



KSÜ Tarım ve Doğa Derg

KSU J. Agric Nat

e-ISSN : 2619-9149

T.C.

KAHRAMANMARAŞ

SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

# TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Journal of Agriculture and Nature

Cilt-Volume **21** Sayı-Number **3** Yıl-Year: **2018**



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

**Yazışma Adresi / Corresponding Address**  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi  
Tarım ve Doğa Dergisi,  
46100 – Kahramanmaraş/TÜRKİYE  
Tel : (+90-344) 300 2000

E-mail: [dogabilimleri@ksu.edu.tr](mailto:dogabilimleri@ksu.edu.tr)  
Web: <http://dergipark.gov.tr/ksudobil>  
<http://dogadergi.ksu.edu.tr>

Bu dergi hakemli olup yılda 6 kez yayınlanır.  
This journal is peer-reviewed and published 6 issues per year.

**Derginin Eski Adı/Previous Name of Journal**  
KSU Fen ve Mühendislik Dergisi  
KSU Journal of Science and Engineering  
KSU Doğa Bilimleri Dergisi  
KSU Journal of Natural Science  
**Derginin Eski ISSN Numarası/Previous ISSN Number**  
1301-2053





# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### Sahibi/ Owner

Prof.Dr. Niyazi CAN  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörü V.

### Editörler / Editors

Prof.Dr. Ali KAYGISIZ (Başkan/Editor in Chief)  
Zootečni Böl.  
dogabilimleri@ksu.edu.tr

Prof.Dr. İ. Ersin AKINCI  
Bahçe Bitkileri Böl.  
akinci.ie@ksu.edu.tr

Prof.Dr. Hakan DOYGUN  
Peyzaj Mimarlığı Böl.  
doygun@ksu.edu.tr

Prof.Dr. Adil AKYÜZ  
Biyosistem Müh. Böl.  
adilakyuz@ksu.edu.tr

Prof.Dr. Sakine Serap AVGIN  
Biyoloji Böl.  
ssavgin@ksu.edu.tr

Prof.Dr. İsmail AKYOL  
Tarımsal Biyoteknoloji Böl.  
ismailakyol@ksu.edu.tr

### İngilizce Editörü/English Editor

Prof.Dr. Ramazan ÇETİNTAŞ  
Bitki Koruma Böl.  
cetintas@ksu.edu.tr

### Danışmanlar Kurulu/Advisory Board Dr.

Eslam FAID-ALLAH  
Minoufiya University, EGYPT

Prof.Dr. Ahmet ALP  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv

Dr. Tugay AYASAAN  
Doğu Akdeniz TAE Müd. ADANA

Prof. Dr. Fikri BALTA  
Ordu Üniv. ORDU

Prof. Dr. İsmet BOZ  
Ondokuz Mayıs Univ. SAMSUN

Prof. Dr. Kerim Mesut ÇİMRİN  
Mustafa Kemal Üniversitesi,  
HATAY

Prof.Dr. Şebnem Şeküre  
ELLİALTIOĞLU  
Ankara Üniversitesi, ANKARA

Prof.Dr. Wayne GARDNER,  
The University of Georgia, USA

Prof.Dr. Rüstü HATİPOĞLU  
Çukurova Üniversitesi ADANA

Prof.Dr Stanislaw HURUK  
Jan Kochanowski Univ. POLAND

Prof. Dr. Ahmet ILCİM  
Mustafa Kemal Üniversitesi,  
HATAY

Prof.Dr. Khalid Mahmood  
KHAWAR  
Ankara Üniversitesi, ANKARA

Prof. Dr. Halil KIRNAK,  
Erciyes Univ. KAYSERİ

Prof.Dr. Yeşim Yalçın MENDİ,  
Çukurova Üniversitesi, ADANA

Prof.Dr İdris OĞURLU  
İstanbul Ticaret Üniv. İSTANBUL

Prof.Dr Vytautas TAMUTIS  
Uniwersytet Aleksandra  
LITVANIA

Doç.Dr. Gülgün TİRYAKİ  
ÇOMÜ ÇANAKKALE

Prof.Dr. Jose Cola ZANUNCIO  
Federal univ. of Vicosa BRAZIL



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### İÇİNDEKİLER

#### *ARAŞTIRMA MAKALESİ - RESEARCH ARTICLE*

- In vitro* Koşullarda *Ceratophyllum demersum* L.'un Krom (III) Akümülyasyonunun Araştırılması 277-285  
Muhammet DOĞAN, Mehmet KARATAŞ, Muhammad AASIM
- Fetuin O-glikanlarının, Bioaktif N-Glikanların Yeni Endo-B-N-asetilglukozaminidaz Tarafından İzole Edilmesindeki Katkısının Belirlenmesi Muhammet DOĞAN, Mehmet Sercan KARAV 286-291
- In vitro* Şartlar Altında 'Bursa Siyahı' (*Ficus carica* L.) İncir Çeşidinin Morfolojisi Üzerine Tuzun Etkisi 292-296  
Yelda EMEK
- Bir Doğu Kaymı Meşçeresinde Farklı Sosyal Sınıftaki Ağaçlarda Günlük Ekofizyolojik Tepkiler 297-303  
Ali Kemal ÖZBAYRAM, Şemsettin KULAÇ
- Ayrık Elemanlar Metodunun Tarım Makineleri Tasarımında Kullanımı Üzerine Bir Araştırma 304-311  
Mustafa ÜÇGÜL, Chris SAUNDERS, Ali AYBEK
- Kahramanmaraş Bölgesi İçin Seralarda Örtü Malzemesi ve Isı Tasarruf Önlemlerinin Isıtma Yüküne Etkisinin Uzman Sistem ile Belirlenmesi 312-322  
Ali ÇAYLI, Yusuf TEMİZKAN
- Açık Kaynaklı Donanım ile Bulut Tabanlı ve Düşük Maliyetli Bir Çevre Koşulları İzleme Sisteminin Seralarda Uygulanabilirliği 323-338  
Ali ÇAYLI, Adil AKYÜZ, A. Nafi BAYTORUN, Sait ÜSTÜN, Ali Selçuk MERCANLI
- Galata Köprüsü Olta Balıkçılığının Av Araçları, Birim Çabadaki Av Miktarları ve Sosyolojik Özellikleri Bakımından Yapısal Analizi 339-352  
Tuğrul Zahit ALIÇLI, Didem GÖKTÜRK, Tomris DENİZ
- Koçaş Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Siyah Alaca (Holştayn) Sığırlarda Bazı Süt Verimi Özellikleri ve İlişkili Genlerin Ekspresyonu 353-362  
Fatih YILDIRIM, Selçuk ÖZDEMİR, Ahmet YILDIZ
- Laktasyon Eğrileri Modellemesinde Çok Değişkenli Uyarlanabilir Regresyon Eğrileri (Mars) Yönteminin Uygulanması 363-373  
Hikmet ORHAN, Emine Çetin TEKE, Zübeyde KARCI
- Farklı Samanlarda Lignin Peroksidaz Enzimi Kullanımının Yem Değeri Üzerine Etkisi 374-384  
Abdiwali Mohamoud ABDI, Ünal KILIÇ
- Hatay İli Kırkhan –Reyhanlı Bölgesi Çayır-Mera Topraklarının Besin Elementi Durumları ve Bazı Toprak Özellikleri ile İlişkileri 385-396  
Mehmet YALÇIN, K Mesut ÇİMRİN, Yusuf TUTUŞ
- Kavar Depresyonu'nda (İran) Arazi Kullanımındaki Değişimler ile Kuraklık Arasındaki İlişkiler 397-406  
Ali Torabi HAGHIGHI, Mehmet Emin SÖNMEZ, Nasim FAZEL, Bjorn KLOVE
- Türkiye'nin Siyahi Yediveren Güllerinin Tanıtımı 407-423  
Hasan ÖZÇELİK
- Türkiye'nin Eskişehir, Sakarya ve Düzce İllerinden Topraksolucanı (Clitellata, Annelida) Kayıtları 424-427  
Mete MISIRLIOĞLU, Osman ŞEN, Veli TEMEL



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Alman Hamamböceği *Blatella germanica* (L.)'nin Erginlerinde İki Fungal İzolata Karşı Eikosanoitlerin Nodülasyon Reaksiyonları Üzerine Olan Fonksiyonu  
Hasan TUNAZ, Ali Arda IŞIKBER, Mehmet Kubilay ER 428-432
- Üç Farklı Tentyria Türünün Makroskopik ve Histolojik Testis Yapıları  
Gamze Turgay İZZETOĞLU, Mehtap GÜLMEZ 433-437
- Türkiye'nin Doğu Akdeniz ve İç Anadolu Bölgeler'inde Görülen Yarı Parazit Bitki Türlerin Konakları ve Simptomlarının Araştırılması  
Tamer ÜSTÜNER 438-446
- DERLEME MAKALE - REVIEW ARTICLE***
- Alternatif Tahıl: Eskinin Unutulmuş Yeni Bitkisi Tef (*Eragrostis tef* [Zucc.] Trotter)  
Uğur SARI, İskender TİRYAKİ 447-456
- Türkiye'de Odun Dışı Orman Ürünlerinin Yönetimi  
Kenan OK, Yusuf Ziya TENGİZ 457-471





# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### HAKEMLER/Referenes\*

- Prof.Dr. Tayyibe AÇIKGÖZ ALTUNEL, Kastamonu Üniv., Orman Fak., Orman Müh Böl., Kastamonu  
Prof.Dr. Sermin AKINCI, K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri Böl., Kahramanmaraş  
Prof.Dr. Sermin AKINCI, K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri Böl., Kahramanmaraş  
Prof.Dr. İsmail AKYOL, K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Tarımsal Biyoteknoloji Böl., K.Maraş  
Prof.Dr. Mahmut Murat ASLAN, K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., K.Maraş  
Dr. Öğr.Üye. Ali İhsan ATALAY, Iğdır Üniv., Ziraat Fak., Zootečni Böl., Iğdır  
Prof. Dr. Atılğan ATILGAN, SDÜ Ziraat Fak., Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl., Isparta  
Prof.Dr. İsmet BALIK, Ordu Üniv., Fatsa Deniz Bilimleri Fak., Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Böl., Ordu  
Prof.Dr. Erol BAYHAN, Dicle Üniv., Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., Diyarbakır  
Prof.Dr. Ladine ÇELİK BAYKAL, Çukurova Üniv., Ziraat Fak., Zootečni Böl. Adana  
Dr.Öğr.Üye. Sedat BOYACI, Ahi Evran Üniv., Ziraat Fak., Biyosistem Müh. Böl., Kırşehir  
Dr.Öğr.Üye. Gökhan BÜYÜK, Adıyaman Üniv., Kahta MYO, Adıyaman  
Prof.Dr. Ramazan ÇETİNTAŞ, K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., K.Maraş  
Prof.Dr. Fisun ÇELİKEL, 19 Mayıs Üniv., Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri Böl., Samsun  
Prof. Dr. Yüksel COŞKUN, Dicle Üniv., Fen Fak., Biyoloji Böl., Diyarbakır  
Prof.Dr.Csaba CSUZDÍ, Eszterházy Károly Egyetem, Department of Zoology, Hungary  
Doç. Dr. Özden ÇOBANOĞLU, Uludağ Üniv., Veteriner Fak., Genetik ABD., Bursa  
Doç.Dr. Cenk DÖNMEZ, Çukurova Üniv., Ziraat Fak., Peyzaj Mimarlığı Böl., Adana  
Prof.Dr. Erdal DUMAN, Fırat Üniv., Su Ürünleri Fak., Su Ürünleri Avl. ve İşleme Teknolojisi Böl., Elazığ  
Dr.Öğr.Üye. Ömer EKER, Orman Fak., Orman Müh. Böl., Kahramanmaraş  
Prof.Dr. Mehmet Sait EKİNCİ, K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Zootečni Böl., Kahramanmaraş  
Prof.Dr. Osman EREKUL, Adnan menderes Üniv., Ziraat Fak., Tarla Bitkileri Böl., Aydın  
Prof.Dr. Fedai ERLER, Akdeniz Üniv., Ziraat Fak., Bitki Kortuma Böl. ANTALYA  
Prof.Dr. Ecevit EYDURAN, Iğdır Üniv., Ziraat Fak., Zootečni Böl., Iğdır  
Doç.Dr. Yakut GEVREKÇİ, Ege Üniv. Ziraat Fak., Zootečni Böl., İzmir  
Prof.Dr. Recep GÜNDOĞAN, Harran Üniv. Ziraat Fak., Toprak Bil. Bit. Bes. Böl., Şanlıurfa  
Dr.Öğr.Üye. Zekai GÜMÜŞ, MKÜ, Ziraat Fak., Biyosistem Müh. Böl., Hatay  
Prof. Dr. Eser Kemal GÜRCAN, Namık Kemal Üniv., Ziraat Fak., Zootečni Böl., Tekirdağ  
Prof.Dr. Serra Hepaksoy, ge Üniv. Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri Böl., İzmir  
Prof.Dr. Mürüvvet ILGIN, K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri Böl., K.Maraş  
Prof.Dr. M Rüştü KARAMAN, Afyon Kocatepe Üniv. Sultandağı MYO, Tıbbi Aromatik Bit. Böl., Afyon  
Prof.Dr. Soner KAZAZ, Ankara Üniv., Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri Böl., Ankara  
Doç.Dr. İlker KILIÇ, Uludağ Üniv., Ziraat Fak., Biyosistem Müh. Böl., Bursa  
Doç.Dr. Ferit KOCAÇINAR, K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Orman Fak., Orman Müh. Böl., K.Maraş  
Doç.Dr. Mehmet KORKMAZ, SDÜ., Orman Fak., Orman Müh. Böl., Isparta  
Dr. Öğr.Üye. Mustafa KORKMAZ, Erzincan Üniv., Fen Edebiyat Fak., Biyoloji Böl., Erzincan  
Prof.Dr. Ayzin KUDEN, Çukurova Üniv., Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri Böl., Kahramanmaraş  
Doç.Dr. Levent MERCAN, Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak., Tarımsal Biyoteknoloji Böl., Samsun  
Doç.Dr Hakan OĞUZ, K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Orman Fak., Orman Müh. Böl., K.Maraş  
Doç. Dr. İlknur SOLMAZ, Çukurova Üniv., Bahçe Bitkileri Böl., Adana  
Prof.Dr. Tímea SZEDERJESI, Tímea Szederjesi, Hungarian Natural History Museum, Department of Zoology, H-1088 Budapest, Hungary

\* Soyada göre sıralanmıştır.



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGISİ

### HAKEMLER/Referenes†

Prof.Dr. Ebru ŞENEL,  
Prof. Dr. Can Burak ŞİŞMAN,  
Dr.Öğr.Üye. Nuran TAPKI, MKU.,  
Dr. Öğr. Üye. Anıl AKIN TANRIÖVER,  
Prof.Dr. Doğanay TOLUNAY,  
Prof.Dr. Mehmet TOPAL,  
Prof.Dr.Hasan TUNAZ,  
Prof.Dr. Metin TURAN,  
Prof.Dr. Mustafa Fehmi TÜRKER,  
Doç.Dr. Şule TURHAN,  
Prof.Dr. Nihat TURSUN,  
Prof.Dr. Sibel UYGUR,  
Prof. Dr. Hüsnü ÜNLÜ.  
Doç.Dr. Mustafa YILDIRIM,  
Prof.Dr. Mustafa YILMAZ,

Ankara Üniv., Ziraat Fak., Süt Teknolojisi Böl., Ankara  
NKU Ziraat Fak., Biyosistem Müh., Böl., Tekirdağ  
Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl., Hatay  
Bursa Teknik Üniv., Mim. ve Tas. Fak., Şehir ve Bölge Plan. Böl., Bursa  
İstanbul Üniv., Orman Fak., Orman Müh. Böl., İstanbul  
Kastamonu Üniv., Tıp Fak., Temel Tıp Bilimleri Böl., Kastamonu  
K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., K.Maraş  
Yeditepe Üniv., Mühendislik fak., Genetik ve Biyomühendisliği Böl., İstanbul  
KTÜ, Orman Fak., Orman Müh. Böl., Trabzon  
Uludağ Üniv., Ziraat Fak., Tarım Ekonomisi, Bursa  
İnönü Üni., Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., Malatya  
Çukurova Üniv.,Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., Adana  
SDÜ., Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri Böl., Isparta  
K.Maraş Sütçü İmam Üniv - Ziraat Fak., Tarla Bitkileri Böl., K.Maraş  
Bursa Teknik Üniv., Orman Fak., Orman Müh. Böl., Bursa

† Soyada göre sıralanmıştır.

## In vitro Koşullarda *Ceratophyllum demersum* L.'un Krom (III) Akümülyasyonunun Araştırılması

Muhammet DOĞAN<sup>1</sup>, Mehmet KARATAŞ<sup>2</sup>, Muhammad Aasım<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Karamanođlu Mehmetbey Üniversitesi, Kamil Özdađ Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Karaman, Türkiye, <sup>2</sup>Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoteknoloji Bölümü, Konya, Türkiye.

✉ : mtdogan1@gmail.com

### ÖZET

Bu çalışma, farklı konsantrasyon (0-12 mg/L) ve sürelerde (1, 3 ve 5 gün) kroma (Cr) maruz bırakılan *Ceratophyllum demersum* L. 'un ağır metal akümülyasyon seviyelerini ve Cr toksisitesinin taze ve kuru ağırlıklar, fotosentetik pigmentasyon (klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid), protein içeriği ve lipid peroksidasyonu üzerine etkilerini sunmaktadır. Cr akümülyasyonu, metal konsantrasyonu ve uygulama süresinin artışı ile artış göstermiştir. En fazla Cr akümülyasyon değeri 12 mg/L Cr uygulamasında ve 5 gün sonunda tespit edilmiştir. Cr toksisitesinden kaynaklı fotosenteik pigment ve protein içeriklerinde önemli azalışlar kaydedilmiştir. Kontrol gruplarıyla karşılaştırıldığında, minimum fotosentetik pigment seviyeleri 5 gün sonra 12 mg/L kromda belirlenmiştir. Protein içeriğindeki maksimum azalma %35.84 olarak tespit edilmiştir. Malondialdehit (MDA) içeriği, lipid peroksidasyonunun bir ürünü olarak ölçülmüştür. Konsantrasyon ve uygulama süresindeki artış ile doğru orantılı olarak MDA içeriği de artmıştır ( $p<0,05$ ). Bitkideki maksimum MDA seviyesi 12 mg/L kromda 15,58 nmol/g olarak ölçülmüştür.

DOI:10.18016/ ksudobil.332980

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 06.08.2017

Kabul tarihi : 09.09.2017

### Anahtar Kelimeler

Ağır metal,  
Biyoakümülyasyon,  
Cr toksisitesi,  
Fitoremediasyon

### Araştırma Makalesi

## Investigation of Chromium (III) Accumulation of *Ceratophyllum demersum* L. under *In vitro* Conditions

### ABSTRACT

This study presents heavy metal accumulation levels of *Ceratophyllum demersum* L. exposed to chromium (Cr) at different concentrations (0-12 mg/L) and durations (1, 3 and 5 days) and effects of Cr toxicity on fresh and dry weights, photosynthetic pigmentation (chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and carotenoid), protein contents and lipid peroxidation. Cr accumulation increased with increasing metal concentration and exposure time. The highest Cr accumulation value was determined at 12 mg/L Cr application and after 5 days. Significant reductions in photosynthetic pigment and protein contents from Cr toxicity were noted. Compared with the control groups, minimum photosynthetic pigment levels were determined at 12 mg/L Cr after 5 days. The maximum reduction in the protein content was determined to be 35.84%. Malondialdehyde (MDA) content was measured as a product of lipid peroxidation. MDA content has also increased in direct proportion to the increase in concentration and application time ( $p<0.05$ ). The maximum MDA level in the plant was measured as 15.58 nmol/g at 12 mg L Cr..

### Article History

Received : 06.08.2017

Accepted : 09.09.2017

### Keywords

Heavy metal,  
Bioaccumulation,  
Cr toxicity,  
Phytoremediation

### Research Article

**To Cite** : Doğan M, Karataş M, Aasım M 2018. In vitro Koşullarda *Ceratophyllum demersum* L.'un Krom (III) Akümülyasyonunun Araştırılması. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(3): 277-285. DOI:10.18016/ ksudobil.332980



## GİRİŞ

Dünya yüzeyinin  $\frac{3}{4}$ 'ünün sularla kaplı olması, dünyada su bolluğu olduğu görünümü veriyorsa da, içilebilir nitelikteki su oranı ancak % 0.74 civarındadır (Eryılmaz ve ark., 2014). Sanayi Devrimi başlarında 1 milyar olan dünya nüfusu, 1950 yılında 2.5 milyar, 2005 sonunda ise ortalama 6.5 milyara ulaşmıştır. Hızlı nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşme gibi faktörlerle doğanın eşik değerinin aşılmasına başlanması ve insanlar arasında çevre bilincinin yeterince yerleşmemesi, içilebilir suyu tükenme tehlikesiyle karşı karşıya bırakmıştır. Ayrıca, su ekosistemleri ve içilebilir su kaynaklarının sorumsuzca kirletilmesi, geri dönüşümü olanaksız problemlere ortam hazırlamaktadır (Akın ve Akın, 2017).

Su ve çevre kirliliğinin oluşmasına neden olan etkenlerden başında sanayi faaliyetleri gelmektedir. Sanayi atıksuyu toplam deşarj edilen atıksuyun yaklaşık %1'i kadar olsa da içeriğindeki yüksek zehirlilik oranına sahip civa (Hg), kurşun (Pb), krom (Cr) ve çinko (Zn) gibi ağır metaller ile çok büyük tehdit oluşturmaktadır. Yani sanayi faaliyetlerinden kaynaklanan ağır metal kirliliği, diğer faaliyetlerden kaynaklanan olumsuz etkilerden daha fazla çevreye zarar vermektedir (Muluk ve ark., 2013).

Ağır metaller düşük konsantrasyonlarda bile insan sağlığı üzerinde toksik ve zehir etkisi göstererek ciddi sorunlara yol açabilir (Arora ve ark., 2008; Memon ve Schröder, 2009; Yousefi ve ark., 2016). Canlı sistemlerinde bulunan toksik ve mutajenik metal iyonu olan Cr'da, insan sağlığı üzerine ciddi zararlara neden olan ağır metallerin başında gelmektedir. Uzun periyotlarda Cr maruziyetinde karaciğer ve böbrekler zarar görülebileceği gibi kan dolaşım sistemi ve solunum sistemi de büyük zarar görebilir. Kısa süre ve düşük oranda krom maruziyetinde ise mide ve deri rahatsızlığı görülebilmektedir. Cr daha çok sulu ortamlarda birikerek çoğalır. Bu durum Cr ile kirlenmiş ortamdaki su canlılarının tüketimi ile kroma maruz kalılabileceğini göstermektedir (Yüce, 2011). Kişinin genetik yatkınlığına bağlı olarak Cr, farklı organlarda kansere yol açabilmektedir ve en temel kanserojen etkisi akciğerler üzerinde gözlenmiştir (Costa ve Klein, 2006).

Kirlenmiş alanların ve atık suların arıtımında biyolojik, kimyasal ve fiziksel birçok metot kullanılmaktadır. Biyolojik arıtma yöntemleri arasında bulunan fitoremediasyon diğer arıtım tekniklerine göre güncel, düşük maliyetli, etkili, çevre dostu ve *in situ* uygulanabilir bir tekniktir ve ağır metal sorunu için en önemli çözümlerin başında gelmektedir. Fitoremediasyon, temelde bitkiler kullanılarak ortamdaki kontaminantların konsantrasyonlarını ve toksik etkilerini azaltmak anlamına gelmektedir (Ali ve ark., 2013; Favas ve ark., 2014). Bu çalışmada, *in vitro* koşullarda

*Ceratophyllum demersum* L.'un Cr (III) akümülyasyonunun araştırılması ve Cr'un toksik etkilerinin (taze ve kuru ağırlık, fotosentetik pigmentasyon, protein içeriği ve lipit peroksidasyonu üzerine) değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

### Bitki Büyütme Koşulları ve Bitkilerin Deneye Hazırlanması

Fitoremediasyon çalışmalarında kullanılan *C. demersum*, bitki doku kültürü teknikleri ile üretilmiştir. *In vitro* üretim için bitkinin sürgün ucu eksplantları 0,40 mg/L benzilamino pürin (BAP) içeren sıvı Murashige ve Skoog (MS) temel besin ortamında (Murashige ve Skoog, 1962) sekiz hafta süre ile kültüre alınmıştır. *In vitro* üretilen bitkilerin dış koşullara alıştırmaları için üzerindeki besin ortamı uzaklaştırılmış ve ardından bitkiler %10'luk Hoagland besin çözeltisi (Hoagland ve Arnon, 1950) içeren su bulunan kaplar içerisine yerleştirilmiş ve iki hafta süre ile iklimlendirme dolabına kaldırılmıştır. İklimlendirme kabini, 24°C sıcaklık, %80 bağıl nem ve 16 saat floresan aydınlatma 8 saat karanlık olacak şekilde kurulmuştur.

