51100 ve AISI 52100 Rulman Çelik Tüplerin ANSYS Paket Yazılımında Basınca Göre Gerilmelerinin İncelenmesi / <i>Investigation of Stress by Pressure ANSYS Package Software of Tubes Bearing Steel AISI 51100 and AISI 52100</i> .....	<b>212-227</b>
<b>SEVİLMİŞ, U., SEVİLMİŞ, D.;</b> Gübre Uygulamalarının Ayçiçeğinin Kuraklık Toleransına Etkisi / <i>Effect of Fertilizer Applications on Drought Tolerance of Sunflower</i> .....	<b>228-235</b>
<b>SEVİLMİŞ, U., SEVİLMİŞ, D.;</b> Soya Bitkisinde Tütün Çizgi Virüsü (Tobacco streak virus, TSV) / <i>Tobacco Streak Virus (TSV) in Soybeans</i> .....	<b>236-245</b>
<b>DURMUŞOĞLU, A., GÜNEŞ, S., KARAKAYA, E.;</b> İçerisine Delikli Şerit Eleman Yerleştirilen Borudaki Isı Transferi ve Akış Karakteristiklerinin YSA ile Tahmini / <i>ANN: Prediction of Heat Transfer and Fluid Characteristics of A Tube With Loose-Fit Perforated Twisted Tapes</i> .....	<b>246-259</b>
<b>TAKAOĞLU, M., ÖZER, Ç., PARLAK, E.;</b> Blokzinciri Teknolojisi ve Türkiye'deki Muhtemel Uygulanma Alanları / <i>Blockchain Technology and Possible Implementation Areas in Turkey</i> .....	<b>260-295</b>

**YILMAZ ÇIKLA, D., ÖZDOĞAN, O., BULUT, G., SEYHAN AYAZ, S.;** İki Kekik Türünün (Thymbra spicata var. spicata ve Origanum onites) Antioksidan Aktivitelerinin Karşılaştırılması / **296-306**  
*Comparison of Antioxidant Activities of Two Thyme Species (Thymbra spicata var. spicata and Origanum onites)*.....