### Bitkilerin Muamele Ortamı ve Deneysel Düzenliği

Fitoremediasyon deneylerinde ağır metal olarak krom (Cr) için  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  (Sigma) kullanılmıştır. Çözeltiler hazırlanmadan önce her bir ağır metal uygulaması için stok solüsyonlar oluşturulmuş ve diğer derişimler bu stok çözeltiden seyreltilerek hazırlanmıştır. 400 ml su içeren beherglaslar içerisine 5 g bitki (yaklaşık 5-6 cm) ve %10'luk Hoagland besin çözeltisi eklenmiştir (pH:7). Bitkiler 3, 6, 9, 12 mg/L Cr içeren su ortamlarında 1, 3 ve 5 gün süre ile bekletilmiştir. Ayrıca bitkiler kontrol amaçlı ağır metal eklenmemiş su ortamına da aktarılmıştır. Denemeler, 25°C sıcaklık, %80 bağıl nem, 16 saat aydınlık 8 saat karanlık olacak şekilde ayarlanmış iklimlendirme dolabında ve 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

### Bitki Örneklerinin Alımı ve Analizi

Laboratuvarda belirlenen koşullar altında 1, 3 ve 5 gün boyunca Cr etkisine bırakılan bitki örnekleri bu süreler sonunda ortamlarından çıkarılmıştır. Bitkilerin kaba filtre kağıdı ile suları alındıktan sonra taze ağırlıkları tartılmış ve etüve (70°C) yerleştirilerek kurutulmuştur. Ardından 10 ml %65'lik  $\text{HNO}_3$  (Merck) eklenerek, SINEO MDS-10 model mikrodalga (Microwave Chemistry Technology, Çin) fırında çözülmüştür. Bitkilerdeki Cr tayini için örnekler Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre (AAS) cihazında (Perkin Elmer PinAAcle 900T) okutulmuştur. Cr varlığının doğruluğu ve kontrolü için sertifikalı referans materyal (SRM, NIST 1547) kullanılmıştır. AAS her bir örneği 3 okumanın ortalamasını verecek şekilde ayarlanmıştır. AAS'da Cr

element ölçümlerinin dalga boyu 357,87 nm, slitalarlığı 0,7 nm ve akım şiddeti 25 mA'dir. Cihazın stabilitesini değerlendirmek için her 10 örnekte bir standart okuması yapılmıştır.

### Biyokonsantrasyon Faktörünün (BKF) Hesaplanması

Biyokonsantrasyon faktörü (BKF) fitoremediasyon çalışmalarında kullanılan bitkilerdeki ağır metal derişiminin, uygulanan ağır metal derişimlerine bölünmesiyle hesaplanmaktadır. Fitoremediasyon için kullanılan bitkilerin Cr ağır metal uygulamalarından sonra BKF oranı aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Zayed ve ark., 1998).

BKF = Fitoremediasyondan sonra alınan bitkilerdeki ağır metal konsantrasyonu (mg/kg) / başlangıçta su ortamına eklenen metal konsantrasyonu (mg/L).

### Taze ve Kuru Ağırlık Miktarının Ölçülmesi

Farklı sürelerde ve konsantrasyonlarda ağır metal içeren ortamlardaki bitkiler ve kontrol grubu bitkileri tartılarak taze ağırlıkları alındıktan sonra 70°C etüvde bekletilmiş ve ardından tartılarak kuru ağırlıkları tespit edilmiştir.

### Fotosentetik Pigment Analizi

Yıkanmış taze bitki örnekleri (100 mg) 5 ml %80'lik asetonla homogenize edilmiştir. Daha sonra ekstraktın son hacimi 10 ml olacak şekilde %80'lik (v/v) asetonla tamamlanmış ve 3000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Klorofil *a* için 663 nm, klorofil *b* için 646 nm ve karotenoid için 470 nm'de spektrofotometrede (Thermo Fisher Scientific, Multiskan Go) asetona karşı absorbans değerleri okunmuştur. Klorofil *a*, klorofil *b* ve karotenoid hesaplamaları Lichtenthaler ve Wellburn (1983)'e göre yapılmıştır. Toplam klorofil içeriği klorofil *a* + klorofil *b* olarak verilmiştir.

### Protein Analizi

Protein analizi Lowry ve ark. (1951)'nin saptadıkları yöntemle yapılmıştır. 0,5 g taze bitki materyali 5 mL 0,1 M fosfor tamponunda (pH 7.4) homojenize edildikten sonra 12.000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Süpernatanttan 0,3 mL alınarak, üzerine 3 ml alkali çözelti ilave edilmiş ve 15 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Sonra 0,3 ml Folin-Ciocalteu ayırıcı eklenerek 30 dk oda sıcaklığında bekletilmiş ve absorbans 750 nm dalga boyunda okutulmuştur. Aynı işlem 0,3 ml saf su kullanılarak tank için de uygulanmıştır. Standart eğri çizimi için de aynı yöntem farklı derişimlerde hazırlanan sığır serum albumin çözeltileri kullanılarak yapılmıştır.

### Lipit Peroksidasyonunun Belirlenmesi

Lipit peroksidasyonu Heath ve Packer (1968) tarafından anlatılan yöntemle malondialdehid (MDA) konsantrasyonu ölçülerek belirlenmiştir. Bitki örnekleri 0,5 g alınarak 5 ml %0,1'lik trikloro asetik

asit (TCA) içerisinde homojenize edilmiştir. Homojenat 10.000 rpm'de 5 dk santrifüj edildikten sonra elde edilen süpernatantın 1 ml'sine 4 ml %20 TCA içerisinde hazırlanmış %0,5'lik tiobarbitirik asit (TBA) ilave edilmiştir. Hazırlanan karışım 95°C 30 dk ısıtıldıktan sonra hızlı bir şekilde buz içerisinde soğutulmuştur. Soğutulan tüpler 10.000 rpm'de 15 dakika santrifüj edildikten sonra süpernatantların absorbansı 532 ve 600 nm'de spektrofotometrede okutulmuştur. Spesifik olmayan absorpsiyon için 600 nm'de okunan değer 532 nm'de okunan değerden çıkarılmış ve aktivite hesaplaması yapılmıştır.

### İstatistiksel Analizler

Tüm denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Elde edilen veriler SPSS 21 for Windows (Statistical Package for the Social Sciences version 21.0, IBM Corporation, Armonk, NY, USA) programı ile analiz edilmiş ve Post Hoc testleri için de Duncan testleri uygulanmıştır.

### BULGULAR

*C. demersum* farklı konsantrasyonlarda Cr (3-12 mg/L) ile 1, 3 ve 5 gün süre ile muamele edilmiş ve ardından bitkilerin Cr akümülyasyonları değerlendirilmiştir (Şekil 1A). Ortamdaki Cr konsantrasyonu ve uygulama süresi arttıkça bitkide tespit edilen Cr miktarı da artış göstermiştir ( $p<0,05$ ). En yüksek Cr akümülyasyon değeri 4035,83 mg/kg k.a ile 5 gün sonunda 12 mg/L Cr uygulamasındaki bitkilerde tespit edilmiştir. 1 ve 3 gün sonunda ise en yüksek Cr akümülyasyonları sırasıyla 2533,67 ve 3609,17 mg/kg k.a olarak belirlenmiştir. Cr akümülyasyonu bakımından 1 gün sonundaki veriler, 3 ve 5 gün uygulamasındaki verilere göre oldukça düşük bulunmuştur. 1, 3 ve 5 gün sonunda en düşük Cr akümülyasyonları ise 3 mg/L Cr uygulamasında sırasıyla 1642,75, 2604,25 ve 2996,67 mg/kg k.a olarak tespit edilmiştir.

Farklı sürelerde ve konsantrasyonlarda Cr uygulanan *C. demersum*'un BKF değeri hesaplanmıştır (Şekil 1B). BKF değerleri, uygulama süresi ve uygulanan Cr konsantrasyonuna bağlı olarak azalış göstermiş olup, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). En yüksek BKF değerleri 3 mg/L Cr içeren ortamda sırası ile 5 gün sonunda 998,89, 3 gün sonunda 868,08 ve 1 gün sonunda 547,58 olarak tespit edilmiştir. En düşük BKF değerleri ise 12 mg/L Cr içeren ortamda 1 gün sonunda 211,14, 3 gün sonunda 300,76 ve 5 gün sonunda 336,32 olarak tespit edilmiştir. Genel olarak en düşük BKF değerleri 1 gün uygulamasında, en yüksek BKF değerleri 5 gün uygulamasında hesaplanmıştır.

Cr etkisi altında *C. demersum*'un taze ağırlıkları Şekil 1C'de verilmiştir. 1, 3 ve 5 gün sonunda bitkilerde artan Cr konsantrasyonuna bağlı olarak taze ağırlıklarında azalmalar tespit edilmiştir. En yüksek taze ağırlık, 5 gün sonunda 5,29 g ile kontrol

grubundaki bitkilerde tespit edilirken, en düşük taze ağırlık ise 4,81 g ile 12 mg/L Cr uygulanan bitkilerden tespit edilmiştir. 3 gün sonunda 3 mg/L Cr uygulanan bitkilerin taze ağırlıkları kontrole kıyasla %1,74 oranında artarken, 3 mg/L'den fazla uygulanan Cr maruziyetinde ise bitkilerin taze ağırlıkları azalmıştır. 5 gün sonunda artan Cr konsantrasyonuna bağlı olarak kontrole göre bitkilerin taze ağırlıklarında sırasıyla %4,54, %6,87, %8,00 ve %9,14 oranında azalışlar kaydedilmiştir.

Şekil 1D'de görüldüğü gibi farklı sürelerde artan Cr maruziyetinde *C. demersum*'un kuru ağırlıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). 1 gün sonunda ortamdaki Cr konsantrasyonunun artışına bağlı olarak kuru ağırlıklarda artışlar kaydedilmiş olup, kontrole göre en yüksek kuru ağırlık artışı %26,90 ile 12 mg/L Cr uygulanan bitkilerde görülmüştür. 3 gün sonunda kontrole göre en fazla kuru ağırlık artışı %12,84 ile en az oranda Cr içeren (3 mg/L) ortamdaki bitkilerde tespit edilirken, en fazla azalış ise %5,26 ile 9 mg/L Cr içeren ortamdaki bitkilerde tespit edilmiştir. 5 gün sonunda uygulanan Cr konsantrasyonunun artışına bağlı olarak kuru ağırlıklarda azalmalar kaydedilmiş olup, en fazla azalma %10,56 ile 12 mg/L Cr içeren ortamdaki bitkilerde görülmüştür.

Farklı sürelerde Cr etkisinde bırakılan bitkilerin fotosentetik pigment içerikleri incelenmiş ve Şekil 2'de klorofil *a*, klorofil *b*, toplam klorofil ve karotenoit içerikleri gösterilmiştir. Bitkiye uygulanan Cr konsantrasyonu ve uygulama süresi arttıkça bitkide tespit edilen fotosentetik pigment içerikleri düşüş göstermiş ve bu içerikler  $p<0,05$  seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Klorofil *a* içerikleri bakımından en yüksek değer 1 gün sonunda 0,78 mg/g t.a ile 3 mg/L Cr uygulanan ortamdaki bitkilerde tespit edilmiş ve kontrole göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ( $p>0,05$ ) bulunmamıştır (Şekil 2A). 3 ve 5 gün sonunda da yine en yüksek klorofil *a* içeriği 3 mg/L Cr içeren ortamdaki bitkilerden sırası ile 0,70 mg/g t.a ve 0,66 mg/g t.a olarak tespit edilmiştir. Kontrole kıyasla klorofil *b* içeriğinde en fazla düşüş oranları 1, 3 ve 5 gün sonunda sırasıyla %37,31, %61,40 ve %78,32 ile 12 mg/L Cr içeren ortamdaki bitkilerde tespit edilmiştir (Şekil 2B).

Uygulanan Cr konsantrasyonu ve uygulama süresine bağlı olarak bitkilerde tespit edilen toplam klorofil içerikleri arasındaki değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Klorofil *a* ve klorofil *b*'de olduğu gibi uygulama süresi ve uygulanan Cr konsantrasyonu arttıkça bitkideki toplam klorofil içeriği de azalış göstermiştir (Şekil 2C).

1, 3 ve 5 gün sonunda bitkilerin toplam klorofil içeriklerinde kontrole göre en fazla düşüş oranları sırasıyla %46,40, %58,42 ve %69,07 ile 12 mg/L Cr içeren ortamdaki bitkilerde kaydedilirken, en az

düşüş oranları ise sırasıyla %8,19, %17,65 ve %22,25 ile 3 mg/L Cr içeren ortamdaki bitkilerde kaydedilmiştir. Kromun farklı konsantrasyonlarına 1, 3 ve 5 gün boyunca maruz kalan bitkilerde belirlenen karotenoit miktarı Şekil 2D'de verilmiştir. Genel olarak bitkilerin maruz kaldığı Cr konsantrasyonu ve uygulama süresi arttıkça bitkideki karotenoit içerikleri düşüş göstermiştir. Karotenoit içerikleri arasında değişimler  $p<0,05$  seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 1 günlük uygulamada 3 ve 6 mg/L Cr'a maruz kalan bitkilerin karotenoit içerikleri ile kontrol grubu bitkilerinin karotenoit içerikleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiş olup, 9 ve 12 mg/L Cr'a maruz kalan bitkilerdeki karotenoit içerikleri önemli derecede düşüş göstermiştir ( $p<0,05$ ). Cr etkisindeki bitkilerin karotenoit içeriğinde kontrole göre en yüksek düşüş oranları 1 gün sonunda %44,05, 3 gün sonunda %48,58 ve 5 gün sonunda %60,03 ile 12 mg/L Cr içeren ortamdaki bitkilerde tespit edilmiştir.

*C. demersum* bitkisindeki protein içeriği değişimleri Şekil 3A'da verilmiş olup, bitkiye uygulanan Cr konsantrasyonu ve uygulama süresi arttıkça protein içeriğinde önemli azalışlar belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). 1, 3 ve 5 gün boyunca Cr'a maruz kalan bitkilerde kontrole göre protein içeriğinde en fazla azalışlar sırasıyla %18,42, %29,69 ve %35,84 ile 12 mg/L Cr bulunan ortamdaki bitkilerde tespit edilmiştir. Cr uygulanan ortamlarda en yüksek protein içerikleri 1 gün sonra 9,36 mg/g t.a, 3 gün sonra 8,67 mg/g t.a ve 5 gün sonra 8,12 mg/g t.a ile Cr'un en düşük konsantrasyonundaki (3 mg/L) bitkilerde elde edilmiştir.

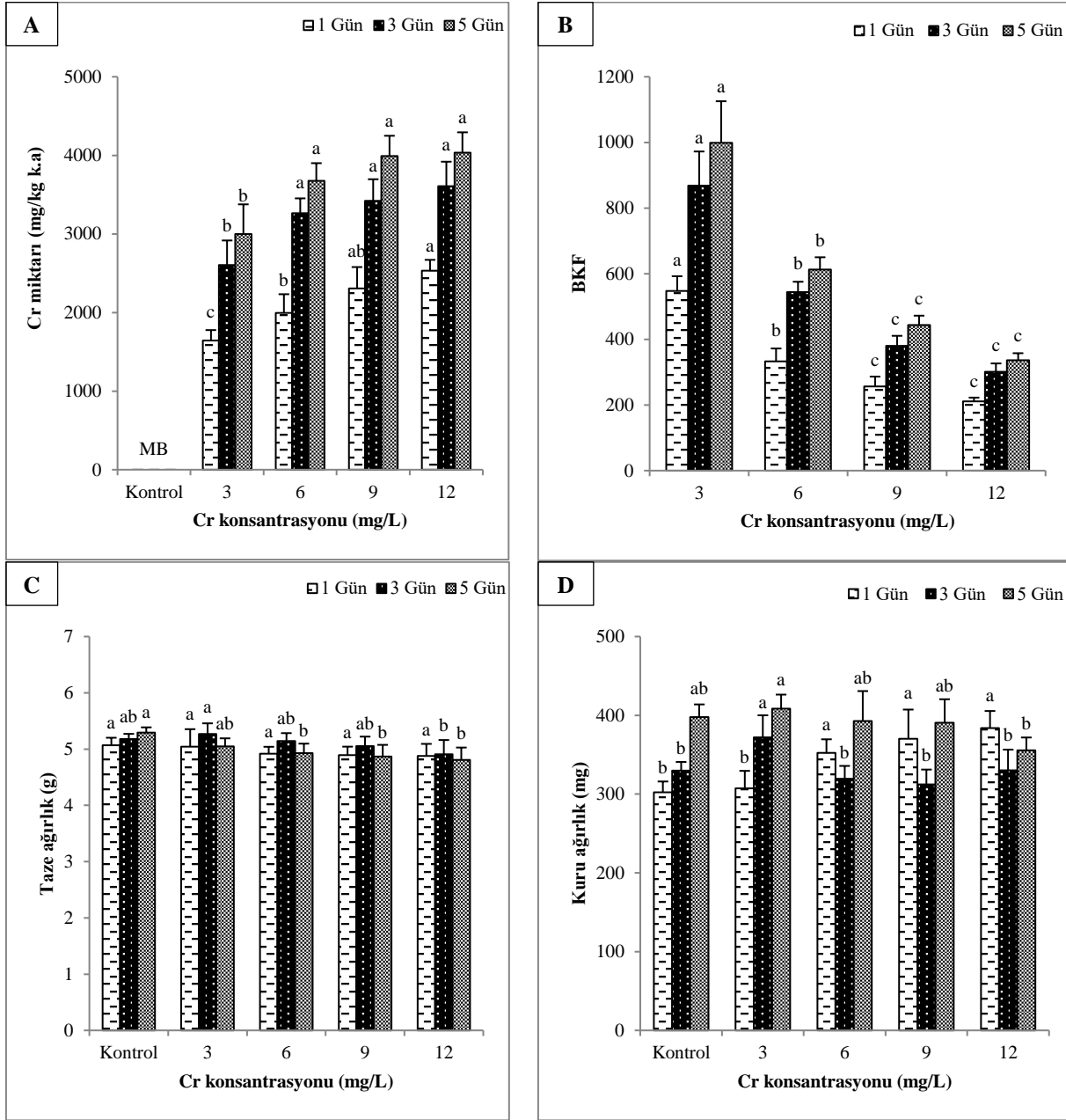
Cr stresi altında bırakılan *C. demersum* bitkisindeki lipid peroksidasyonunu belirlemek için MDA miktarı araştırılmıştır (Şekil 3B). Genel olarak Cr konsantrasyonu ve maruziyet süresinin artışıyla, MDA içeriği de artış göstermiş ve istatistiksel olarak  $p<0,05$  seviyesinde önemli bulunmuştur. Kontrole göre maksimum MDA içeriği Cr'a 5 gün boyunca maruz kalan bitkilerde tespit edilmiş olup, 3 mg/L Cr'da %26,75, 6 mg/L Cr'da %31,51, 9 mg/L Cr'da %46,51 ve 12 mg/L Cr'da %58,23 artış ile kaydedilmiştir. 1 ve 3 gün sonunda kontrole göre en yüksek MDA içerikleri 12 mg/L Cr uygulamasında sırasıyla %23,08 ve %39,99 artış ile tespit edilmiştir.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

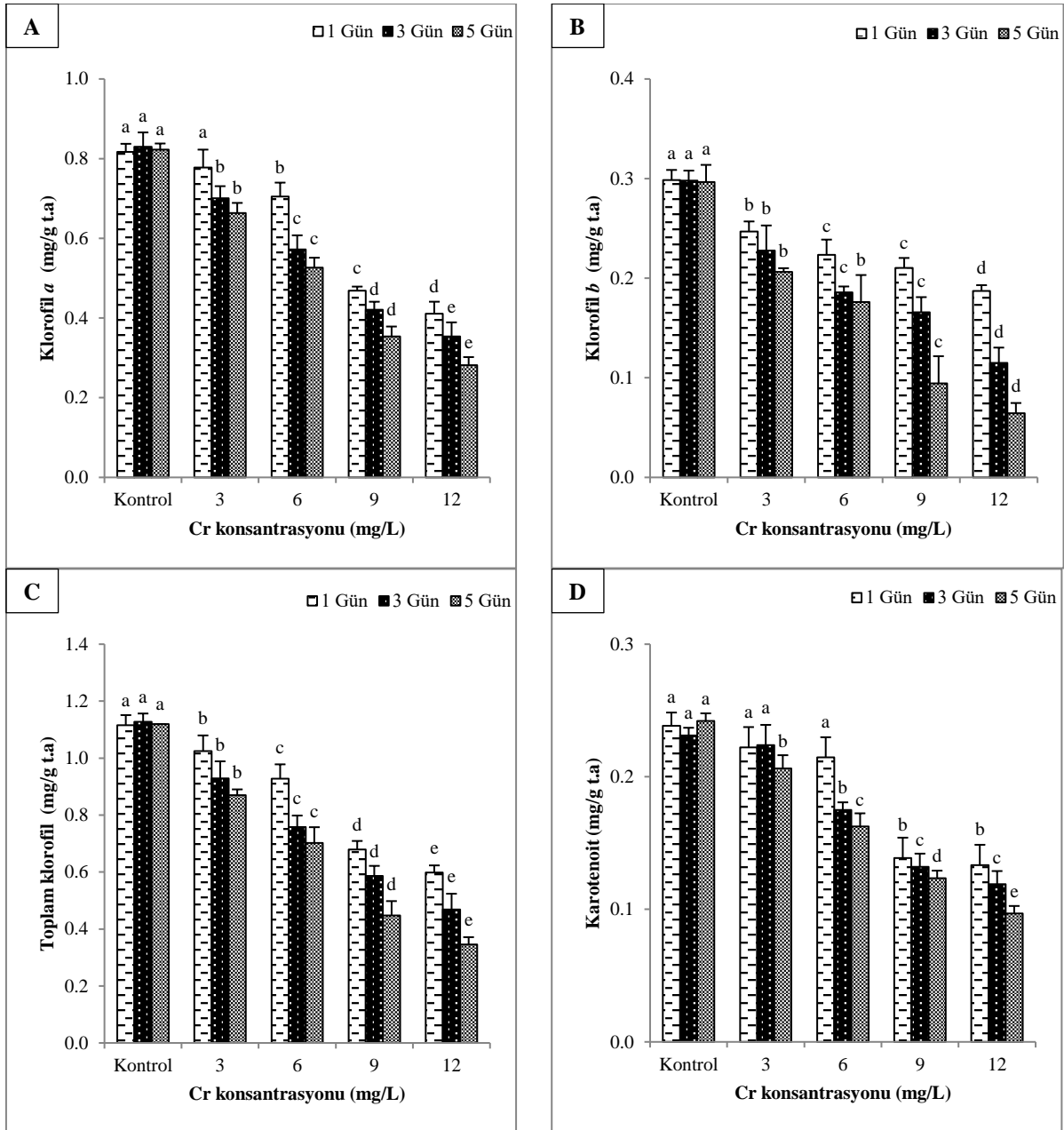
*C. demersum*, 3-12 mg/L Cr bulunan su ortamlarında 1, 3 ve 5 gün süre ile muamele edilmiş ve bitkilerin ortamdaki Cr metalleri yüksek oranda akümüle ettikleri tespit edilmiştir. Benzer şekilde ağır metallerin *C. demersum* tarafından akümülyasyonu daha önce de bildirilmiştir (Tripathive ark., 1995; Yaowakhan ve ark., 2005; Duman ve ark., 2010). *C. demersum*'un akümülyasyon yeteneği, bitkinin ağır metali hücre duvarına bağlaması veya diğer glutatyon, fitoşelatin sentetaz gibi ligantlara bağlaması sağlamış olabilir (Yang ve ark., 2005). Ayrıca önceki çalışmalar

ağır metallerin bitkinin hücre duvarı veya vakuollerine bağlı formda kaldığını göstermiştir (Mishra ve ark., 2006). Uygulama süresi ve uygulanan metal konsantrasyonu

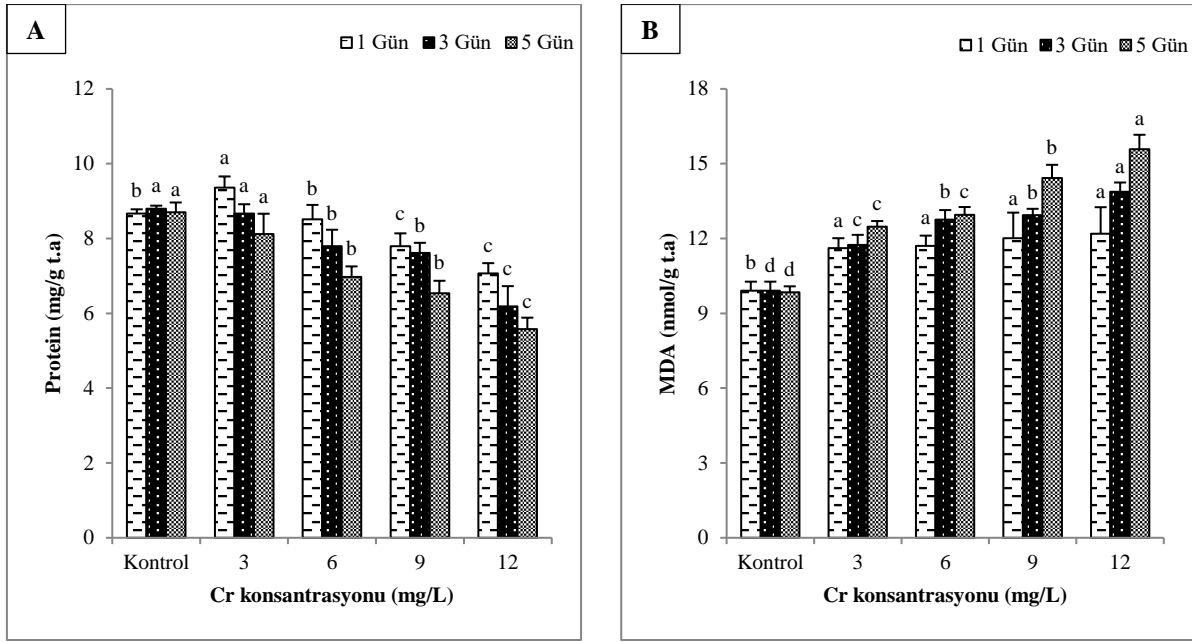
arttıkça bitkide tespit edilen Cr miktarı da artış göstermiştir. Yani tüm metal uygulamalarında en yüksek metal birikimi 12 mg/L Cr uygulamasında ve 5 gün sonunda elde edilmiştir.



Şekil 1. Farklı konsantrasyon ve sürede Cr uygulanan *C. demersum*'un (A) Cr miktarı, (B) BKF değeri, (C) taze ve (D) kuru ağırlıkları. Tüm değerler üç tekrarın ortalamasını ifade etmektedir (Ortalama  $\pm$  Standart sapma  $n=3$ ). Farklı konsantrasyonlardaki aynı gün için farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (Duncan test,  $p<0,05$ ) (MB: Metal Belirlenmedi)



Şekil 2. Farklı konsantrasyon ve sürelerde Cr uygulanan *C. demersum*'un (A) klorofil a, (B) klorofil b, (C) toplam klorofil ve (D) karotenoid içerikleri. Tüm değerler üç tekrarın ortalamasını ifade etmektedir (Ortalama  $\pm$  Standart sapma  $n=3$ ). Farklı konsantrasyonlardaki aynı gün için farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (Duncan test,  $p<0,05$ ).



Şekil 3. Farklı konsantrasyon ve sürelerde Cr uygulanan *C. demersum*'un (A) protein ve (B) MDA içerikleri. Tüm değerler üç tekrarın ortalamasını ifade etmektedir (Ortalama  $\pm$  Standart sapma  $n=3$ ). Farklı konsantrasyonlardaki aynı gün için farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (Duncan test,  $p<0,05$ ).

Benzer şekilde Duman ve ark. (2010) *C. demersum* bitkilerini 6 gün boyunca 1, 5 ve 10 mM kroma maruz bırakmış ve *C. demersum*'un önemli miktarda kromu akümüle edebildiği ve maksimum Cr içeriğini 10 mM Cr uygulamasında elde edildiğini bildirmiştir. Al-Ubaidy ve Rasheed (2015) *C. demersum*'u kullanarak su ortamından kadmiyumun uzaklaştırılması ile ilgili bir çalışmada kadmiyuma 3, 6, 9 gün boyunca maruz bırakılan bitkilerin hızlı bir şekilde kadmiyumu absorbe ettiği ve zamanla da absorbe edilen Cd miktarında artış olduğu bildirilmiştir. Chen ve ark. (2015) *C. demersum*'u kurşunun farklı konsantrasyonlarında (5-80  $\mu$ M) 7, 14 ve 21 gün boyunca maruz bırakarak, bitkinin biyoakümülyasyon potansiyelini araştırmışlardır. Pb akümülyasyonu, uygulanan Pb konsantrasyonuna bağlı olarak artış göstermiş ve maksimum akümülyasyon 4016,4 mg/kg k.a. olarak tespit edilmiştir. Singh ve ark. (2010) sucül bitki *Najasindica*'nın Pb biyoakümülyasyon potansiyelini araştırmak için içerisinde 1-100  $\mu$ M Pb bulunan ortamlarda 1, 2, 7 ve 14 gün boyunca bitkileri bekletmiş ve bitkilerdeki Pb miktarının ağır metal dozuna bağlı olarak artışı bildirilmiştir.

Biyokonsantrasyon faktörü bitkiye uygulanan metal konsantrasyonun bitki tarafından akümüle edilme yeteneklerinin bir göstergesidir (Kara ve Zeytinluoglu, 2007). Uygulanan metal konsantrasyonu ve uygulama süresi bitkilerin BKF değerini önemli derecede etkilemiştir. Çalışmamızda bitkilere uygulanan Cr derişimi arttıkça bitkide hesaplanan BKF değeri gittikçe azalmıştır. Benzer şekilde Bunluesin ve ark. (2004) farklı Cd toksisitesi (0,1-10,0 mg/L) altındaki *C. demersum*'un BKF

üzerine yaptıkları çalışmada en yüksek BKF değerinin uygulanan Cd konsantrasyonu ile azaldığını bildirmişlerdir. Das ve ark. (2016) *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms bitkilerine uygulanan Cd konsantrasyonu (5-20 mg/L) ve uygulama süresi (0-21 gün) ile birlikte BKF değerlerinin genel olarak azaldığını tespit etmiştir.

Cr ağır metalinin etkisinde bırakılan *C. demersum*'un taze ve kuru ağırlıkları, fotosentetik pigmentasyonu, protein içeriği ve lipit peroksidasyonu incelenmiş ve yüksek oranda kullanılan Cr metalinin toksik etkiler gösterdiği belirlenmiştir. Benzer şekilde Cr ağır metalinin bitkiler üzerindeki toksik etkileri daha önce bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Satyakala ve Jamil, 1992; Gaur ve ark., 1994 ; Sharma ve ark., 1995).

Bu çalışmada artan Cr konsantrasyonuyla beraber taze ağırlıklarında azalış görülmüştür. Ayrıca Cr konsantrasyonu ve uygulama süresi arttıkça bitkinin fotosentetik pigment içeriklerinde önemli ölçüde azalışlar tespit edilmiştir. En düşük klorofil *a*, klorofil *b* ve karotenoid içerikleri 12 mg/L Cr uygulamasında ve 5 gün sonunda kaydedilmiştir. Bu azalmanın nedenini demir (Fe) içeriğindeki azalma, klorofil biyosentezinde görevli enzimlerin inaktivasyonu ve klorofil molekülünde bulunan Mg'un Cr ile yer değiştirmesi nedeniyle olabileceğini düşünülmektedir. Benzer şekilde Koca (2012), *C. demersum* bitkileri farklı sürelerde (1, 2, 4 ve 7 gün) içerisinde farklı konsantrasyonlarda Cr bulunan (1-10 mM) su ortamında bekletmiş ve fotosentetik pigment (klorofil *a*, *b* ve karotenoid) içeriklerinin hem süre hem de konsantrasyonun önemli oranda fotosentetik

pigmentasyonu azalttığı belirlenmiştir. Nath ve ark. (2005) *Raphanus sativus* L.'u 2-10 mg/L Cr etkisinde 10 ve 20 gün bekletmiş ve uygulanan Cr konsantrasyonu ve süresiyle klorofil *a* ve klorofil *b* içeriğinde azalmayı raporlamışlardır.

*C. demersum* 1, 3 ve 5 gün süresince Cr'un farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılmış ve bitkinin protein içerikleri analiz edilmiştir. Genel olarak bitkilere uygulanan ağır metal konsantrasyonu ve uygulama süresi arttıkça bitkide tespit edilen protein içerikleri de azalış göstermiştir. Protein içeriğindeki bu düşüşün sebebi ROS (reaktif oksijen türleri) miktarının artışı ile birçok proteinin zarar görmesi ve ağır metal toksisitesi ile birlikte aktif hale geçen proteaz veya diğer katabolik enzimler ile proteinlerin parçalanması neden olmuş olabilir (Koca, 2012). Yüksek konsantrasyonlu metal stresi altında protein içeriğinde azalmalar ise daha önce *C. demersum* (Mishra ve ark., 2006; Chen ve ark., 2015), *N. indica* (Singh ve ark., 2010) *W. arrhiza* (Piotrowska ve ark., 2009) bitkilerinde bildirilmiştir.

Lipit peroksidasyonu membran lipitlerinin oksidatif bozulması olarak tanımlanır. Canlı sistemlerde MDA üreten tek mekanizma lipit peroksidasyonudur. MDA, lipit peroksidasyonunun temel ürünü değildir, fakat genel parçalanma ürünüdür (Doğan, 2005; Zhang ve ark., 2007). *C. demersum*'da en yüksek MDA içerikleri 12 mg/L Cr maruziyetindeki bitkilerde kontrole göre %58,23 artış ile belirlenmiştir. Yüksek Cr konsantrasyonu ve uygulama süresi MDA içeriğinde önemli artışa neden olmuştur. Duman ve Koca, (2014) *C. demersum*'u 1-10 mM Cr etkisinde 1-7 gün süre ile bırakmış ve bitkinin MDA içeriğini artan Cr derişimi ve uygulama süresi ile arttığını bildirmiştir. Gill ve ark. (2015) *Brassica napus*'un dört kültüvatörünü farklı derişimlerde Cr etkisinde bırakmış ve en yüksek Cr maruziyetindeki bitkilerde MDA içeriğini daha yüksek bulmuşlardır.

Sonuç olarak, çalışmamızda Cr ağır metalinin *C. demersum* ile sulu ortamdan akümüasyonu araştırılmış ve *C. demersum*'un Cr metalini yüksek oranda aküme ettiği belirlenmiştir. Ayrıca bitkinin akümüasyon yeteneği üzerine süre ve konsantrasyonun önemli etkileri olduğunu tespit edilmiştir. En yüksek Cr akümüasyonunu 12 mg/L Cr uygulamasında ve 5 gün sonunda elde edilmiştir. Sanayi faaliyetlerinin neden olduğu ağır metal kirliliğinin gün geçtikçe artması, ağır metal kirliliğine karşı düşük maliyetli, etkili, çevre dostu ve güncel teknoloji olan fitoremediasyonun önemini daha da artırmıştır. Diğer arıtım tekniklerine alternatif biyolojik kaynakların sağlanması açısından bu çalışma datalarının, ileride yapılacak fitoremediasyon çalışmalarına önemli katkılar sunacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akın M, Akın G 2017. Suyun Önemi, Türkiye'de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 47: 105-118.
- Ali H, Khan E, Sajad MA 2013. Phytoremediation of Heavy Metals-Concepts and Applications. Chemosphere, 91: 869-881.
- Al-Ubaidy HJ, Rasheed KA 2015. Phytoremediation of Cadmium in River Water by *Ceratophyllum demersum*. World Journal Of Experimental Biosciences, 3: 14-17.
- Arora M, Kiran B, Rani S, Rani A, Kaur B, Mittal N 2008. Heavy Metal Accumulation in Vegetables Irrigated with Water from Different Sources. Food Chemistry, 111: 811-815.
- Bunluesin S, Kruatrachue M, Pokethitiyook P, Lanza GR, Upatham ES, Soonthornsarathool V 2004. Plant Screening and Comparison of *Ceratophyllum demersum* and *Hydrilla verticillata* for Cadmium Accumulation. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 73: 591-598.
- Chen M, Zhang L, Li J, He X, Cai J 2015. Bioaccumulation and Tolerance Characteristics of a Submerged Plant (*Ceratophyllum demersum* L.) Exposed to Toxic Metal Lead. Ecotoxicology and Environmental Safety, 122: 313-321.
- Costa M, Klein KB 2006. Toxicity and Carcinogenicity of Chromium Compounds in Humans. Critical Reviews in Toxicology, 36: 155-163.
- Das S, Goswami S, Talukdar AD 2016. Physiological Responses of Water Hyacinth, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, to Cadmium and Its Phytoremediation Potential. Turkish Journal of Biology, 40: 84-94.
- Doğan M 2005. *Ceratophyllum demersum* L.'de Kadmiyum Klorür, Sodyum Klorür ve Bunların Kombinasyonlarının Fizyolojik ve Morfolojik Etkileri. Ç.Ü. Fen Bil. Ens., Biyoloji ABD, Doktora Tezi, 137 s.
- Duman F, Koca FD 2014. Single and Combined Effects of Exposure Concentration and Duration on Biological Responses of *Ceratophyllum demersum* L. Exposed to Cr Species. International Journal of Phytoremediation, 16: 1192-1208.
- Duman F, Şahan S, Ceylan A, Koca FD 2010. Biological Responses of *Ceratophyllum demersum* L. Exposed to Chromium (Cr<sup>+6</sup>). SDU Journal of Science (E-Journal), 5: 163-171.
- Eryılmaz H, İpek Şİ, Çelik BY 2014. Investigation of Water Quality of Borçka Dam Lake (Artvin). Journal of Science and Technology of Dumlupınar University, 33: 1-8.
- Favas PJC, Pratas J, Varun M, D'Souza R, Paul MS 2014. Phytoremediation of Soils Contaminated with Metals and Metalloids at Mining Areas: Potential of Native Flora. (Environmental Risk Assessment of

- Soil Contamination, InTech Press: Ed. Hernandez-Soriano MC) 485-517.
- Gaur JP, Noraho N, Chauhan YS 1994. Relationship Between Heavy Metal Accumulation and Toxicity in *Spirodela polyrrhiza* L. Schleid. and *Azolla pinnata* R. Br.. Aquatic Botany, 49: 183-192.
- Gill RA, Zang L, Ali B, Farooq MA, Cui P, Yang Su, Ali S, Zhou W 2015. Chromium-Induced Physio-Chemical and Ultrastructural Changes in Four Cultivars of *Brassica napus* L.. Chemosphere, 120: 154-164.
- Heath RL, Packer L 1968. Photoperoxidation in Isolated Chloroplasts I. Kinetic and Stoichiometry of Fatty Acid Peroxidation. Archives of Biochemistry and Biophysics, 125: 189-198.
- Hoagland DR, Arnon DI 1950. The Water-Culture Method for Growing Plants without Soil. California Agricultural Experiment Station, Circular, 347: 1-32.
- Kara Y, Zeytinluoglu A 2007. Bioaccumulation of Toxic Metals (Cd and Cu) by *Groenlandia densa* (L.) Fourr.. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 79: 609-612.
- Koca FD 2012. Cr(III) ve Cr(VI) Maruziyetinde *Ceratophyllum demersum* L.'nin Biyolojik Cevabi: Konsantrasyon ve Uygulama Periyodunun Etkisi. E.Ü., Fen Bil. Ens., Biyoloji ABD, Yüksek Lisans Tezi, 75 s.
- Lichtenthaler HK, Wellburn AR 1983. Determinations of Total Carotenoids and Chlorophylls *a* and *b* of Leaf Extracts in Different Solvents. Biochemical Society Transactions, 11: 591-592.
- Lowry OH, Rosenbrough NJ, Farr AL, Randall RJ, 1951. Protein Measurement with Folin Phenol Reagent. Journal of Biological Chemistry, 193: 265-275.
- Memon AR, Schröder P 2009. Implications of Metal Accumulation Mechanisms to Phytoremediation. Environmental Science and Pollution Research, 16: 162-175.
- Mishra S, Srivastava S, Tripathi RD, Kumar R, Seth CD, Gupta DK 2006. Lead Detoxification by Coontail (*Ceratophyllum demersum* L.) Involves Induction of hytochelatins and Antioxidant System in Response to Its Accumulation. Chemosphere, 65: 1027-1039.
- Muluk ÇB, Kurt B, Turak A, Türker A, Çalışkan MA, Balkız Ö, Gümrükçü S, Sarıgül G, Zeydanlı U 2013. Türkiye'de Suyun Durumu ve Su Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar: Çevresel Perspektif. İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği - Doğa Koruma Merkezi.
- Murashige T, Skoog F 1962. A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays With Tobacco Tissue Cultures. Plant Physiology, 15: 473-497.
- Nath K, Saini S, Sharma YK 2005. Chromium in Tannery Industry Effluent and Its Effect on Plant Metabolism and Growth. Journal of Environmental Biology, 26: 197-204.
- Piotrowska A, Bajguz A, Godlewska-Zylkiewicz B, Czerpak R, Kaminska M 2009. Jasmonic Acid as Modulator of Lead Toxicity in Aquatic Plant *Wolffia arrhiza* (Lemnaceae). Environmental and Experimental Botany, 66: 507-513.
- Satyakala G, Jamil Q 1992. Chromium Induced Biochemical Changes in *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms and *Pistia stratiotes*. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 48: 921-928.
- Sharma DC, Chatterjee C, Sharma CP 1995. Chromium Accumulation and Its Effect on Wheat (*Triticum aestivum* L. Cv. Dh2204) Metabolism. Plant Science, 111: 145-151.
- Singh R, Tripathi RD, Dwivedi S, Kumar A, Trivedi PK, Chakrabarty D 2010. Lead Bioaccumulation Potential of an Aquatic Macrophyte *Najas indica* are Related to Antioxidant System. Bioresource Technology, 101: 3025-3032.
- Tripathi RD, Rai RN, Gupta M, Yunus M, Chandra P 1995. Cadmium Transport in Submerged Macrophyte *Ceratophyllum demersum* L. in Presence of Various Metabolic Inhibitors and Calcium Channel Blockers. Chemosphere, 31: 3783-3791.
- Yang X, Feng Y, He Z, Stoffella PJ 2005. Molecular Mechanisms of Heavy Metal Hyperaccumulation and Phytoremediation. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 18: 339-353.
- Yaowakhan P, Kruatrachue M, Pokethitiyook P, Soonthornsarathool V 2005. Removal of Lead Using Some Aquatic Macrophytes. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 75: 723-730.
- Yousefi N, Meserghani M, Bahrami H, Mahvi AH 2016. Assessment of Human Health Risk for Heavy Metals in Imported Rice and Its Daily Intake in Iran. Research Journal of Environmental Toxicology, 10: 75-81.
- Yüce M 2011. Bazı Ağır Metallerin Tayininde Kullanılmak Üzere Mikrobiyal Biyosensör Geliştirilmesi. A.Ü., Biyoteknoloji Ens., Doktora Tezi, 113 s.
- Zayed A, Gowthaman S, Terry N 1998. Phytoremediation of Trace Elements by Wetland Plants: I. Duckweed. Journal of Environmental Quality, 27: 715-721.
- Zhang FQ, Wang YS, Lou ZP, Dong JD 2007. Effect of Heavy Metal Stres on Antioxidative Enzymes and Lipid Peroxidation in Leaves and Roots of Two Mangrove Plant Seedlings (*Kandelia candel* and *Bruguiera gymnorrhiza*). Chemosphere, 67: 44-50.



## Understanding of the Contribution of Fetuin O-glycans for the Release of New Bioactive Compounds by a Novel Endo- $\beta$ -N-acetylglucosaminidase

Sercan KARAV 

Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Çanakkale  
✉: sercankarav@comu.edu.tr

### ABSTRACT

Bovine fetuin is a model protein to study the activity of various glycosidases since it contains both N- and O- glycans attached to the polypeptide chain. We recently showed a novel glycosidase, endo- $\beta$ -N-acetylglucosaminidase isolated from an infant gut microbe, *Bifidobacterium infantis*. This enzyme is capable of cleaving the N-N<sup>2</sup>-diacetyl chitobiose moiety found in the N-glycan core of a wide variety of proteins. It is considered a promising approach to release N-glycans from complex substrates such as whey proteins due to its high activity and wide substrate specificity. Moreover, it also maintains its activity at high temperatures enabling the use of this enzyme in thermal dairy processes such as during the pasteurization. Bovine whey is a potential source of glycans providing million tons of glycoproteins annually. Application of EndoBI-1 on bovine whey is challenging due to the complexity of the whey proteins and their O-glycosylation pattern. O-glycans are considered to be a protective agent for N-deglycosylation that hinders the isolation of these recently found novel compounds. In this study, O-glycans were removed from fetuin (both O- and N- glycosylated model glycoprotein) and the contribution of O-glycans to the accessibility of EndoBI-1 to bovine fetuin N-glycans were tested. Released glycans were characterized by advanced mass spectrometry and 22 different N-glycans (including isomers) were monitored. According to the results, it was shown that removing O-glycans from Fetuin increases the Kcat/Km value 0.52 to 1.54 ml/mg x min<sup>-1</sup> and the affinity of EndoBI-1 (Km value from 0.32 to 0.22 mg/ml) to target N-glycans enabling more feasible application of this enzyme in dairy streams.

DOI:10.18016/ksudobil.335396

### Article History

Received : 20.08.2017

Accepted : 15.12.2017

### Keywords

Fetuin,  
glycans,  
enzyme kinetics

### Research Article

## Fetuin O-glikanlarının, Bioaktif N-Glikanların Yeni Endo-B-N-asetilglukozaminidaz Tarafından İzole Edilmesindeki Katkısının Belirlenmesi

### ÖZET

İnek fetuini N- ve O- glikanları içerdiğinden dolayı farklı glikosidazların aktivitesini test etmek için kullanılan model bir proteindir. Yeni bir glikosidaz olan endo-B-N-asetilglukozaminidaz enzimi (EndoBI-1) bebek bağırsaklarında bulunan *Bifidobacterium infantis*'ten tarafımızca daha önceden izole edilmiştir. Bu enzim farklı protein yapılarında bulunan N-glikan merkezlerini kesebilmektedir. Enzimin yüksek aktivite ve geniş substrat aralığından dolayı, peynir altı suyu proteinleri gibi karmaşık yapılarda aktivite gösterebilmektedir. Ayrıca, bu enzim aktivitesini yüksek sıcaklıklarda koruyabildiği için, pastörizasyon gibi ısı işlem gerektiren süreçlerde de kullanılabilir. İnek peynir altı suyu, yıllık milyonlarca ton üretilen bir glikoprotein kaynağıdır. Fakat, EndoBI-1 enziminin bu substrata uygulanması, peynir altı proteinlerinin O-glikanları tarafından bloke edilip aktiviteyi düşürdüğü düşünülmektedir. O-glikanların, proteinleri bir korucuyu görevi ile koruyarak, yeni bir prebiyotik kaynağı olarak kabul edilen N-glikanların izolasyonunu zorlaştırmakta olduğu

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 20.08.2017

Kabul tarihi : 15.12.2017

### Anahtar Kelimeler

Fetuin,  
Glikanlar,  
Enzim Kinetiği

### Araştırma Makalesi

sanılmaktadır. Bu çalışmada, O-glikanlar fetuinden ayrılarak, bunun N-glikanların enzimatik olarak EndoBI-1 tarafından ayrılmasına olan katkısı incelenmiştir. Ayrılan glikanlar kütle spektrometresi ile analiz edilmiş ve izomerler dahil 22 farklı yapı gözlemlenmiştir. Sonuçlara göre, O-glikanların fetuinden ayrılması, N-glikan izolasyon etkinliğini (Kcat/Km) 0.52 'den 1.54 ml/mg x min<sup>-1</sup>'a çıkarırken, Km değerini 0.32 'den 0.22 mg/ml'ye düşürmüştür. Bu sonuçlara göre, EndoBI-1 süt endüstrisinde çok daha etkili bir şekilde kullanabilmesinin yolu açılmıştır.

**To Cite :** Karav S 2018. Fetuin O-glikanlarının, Bioaktif N-Glikanların Yeni Endo-B-N-asetilglukozaminidaz Tarafından İzole Edilmesindeki Katkısının Belirlenmesi. KSU Tar Doga Derg 21(3) : 286-291. DOI:10.18016/ksudobil.335396

## INTRODUCTION

Human milk has evolved for million years and scientists have not fully identified all milk bioactive molecules yet (Jenness 1988). It has been demonstrated that breastfed infants have less risk of incidence of diseases such as diarrhea and eczema compared to formula fed babies (Hamosh 2001, Holman, Stoll et al. 2006). Recently, an interesting characteristic of milk being now recognized is the extent of glycosylation of its proteins, which is commonly found in human and bovine milk that is thought to contribute the beneficial effects of milk (O'riordan, Kane et al. 2014). Glycosylation is a post-translational modification where small carbohydrate molecules are attached to the protein during the synthesis (Karav, German et al. 2017). Interestingly, the milk glycans are indigestible by infants/adults, where as they have been shown to promote the growth of beneficial intestinal bacteria (especially Bifidobacteria) thus further protecting the infant from pathogens and stimulating a healthy intestinal environment (Marcobal and Sonnenburg 2012, Karav, Le Parc et al. 2016).

Milk proteins are grouped as caseins and whey proteins. Caseins are mostly O-glycosylated glycoproteins, whereas whey proteins contains both O- and N- glycosylated ones. Whey is a by-product of cheese making process (it is also considered as waste product) is rich in glycoproteins possessing a wide variety of both N-linked and O-linked glycans. The general content of whey is mostly water (~95%), lactose (~5%), and proteins (0.6-0.7%) (Hejtmánková, Pivec et al.). The production of whey is over 200 million tons globally every year, which serves 1 million tons of free protein (Mollea, Bosco et al. 2013). Common whey glycoproteins are glycomacropeptide, osteopontin, lactoferrin, immunoglobulins,  $\alpha$ -lactalbumin and transferrin (Walstra, Walstra et al. 2005, Horowitz 2012).

Glycans have many important roles in cellular mechanisms that are directly linked to health. Barboza et al. showed that glycans are active in cell adhesion and receptor that provides protection against viruses and most bacteria (Barboza, Pinzon et al. 2012). Glycans also interact with proteins helping behavior

and structural properties of proteins (Spik, Coddeville et al. 1994). It is also shown that glycans regulate the folding and conformation of proteins as well as the support the protein resistance against proteolysis (Wormald, Petrescu et al. 2002). We also recently showed that glycans released from milk glycoproteins act as selective prebiotic sources for Bifidobacteria species (Karav, Le Parc et al. 2016). The production of these bioactive glycans requires an efficient deglycosylation strategy to study the biological roles of glycans and potentially commercialization. Deglycosylation of glycoproteins is currently performed with two approaches; chemically and enzymatically (Electricwala, Wright et al.). However, there is no available single method that provides efficient, low cost and wide diverse glycan release without disrupting the native form of glycan or the remaining the polypeptide chain (Takahashi 1977, Sojar and Bahl 1987, Nuck, Zimmermann et al. 1990, Altmann, Schweiszer et al. 1995). The harsh conditions that are required for these methods might result in the disruption of the released glycan and remaining polypeptide structures, which is directly associated with the biological roles of these compounds. To solve these problems, we discovered an endo- $\beta$ -N-acetylglucosaminidase (EndoBI-1) isolated from *Bifidobacterium longum* subsp. *Infantis* ATCC 15697 that is active on glycoproteins with any limitations.

There is a great interest in biological roles of glycans (Morgan and Winick 1980, Yolken, Peterson et al. 1992, Bode, Kunz et al. 2004). To further studies on glycans are very limited due to the lack of deglycosylation strategies in large scale. As a scale up approach, bovine where is a promising source, but its O-glycan complexity hinders the accessibility of glycans. Here, we show how removal of O-glycans affects the N-glycan release efficiency of a novel N-glycosidase (EndoBI-1) to achieve the production of these bioactive molecules in large scale.

## MATERIALS and METHODS

### Reagents

Fetuin from bovine serum, Isopropyl  $\beta$ -D-1-thiogalactopyranoside (IPTG) and Trifluoroacetic acid were purchased from Sigma Aldrich, St. Louis MO,

USA. Acetonitrile and Formic acid were LC/MC grade and obtained from Fisher Chemical, Fair Lawn, NJ, USA. PNGase F was purchased from New England BioLabs (Ipswich, MA, USA).

### Expression and purification of novel endo- $\beta$ -N-acetylglucosaminidase

A cloning kit from Gene Target that has poly his tag was carried out to clone EndoBI-1 coding sequence. Protein expression and purification were performed as described before in *E. coli* BL21\* (Karav, Bell et al. 2015). The eluted protein was kept at -80 °C till enzymatic release experiment.

### Removal O-glycans

O-glycan removal from bovine fetuin was carried out with a previously described method with minor modifications (Windwarder and Altmann 2014). Briefly, Fetuin (10 mg in 10 ml) was applied into 1ml, 1M NaBH<sub>4</sub> in 0.1 M NaOH to reduce the O-glycans and stored at 55 °C for 18h. The glycans then purified by porous graphitized carbon cartridges and kept for mass analysis. De-O-glycosylated fetuin kept at -80 for kinetics study.

### N-glycan isolation by endo- $\beta$ -N-acetylglucosaminidase

Fetuin N-glycan release was performed enzymatically by using a novel endo- $\beta$ -N-acetylglucosaminidase. As an initial activity test, pretreated fetuin (removed O-glycans) and positive control fetuin were digested under optimal conditions that previously characterized (37 °C, pH:5 and overnight incubation). The results were consistent with previous studies that we tested the enzyme on pure lactoferrin and concentrated bovine whey colostrum (data not shown).

### Released N-glycan quantification

Released N-glycans quantification were performed with Life Technologies, USA Qubit. Fetuin substrates (pre-treated and positive control fetuin (0.1-1 mg/mL) were applied under different incubation times (0-240 min) where the incubation conditions were 37 °C and 0.025 mg/ml EndoBI-1 to determine the appropriate range of fetuin concentration for kinetics study. Adding 1M Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ended the reactions. Completed reactions were then precipitated by the application of cold ethanol. Biovision, USA Carbohydrate Assay Kit was applied to measure the released N-glycans amount where mannose was used as a standard for N-Glycans calibration curves since the majority of the monosaccharides of glycans is mannose.

### Determination of kinetic parameters

Prepared fetuin samples with concentrations changing from 0.05 to 1 mg/mL were used to figure out how the reactions take place for a total time of 4 hours (enough incubation time for full release based on a previous study) (Karav, Bell et al. 2015). The slopes were used

to calculate the rate of initial reaction took place in 75 minutes. Kinetic values ( $K_m$ ,  $V_{max}$  and  $K_{cat}$ ) were calculated by using Graph Prism 7.0 software with direct plotting of the data.

### Characterization of released glycan by mass spectrometry

MassHunter Qualitative Analysis software (version B.06.00 SP2, Agilent Technologies) was used to identify the compounds with find by formula option after the analysis of the compounds in mass spectrometry. 1000 counts limit were selected to filter the low abundant compounds. The found compounds were match with a library created by Nwosu et al. (Nwosu, Aldredge et al. 2012).

### Statistical Analysis

To understand the significant difference ( $p \leq 0.05$ ) between N-glycan release efficiency of EndoBI-1 on fetuin and pretreated fetuin, one way ANOVA (analysis of variance) was applied. Means of different groups were compared by Tukey's multiple comparison test. Graph prism 7.0 software was used for direct plotting of kinetics data.

## RESULTS and DISCUSSION

### Production of novel endo- $\beta$ -N-acetylglucosaminidase

Recombinant endo- $\beta$ -N-acetylglucosaminidase was produced with a method previously described (Karav, Bell et al. 2015). The poly-histidine tag containing protein was purified with a nickel column and the purity of the protein was visually controlled by SDS-PAGE gel electrophoresis. Purified enzyme's activity was monitored by using a model protein RNase B that provides a molecular shift from 17 kDa to 14 kDa after removal of glycans. Both purity and the activity of the enzyme were found as expected to previous studies (Karav, Bell et al. 2015, Karav, Parc et al. 2015). The purity of the recombinant enzyme obtained in these studies was above %90 (controlled with visual observation on SDS-PAGE gel). In present study, the purity was closer to %99 since the volume of the Nickel columns used here had larger volume and the number of washes of the native proteins from the column was higher (3 to 5). The enzyme showed full activity on the control model proteins as it was observed in the previous study (Karav, Parc et al. 2015)

### Determination of kinetic constants $K_m$ , $V_{max}$ , $K_{cat}$ and $K_{cat}/K_m$

To evaluate the contribution of removal of O-glycans on the release of N-glycans by EndBI-1, kinetic parameters of EndoBI-1 on pre-treated fetuin with O-glycans removal and non-treated fetuin were calculated. Direct plotting (Lineweaver Burke) reaction rate vs treated and non-treated fetuin resulted in a considerable different trend (Figure 1). Parham et al (2000) used different linearization

techniques to decrease the calculation error including Lineweaver Burke, Hanes Woolf and Eadie Hofstee. It was shown that Lineweaver-Burke method was the most promising approach for the enzymes that are similar to EndoBI-1. The results showed that EndoBI-1 show higher affinity on treated form of fetuin with a  $K_m$  value of 0.22 mg/ml compared to 0.32 mg/ml on native form of fetuin (Table 1). Low  $K_m$  value suggests that removing O-glycans increases the accessibility of EndoBI-1 on fetuin. We previously characterized the kinetic parameters of EndoBI-1 on both complex substrates (concentrated bovine whey) and simple glycoproteins (RNase B) (Karav, Parc et al. 2015). The results showed that the enzyme had extremely low affinity on bovine whey that contained both N- and O-glycoproteins compared to the simple proteins. Based on these two studies, it suggests that O-glycans act as protective agents for the deglycosylation of the protein.  $V_{max}$  values of EndoBI-1 on non-treated and treated fetuin were found to be  $4.2 \times 10^{-3}$  and  $8.69 \times 10^{-3}$  mg/ml x min, and  $K_{cat}$  values were  $0.168$  and  $0.34 \text{ min}^{-1}$ , respectively. The results on native form of fetuin were

consistent with our previous study that was focused on the heat denaturation of glycoproteins and its effect on glycan release efficiency (Karav, Parc et al. 2015). Karav et al. (2015) showed that the EndoBI-1 yielded considerably high glycan release on denatured bovine whey compared to native form the glycoproteins. In the study, the activity of EndoBI-1 was tested on native and denatured Rnase B, lactoferrin and concentrated bovine whey. The results showed that the denaturation step is crucial for complex substrates such as lactoferrin and bovine. The most efficient way to compare an enzyme's activity on two different substrates is using  $K_{cat} / K_m$  value since it represents both enzyme affinity and the glycan release rate in certain time. It was shown that removal of O-glycans increased  $K_{cat} / K_m$  from 0.52 to 1.54 mg/ml. The increase suggests that enzyme EndoBI-1 shows three fold more activity on pretreated fetuin compared to the native form. Application of various O and N-glycosidases was to glycoproteins widely investigated with other groups.

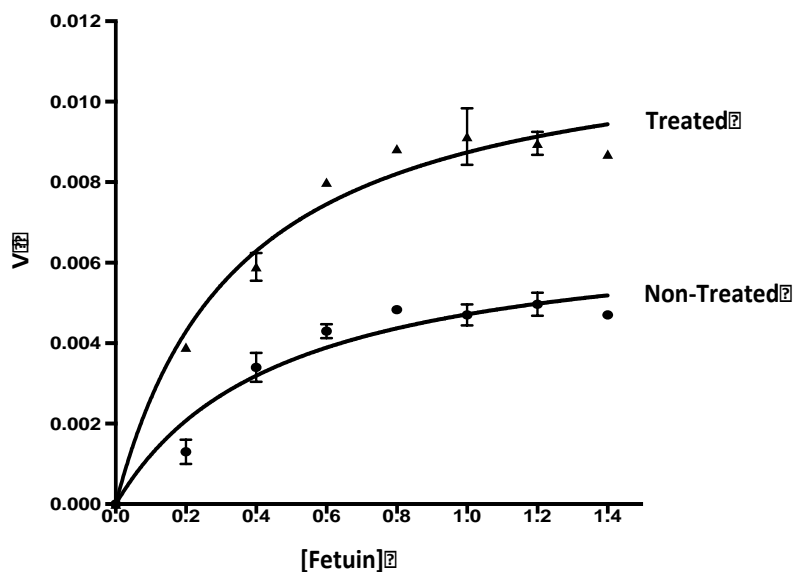


Figure 1. Plotting of rate of reaction (mg/ml x min) vs various non-treated and treated fetuin concentrations (mg/ml).

Table 1. Kinetic parameters of EndoBI-1 on fetuin (O-glycans removed form and native form) ( $V_{max}$  in mg/ml x min,  $K_m$  in mg/ml,  $K_{cat}$  in  $\text{min}^{-1}$  and  $K_{cat} / K_m$  in  $\text{ml/mg x min}^{-1}$ ).

	Non-treated	Treated
$K_m$	$0.32 \pm 0.02^a$	$0.22 \pm 0.02^b$
$V_{max}$	$4.2 \times 10^{-3} \pm 2.3 \times 10^{-4a}$	$8.69 \times 10^{-3} \pm 2.6 \times 10^{-4b}$
$k_{cat}$	$0.168 \pm 0.03^a$	$0.34 \pm 0.09^b$
$k_{cat}/K_m$	$0.52 \pm 0.01^a$	$1.54 \pm 0.03^b$

Results are given as the mean of biological triplicates, where different letters refers statistically different within the same row at  $P < 0.05$ .

### Characterization of released glycans

In addition to total *N*-glycan release efficiency, the glycan diversity was also characterized. Based on the glyco-profiling, a total of 22 different glycans (including isomers) have been detected (Table 2).

The major compounds were 5Hex4HexNac1NeuAc, 5Hex4HexNac1NeuAc, 5Hex4HexNac1NeuAc, 5Hex4HexNac1NeuAc and their isomers.

Table 2. *N*-glycan composition isolated from bovine fetuin. Green circles, yellow circles, blue squares and purple diamonds represent mannose, galactose, HexNac and NeuAc and residues, respectively.

Code	Structure	Composition	Isomers (Native)	Isomers (Treated)	Abundance (%)
1		5Hex4HexNac1NeuAc	3	3	3
2		5Hex4HexNac1NeuAc	5	5	20
3		5Hex4HexNac1NeuAc	3	3	2.5
4		5Hex4HexNac1NeuAc	2	6	21
5		5Hex4HexNac1NeuAc	3	5	40.5

The monitored glycan structures were similar to other studies (Stavenhagen, Plomp et al. 2015). As expected, majority of the glycans were sialylated. The most abundant structure is 5Hex4HexNac1NeuAc with a 40% percent of total relative abundance, which was consistent with other studies (Stavenhagen, Plomp et al. 2015, Sun, Shah et al. 2016). Although the pretreatment of fetuin did not change the released *N*-glycan compositions, some isomers were not detected on native form. For example, 5Hex4HexNac1NeuAc was released with 6 isomers from treated fetuin, whereas EndobI-1 was able to released only 2 isomers from native form. Similarly, 5Hex4HexNac1NeuAc was released with 5 isomers from treated and 2 from native form. These results suggest that removing

glycans enables the accessibility of EndoBI-1 to certain isomers. *O*-glycans released from fetuin were similar to the structures found by Altman et al. (2014), which were subjected to LC-ESI-MS analysis. Similar to this study, reporter ions ( $m/z = 292, 366, 454, 657$ ) in MS/MS spectra were investigated to confirm the glycan composition. The sialylated compositions found in this study were consistent with the study that focused on the sialylated structures by Green et al. (1988).

### CONCLUSION

Novel Endo- $\beta$ -*N*-acetylglucosaminidase is a new strategy to release bioactive glycans from milk glycoproteins. One of the biggest challenges for the

isolation of these compounds from whey proteins is that whey contains not only N-glycans but also O-glycans that hinders the N-glycosylation process. Previous studies show that EndoBI-1 show low activity on bovine whey compared to pure proteins. In this study it is demonstrated that low enzyme activity is the result of O-glycosylation pattern. Understanding of this mechanism will allow to produce N-glycans more efficiently in large scale. Increasing the accessibility of endoglycosidases to the target N-glycans by removing O-glycans will also increase the diversity of the released glycans that enable to produce a wider glycan pool. This wide range of glycans might possess different biological roles that can be utilized in biotechnology, pharmaceuticals and as food additives.

## REFERENCES

- Altmann F, Schweiszer S, Weber C 1995. Kinetic comparison of peptide: N-glycosidases F and A reveals several differences in substrate specificity. *Glycoconjugate Journal*, 12(1):84-93.
- Barboza M, Pinzon J, Wickramasinghe S, Froehlich JW, Moeller I, Smilowitz JT, Ruhaak LR, Huang J, Lonnerdal B, German JB 2012. Glycosylation of human milk lactoferrin exhibits dynamic changes during early lactation enhancing its role in pathogenic bacteria-host interactions. *Molecular and Cellular Proteomics*, 11(6):M111 015248.
- Bode L 2006. Recent advances on structure, metabolism, and function of human milk oligosaccharides. *The Journal of Nutrition*, 136(8):2127-2130.
- Green, Eric D 1988. The asparagine-linked oligosaccharides on bovine fetuin. Structural analysis of N-glycanase-released oligosaccharides by 500-megahertz <sup>1</sup>H NMR spectroscopy. *Journal of Biological Chemistry*, 30(4):18253-18268.
- Hamosh M 2001. Bioactive factors in human milk. *Pediatric Clinics of North America*, 48(1):69-86.
- Hejtmánková A, Pivec V, Trnková E, Dragounová H 2012. Differences in the composition of total and whey proteins in goat and ewe milk and their changes throughout the lactation period. *Czech J. Anim. Sci.*, 57(7):323-31.
- Holman RC, Stoll BJ, Curns AT, Yorita KL, Steiner CA, Schonberger LB 2006. Necrotising enterocolitis hospitalisations among neonates in the United States. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*, 20(6):498-506.
- Jenness R 1988. Composition of milk. *Fundamentals of dairy chemistry: Springer*, 30(4) :1-38.
- Moore SA, Anderson BF, Groom CR, Haridas M, Baker EN 1997. Three-dimensional structure of diferric bovine lactoferrin at 2.8 Å resolution. *Journal of Molecular Biology*, 274(2):222-236.
- Morgan B, Winick M 1980. Effects of administration of N-acetylneuraminic acid (NANA) on brain NANA content and behavior. *The Journal of Nutrition*, 110(3):416-424.
- Nuck R, Zimmermann M, Sauvageot D, Josi D, Reutter W 1990. Optimized deglycosylation of glycoproteins by peptide-N4-(N-acetyl-beta-glucosaminyl) asparagine amidase from *Flavobacterium meningosepticum*. *Glycoconjugate Journal*, 7(4):279-86.
- Nwosu CC, Aldredge DL, Lee H, Lerno LA, Zivkovic AM, German JB, Lebrilla CB 2012. Comparison of the human and bovine milk N-glycome via high-performance microfluidic chip liquid chromatography and tandem mass spectrometry. *Journal of Proteome Research*, 11(5):2912-2924.
- O'Riordan N, Kane M, Joshi L, Hickey RM 2014. Structural and functional characteristics of bovine milk protein glycosylation. *Glycobiology*, 24(3):220-236.
- Parham J, A and Deng SP 2000. Detection, quantification and characterization of β-glucosaminidase activity in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 32(8), 1183-1190.
- Sojar HT, Bahl OP 1987. A chemical method for the deglycosylation of proteins. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 259(1):52-57.
- Spik G, Coddeville B, Mazurier J, Bourne Y, Cambillaut C, Montreuil J 1994. Primary and three-dimensional structure of lactotransferrin (lactoferrin) glycans. *Lactoferrin: Springle*, 33(3) p 21-32.
- Stavenhagen K, Plomp R, Wuhler M 2015. Site-specific protein N- and O-glycosylation analysis by a C18-porous graphitized carbon-liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry approach using pronase treated glycopeptides. *Analytical Chemistry*, 87(23):11691-11699.
- Sun S, Shah P, Eshghi ST, Yang W, Trikanad N, Yang S, Chen L, Aiyetan P, Höti N, Zhang Z 2016. Comprehensive analysis of protein glycosylation by solid-phase extraction of N-linked glycans and glycosite-containing peptides. *Nature Biotechnology*, 34(1):84-88.
- Takahashi N 1977. Demonstration of a new amidase acting on glycopeptides. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 76(4):1194-201
- Windwarder M, Altmann F 2014. Site-specific analysis of the O-glycosylation of bovine fetuin by electron-transfer dissociation mass spectrometry. *Journal of Proteomics*, 10(8):258-268.
- Yolken R, Peterson J, Vonderfecht S, Fouts E, Midthun K, Newburg D 1992. Human milk mucin inhibits rotavirus replication and prevents experimental gastroenteritis. *Journal of Clinical Investigation*, 90(5):1984.

## *In vitro* Şartlar Altında 'Bursa Siyahı' (*Ficus carica* L.) İncir Çeşidinin Morfolojisi Üzerine Tuzun Etkisi

Yelda EMEK 

Department of Biology Faculty of Arts and Science Adnan Menderes University, Aydın  
✉ : emekyelda@gmail.com

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı *Ficus carica* cv. Bursa Siyahı fidelerinin morfolojisi üzerine farklı NaCl konsantrasyonlarının etkisini belirlemektir. *Ficus carica* L. cv Bursa Siyahı tohumları *in vitro* şartlar altında çimlendirilmiş ve *in vitro* olarak elde edilmiş fideler tuz stresi için farklı konsantrasyonda NaCl içeren ve kontrol olarak NaCl içermeyen Murashige ve Skoog ortamında kültüre alınmıştır. Bitki canlılığının, ortamdaki NaCl konsantrasyonunun artışına bağlı olarak azaldığı gözlemlenmiştir. Altı haftanın sonunda, bitkiler taze ağırlık (TA), sürgün uzunluğu (SU), yaprak sayısı (YS), kök sayısı (KS) ve kök uzunluğu (KU) gibi parametrelerle değerlendirilmiştir. 40 mM NaCl ilaveli ortamda bulunan bitkiler maksimum büyüme göstermişlerdir, tuz stresi etkilerinin artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak arttığı gözlemlenmiştir.

DOI:10.18016/ksudobil.298973

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 20.03.2017

Kabul tarihi : 23.08.2017

### Anahtar Kelimeler

*Ficus carica* cv. Bursa Siyahı,  
NaCl,  
stres,  
*in vitro*,  
büyüme

### Araştırma Makalesi

## Effects of Salinity on the Morphology of the ' Bursa Siyahı', Fig (*Ficus carica* L.) cultivar *In vitro* Conditions

### ABSTRACT

The objective of this study was to examine the effects of NaCl on the morphology of *Ficus carica* cv. 'Bursa Siyahı' seedlings. For the salt stress tolerance, seeds of *Ficus carica* L. cv 'Bursa Siyahı' were germinated *in vitro* conditions and obtained seedlings were cultured in Murashige and Skoog culture medium without NaCl (as control) and with different NaCl concentrations. It was observed that plant viability were decreased with increasing NaCl concentration in the medium. At the end of six weeks, plants were evaluated for the parameters of fresh weight (FW), shoot length (SL), leaf number (LN), root number (RN) and root length (RL). Plants in medium with 40 mM NaCl gave the maximum growth, salt stress effect was found to be increased in relative to the salt concentrations.

### Article History

Received : 20.03.2017

Accepted : 23.08.2017

### Keywords

*Ficus carica* cv. Bursa Siyahı,  
NaCl,  
stres,  
*in vitro*,  
growth

### Research Article

**To Cite** : Emek Y 2018. *In vitro* Şartlar Altında 'Bursa Siyahı' (*Ficus carica* L.) İncir Çeşidinin Morfolojisi Üzerine Tuzun Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(3): 292-296, 2018. DOI:10.18016/ksudobil.298973

## INTRODUCTION

Each plant needs special environmental conditions to continue its viability. Development and growth depend on environmental biotic and abiotic factors. One of the main problems existing in soil in relation to plant growth (Stepien and Johnson, 2009) is abiotic factors. Abiotic stresses such as salt excess and drought are among factors most limiting to plant productivity (Bohnert et al., 1995).

Salinity affects growth and development of plants through oxidative, ionic and osmotic stresses, and spoils normal growth and development of plant (Yeo

and Flowers, 1983; Noble and Rogers, 1992). Excessive salt concentration in the soil limits plant growth in three ways; first it leads to decreased osmotic potentials. So it reduces the water availability of the external solution, which can affect the water status of the plant (Golombek and Lüdders, 1993). Second, ions such as sodium and chloride in the plant can lead to toxicity or interfere with the uptake process. Thirdly, the concentration of sodium and chloride or excessive salt in the soil can impair the absorption and transportation of other essential nutrients from the soil. This situation is called as nutritional imbalance (Kamrani et al., 2013).

Soil salinity is a major abiotic stress factor (Zhu, 2001) and limiting factor for the plants in arid and semi-arid zones of the world with low rainfall or irrigated with salty water. Most of the screening experiments for salt tolerant genotypes were conducted under either *in vitro* or controlled environmental conditions (Kingsbury and Epstein, 1984; Rawson et al., 1988; Barakat and Abdel Latif, 1996; Arzani and Mirodjagh, 1999; Munns et al., 2000).

*Ficus carica* L. (fig) belongs to *Moraceae* family, which has an economical importance in Turkey.

Fig fruits called anjeer has nutritive and medical values. It is known to be used in various drug formulations for its mild laxative action and high alkalinity (Kirtikar and Basu, 1986).

The cultivation of the fig is practiced under irrigation. Although fig is a moderately salt-tolerant species, its tolerance limit is unknown in increasing saline conditions. Because the fig is generally grown on saline soils, salinity problems are becoming more important.

There is only one study on the short-term salinity effects on two varieties 'Bardajik' and 'Faro' of *Ficus carica* L. (Golombek and Lüdders, 1993). But, there is no any studies on the effect of different salt concentration on the morphology of *Ficus carica* L. at *in vitro*. Therefore, this study aims to determine the morphological response of the *Ficus carica* cv. 'Bursa siyahı' to salt *in vitro* conditions.

## MATERIALS and METHODS

In this study, seeds of *Ficus carica* L. cv. 'Bursa Siyahı' were used as initial plant source. Seeds were isolated from mature fruit in the summer. For pre-treatment applications, they were cleaned in running tap water for an hour and were surface-sterilized with 70 % EtOH for 10 min and with 4.5 % sodium hypochlorite for 15 min, consecutively, and washed three times with sterilized distilled water. Then seeds were maintained on liquid basal medium with paper bridge jars. Basal medium contained Murashige & Skoog (Murashige and Skoog, 1962) mineral salts, 100 mg l<sup>-1</sup> myo-inositol, 2 mg l<sup>-1</sup> glycine, 0.5 mg l<sup>-1</sup> nicotinic acid, 0.5 mg l<sup>-1</sup> pyridoxine HCl, 0.1 mg l<sup>-1</sup> thiamine HCl, 30 g l<sup>-1</sup> sucrose. The pH of the media was adjusted to 5.8 before autoclaving at 121°C for 15 min. Agar-agar (8 g l<sup>-1</sup>) were added to the media as gelling agent. The experiments were conducted with three replicates consisting of ten explant per jars and repeated three times.

In order to determine the plant response to salt medium, seedlings obtained from germination of seeds were transferred onto medium without or with NaCl. MS medium were used as control to compare the effects of different concentrations of NaCl salt (40, 80, 120, 240, 320, 480 mM). The experiments were conducted

with ten replicates consisting of two seedling per jars and repeated three times.

Plants survived after salt stress were evaluated by recording parameters of fresh weight (FW), shoot length (SL), leaf number (LN), root number (RN) and root length (RL).

All cultures were maintained in a culture room at 24±1°C with a photoperiod of 16 h light under a light intensity of 30 µEm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>.

## Statistical analysis

Data of survival ratio (%) of the plants were evaluated. The data fresh weight (FW), shoot length (SL), leaf number (LN), root number (RN) and root length (RL) were analyzed as mean ± SE (standard error) value. The statistical differences were estimated at the 5% level by the Duncan's Multiple Range Test.

## RESULTS and DISCUSSION

In tissue culture studies, seeds are preferred starting materials (Fay, 1994). In addition, *in vitro* germinated seeds supply aseptic seedlings can then be used in tissue culture applications. According to the results of this experiments, the germination rate of seeds was found to be 100 %. Following emergence of the radicle, the plants were transplanted to MS medium without or with different concentrations of NaCl. In the second week, according to the morphological observations, the plants in control medium and medium with 40 and 80 mM NaCl did not showed any stress symptoms (Table 1). However, brown leaf edge and chlorosis were observed due to increasing salt concentrations. Survival rate of the plants were decreased in medium with 120 mM NaCl and the plants in medium with 480 mM NaCl were lost (62.5%). Also, the leaf number were gradually decreased due to increasing salt concentration (Table 1).

Almost all the plantlets in medium of higher concentrations of NaCl (320 and 480 mM) were died after a period of time. Therefore, plantlets in lower concentrations of NaCl (0-240 mM) were evaluated for the parameters of fresh weight (FW), shoot length (SL), leaf number (LN), root number (RN) and root length (RL) end of the six weeks of culture (Table 2).

According to the results, the lower concentrations of NaCl and control showed positive effects on the number of leaves, fresh weight, root number and root length while the increasing salt concentrations gave negative effects.

Also, the highest value of fresh weight (FW) was obtained from the plantlets in medium of 40 mM NaCl (Table 2, Fig 1), while this value was decreased in higher concentrations of NaCl.



Table 1. Morphological appearance and survival rate after two weeks of culture.

NaCl (mM)	Morphological appearance	Survival rate (%)	Numbers of leaf mean $\pm$ SE (standard error)
0 (control)	Healthy	100	6.06 $\pm$ 0.45
40	Healthy	100	6.00 $\pm$ 0.33
80	Healthy	100	5.50 $\pm$ 0.20
120	Beginning of browning	93.75	5.38 $\pm$ 0.30
240	Beginning of chlorosis	87.5	5.31 $\pm$ 0.31
320	Chlorosis	50.0	2.63 $\pm$ 0.72
480	Chlorosis	37.5	2.19 $\pm$ 0.76

Values are means of repeated experiments  $\pm$  standard error.

Farhoudi et al. (2015) reported that root length and seedling fresh weight decreased with increasing salinity. The most typical symptom of saline injury to a plant is retarded growth due to inhibition of cell elongation (Bandeoglu et al., 2004). Formed osmotic and drought stress with salt accumulation in plant lead to decrease of water absorption by plant tissues. Therefore cellular growth and development decrease. Thus, inhibition of water absorption and its effect on cellular growth and development is one of the most important causes of decreased growth of stem and root (Cavalcanti et al., 2007; Munns, 2002).

Considering the terms of the number of leaves of the plants grown in 40 mM NaCl medium and control gave

the best values (Table 2.) Golombek and Lüdders (1993) have reported that salt was reduced the leaf area of *Ficus carica* cv 'Bardajik' and *F. carica* cv 'Faro'. There was a decrease in the number of roots depending on the increasing salt concentrations. It was seen that the number of roots were affected negatively even at low salt concentrations. Considering the root length the control medium was found to be the best medium. Golombek and Lüdders (1993) have reported that the root mass after one week of NaCl (100 mM) treatment of *Ficus carica* cv 'Bardajik' was higher than those of control. They were also stated that root mass after one week of NaCl (100 mM) treatment of *Ficus carica* cv 'Faro' was lower than those of control.

Table 2. Morphological observation of plantlet on medium without and with NaCl after 6 weeks of culture.

NaCl (mM)	FW(g)	LN mean $\pm$ SE	RN $\pm$ SE mean $\pm$ SE	SL $\pm$ SE (cm) mean $\pm$ SE	RL $\pm$ SE(cm) mean $\pm$ SE
0 (control)	0.20 ab	8.94 $\pm$ 0.76 a	8.25 $\pm$ 1.08 a	4.80 $\pm$ 0.21 a	7.35 $\pm$ 1.14 a
40	0.24 a	9.06 $\pm$ 0.67 a	4.81 $\pm$ 0.92 b	4.16 $\pm$ 0.21 ab	4.61 $\pm$ 0.48 ab
80	0.16 bc	6.31 $\pm$ 0.22 b	2.81 $\pm$ 0.31 c	3.85 $\pm$ 0.18 b	4.20 $\pm$ 0.46 b
120	0.14 c	6.31 $\pm$ 0.50 b	2.56 $\pm$ 0.22 c	3.83 $\pm$ 0.24 b	5.79 $\pm$ 0.80 b
240	0.13 c	4.94 $\pm$ 0.38 b	2.44 $\pm$ 0.20 c	3.77 $\pm$ 0.23 b	4.47 $\pm$ 0.63 b

Means followed by same letters are not significantly different by the Duncan Multiple Range Test ( $p < 0.05$ ). Values are means of repeated experiments  $\pm$  standard error.

**FW:** fresh weight, **SL:** shoot length, **LN:** leaf number, **RN:** root number, **RL:** root length.

The length of the shoots were negatively affected due to the increasing salt concentration. As shown in the table 2, the seedling development were affected negatively due to increasing salt concentration more than 40 mM NaCl. The effect of salt on plants were firstly appeared at the lower leaves of the plantlets as yellowing and brownish, and followed by chlorosis and death (Fig 2 and Fig 3). Yadav et al. (2001) reported that plant growth parameters such as plant height decreased with increasing salinity. However, Kamrani et al. (2013) and Farhoudi et al. (2015) reported that plant height decreased with increasing salt concentration. These results were paralleled with my findings. This is probably results of the insufficient water uptake in the plant with the increase of osmotic pressure, blocking the uptake of other nutrients of salts, or breakdown the metabolic balance because of

the excessive salt (Salisbury and Ross, 1992; Pandey and Kalloo, 1993). Hussain et al., (2004) were reported that reduced plant height in salty conditions is due to genetic nature.

## CONCLUSION

Although figs are salt tolerant plants, plants which were exposed to higher salt concentrations because of the changes in rainfall or irrigation in the field conditions will cause damage in formation or even loss of vitality. Salt tolerance limitations of the figs has been not known until today. This is the first report on the effects of NaCl concentrations on the morphology of *Ficus carica* cv. 'Bursa Siyahi' seedlings. It is believed that, this report will help further upcoming studies on salinity effect on *Ficus carica* cv. 'Bursa Siyahi'.



Figure 1. Plantlet on MS medium with 40 mM NaCl after 6 weeks of culture.



Figure 2. Plantlet on MS medium with 120 mM NaCl after 6 weeks of culture.



Figure 3. Plantlet on MS medium with 240 mM NaCl after 6 weeks of culture.

**ACKNOWLEDGEMENTS**

The author would like to give special thanks to Prof.Dr. Bengi Erdağ for her guidance and help.

**REFERENCES**

- Arzani A, Mirodjagh SS 1999. Response of Durum Wheat Cultivars to Immature Embryo Culture, Callus Induction and *In vitro* Salt Stress. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.*, 58: 67-72.
- Bandeoglu E, Eyidogan F, Yucel M, Avni Oktem H 2004. Antioxidant Responses of Shoots and Roots of Lentil to NaCl-Salinity Stress. *Plant Growth Regulation*, 42: 69-77.
- Barakat M, Abdel Latif H 1996. *In vitro* Selection of Wheat Callus Tolerant to High Levels of Salt Plant Regeneration. *Euphytica*, 91: 127-140.
- Bohnert HJ, Nelson DE, Jensen RG 1995. Adaptations to Environmental Stresses. *The Plant Cell*, 7:1099-1111.
- Cavalcanti F, Lima JP, Silva S, Viegas R, Silveria J 2007. Roots and Leaves Display Contrasting Oxidative Response During Salt Stress and Recovery in Cowpea. *J. Plant Physiol.*, 164:591-600.
- Farhoudi R, Modhej A, Afrous A 2015. Effect of Salt Stress on Physiological and Morphological Parameters of Rapeseed Cultivars. *J.Sci. Res. and Dev.*, 2(5):111-117
- Fay MF 1994. In What Situation is *In vitro* Culture Appropriate to Plant Conservation? *Biodivers Conserv*, 3: 176-183.
- Golombek SD, Lüdders P 1993. Effect of Short-term Salinity on Leaf Gas Exchange of the Fig (*Ficus carica* L.). *Plant and Soil*, 148: 21-27.
- Hussain A, Khan ZI, Ashraf M, Rashid MH, Akhtar MS 2004. Effect of Salt Stress on Some Growth Attributes of Sugarcane Cultivars CP-77-400 and Coj- 84. *Int. J. Agric. Biol.*, 6(1):188-191.
- Kamrani MH, Hosseinniya H, Chegeni AR 2013. Effect of Salinity on the Growth Characteristics of Canola (*Brassica napus* L.). *Tech. J. Eng and Applied Sci.*, 3(18):2327-2333.
- Kingsbury RW, Epstein E 1984. Selection for Salt Resistant in Spring Wheat. *Crop Sci.*, 24: 310-315.
- Kirtikar KR, Basu BD 1986. *Indian Medicinal Plants*. International Book Distributors, Vol:3, Dehradun, 2329p.
- Munns R, Hare RA, James RA, Rebetzke GI 2000. Genetic Variation for Improving the Salt Tolerance of Durum Wheat. *Aust.J. Agric. Res.*, 51: 69-74.
- Munns R 2002. Comparative Physiology of Salt and Water Stress. *Plant Cell and Environment*, 25:239-250.
- Murashige T, Skoog F 1962. A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiol. Plant.*, 15: 473-497.
- Noble CL, Rogers ME 1992. Arguments for The Use of Physiological Criteria for Improving the Salt Tolerance in Crops. *Plant Soil*, 146: 99-107.
- Pandey SC, Kalloo G. 1993. Spinach, *Spinacia oleracea* L. In "Genetic Improvement of Vegetable Crops", (Ed. Kalloo G, Bergh BO), Pergamon Press, pp. 325-336, DOI: 10.1016/B978-0-08-040826-2.50027-8
- Rawson HM, Richards RA, Munns R 1988. An Examination of Selection Criteria for Salt Tolerance in Wheat, Barley and Triticale Genotypes. *Aust. J. Agric. Res.*, 39: 759-772.
- Salisbury FB, Ross CW 1992. *Plant Physiology*. Wadsworth Pub. Com. Belmont, California, USA
- Stepien P, Johnson NG 2009. Contrasting Responses of Photosynthesis to Salt Stress in The *Glycophyte arabidopsis* and The Halophyte *Thellungiella*: Role of The Plastid Terminal Oxidase as an Alternative Electron Sink. *Plant Physiol.*, 149: 1154-1165.
- Yadav AC, Mangel JC, Lal S, Sharma SK, Kapoor A 2001. Effect of Salinity and Phosphorus on Growth and Yield of Potato CV. Kufri Sutlej. *Journal of Indian Potato Association*, 28: 30-31.
- Yeo AR, Flowers TJ 1983. Varietal Differences in The Toxicity of Sodium Ions in Rice Leaves. *Physiol. Plant.*, 59:189-195.
- Zhu J 2001. Plant Salt Tolerance. *Trends Plant Sci.*, 6: 66-71.

## Bir Doğu Kayını Meşceresinde Farklı Sosyal Sınıftaki Ağaçlarda Günlük Ekofizyolojik Tepkiler

Ali Kemal ÖZBAYRAM<sup>ID</sup>, Şemsettin KULAÇ<sup>ID</sup>

Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi Silvikültür ABD, Düzce  
✉ : alikemalozbayram@duzce.edu.tr

### ÖZET

Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ülkemizin önemli yapraklı ağaç türlerinden biridir. Ağaçlar arasındaki sosyal statü farkı rekabet baskısını, ışığa erişimi ve su gibi yerel çevre kaynaklarının kullanılabilirliği etkileyebilmektedir. Bu çalışmanın amacı, saf ve aynı yaşlı doğu kayını meşceresinde galip, ara ve mağlup durumdaki ağaçların ksilem su potansiyeli, toprak suyu miktarı ve stoma iletkenliğinin gün içi değişimini belirlemektir. Dokuz adet seçilen örnek ağaçların güneye bakan tepe kısımlarında su potansiyeli ile gün ortası stoma iletkenliği gün öncesi (04:30) ve günün 5 farklı zamanında (saat 09:40, 12:30, 14:30, 17:00, 19:00) ölçülmüştür. Ayrıca su potansiyelinin ölçüldüğü zaman dilimlerinde toprak suyu ölçümleri de gerçekleştirilmiştir. Su potansiyeli galip tabakadaki ağaçlarda -0.23 ile -1.46 MPa arasında, ara tabakadaki ağaçlarda -0.19 ile -1.30 MPa arasında, mağlup tabakada ise -0.11 ile -1.10 MPa arasında değişmektedir. Tüm sınıflarda şafak öncesi su potansiyeli en yüksek değerde iken, gün ortasında (saat 12.30) en düşük seviyesine inmekte, sonraki ölçüm zamanlarında ise tekrar yükselmektedir. Tüm sosyal sınıftaki ağaçların şafak öncesi su potansiyeli değeri benzer iken, saat 9:40 ile 17:00 arasındaki ölçümlerde galip ağaçların su potansiyeli değeri diğer sınıflardan daha düşük ölçülmüştür. Toprak suyu miktarı gün boyunca azalmış, anlamlı en yüksek azalma üst toprak katmanında olmuştur. Gün ortası stoma iletkenliği  $16.53 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  ile en yüksek mağlup tabakada, en düşük  $5.20 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  ile galip tabakada ölçülmüştür. Sonuç olarak, değişik sosyal sınıftaki kayın ağaçları aynı toprak suyu koşullarında bulunmalarına rağmen gün içerisinde farklı ekofizyolojik tepkiler verebilmektedir.

DOI:10.18016/ksudobil.311776

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 10.05.2017

Kabul tarihi : 03.10.2017

### Anahtar Kelimeler

Doğu kayını,  
Su potansiyeli,  
Stoma iletkenliği,  
Toprak suyu içeriği

### Araştırma Makalesi

## Diurnal Ecophysiological Responses of Different Social Class Trees in an Oriental Beech Stand

### ABSTRACT

The oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) is one of the important tree species among the broad-leaved species in Turkey. Tree social status can effect on competition and access to light, and on availability of local environmental resources, including water. The current study was conducted in 32 years old pure oriental beech stand. In May 2016, xylem water potential, soil water content and stomal conductivity were measured at six different time of day at the southern-facing crowns of dominant, intermediate and suppressed trees. The xylem water potential ranged between -0.18 and -1.28 MPa. The water potential was the highest in predawn, the lowest in the midday, and then it rises again. While all social classes were similar to predawn water potential, the water potential difference between the dominant and suppressed trees increased towards midday and decreased in the following hours. The dominant trees had the lowest water potential, while the suppressed trees had the highest. Soil water content decreased all soil layers throughout the day, especially in the top layer. The midday stomatal conductance was highest in the

### Article History

Geliş : 10.05.2017

Kabul : 03.10.2017

### Keywords

Oriental beech,  
Stomatal conductance,  
Soil water content,  
Water potential

### Research Article

suppressed trees (16.53 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) and the lowest in dominant trees (5.20 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>). It can be concluded that oriental beech trees in different social status could have different eco-physiological responses despite being in similar soil water conditions.

**To Cite :** Özbayram A.K, Kulaç Ş 2018. Bir Doğu Kayını Meşceresinde Farklı Sosyal Sınıftaki Ağaçlarda Günlük Ekofizyolojik Tepkiler. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(3): 297-303. DOI:10.18016/ksudobil.311776

## GİRİŞ

Ağaçların günlük ve mevsimsel ekofizyolojik tepkileri çevre şartlarındaki değişimlerden sıklıkla etkilenebilmektedir (Koike ve ark., 2001). Meşceredeki farklı sosyal sınıftaki ağaçlar ışık, su ve diğer kaynaklar için rekabet ettiklerinden (Martín-Benito ve ark., 2008), sosyal sınıfa bağlı olarak çevre şartlarındaki değişime farklı tepki verebilmektedirler. Galip ağaçlar mağlup ağaçlara göre daha çok direkt güneş radyasyonuna ve rüzgar hızına maruz kaldıklarından buhar basıncı açığı artabilmektedir (Kimmings, 1997). Ayrıca, tepenin yüksek dallarındaki yapraklarında alt kısımdaki dalların yapraklarına göre daha fazla ışık, buhar basıncı açığı ve rüzgar nedeniyle daha fazla su kaybı olmaktadır (Sellin ve Kupper, 2007). Ancak, iğne yapraklı ormanlarda su stresinin farklı sosyal sınıflarındaki ağaçların büyümesine etkisine ilişkin sonuçlar tutarlı iken (Martín-Benito ve ark., 2008; Pichler ve Oberhuber, 2007), yapraklı türlerde elde edilen sonuçlar değişkenlik göstermektedir (Bréda ve ark., 1995; He ve ark., 2005; Orwig ve Abrams, 1997).

Yöreye özgü iklim koşulları, toprak yapısı ve toprak suyu kullanımı gibi koşullar bitkinin su durumunun günlük dinamiğini önemli şekilde etkileyebilmektedir (Deb ve ark., 2012). Örneğin Artvin yöresi doğal Doğu kayını bireylerinde yaprak su potansiyeli -0.23 ile -1.36 arasında değiştiği ve yükseltiye bağlı olarak değişkenlik gösterdiği belirtilmektedir (Bayraktar ve Tilki, 2015). Bitki-su ilişkileri bitkilerin, topraktaki suyun alınması, bitki içindeki taşınması ve yapraklardan buharlaşması sonucu kaybetmeleri de dahil olmak üzere, hücrelerin hidrasyonunu nasıl kontrol ettiği ile ilgilidir. Toprakta, bitkide ve atmosferdeki suyun durumu genellikle su potansiyeli olarak ifade edilmektedir (Chavarria ve dos Santos, 2012). Toprak, ağaç ve atmosfer arasındaki su potansiyeli farkı, suyun ağaçlardaki ksilem unsurları yoluyla taşınmasını sağlamaktadır (Peiffer ve ark., 2014). Ayrıca su potansiyeli gövde boyunca yolun farklı noktalarında farklılıklar gösterebilmektedir (Taiz ve Zeiger, 2008).

Şafak öncesi su potansiyeli bitki kök zonundaki toprak su potansiyeli ile entegre olduğundan bitki için su mevcudiyetinin ölçülmesinde sıklıkla kullanılmaktadır (Schulze ve Hall, 1982). Günlük maksimum stoma iletkenliği ile şafak su potansiyeli genel olarak negatif ilişki gösterdiği belirtilmektedir (Fordyce ve ark., 1997; Graham ve Running, 1984).

Bitkiler genellikle gün ortasında stomalarını tamamen veya kısmen kapatma eğilimindedirler. Toprak, yaprak ve atmosferdeki su mevcudiyetine stomanın yanıtı interaktif olup, toprak suyu azaldığında stoma iletkenliği de belirli bir buharlaşma ihtiyacı seviyesinde azalmaktadır (Bond ve Kavanagh, 1999). Nitekim yapraklı türlerde yapılmış birkaç çalışmada şafak öncesi en yüksek değerinde olan su potansiyeli gün ortasında en düşük değere düştüğü, gün sonunda ise şafak öncesi değere yaklaştığı ifade edilmektedir (Pezeshki ve Hinckley, 1982; Prior ve ark., 1997; Shainsky ve ark., 1994).

Doğal ortamlarında ağaç türlerinin rekabete bağlı ekofizyolojik tepkilerini gerçek zamanlı olarak analiz etmeye ihtiyaç duyulmaktadır (Baudis ve ark., 2014). Türkiye’de orman ağaçlarının doğal ortamlarında ekofizyolojik değişimlerin izlenmesi çalışmaları sınırlı sayıda (Bayraktar ve Tilki, 2015; Deligöz ve ark., 2016; Genç ve ark., 2012; Kezik, 2011; Kezik ve Kocaçınar, 2014; Özbayram ve ark., 2016). Önemli bir ağaç türü olan doğu kayını (*Fagus orientalis*) yapraklı türler içerisinde (1,90 milyon hektar) yayılış alanı ve ağaç serveti miktarı bakımından ilk sırada yer almaktadır. Doğu kayınının Türkiye’deki yayılış alanlarının yarısına yakını (yaklaşık 800 bin hektar) Batı Karadeniz bölgesinde yer almakta olup Düzce ili ise optimum yetişme ortamlarından biridir (Anonim, 2015). Bu çalışmanın amacı, Düzce yöresinde saf doğu kayını meşceresinde farklı sosyal sınıftaki ağaçların gün içindeki ekofizyolojik tepkilerdeki değişimini belirlemektir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Araştırma sahasının tanıtımı

Araştırma sahası Düzce-Konuralp mevkiinde (31° 05'35" E - 40° 55'45" N) yer alan 33 yaşındaki saf doğu kayını meşceresinde kurulmuştur. Saha batı bakıda, 495 m rakımda ve % 18 eğime sahiptir. Saf kayını meşceresi 3. bonitette yer almakta ve meşcere göğüs yüzeyi 30 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, sıklığı ise 2600 adet ha<sup>-1</sup>'dir. Sahada münferit olarak dağılmış % 3 civarında meşe (*Quercus* sp.) türleri karışıma girmekte ve orman altında diri örtü bulunmamaktadır. Mutlak toprak derinliği 120 cm'den fazladır. Genel olarak toprak türü hafif killidir ve derinlere doğru toprağın kil içeriği artmaktadır. Toprak reaksiyonu 5.4 ile 5.6 pH arasında değişkenlik göstermektedir.

Uzun yıllar verilerine (1950-2015) göre vejetasyon

mevsimi nisan-ekim ayları arasında yaşanmakta ve saha bu sürede 501 mm yağış alabilmektedir (Anonim, 2016). Çalışmanın yapıldığı günde ortalama sıcaklık 21.7 °C (min:17.2 °C, max:26.3 °C), nispi hava nemi ise ortalama % 52 (min:%35, max:% 83.5) civarındadır.

### Yöntem

Doğu kayını meşceresinde 30m x30 m (900 m<sup>2</sup>) ebatlarında bir araştırma sahası seçilmiştir. Sahada 2016 yılı Mayıs ayının 15. gününde kök yayılışı, toprak suyu, ksilem su potansiyeli, stoma iletkenliği ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ksilem su potansiyeli, stoma iletkenliği için araştırma sahasında 9 adet örnek ağaç seçilmiştir. Bu ağaçların 3'ü galip ağaçlarda, 3'ü ara tabakada ve kalan 3 ağaç ise mağlup (alt) tabakada yer almakta ve bunlar parsel içerisine mümkün olduğunca homojen dağıtılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Araştırma sahasında seçilen örnek ağaçların göğüs yüksekliği çap ve boy değerleri (ortalama ± std sapma)

Sosyal Sınıf	d <sub>1.30</sub> çap (cm)	Boy (m)
Galip ağaçlar	16.67 ± 0.49	17.5 ± 0.89
Ara tabakadaki ağaçlar	10.07 ± 1.14	13.44 ± 0.41
Mağlup ağaçlar	4.47 ± 1.10	5.60 ± 0.50

**Kök yayılışı:** Sahada 1x2m ebatlarında ve 140 cm derinlikte kök çukuru açılmıştır. Açılan kök çukurunda her 10 cm derinlik katmanındaki kökler bulunduğu derinliğe ve çaplara (0-2 mm, 2-5 mm, 5-20 mm ve >20 mm) göre tasnif yapılmıştır. Böylelikle deneme sahasında ağaçların köklerinin hangi derinlikte hangi sınıfta daha yoğun olduğu belirlenmiştir.

**Toprak Suyu Ölçümü:** Ölçümler sahada 5 farklı noktaya (merkezde, merkezin 5 m kuzey, güney, doğu ve batısı) çakılmış nem problemlerinde "toprak suyu ölçüm sistemi" kullanılarak (ProfilProbe PR2, Delta-T, İngiltere) gerçekleştirilmiş ve 10, 20, 30, 40 cm derinlikteki hacimsel toprak suyu ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler gün içerisinde saat 04:30, 09:40, 12:30, 14:30, 17:00 ve 19:00 da tekrarlanmıştır.

**Ksilem Su Potansiyeli:** Su potansiyeli ölçümlerinde Scholander ve ark. (1965) tarafından geliştirilen basınç odacığı tekniği kullanılmıştır. Seçilen ağaçlar üzerinde ölçümler gün içerisinde farklı zamanlarda (saat 04:30, 09:40, 12:30, 14:30, 17:00 ve 19:00) gerçekleştirilmiştir. Seçilen ağaçların tepe tacının üst kısmında (tepe yüksekliğinin 1/3 yüksekliğinde) ve güneşe bakan kısımlarındaki terminal sürgünlerden örnekler alınmıştır. Her ölçüm zamanında, ağaçlardan örnekler aynı anda kesilmiş ve bekletilmeden kısa süre zarfında sırasıyla ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ağaçların tepe çatısına ulaşabilmek için seyyar iskele

kule kullanılmıştır. İskelede çıkılarak örnek sürgünler 10-15 cm uzunluğunda bağ makası ile kesilmiş sonra sürgünlerin uç kısmından 2 cm kadar kabuk soyularak ksilem ortaya çıkarılmıştır. Hazırlanan bitki materyali basınç odasına yerleştirilip basınç çemberine gaz (N) girişi sağlandıktan sonra, özsu çıkana kadar basınç arttırılmış ve büyüteçle takip edilip, bitki materyalinde özsuyun çıkmasıyla birlikte gaz girişi durdurulup manometreden negatif basınç değerleri MPa (megapascal) olarak okunmuştur.

**Stoma İletkenliği:** Stoma iletkenliği (mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) ölçümü porometre (Delta-T Model AP-4) ile gün içinde sadece saat 12.30'da gerçekleştirilmiştir. Bunun için her deneme sahasında seçilmiş 9 ağacın üzerinde, tepenin güney kısmındaki güneş gören ve gelişmiş 5-10 adet yaprakta ölçümler yapılmıştır (Bréda ve ark., 1995). Ölçülen yaprakların güneş görmesi, ulaşılabilir olması, kurt ve küllenme zararı olmaması gibi hususlara dikkat edilmiştir.

**Nem ve sıcaklık ölçümü:** Sahada hakim bir ağacın tepesi kesilerek, nem ve sıcaklığı ölçmek için kaydedici (datalogger) özellikli nem ve sıcaklık ölçerler kurulmuştur. Cihaz dakika bazında ölçüm yaparak verileri kaydetmiştir.

### Verilerin değerlendirilmesi

Farklı sosyal sınıftaki ağaçların gün içerisindeki ekofizyolojik tepkilerini belirlemek için varyans analizi (OneWay ANOVA) uygulanmıştır. Varyans analiz sonuçlarının önemli (p<0,05) bulunması halinde değişkenlere ait ortalamaların karşılaştırılmasında *Duncan* testi kullanılmıştır. Ksilem su potansiyeli ile hava sıcaklığı ve nemi arasındaki ilişkinin belirlenmesinde *Pearson* korelasyon analizinden yararlanılmıştır. Tüm verilerin değerlendirilmesinde SPSS (versiyon 21) paket istatistik programı kullanılmıştır. Analizler öncesinde tüm değişkenlere ait verilerin normal dağılım gösterip göstermediği ve ayrıca varyansların homojen olup olmadığı kontrol edilmiştir.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırma sahasında kayın ağaçlarının kökleri 87 cm derinliğe kadar yayılış yapmaktadır. Kılcal köklerin (0-2mm) % 90'ı, diğer kök sınıflarındaki köklerin ise tamamı ilk 40 cm toprak derinliğinde yayılış göstermektedir. Kılcal köklerin % 50'si ilk 10 cm'de, %16'sı da 10-20 cm'de, % 15'i de 20-30 cm derinlik kademesinde yayılmaktadır. Bu çalışmaya benzer olarak Avrupa kayınında ilk 20 cm'de (Schmid ve Kazda, 2005), doğu kayınında ise ilk 30 cm'de (Özbayram ve Güvendi, 2016) kök yayılışının yoğunlaştığı belirtilmektedir.

Şafak öncesi (saat 04:30) toprağın 10, 20, 30 ve 40 cm derinliklerdeki hacimsel toprak suyu içeriği sırasıyla

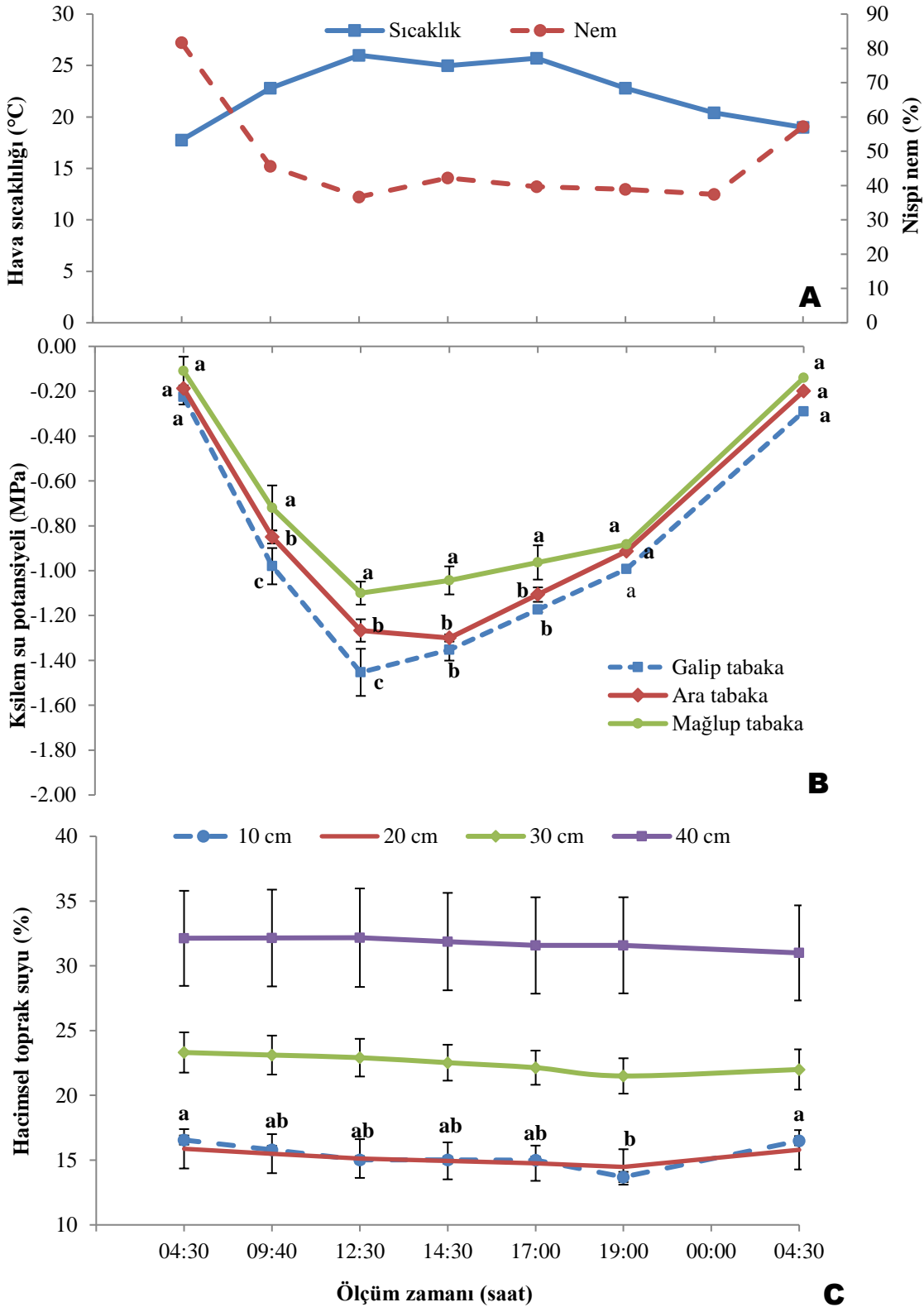
% 16.5, % 15.9, % 23.3 ve % 32.1'dir. Gün içerisinde zaman ilerledikçe tüm derinlerdeki toprak suyu miktarı azalmasına rağmen, istatistiki olarak anlamlı azalış üst toprakta (10 cm) meydana gelmiştir ( $P>0.05$ ). Gün içerisinde (saat 04:30 ile 19:30 arası) toprak suyu azalışı derinlik kademe sırasına göre %17.2, %8.8, %7.8 ve %1.7 olmuştur. Ağaçların su alımında kullandığı kılcal köklerin (Çepel, 1995; Kozłowski ve Pallardy, 1996) üst toprakta % 50'lik kısımda yayılış yapması, bu toprak katmanındaki suyun daha fazla sömürülmesine neden olmuş olabilir. Bréda ve ark. (2006) kılcal kök yayılışının bulunduğu toprak katmanından suyun öncelikle emildiği ve daha sonra diğer katmanlardan suyun kılcal kök etrafına doğru hareket ettiğini belirtmektedir. Ölçüm gününden sonraki şafak vaktinde üst toprağın toprak suyu miktarı, alt tabakadan su takviyesi nedeniyle tekrar yükselmesi bunu desteklemektedir (Şekil 1).

Farklı sosyal sınıftaki ağaçların şafak öncesi ksilem su potansiyeli değeri benzer bulunmuştur ( $P>0.05$ ). Şafak öncesi su potansiyeli kök yayılış zonundaki ölçülen toprak suyu potansiyelini yansıtmaktadır (Otieno ve ark., 2007). Ortalama olarak -0.17MPa toprak suyu potansiyeli toprakta yeterli su olduğunun bir göstergesidir. Ancak saat 9:40'da farklı sosyal statüdeki ağaçların su potansiyeli değeri istatistiki olarak farklılaşmış ve şafak öncesine göre azalmıştır ( $P<0.05$ ). Gün ortasında (12:30) tüm ağaçlardaki su potansiyeli daha da azalmış ve sosyal sınıflar arasındaki fark en yüksek seviyeye ulaşmıştır (Şekil 1B). Şafak öncesi değerine göre, galip, ara ve mağlup ağaçların gün ortası su potansiyeli sırasıyla yaklaşık 1.23, 1.08 ve 0.99 MPa azalmıştır. Galip ve ara tabakadaki ağaçların öğleden sonraki su potansiyeli değerleri benzer, ancak mağlup ağaçlardan daha düşük seyretmiştir ( $P<0.05$ ).

Saat 19:00'dan sonra sosyal sınıflar arasındaki su potansiyeli farkı kapanmıştır ( $P>0.05$ ). Bulunan sonuçlar bazı ağaç türlerinde yapılan çalışmalarla paralellik göstermektedir (Gallego ve ark., 1994; Prior ve ark., 1997; Running, 1976; Tan ve ark., 1977). Örneğin, Kızılağaçta yaprak su potansiyeli gün

ortasına kadar -1.0MPa civarında sabit kaldığı, gün ortasında -1.1 ile -1.5 MPa arasında değere düşmekte, daha sonra yükselmektedir (Pezeshki ve Hinckley, 1982; Shainsky ve ark., 1994). Prior ve ark. (1997) *Eucalyptus tetrodonta* türünde Mayıs ayında yaprak su potansiyeli şafak öncesi -0.5MPa iken öğleye doğru -1.5MPa ya kadar düştüğünü, gün sonunda tekrar şafak öncesi değere yükseldiğini belirtmişlerdir. Ayrıca konifer türlerinde su potansiyelinin genellikle hızlı bir şekilde -2.0MPa düştüğünü, gün ortasında -2.1 ile -2.5 MPa arasında kaldığı, daha sonra gün sonuna doğru yükseldiği ifade edilmektedir (Running, 1976; Tan ve ark., 1977).

Sosyal sınıf ayrımı yapmaksızın gün içinde su potansiyeli sıcaklık ile ters orantıda ( $R=-0.97$ ); nispi nem ile pozitif yönde ( $R=0.93$ ) değişim sergilemiştir (Şekil 1). Nitekim, Otieno ve ark. (2007) *Quercus suber* türünde yaptığı çalışmada hava sıcaklık değişiminin tersi olarak, şafak öncesi en yüksek olan su potansiyeli gün ortasında en düşük seviyeye gerilediği daha sonraki saatlerde giderek yükseldiğini vurgulamıştır. Ayrıca Deb ve ark. (2012) gün içerisinde artan hava sıcaklığı ve azalan hava nemi ksilem su potansiyelinin düşmesini teşvik ettiğini bildirmişlerdir. Galip tabakadaki ağaçların kılcal kökleri diğer sınıftaki ağaçların kılcal kökleri ile benzer derinlik katmanında yayılış yapmasına rağmen, öğle saatlerindeki su potansiyeli değeri diğer sınıflara göre daha düşüktür. Kimmins (1997) galip tabakadaki ağaçlar daha fazla direkt ışık, buhar basıncı açığı ve rüzgar hızına maruz kaldığı için, gün ortasında su potansiyeli azalışı daha fazla olduğunu belirtmiştir. Buna bağlı olarak, galip ağaçlar su kaybını azaltmak için diğer sınıflardaki ağaçlara göre gün ortası stoma iletkenliği, diğerlerine göre daha da düşürmüştür. Gün ortası stoma iletkenliği en yüksek mağlup ( $16.53\pm 1.29 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), daha sonra ara tabakada ( $10.00\pm 1.20 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), en düşük ise galip tabakada ( $5.20\pm 0.40 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) ölçülmüştür ( $P<0.05$ ). Bond ve Kavanagh (1999) toprak, yaprak ve atmosferdeki su durumuna göre toprak suyu azaldığında stoma iletkenliği de belirli bir buharlaşma düzeyinde azaldığını belirtmektedir.



Şekil 1. Ölçüm zamanına göre hava sıcaklığı, nispi nem (A), ksilem su potansiyeli (B) ve hacimsel toprak suyu (C) değişimi. Aynı ölçüm zamanında farklı harfle gösterilen ksilem su potansiyeli değeri (B) ile 10 cm toprak katmanında farklı harfle gösterilen zamanlardaki hacimsel toprak suyu değerleri (C) istatistiki olarak farklıdır ( $P < 0.05$ ).



## SONUÇ VE ÖNERİLER

Kayın ağacında su durumunun gün içi azalması toprak suyu içeriğinin azalmasının bir sonucu olarak gelişmekte ve ağaçlar stoma iletkenliğini azaltarak bu duruma yanıt vermektedirler. Su potansiyelinin gün içi değişimi hava sıcaklığıyla negatif, hava bağıl nemle pozitif ilişki içerisindedir. Gün ortasında su potansiyeli seviyesi en düşük seviyeye ulaşmakta, en çok azalış galip tabakadaki ağaçlarda meydana gelmektedir. Böylece, aynı toprak katmanındaki toprak suyundan yararlanmasına rağmen, farklı sosyal statüdeki doğu kayını ağaçları günün değişik saatlerinde farklı ekofizyolojik tepkiler verebilmektedir. Farklı statüdeki ağaçların ekofizyolojik tepkileri mevsimsel olarak değişiminin araştırılması önerilebilir. Ayrıca aynı yetiştirme ortamındaki farklı ağaç türlerinin günlük ve mevsimsel izlenmesi, muhtemel küresel ölçekte iklim değişimine karşı ağaçların verebileceği ekofizyolojik yanıtların tahminine katkı sağlayabilir.

## KAYNAKLAR

Anonim 2015. Türkiye orman varlığı. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonim 2016. Düzce meteoroloji istasyonu iklim verileri (1950-2015). Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.

Baudis M, Ellerbrock RH, Felsmann K, Gessler A, Gimbel K, Kayler Z, Puhmann H, Ulrich A, Weiler M, Welk E and others 2014. Intraspecific differences in responses to rainshelter-induced drought and competition of *Fagus sylvatica* L. across Germany. *Forest Ecology and Management* 330(0):283-293.

Bayraktar F, Tilki F 2015. Doğu kayınında (*Fagus orientalis* Lipsky) yükseltiye bağlı olarak transpirasyon, yaprak buhar basınç açıklığı ve yaprak su potansiyeli değişimi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 16(1):94-100.

Bond BJ, Kavanagh KL 1999. Stomatal behavior of four woody species in relation to leaf-specific hydraulic conductance and threshold water potential. *Tree Physiology* 19(8):503-510.

Bréda N, Granier A, Aussenac G 1995. Effects of thinning on soil and tree water relations, transpiration and growth in an oak forest (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.). *Tree Physiology* 15(5):295-306.

Bréda N, Huc R, Granier A, Dreyer E 2006. Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences. *Ann For Sci* 63(6):625-644.

Chavarria G, dos Santos HP 2012. Plant water relations: absorption, transport and control mechanisms. In: Montanaro G, editor. *Advances in Selected Plant Physiology Aspects: INTECH Open*

Access Publisher.

Çepel N 1995. Orman Ekolojisi. İstanbul Üniv. Orman Fakültesi. Seri no:2479/257

Deb SK, Shukla MK, Mexal JG 2012. Estimating midday leaf and stem water potentials of mature pecan trees from soil water content and climatic parameters. *HortScience* 47(7):907-916.

Deligöz A, Bayar E, Çankaya FG 2016. Effect of crown position on midday water potential of *Cedrus libani* trees. *International Forestry Symposium (IFS 2016)*, Kastamonu, Turkey. p 409-415.

Fordeyce IR, Duff GA, Eamus D 1997. The Water Relations of *Allosyncarpia ternata* (Myrtaceae) at Contrasting Sites in the Monsoonal Tropics of Northern Australia. *Australian Journal of Botany* 45(2):259-274.

Gallego H, Rico M, Moreno G, Santa Regina I 1994. Leaf water potential and stomatal conductance in *Quercus pyrenaica* Willd. forests: vertical gradients and response to environmental factors. *Tree physiology* 14(7):1039-1047.

Genç M, Özkan K, Özçelik R, Güner T, Gülsoy S, Deligöz A 2012. Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* ssp. *nigra* Arn. var. *caramanica* (Loudon) Rehder] meşcerelerinde uygulanan ilk aralamaların ekofizyolojik etkileri. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi* 13:5-13.

Graham JS, Running SW 1984. Relative control of air temperature and water status on seasonal transpiration of *Pinus contorta*. *Canadian Journal of Forest Research* 14(6):833-838.

He J-S, Zhang Q-B, Bazzaz FA 2005. Differential drought responses between saplings and adult trees in four co-occurring species of New England. *Trees* 19(4):442-450.

Kezik U 2011. Güneydoğu anadolu bölgesindeki bozuk meşe baltalıklarında seyretmenin fotosentetik özellikler ile biyokütleyle etkileri. *Kahramanmaraş Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Master Tezi.*

Kezik U, Kocaçınar F 2014. Kurak ve Yarı-Kurak Bölgelerde Yayılış Gösteren *Quercus branthii* L. Baltalıklarında Seyreltmenin Su Potansiyeli ve Sürgün Durumu Üzerine Etkisi. *II Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, Isparta.* p 699-713.

Kimmins J 1997. *Forest ecology*: Prentice Hall Inc, NJ.

Koike T, Kitao M, Maruyama Y, Mori S, Lei TT 2001. Leaf morphology and photosynthetic adjustments among deciduous broad-leaved trees within the vertical canopy profile. *Tree Physiology* 21(12):951-958.

Kozłowski TT, Pallardy SG 1996. *The Physiological Ecology of Woody Plants*. London: Academic Press.

Martín-Benito D, Cherubini P, del Río M, Cañellas I 2008. Growth response to climate and drought in *Pinus nigra* Arn. trees of different crown classes. *Trees* 22(3):363-373.

Orwig DA, Abrams MD 1997. Variation in radial growth responses to drought among species, site,

- and canopy strata. *Trees* 11(8):474-484.
- Otieno DO, Schmidt MWT, Kurz-Besson C, Do Vale RL, Pereira JS, Tenhunen JD 2007. Regulation of transpirational water loss in *Quercus suber* trees in a Mediterranean-type ecosystem. *Tree Physiology* 27(8):1179-1187.
- Özbayram AK, Güvendi E 2016. Sinop Yöresi Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Meşcerelerinde Kalın Kök Biyokütlesi ile Bazı Yetiştirme Ortamı ve Meşcere Özellikleri Arasındaki İlişkiler. *Ormanlık Dergisi* 12(2):27-33.
- Özbayram AK, Yılmaz F, Kulaç Ş 2016. Influence of thinning on reducing summer drought stress in oriental beech forest in Duzce, Turkey (Abstract). International Conference on Engineering and Natural Sciences (ICENS), Sarajevo. p 710.
- Peiffer M, Bréda N, Badeau V, Granier A 2014. Disturbances in European beech water relation during an extreme drought. *Annals of Forest Science* 71(7):821-829.
- Pezeshki SR, Hinckley TM 1982. The stomatal response of red alder and black cottonwood to changing water status. *Canadian Journal of Forest Research* 12(4):761-771.
- Pichler P, Oberhuber W 2007. Radial growth response of coniferous forest trees in an inner Alpine environment to heat-wave in 2003. *Forest Ecology and Management* 242(2-3):688-699.
- Prior LD, Eamus D, Duff GA 1997. Seasonal and Diurnal Patterns of Carbon Assimilation, Stomatal Conductance and Leaf Water Potential in *Eucalyptus tetradonta* Saplings in a Wet-Dry Savanna in Northern Australia. *Australian Journal of Botany* 45(2):241-258.
- Running SW 1976. Environmental control of leaf water conductance in conifers. *Canadian Journal of Forest Research* 6(1):104-112.
- Schmid I, Kazda M 2005. Clustered root distribution in mature stands of *Fagus sylvatica* and *Picea abies*. *Oecologia* 144(1):25-31.
- Scholander PF, Bradstreet ED, Hemmingsen EA, Hammel HT 1965. Sap Pressure in Vascular Plants: Negative hydrostatic pressure can be measured in plants. *Science* 148(3668):339-346.
- Schulze E-D, Hall AE 1982. Stomatal Responses, Water Loss and CO<sub>2</sub> Assimilation Rates of Plants in Contrasting Environments. In: Lange OL, Nobel PS, Osmond CB, Ziegler H, editors. *Physiological Plant Ecology II: Water Relations and Carbon Assimilation*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. 181-230.
- Sellin A, Kupper P 2007. Effects of enhanced hydraulic supply for foliage on stomatal responses in little-leaf linden (*Tilia cordata* Mill.). *European Journal of Forest Research* 126(2):241-251.
- Shainsky L, Yoder B, Harrington T, Chan S 1994. Physiological characteristics of red alder: water relations and photosynthesis. *The Biology and Management of Red Alder* Eds DE Hibbs, DS DeBell and RF Tarrant Oregon State University Press, Corvallis, OR:73-91.
- Taiz L, Zeiger E 2008. Bitki fizyolojisi. Türkan İ, translator: Çeviren İsmail Türkan, Palme Yayıncılık.
- Tan CS, Black TA, Nnyamah JU 1977. Characteristics of stomatal diffusion resistance in a Douglas fir forest exposed to soil water deficits. *Canadian Journal of Forest Research* 7(4):595-604.

## Ayrık Elemanlar Metodunun Tarım Makineleri Tasarımında Kullanımı Üzerine Bir Araştırma

Mustafa ÜÇGÜL<sup>1</sup>, Chris SAUNDERS<sup>1</sup>, Ali AYBEK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Barbara Hardy Institute, School of Engineering, University of South Australia, Mawson Lakes, SA 5095, Australia

<sup>2</sup>Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, 46040, Kahramanmaraş, Türkiye

✉ : mustafa.ucgul@unisa.edu.au

### ÖZET

Tarımsal üretim için kullanılan enerjinin çok büyük bir kısmı toprak işlemede kullanılmaktadır. Bu nedenle tarımda verimliliği artırmak ve enerji kullanımını azaltmak için enerji gereksinimi düşük olan tarım alet ve makinelerinin geliştirilmesi gereklidir. Tarım makinelerinin analiz ve tasarımı için çeşitli metotlar kullanılıyor olsa da (örneğin: deneysel, analitik ve nümerik (sonlu elemanlar) metotlar) bu metotların her birinin çeşitli dezavantajları bulunmaktadır. Bu çalışmada yeni bir yöntem olan ayrık elemanlar metodu tanıtılmış ve bu metodun tarım makineleri tasarımında kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla daha önce Saunders (2002) tarafından kulaklı pulluk kullanılarak yapılmış olan deneysel bir çalışma, ayrık elemanlar metodu kullanılarak çeki kuvvetinde maksimum %20.5 ve ortalama toprak profilinde % 9.3 bağıl hata ile simüle edilmiştir. Çalışmanın sonuçları ayrık elemanlar metodunun tarım makineleri tasarımında verimli bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

DOI:10.18016/ksudobil.308577

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 24.04.2017

Kabul tarihi : 25.08.2017

### Anahtar Kelimeler

Ayrık elemanlar metodu,  
çeki kuvveti,  
toprak profili

### Araştırma Makalesi

## A Research on Utilizing of Discrete Element Method in the Design of Agricultural Machineries

### ABSTRACT

The energy required for tillage processes accounts for a significant proportion of total energy usage in crop production. Development of more efficient tillage tools is essential to reduce the energy consumption and to increase agricultural production. Although there are some methods which are currently being used to analyze and design agricultural machineries (i.e. empirical, analytical and continuum numerical (Finite element method) methods), each of which has its own shortcomings. In this study, as a novel approach discrete element method was explained and then the possibility of using discrete element method to design agricultural machineries was investigated. For this purpose, draught forces and soil profile measured by Saunders (2002) for soil-mouldboard plough interaction was simulated. Simulation results showed that draught forces can be predicted with a maximum relative error of 20.5%, while soil profile was simulated with 9.3 % relative error. Results of the study proved that the discrete element method can effectively be used to design agricultural machineries.

### Article History

Received : 24.04.2017

Accepted : 25.08.2017

### Keywords

Discrete element method,  
draught force,  
soil profile

### Research Article

**To Cite** : Üçgül M, Saunders C, Aybek A 2018. Ayrık Elemanlar Metodunun Tarım Makineleri Tasarımında Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(3): 304-311. DOI:10.18016/ksudobil.308577

### GİRİŞ

Tarımsal üretim için kullanılan enerjinin çok büyük bir kısmı toprak işlemede kullanılmaktadır. Petrol fiyatlarındaki artışla birlikte tarımda enerji kullanımının azaltılması daha da önem kazanmıştır. Çeki kuvvetinin büyüklüğü bir tarım makinesinin

enerji gereksinimini belirlemede kullanılan en temel unsurlardan biridir. Eğer tarım makinesi ile toprak arasındaki etkileşim hassas bir şekilde modellenerek çeki kuvveti azaltılabilirse, enerji verimliliği yüksek tarım makineleri, çok pahalı ve zaman alıcı olan ve ancak yılın belirli dönemlerinde yapılabilen arazi testlerine gereksinim duyulmadan tasarlanabilirler.

Genel olarak tarım makinesi ve toprak arasındaki etkileşimi modellemek için üç temel metod kullanılmaktadır. Bu metodlar deneysel, analitik ve nümerik metodlardır. Deneysel modelleme yöntemleri kısa surede pratik bilgiler vermeleri açısından faydalı yöntemler olsalar da, deneysel işlemlerin zaman alıcı ve pahalı olmaları ve sonuçların ancak spesifik durumlar için geçerli olmaları nedeniyle verimli olarak kullanılamamaktadırlar (Raji, 1999). Analitik yöntemler geçmişte ve günümüzde pek çok araştırmacı tarafından tarım makinelerinin tasarım ve analizi amacı ile kullanılsalar da (McKyes, 1985; Godwin ve ark., 2007) toprak yapısının homojen olmaması nedeni ile bütün toprak işleme sürecinde ortaya çıkan kuvvetleri tek bir yönetici denklemle hesaplamak çok gerçekçi bir yaklaşım değildir. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak deneysel ve analitik yöntemlerin eksikliklerini gidermek amacı ile nümerik yöntemler kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemlerin en çok kullanılanları sonlu elemanlar (Kushwaha ve Shen, 1995; Fielke, 1999) ve hesaplamalı akışkanlar dinamiği (Karmakar ve Kushwaha, 2005; Karmakar ve ark., 2009) yöntemleridir. Bu yöntemlerle makine-toprak etkileşimi sonucu oluşan kuvvetleri çok pratik bir şekilde hesaplamak mümkün olsa da, toprak için yapılan “süreklilik” varsayımı, toprak yapısında bir değişim ve yer değiştirme olduğunda geçerliliğini yitirmektedir. Ayrıca bu metodlarla toprak hareketini tamamen modellemek mümkün değildir (Asaf ve ark., 2007).

Bazı araştırmacılar, sonlu elemanlar ve hesaplamalı akışkanlar dinamiği metodlarındaki eksiklikleri gidererek makine-toprak iletişimde ortaya çıkan kuvvetleri daha hassas bir şekilde hesaplamak ve bunun yanında toprak hareketini de modellemek amacı ile ayrıık elemanlar yönteminin kullanılabilir olduğunu vurgulamaktadırlar (Shmulevich ve ark., 2007; Chen ve ark., 2013; Ucgul ve ark., 2014; Bravo ve ark., 2014).

Bu çalışmada, ayrıık elemanlar metodunun temel prensipleri ve tarım makinesi ile toprak arasındaki etkileşimi modellemede nasıl kullanılabilceği açıklanmıştır. Daha sonra pulluk ile toprak arasındaki etkileşim sonrası ortaya çıkan çeki kuvveti, ayrıık elemanlar yöntemi kullanılarak modellenip sonuçlar daha önce yapılmış deneysel sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Deney düzeni

Toprak ile kulaklı pulluk arasındaki etkileşim sonucu ortaya çıkan kuvvetleri ölçmek için Cranfield Üniversitesi laboratuvarında deneysel bir çalışma Saunders (2002) tarafından yapılmıştır. Çalışmada Kverneland marka tek kulaklı bir pulluk kullanılmıştır (Şekil 1). Pulluğun kesme genişliği 508 mm'dir (uç demiri genişliği 455 mm). Toprak işleme durumundaki şartları tam yansıması açısından (kesilen toprak devrildiğinde açık bir boşluğa düşmesi için) ilk önce deney toprağının bir tarafı pulluğun iş genişliği kadar kesilip test düzeneğinden çıkarılmıştır. Ardından pulluk deneysel düzenek yardımı ile sürülüp işlem tamamlanmıştır (Şekil 2).



Şekil 1. Pulluk ve test düzeneği



Şekil 2. Deney işlemleri (a) kesip çıkarılan toprak (b) pulluk işlemi

Deneylerde kullanılan toprak kumlu-tınlı toprak olup %68.1 kum, %22.1 silt ve % 9.8 kil ihtiva etmektedir. Deneyler sırasında kullanılan toprağın ortalama kuru yığın yoğunluğu  $1523.8 \text{ kg m}^{-3}$ , nem oranı %8.2 dir. Toprak işlemede oluşan kuvvetleri ölçmek için Extended Octagonal Ring Transducer (EORT) kullanılmıştır. Bu cihaz ölçülen değerleri 103 Hz ile kaydeden bir veri kaydediciye bağlıdır. Deneyler  $4.5 \text{ km h}^{-1}$  hızda 120, 170, 225 ve 290 mm derinliklerde yapılmıştır (Saunders, 2002).

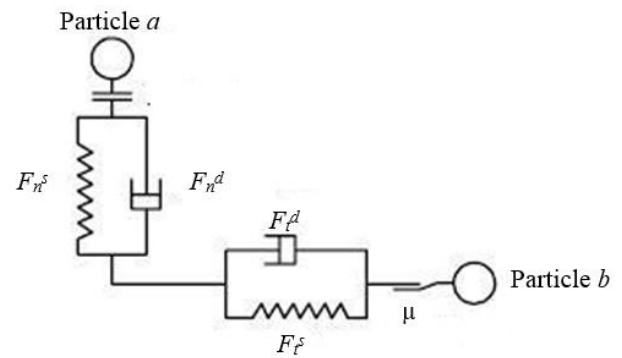
### Ayrık elemanlar metodu

Ayrık elemanlar metodu Cundall ve Strack (1971) tarafından geliştirilmiştir. Bu metodun temel prensibi iki ayrık partikül arasındaki etkileşime dayanır. Partiküller arasındaki etkileşim ve buna bağlı olarak ortaya çıkan kuvvetler fiziksel yasalar tarafından kontrol edilen formüllerle hesaplanır. İki partikül arasındaki kuvvetler hesaplandıktan sonra partiküllerin bir sonraki pozisyonları ve oryantasyonları Newton'un ikinci hareket yasasının integre edilmesi ile hesaplanır. Ayrık elemanlar metodunda, kuvvetlerin sadece partiküllere en yakın diğer partiküllere yayıldığı kabul edilir (EDEM, 2011). Bu nedenle hesaplamalar çok küçük zaman dilimleri kullanılarak yapılır ve bu küçük zaman dilimlerinde hız ve ivme sabit kabul edilir. Bu seri hesaplamalar döngüsü bütün sistem dengeye ulaşınca kadar ya da daha önce belirlenmiş olan bir toplam simülasyon zamanına kadar devam ettirilir.

Simülasyonlar iki ya da üç boyutlu olarak yapılabilir. Ayrık elemanlar metodu, iki partikül arasındaki etkileşimle ilgili olduğundan, partiküller arasındaki kontak sayısı ne kadar azaltılırsa, simülasyonu tamamlamak için gerekli süre de o kadar kısa olacaktır. Bu yüzden iki boyutlu simülasyonlarda dairesel, üç boyutlu simülasyonlarda ise küresel şekilli partiküller genellikle tercih edilmektedir. İki boyutlu simülasyonlarda daha az partikül kullanıp gerçeğe yakın partikül boyutu kullanılarak daha hassas sonuç elde edilebilir ise de, çoğu tarım makinelerinin üç boyutlu ve kompleks geometrileri nedeni ile üç boyutlu simülasyonların kullanımı daha gerçekçi olacaktır (Raji, 1999). Fakat bu durumda da toprağı modellemek için gerekli olan partikül sayısı artacağı için, toplam simülasyon süresi uzayacaktır. Bu nedenle üç boyutlu ayrık elemanlar modeli kullanılarak yapılacak simülasyonlarda gerçek toprak partikül boyutlarında ( $< 2\text{mm}$ ) partikül kullanmak mümkün değildir. Bu durumda daha büyük partiküller kullanılacağı için malzeme ve etkileşim parametrelerinin, kullanılacak partikül boyutuna göre kalibre edilmesi gerekmektedir. Ayrık elemanlar metodunda bir diğer önemli husus da kullanıma uygun bir matematiksel modelin seçilmesidir. Üçgül ve ark., (2014) ve Üçgül ve ark., (2015) daha önce yaptıkları çalışmalarda partiküllerin deformasyon davranışını göz önünde

bulduran histerik yay modelinin toprak modelleme amacı ile kullanılabileceğini, partiküller arasındaki kohezyonunda lineer kohezyon modeli kullanılarak modellenebileceğini ispatlamışlardır.

Bu çalışmada ayrık elemanlar metodunda iki partikül arasındaki etkileşim sonucu ortaya çıkan kuvvetler Şekil 3'de gösterilmiştir. Sistemde ilk önce partiküllerin birbirine teması sonucu ortaya çıkan normal ( $F_n^s(N)$ ) ve teğetsel ( $F_t^s(N)$ ) etkileşim kuvvetleri hesaplanır. Enerji emilimi, viskoz maddelerin üzerlerine etki eden kuvvet ortadan kalktığına oluşan toparlanmada bir gecikme meydana getirir. Bu davranışı göstermek için normal ( $F_n^d(N)$ ) ve teğetsel ( $F_t^d(N)$ ) doğrultuda iki sönümleme kuvveti sisteme eklenmiştir.



Şekil 3. Partiküller arası etkileşimin şematik gösterimi (Tanaka ve ark., 2000)

Histerik yay modelinde normal doğrultudaki etkileşim kuvveti ( $F_n^s(N)$ ) aşağıdaki gibi hesaplanır (EDEM, 2011).

$$F_n^s = - \begin{cases} K_1 \cdot U_{abn} & \text{yüklemede} \\ K_2 \cdot (U_{abn} - U_0) & \text{boşaltmada/yüklemede} \\ 0 & \text{boşaltmada} \end{cases} \quad (1)$$

Yukarıdaki ifadedeki  $K_1$  ve  $K_2$  sırası ile yüklemeye ve boşaltmadaki rijitlik katsayıları,  $U_{abn}(m)$  ve  $U_0(m)$  ise sırası ile bağlı yer değiştirmenin normal bileşeni ve artık örtüşümdür.  $K_1(N m^{-1})$ , Eşitlik 2 yardımı ile hesaplanırken (Walton, 2006),  $K_2(N m^{-1})$ , Eşitlik 3 yardımı ile hesaplanır (Walton ve Braun, 1986).

$$K_1 = 5 r_{eq} \cdot \min(\phi_a, \phi_b) \quad (2)$$

$$K_2 = K_1 / e^2 \quad (3)$$

$\phi$  (MPa) partiküllerin akma dayanımı,  $e$  ise geri getirme katsayısıdır.  $r_{eq}$  eşdeğer yarıçap katsayısı olup Eşitlik 4 yardımı ile hesaplanırken, artık örtüşüm ( $U_0(m)$ ) ise Eşitlik 5 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$1/r_{eq} = 1/r_a + 1/r_b \quad (4)$$

$$U_0 = \begin{cases} U_{abn} \cdot (1 - (K_1/K_2)) & \text{yüklemede} \\ U_0 & \text{boşaltmada/yüklemede} \\ U_{abn} & \text{yüklemede} \end{cases} \quad (5)$$

Eşitlik 4'deki  $r$  (m) yarıçap olup,  $a$  ve  $b$  partikül indeksleridir. Teğetsel doğrultudaki etkileşim kuvveti ( $F_t^s(N)$ ) ise aşağıdaki gibi hesaplanır (EDEM, 2011).

$$F_t^s = n_k \cdot K_1 \cdot U_{abt} \quad (6)$$

Yukarıdaki ifadedeki  $n_k$  rijitlik faktörü olup tavsiye edilen değeri 0.95'dir.  $U_{abt}$  ise bağıl yer değiştirmenin teğetsel bileşenidir. Normal ( $F_n^d(N)$ ) ve teğetsel ( $F_t^d(N)$ ) doğrultuda sönümleme kuvvetleri ise Eşitlikler 7 ve 8 yardımı ile hesaplanır.

$$F_n^d = -n_c \cdot ((4 \cdot m_{eq} \cdot K_1) / (1 + (\pi / \ln e)^2))^{1/2} \cdot \dot{U}_{abn} \quad (7)$$

$$F_t^d = -((4 \cdot m_{eq} \cdot n_k \cdot K_1) / (1 + (\pi / \ln e)^2))^{1/2} \cdot \dot{U}_{abt} \quad (8)$$

Yukarıdaki eşitliklerde  $n_c$  sönümleme faktörü olup tavsiye edilen değeri 0.05'dir.  $\dot{U}_{abn}$  ( $m \cdot s^{-1}$ ) ve  $\dot{U}_{abt}$  ( $m \cdot s^{-1}$ ) ise sırasıyla bağıl hızın normal ve teğetsel bileşenleridir.  $m_{eq}$  eşdeğer kütle olup katsayısı Eşitlik 9 yardımı ile hesaplanır.

$$1/m_{eq} = 1/m_a + 1/m_b \quad (9)$$

Eşitlik 9'deki  $m$  (kg) kütle olup,  $a$  ve  $b$  partikül indeksleridir. Toplam normal ( $F_n(N)$ ) ve teğetsel ( $F_t(N)$ ) kuvvetler ise Eşitlik 10 ve 11'de gösterildiği gibi hesaplanırlar.

$$F_n = F_n^s + F_n^d \quad (10)$$

$$F_t = -\min(F_t^s + F_t^d, \mu \cdot F_n^s) \quad (11)$$

Eşitlik 11'deki  $\mu$  static sürtünme katsayısıdır. Partiküller arası sürtünmenin teğetsel hareketi sınırladığı varsayılarak, kohezyon, kohezyon kuvvetinin toplam normal kuvvete eklenmesi ile hesaplanır. Kohezyon kuvveti ( $F_c(N)$ ) şu şekilde hesaplanır;

$$F_c = \xi \cdot A_c \quad (12)$$

Eşitlik 12'deki  $\xi$  ( $J \cdot m^{-3}$ ) kohezyon enerji yoğunluğu olup bir partikülün kendine en yakın olan diğer partikülden ayrılması için gerekli olan enerjinin, ayrılan partikülün toplam hacmine bölünmesi ile hesaplanır.  $A_c$  ( $m^2$ ) etkileşim alanıdır (EDEM, 2011). Kohezyon kuvvetinin hesaplanmasından sonra Eşitlik 10, Eşitlik 13 de gösterildiği gibi yeniden düzenlenir.

$$F_n = F_n^s + F_n^d + F_c \quad (13)$$

Teğetsel kuvvetten ( $M$  (Nm)) ve yuvarlanma direncinden ( $M_r$  (Nm)) dolayı oluşan momentlerin büyüklükleri Eşitlik 14 ve 15'de görüldüğü gibi hesaplanır (Raji, 1999).

$$M = r_{con} \cdot F_t \quad (14)$$

$$M_r = \mu_r \cdot F_n^s \cdot r_{con} \cdot \lambda_\theta \quad (15)$$

Yukarıdaki eşitliklerde  $r_{con}(m)$  partiküller arasındaki kontak noktasından, partiküllerin ağırlık merkezlerine olan mesafedir.  $\mu_r$  yuvarlanma direni katsayısı ve  $\lambda_\theta$  açılal hızın birim vektörüdür. Toplam kuvvetler ve momentler hesaplandıktan sonra partiküllerin yeni pozisyon ver oryantasyonları Eşitlik 16 ve 17 yi integre etmek suretiyle aşağıdaki gibi hesaplanırlar.

$$\ddot{U} = (F_n + F_t + F_c) / m \quad (16)$$

$$\ddot{\theta} = (M + M_r) / I \quad (17)$$

Eşitlik 16 ve 17'deki  $\ddot{U}$  ( $m \cdot s^{-2}$ ) hareket ivmesi,  $\ddot{\theta}$  ( $rad \cdot s^{-2}$ ) açılal ivme,  $I$  ( $kg \cdot m^2$ ) atalet momentidir.

### Ayrık elemanlar metodu kalibrasyon ve simülasyonu

Similasyonlar DELL Precision T7910 Intel ® Xeon CPU E5-2680 v3 @ 2.50 GHz marka bir bilgisayar ve EDEM 2.7™ yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Simülasyonlarda toprak parçacıklarını modellemek için 10 mm nominal yarıçaplı küresel partiküller kullanılmıştır. Partiküller nominal yarıçapın 0.75 ile 1.5 katı arasında olacak şekilde üretilmiştir. Ayrık elmanlar metodu simülasyonunda kullanılan parametreler Çizelge 1 de sunulmuştur.

Çizelge 1'deki bazı parametreler Saunders (2002) tarafından laboratuvarında yapılan ölçümlerle saptanmış olup geri kalan parametreler mevcut literatürden ya da kalibrasyon ile elde edilmişlerdir. Kalibrasyon prosesini, simüle edilen çeki kuvveti sonuçlarının ölçülen test sonuçları ile karşılaştırılmasından oluşmaktadır. Çizelge 1'deki bilinen parametreler kullanılarak, toprağın toprak üzerindeki geri getirme ve toprağın toprak üzerindeki yuvarlanma direnci katsayıları deneme yanılma metodu ile ölçülen değerler bulunana kadar değiştirilmiştir. Saunders (2002) tarafından toprakla metal arasındaki adhezyon ihmal edilebilir seviyede rapor edildiğinden, similasyonlarda bu değer dikkate alınmamıştır.

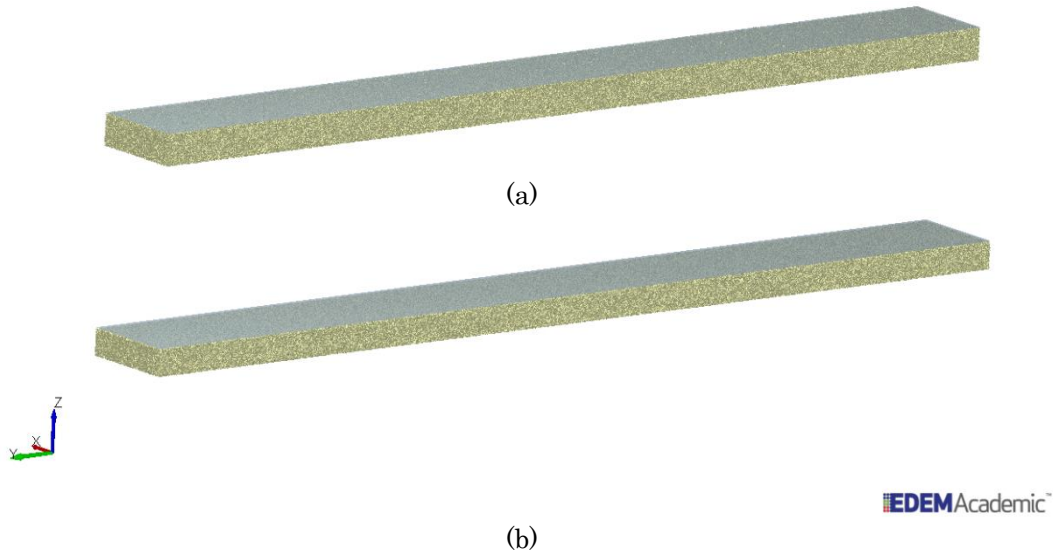
Simülasyonlar için 20 m uzunluğunda, 2 m genişliğinde ve 0.6 m derinliğinde sanal bir toprak parçası 3169791 adet partikül üretilerek oluşturulmuştur. Daha sonra bu toprak parçasının tam üzerinde sanal bir düzlem oluşturulmuş ve testlerin yapıldığı kuru yığın yoğunluğu olan 1523.8  $kg \cdot m^{-3}$  elde edilene kadar bu sanal toprak parçası preslenmiştir (Şekil 4).

Daha sonra pulluğun sanal bir modeli yapılarak, simülasyona aktarılmıştır (Şekil 5a). Simülasyona aktarılan pulluğun hızı 4.5  $km \cdot h^{-1}$  olarak sabitlenmiş ve daha sonra simülasyon 120, 170, 225 ve 290 mm pulluk derinlikleri tekrarlanmıştır. Testlerde iş genişliği kadar kesilip test düzeneğinden çıkarılan toprağı modellemek için pulluğun yaklaşık 2.5 m önünde, birinci pullukla aynı hız ve derinlikte hareket

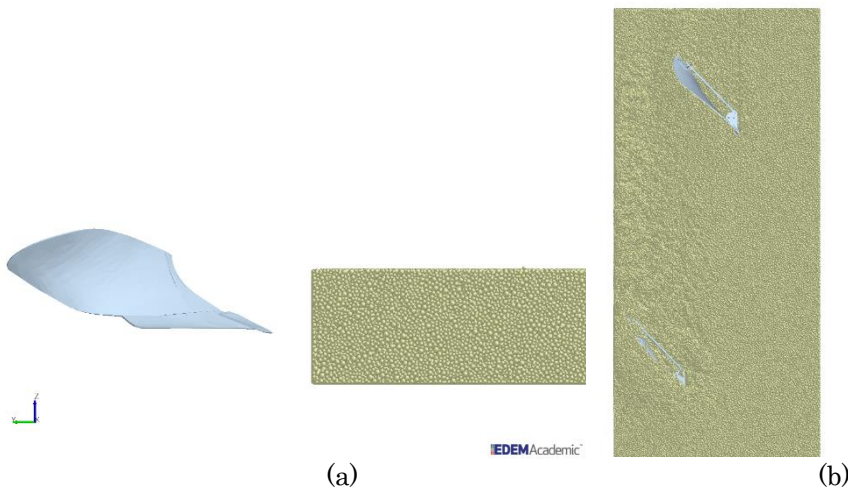
eden ikinci bir pulluk simülasyona eklemiştir (Şekil 5b).

Çizelge 1. Ayrık elemanlar metodu simülasyonunda kullanılan parametreler

Özellik	Değeri	Kaynak
Toprak partiküllerinin yoğunluğu ( $\text{kg m}^{-3}$ )	2.600	Huser ve Kvernfold (1998)
Pulluk metalinin yoğunluğu ( $\text{kg m}^{-3}$ )	7.865	Hudson Tool Steel (2016)
Toprağın kayma modülü (Pa)	$5 \times 10^7$	Academia (2015)
Pulluk metalinin kayma modülü (Pa)	$7.9 \times 10^{10}$	Hudson Tool Steel (2016)
Toprağın Poisson oranı	0.3	Asaf ve ark, (2007)
Pulluk metalinin Poisson oranı	0.3	Budynas ve Nisbett (2012)
Toprağın kayma gerilmesi (Pa)	$1 \times 10^5$	Doğrudan makaslama
Toprağın toprak üzerindeki geri getirme	0.3	Kalibre edilmiştir
Toprağın toprak üzerindeki sürtünme	0.6	Saunders (2002)
Toprağın metal üzerindeki sürtünme	0.45	Saunders (2002)
Toprağın toprak üzerindeki yuvarlanma	0.3	Kalibre edilmiştir
Toprağın metal üzerindeki yuvarlanma	0.05	Ucgu ve ark, (2014)
Kohezyon enerji yoğunluğu ( $\text{Jm}^{-3}$ )	10,540	Saunders (2002)
Partikül boyut dağılımı	0.75-1.5	Seçilmiştir

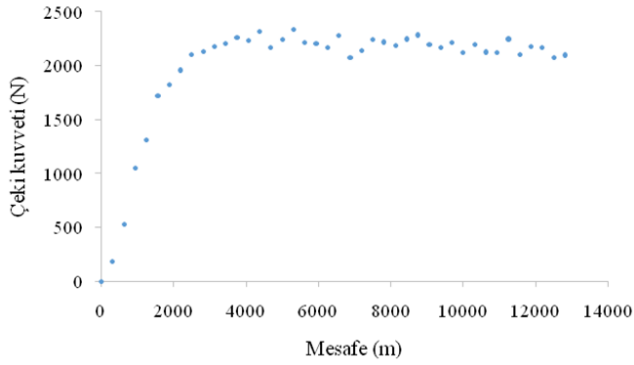


Şekil 4. Modellenen toprağın istenen yığın yoğunluğuna kadar preslenmesi, (a) preslenmeden önce (b) preslemeden sonra

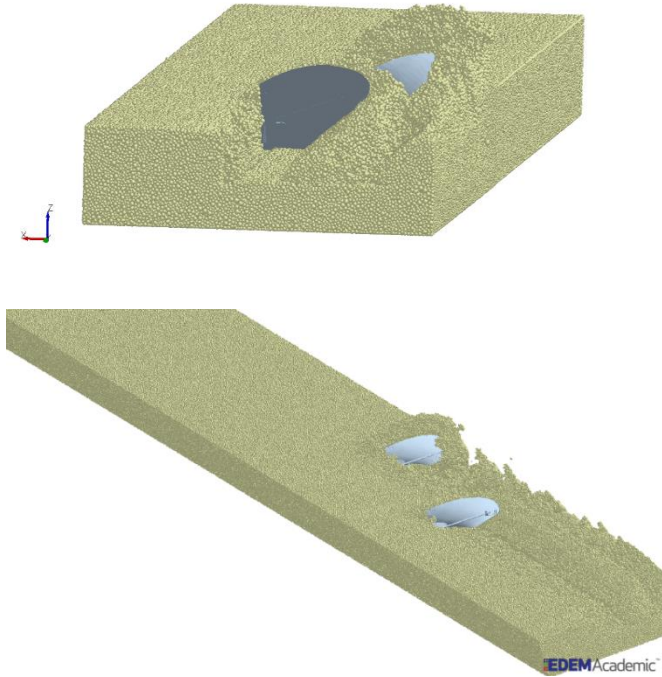


Şekil 5. (a) Modellenen pulluğun simülasyona transferi (b) karık açmak için kullanılan ikinci pulluk

Simülasyonda 20 m gibi uzun bir toprak parçasının kullanım nedeni stabil bir kuvvet bölgesi elde etmek amacı içindir (Şekil 6). Her bir simülasyon yaklaşık 57 saatte tamamlanmıştır. Simülasyondan elde edilen bazı ekran görüntüleri Şekil 7'de sunulmuştur.



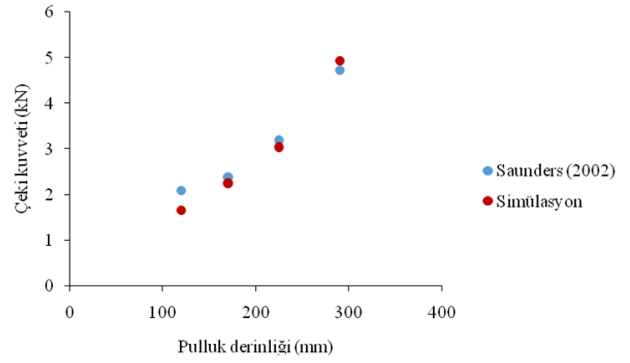
Şekil 6. Çeki kuvveti-mesafe grafiği



Şekil 7. Simülasyondan alınan ekran görüntüleri

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Simülasyonlar sonucu hesaplanan ve Saunders (2002) tarafından ölçülen çekme kuvvetleri Şekil 8'de sunulmuştur. Simülasyon sonucu elde edilen değerlere ait bağıl hatalar da Çizelge 2'de gösterilmiştir.



Şekil 8. Simülasyon ve test sonuçları

Çizelge 2. Simülasyon sonuçlarının bağıl hata değerleri

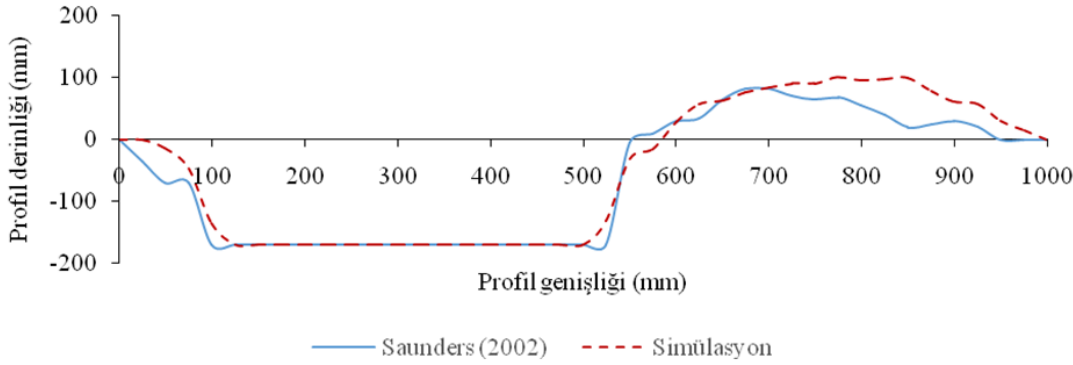
Derinlik (mm)	Bağıl hata (%)
120	%20.5
170	%5.4
225	%4.7
290	%4.2

Şekil 8 ve Çizelge 2'den görüldüğü gibi Saunders (2002) tarafından yapılan testlerde ölçülen çeki kuvvetleri, ayrık elemanlar metodu kullanılarak başarılı bir şekilde simüle edilmiştir. Ölçülen ve hesaplanan değerler arasındaki en yüksek hata %20.5 dir. Daha önceki bölümlerde açıklandığı gibi ayrık elemanlar metodu kullanılarak toprak profilini de modellemek mümkündür. Bunu göstermek için Saunders (2002) tarafından profil ölçme çubuğu kullanılarak 170 mm toprak derinliği için ölçülen toprak profili (Şekil 9) yine aynı derinlik için yapılan simülasyon sonuçları ile karşılaştırılmıştır (Şekil 10). Şekil 10 da görüldüğü üzere, ölçülen ve simüle edilmiş ortalama toprak profilleri birbirine yakındır. Matematiksel olarak bir karşılaştırma yapmak için iki profil altındaki alanlar hesaplanmıştır. Saunders (2002) tarafından ölçülen alan 9830 mm<sup>3</sup>, ayrık elemanlar metodu ile simüle edilen alan ise 105310 mm<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır.



Şekil 9. Saunders (2002) tarafından ölçülen ortalama toprak profili





Şekil 10. Ölçülen ve simülasyonu yapılan ortalama toprak profillerinin karşılaştırılması

Hesaplanan iki alan arasındaki bağıl hata % 9.3'tür. Ölçülen ve simüle edilen kuvvet ve ortalama profiller arasındaki farkların normal toprak boyutlarından daha büyük partikül kullanımı nedeniyle olduğu yada deneysel ölçümlerden kaynaklanan hatalar olduğu sanılmaktadır. Daha önce kulaklı pulluğun ayırık elemanlar metodu ile modellenmesi konusunda çeki kuvveti ve toprak profili ile ilgili bir çalışma yapılmamıştır. Dolayısı ile bu çalışmada bulunan bağıl hata değerlerinin benzer çalışmalarla karşılaştırılması mümkün değildir. Ancak daha önce Chen ve ark., (2013) tarafından kültivatör kullanılarak yapılan ayırık elemanlar metodu simülasyonlarında %1 ile % 26 arasında bağıl hata değerleri bulunmuştur. Asaf ve ark., (2007) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise hata miktarı %15 civarında bulunmuştur. Dolayısı ile bu çalışmada bulunan bağıl hata değerlerinin kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmektedir.

## SONUÇ



Bu çalışmada, son yıllarda gelişen bilgisayar teknolojisi ile popüler hale gelen ve tasarımcıya kuvvetlerin yanı sıra toprak hareketini de modelleme imkanı tanıyan ayırık elemanlar metodu tanıtılmış ve daha önceden Saunders (2002) tarafından yapılmış deneysel bir çalışma bu metod kullanılarak simüle edilmiştir. Çalışmanın sonuçları ayırık elemanlar metodunun parametreleri iyi kalibre edildiğinde etkin bir araç olarak tarım makinelerinin tasarımında kullanılabilmesini göstermiştir. Simülasyonlar sonucu bulunan maksimum hata çeki kuvveti için %20.5, ortalama toprak profili için ise % 9.3'tür. İleriki çalışmalar için farklı hızlar ve uç demiri genişlikleri kullanılarak çalışmanın detaylandırılması planlanmaktadır. Ayrıca daha küçük partikül boyutu kullanılarak daha hassas sonuçlar elde edilebileceği beklenmektedir.

## KAYNAKLAR

- Academia, 2015. Some useful numbers for rocks and soils. [http://www.academia.edu/4056287/SomeUseful\\_Numbers\\_for\\_rocks\\_and\\_soils](http://www.academia.edu/4056287/SomeUseful_Numbers_for_rocks_and_soils) (Erişim tarihi: 15.04.2016)
- Asaf, Z., Rubinstein, D., Shmulevich, I. 2007. Determination of Discrete Element Model Parameters Required for Soil tillage. *Soil and Tillage Research*. 92(1-2): 227-242.
- Bravo, E.L., Tijskens, E., Suárez, M.H., Cueto, O.G., Ramon, H., 2014. Prediction Model for Non-Inversion Soil Tillage Implemented on Discrete Element Method. *Computers and Electronics in Agriculture*, 106, 120-127.
- Budynas, R.G., Nisbett, K.J., 2012. *Shigley's Mechanical Engineering Design*, McGraw-Hill Education
- Chen, Y., Munkholm, L.J., Nyord, T., 2013. A Discrete Element Model for Soil-Sweep Interaction in Three Different Soils. *Soil and Tillage Research*, 126: 34-41
- Cundall, P.A., Strack, O.D.L., 1971. A Discrete Numerical Model for Granular Assemblies. *Geotechnique*, 29: 47-65.
- EDEM, 2011. *EDEM Theory Reference Guide*. Edinburgh, UK, DEM Solutions.
- Fielke, J.M., 1999. Finite Element Modelling of the Interaction of the Cutting Edge of Tillage Implements with Soil. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 74(1): 91-101.
- Godwin, R.J., O'Dogherty, M.J., Saunders, C., Balafoutis, A.T., 2007. A Force Prediction Model for Mouldboard Ploughs Incorporating the Effects of Soil Characteristic Properties, Plough Geometric Factors and Ploughing Speed. *Biosystems Engineering*. 97(1): 117-129.
- Hudson Tool Steel (2016). P20 Mold steel. <http://www.hudsonsteel.com/technical-data/steelP0> (Erişim tarihi: 20.02.2017)
- Huser, A., Kvernfold, O., 1998. Prediction of Sand Erosion in Process and Pipe Components. In BHR Group Conference Series Publication (Vol. 31, pp. 217-228). Mechanical Engineering Publications Limited.

- Karmakar, S., Kushawa, R.L., 2005. Simulation of Soil Deformation around a Tillage Tool Using Computational Fluid Dynamics. *Transactions of ASAE*, 48(3): 23-32.
- Karmakar, S., Ashrafizadeh, S.R., Kushwaha, R.L., 2009. Experimental Validation of Computational Fluid Dynamics Modeling for Narrow Tillage Tool Draft. *Journal of Terramechanics*, 46(6): 277-283.
- Kushwaha, R.L., Shen, J., 1995. Finite Element Analysis of the Dynamic Interaction between Soil and Tillage Tool. *Transactions of the ASAE*, 37(5): 1315-1319.
- McKyes, E., 1985. *Soil Cutting and Tillage*. Amsterdam, The Netherlands.
- Raji, A.O., 1999. Discrete Element Modelling of the Deformation of Bulk Agricultural Particles. PhD, University of Newcastle upon Tyne.
- Saunders, C., 2002. Optimising the Performance of Shallow, High-Speed Mouldboard Ploughs. PhD, Cranfield University
- Shmulevich, I., Asaf, Z., Rubinstein, D., 2007. Interaction between Soil and a Wide Cutting Blade Using the Discrete Element Method. *Soil and Tillage Research*, 97(1): 37-50.
- Tanaka, H., Momozo, M., Oida, A., Yamazaki, M., 2000. Simulation of Soil Deformation and Resistance at Bar Penetration by Distinct Element Method. *Journal of Terramechanics*, 37:41-56.
- Ucugul, M., Fielke, J.M., Saunders, C., 2014. 3D DEM Tillage Simulation: Validation for a Sweep Tool for a Cohesionless Soil. *Soil and Tillage Research*. 144: 220-227
- Ucugul, M., Fielke, J.M., Saunders, C., 2015. Three-Dimensional Discrete Element Modelling (DEM) of Tillage: Accounting for Soil Cohesion and Adhesion. *Biosystems Engineering*. 129: 298-306.
- Walton, O.R., Braun, R.L., 1986. Stress Calculations for Assemblies of Inelastic Spheres in Uniform shear. *Acta Mechanica* 63: 73-86.
- Walton, O., 2006. Elastic-Plastic Contact Model. Company Report, DEM Solutions.

## Kahramanmaraş Bölgesi İçin Seralarda Örtü Malzemesi ve Isı Tasarruf Önlemlerinin Isıtma Yüküne Etkisinin Uzman Sistem ile Belirlenmesi

Ali ÇAYLI<sup>1</sup>  Yusuf TEMİZKAN<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkoğlu Meslek Yüksekokulu, Kahramanmaraş, <sup>2</sup> DSI 20. Bölge Müdürlüğü, Kahramanmaraş

✉: alicayli@ksu.edu.tr

### ÖZET

Seralarda ısıtma yapılarak üretim ve kalite artışı sağlanabilmektedir. Ancak Ülkemizde seracılığın yaygın bir şekilde yapıldığı Akdeniz bölgesinde, ısıtma sistemlerinin ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle ısıtma sistemleri kullanılamamaktadır. Bunun yanında öngörülemez enerji maliyetleri ve karlılık konusu ise üreticiler için bir başka engel oluşturmaktadır. Seralarda ısıtma yükünün hesaplanmasında bölgesel olarak uzun yıllık iklim verileri, sera örtü malzemesi türü ve niteliği, ısı perdesi kullanımı, ısı perdesi türü, ısıtma sistemi, sera sızdırmazlık durumu, yetiştirilecek bitki türü, güneş radyasyonu, rüzgâr, aydınlatma vs. gibi birçok farklı parametre önemli rol oynamaktadır. Aynı zamanda hesaplanacak ısıtma yükü, projelenecek sistemin ısıtma gücünün belirlenmesinde de temel parametredir. Bu sebeple hesaplamaların tam ve doğru olarak yapılması yatırım maliyeti ve sistemin etkinliği açısından önem arz etmektedir. Çalışma ile Kahramanmaraş bölgesi için farklı sera tipleri ve ısı tasarruf önlemlerine göre ısıtma sistemi projelerine temel teşkil eden ısıtma yükü, ISIGER-SERA uzman sistem yazılımı ile belirlenmiş ve diğer bölgelerdeki seralarla kıyaslanarak bölgenin seracılık açısından potansiyeli değerlendirilmiştir. Ayrıca elde edilen sonuçlar üzerinden bölge için en uygun sera tipi önerisi ile ısı tasarruf önlemleri belirlenmiştir.

DOI:10.18016/ksudobil.321559

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 14.06.2017

Kabul Tarihi : 13.11.2017

### Anahtar Kelimeler

Uzman Sistem,  
Seralarda Isıtma,  
Seralar

### Araştırma Makalesi

## Determination of The Effect of Heat Saving Precautions and Cladding Materials on Heat Requirement via Expert System in The Kahramanmaraş Region Greenhouses

### ABSTRACT

Yield and quality increase can be achieved by heating in greenhouses. However, because of high initial investment costs, heating system is not used in most of the greenhouses in the Mediterranean region where greenhouse is widely used in our country. Unpredictable energy costs and profitability are another obstacle for producers. Many different parameters such as regional long-term climate data, greenhouse cover material type and quality, thermal screen type and its usage, heating system, greenhouse tightness condition, plant species, solar radiation, wind and lighting play an important role in the calculation of the heating load to the surroundings. Also the heating load to be calculated is the basic criterion for determining power of the heating system to be projected. Therefore, accurate calculations are important in terms of investment cost and system efficiency. In study, heating load, which is the basis of heating system projects according to different types of greenhouses for Kahramanmaraş region and heat saving has been determined by using ISIGER-SERA expert system software. Also, potential of Kahramanmaraş for greenhouse production has been assessed by compared to other regions. In addition, the most appropriate greenhouse type recommendations for the region were given based on the obtained results and heat saving measures were examined.

### Article History

Received : 14.06.2017

Accepted : 13.11.2017

### Keywords

Expert Systems,  
Greenhouse Heating,  
Greenhouses

### Research Article

**To Cite :** Çaylı A, Temizkan Y 2018. Kahramanmaraş Bölgesi İçin Seralarda Örtü Malzemesi ve Isı Tasarruf Önlemlerinin Isıtma Yüküne Etkisinin Uzman Sistem ile Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(3): 312-322. DOI:10.18016/ksudobil.321559

## GİRİŞ

Seralar bitkisel üretimin tüm yıl boyunca yapılabildiği, iç ortam iklimi kontrol edilebilen bitkisel üretim yapılarıdır. Sera yapılarında yüksek sıcaklıklar ve kışın düşük sıcaklıklarının etkisiyle bitkilerin zarar görmemesi için bazı önlemlerin alınması gerekir. Yazın yüksek sıcaklıkların olumsuz etkisi gölgeleme, havalandırma ve evaporatif serinletme gibi önlemler sayesinde minimum düzeye indirilebilir. Kış döneminde ise sera iç ortam sıcaklığının bitkilerin arzu ettiği düzeyin altına düşmesine izin verilmemelidir. Bu amaçla seralarda ısıtma yapılmalıdır. Ayrıca ısıtma ile seralarda üretim ve kalitede artışlar sağlanabilmektedir. Ancak ısıtma yapılması için gerekli enerji miktarının tam olarak belirlenmesi yatırım maliyetinin azaltılması açısından önemlidir. Zira ihtiyaç duyulan ısı miktarının hatalı hesaplanması, pahalı bir yatırım olan ısıtma sistemlerinin kullanılmasının önünde bir engel teşkil etmektedir.

Seralarda her zaman kaliteli ve yüksek verim elde edilmesi istenir. Sera çevre koşulları, üründe verimin ve kalitenin düşmesindeki en önemli faktördür. Seralarda kaliteli ve yüksek verim için günlük ortalama dış ortam sıcaklığı 12 °C'nin altına düştüğünde ısıtma yapılmalıdır (Von Zabeltitz, 1992). Serada iç ortam sıcaklığının 0 °C'nin üzerinde olması bitkilerin don olayından etkilenmemesi için önemlidir. Eğer günlük ortalama dış ortam sıcaklığı 7 °C'nin üzerinde ise, dış ortamda sıcaklığın 0 °C'den daha düşük olduğu durumdaki riskler göz ardı edilir (Baytorun ve ark., 2000).

Domates için tohum çimlenme sıcaklığı 10 °C'nin üzerindedir. Optimum büyüme ve gelişme için en uygun sıcaklık ise 20–27 °C arasındadır. Çok yüksek sıcaklıklarda (30 °C üstünde) ve çok düşük sıcaklıklarda (10 °C altında) meyve bağlama olumsuz etkilenmektedir. Salatalıkta çimlenme 16-35 °C arasında gerçekleşme olup optimum gelişme sıcaklığı 20-30 °C arasındadır (Tülücü, 2003). Sıcaklıklar 12 °C'nin altına düştüğünde veya 30 °C'nin üzerine çıktığında, seradaki meyve ve sebzelerin kalitesi, verimi ve büyümesi etkilenir (Castilla ve Hernandez, 2007). Bitkiler örtü altı yetiştiriciliğinde özellikle 17-27 °C arasındaki ortalama sıcaklıklara uyum sağlamışlardır. Optimal sıcaklıklar geceleri 15-20 °C, gündüzleri ise 22-28 °C arasında değişmektedir (Castilla ve Hernandez, 2006). Eğer sera ısıtmalı değilse, güneş ışınlarıyla seranın ısındığı dikkate alınır 12-22 °C arasında ortalama günlük sıcaklık değerleri uygun sayılabilir (Von Zabeltitz, 2011). Bitki gelişimi için mutlak minimum sıcaklığın 0 °C'den büyük olması gerekmektedir. Bitkilerin optimum

gelişme için arzuladıkları sıcaklıklar ise 20 °C-30 °C arasındadır (Baytorun, 2016). Serada yüksek sıcaklıklar domateste çiçek tozu canlılığını ve çimlenme düzeyini olumsuz yönde etkilemektedir (Kravchenko ve ark., 1994). Düşük sıcaklıklarda aynı şekilde olumsuz etkilemektedir. Sera iç ortam sıcaklığının 5 °C'den 13 °C'ye çıkarılması durumunda çiçek tozu canlılığının % 17 ve çiçek tozu çimlenme kapasitesinin ise % 63 oranında artmaktadır (Baytorun ve ark., 1993).

Örtü malzemesi sera iç ortamında ısının yükselmesi ve korunması için en önemli unsurlardan birisidir. Hemming ve ark. (2014) seraya giren ışınımı yaygın ışınımaya dönüştüren örtü malzemeleri sayesinde Hollanda koşullarında domates bitkisinde % 10 verim artışı sağlanabildiğini belirtmiştir. Al-Mahdouri ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada dört farklı örtü malzemesini optik özellikler yönünden değerlendirmişler ve sera iç ortam sıcaklığının en yüksekten düşüğe doğru, cam, polivinilklorit (PVC) ve poliolenin (PO) olduğunu bildirmişlerdir. Tantau ve ark. (2012) örtü malzemesinin fotosentetik aktif radyasyon (PAR) geçirgenliğini araştırmak üzere yirmi farklı örtü malzemesi kullanarak yürüttükleri projede, iç yüzeyde oluşan su damlacıklarının PAR geçirgenliğini azalttığını, örtü malzemesi üzerinde biriken tozun ise geçirgenliğinin değişken olduğunu ve yağmur ile yıkandığı dönemlerde yükseldiğini bildirmişlerdir. Ayrıca örtü malzemesi üzerinde nem yoğunlaşması sera ısı gereksiniminin belirlenmesinde dikkate alınması gerekli bir faktördür. Sera örtüsünün her metrekaresinde yılda 100 litre su yoğunlaşmaktadır. Damla yoğunlaşmasını önleyen (anti-drop) katkılı örtü malzemeleri ışık geçirgenliğini, tek kat örtüde % 16, çift kat örtüde % 12 oranında artırmaktadır (Stanghellini ve ark., 2012).

Örtü malzemesinde kullanılan katkı maddeleri de ısı dengesine etki etmektedir. Bartzanas ve ark. (2012) domates yetiştirilen 3 farklı serada IR ve NIR katkılı örtü malzemelerini, sera enerji tüketimi açısından değerlendirmişlerdir. Bulgularına göre; kış döneminde IR katkılı örtü malzemesine sahip serada, standart örtü malzemeli seraya göre, % 10 daha düşük enerji tüketimi olduğunu, yaz döneminde ise NIR katkılı serada iç sıcaklık, standart örtü malzemeli seraya göre 2 °C daha düşük olmuştur.

Isıtılmayan seralarda düşük sıcaklık yanında, ortaya çıkan en önemli sorunlardan bir diğeri yüksek nemdir. Serada nem, yarattığı farklı sonuçlar nedeniyle kontrol edilmelidir. Yüksek nem, fungal hastalıkların ortaya çıkmasına neden olurken, aynı zamanda bitki terlemesine olumsuz yönde etki etmektedir. Serada iyi bir bitki gelişimi için, oransal nemin % 60-80 arasında

olması arzu edilmektedir. Yüksek nem, serada bitki yaprakları üzerinde yoğunlaşarak, Botrytis ve diğer fungal hastalıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Düşük nem değerlerinde ise bitkide terleme artmakta ve bitki strese girebilmektedir (Baytorun, 2016). Seralarda yüksek nem nedeniyle ortaya çıkan hastalıklara karşı kimyasal ilaçlar kullanılmaktadır. Hollanda'da seralarda hastalıklara karşı mücadelede 31 kg/ha ilaç kullanılırken, İtalya'da 47 kg/ha kullanılmaktadır (Stanghellini ve ark., 2003).

Serada kullanılan ısıtma sistemi türü sera ısı enerjisi tüketimine etki etmektedir (Tantau, 1983; Von Zabeltitz, 1986). Serada en yüksek ısı enerjisi tüketimi, yükseğe yerleştirilen borular ile projelene seralarda, en düşük ısı enerjisi tüketimi ise borularının bitki sıra arasına veya taban seviyesinde olacak şekilde projelene seralarda ortaya çıkmaktadır (Tantau, 1983).

Boruların bitki sıra aralarına yerleştirildiği ısıtma sistemleri en iyi performans alınan sistemlerdir. Genel olarak ısıtma için harcanan yakıt giderleri, tüm üretim giderleri içinde yaklaşık % 80'lik bir paya sahiptir. Bu sebeple yüksek ısıtma giderleri maliyetlerinin düşürülmesi için ucuz ve fosil kaynaklar gibi çevresel etkisi olmayan yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmaya başlanmıştır (Tekinel ve Baytorun, 1990). Popovski (1986), ısıtma sistemlerinde boruların konumu üzerine yaptığı çalışmada tabana yakın olarak yerleştirilen borular sayesinde, ısı kaybının en aza indirilebileceğini aynı zamanda ısıtma borularından kaynaklanan gölgeleme etkisinin en aza indirilebileceğini bildirmiştir.

Seranın ısı enerjisi tüketimini önemli düzeyde etki eden ısıtma sisteminin daha az ısı enerjisi tüketebilmesi için;

(a) Bitki sıra aralarında sıcaklığın mümkün olduğu kadar homojen dağıtılabilmesi için, ısıtma sistemi mümkün olduğu kadar tabana yakın yerleştirilmelidir.

(b) Sera çatı örtüsünde meydana gelen ışıma, mümkün olduğu kadar engellenmeli ve radyasyon mümkün olduğu kadar bitkilere yönlendirilmelidir.

(c) Soğuk havanın bitkilere ulaşmaması için, yan duvarlar izole edilmelidir (Von Zabeltitz, 1986).

Seralarda ısı gücünün hesaplanması, ortalama en düşük sıcaklık değerlerinden gidilerek kabaca belirlenmektedir. Bu durum ısıtma giderlerinin hesaplanmasında ciddi anlamda hatalara neden olmaktadır (Baytorun ve ark., 2012). Seralarda ısıtma sistemlerinin doğru olarak projelendirilmesi ve gerçek maliyetlerin belirlenmesi için ısı gücü ihtiyacının saatlik sıcaklık değerleri ile hesaplanması zorunludur (Damrath, 1980; Rath, 1992; Tantau, 1983).

Birçok araştırmacı seralarda ısı gereksinimini, iklim değerlerinin ortalamalarından giderek hesaplamıştır. Ancak sıcaklık değerlerinin ortalamalarından

gidilerek yapılan hesaplamalarda, özellikle düşük sera sıcaklığında büyük hatalar ortaya çıkmaktadır. Örneğin ortalama dış sıcaklığın 15 °C olduğu bir yerde, serada 15 °C'lik sıcaklık istendiğinde o gün için ısıtma gereği olmadığı kabul edilir. Ancak günlük ortalama sıcaklığın 15 °C olduğu koşullarda, gün içinde sıcaklık 10-20 °C arasında değişebilmektedir. Bu sebeple ortalama değerlerden gidilerek yapılan hesaplamalar yanıltıcı olabilmektedir (Baytorun, 2016).

Garcia ve ark. (1998) iki farklı seracılık yapılan alan için yıllık ısı enerjisi ihtiyacını, ortalama ve saatlik değerleri kullanarak hesaplamışlardır. Hesaplama saatlik değerler ile bulunan ısı enerjisi ihtiyacının, ortalama değerleri kullanarak yaptıkları hesaplamalarda daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Çeşitli ısı tasarruf önlemleri ile seralarda ısı enerjisi ihtiyacını azaltmak mümkündür. Bu önlemler arasında ısı perdesi kullanımı, çift kat örtü malzemesi kullanımı, sera iç ortam eşik sıcaklık değerinin düşürülmesi sayılabilir (Çaylı, 2014).

Kahramanmaraş iklim koşullarında çift kat örtü malzemesi kullanılması durumunda 10 °C ve 12 °C iç ortam sıcaklık değerleri için sırasıyla % 38.3 ve % 31.6 tasarruf edilebilir (Çaylı ve ark., 2014).

Lee ve ark. (2014) laboratuvar ortamında yaptıkları çalışmada çift kat örtü malzemesinin % 36 enerji tasarrufu sağladığını bildirmişlerdir. Şişirilmiş çift kat PE örtü malzemesi akrilik malzemelere göre ısıtma enerjisinden % 30 tasarruf sağlamaktadır (Papadopoulos ve Hao, 1997). Çaylı (2014), Doğu Akdeniz iklim kuşağında plastik serada ısı tüketimi üzerine yaptığı deneysel çalışmada, tek kat PE örtü malzemesi için toplam ısı tüketim katsayısının 4 m/s rüzgâr hızında 7.7 W/m<sup>2</sup>K olduğunu, aynı serada ısı perdesi kullanılması durumunda ise ısı tüketim katsayısının 6.3 W/m<sup>2</sup>K olarak gerçekleştiğini ve ısı perdesi kullanımı ile % 18 oranında tasarruf sağlanabileceğini bildirmiştir. Kahramanmaraş bölgesi sera iç ortam sıcaklığının en az 10 °C olmasının istenmesi durumunda; Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında seralarda ısıtma yapılması gerekmekte ve en fazla ısıtma ihtiyacı, Ocak ayında ve en az ısıtma ihtiyacı ise Kasım ayında ortaya çıkmaktadır (Çaylı ve ark., 2014).

Yapılan bu çalışmada, seracılık açısından gelişim süreci içerisinde bulunan Kahramanmaraş ilinde farklı örtü malzemeleri ve ısı tasarruf önlemleri alınması durumunda ısı ve ısı gücü gereksinimi hesaplanmış ve diğer iller ile karşılaştırılmıştır.

## MATERYAL ve METOT

Çalışmada hesaplamalar, ISIGER-SERA uzman sistem yazılımı ile Kahramanmaraş iklim koşullarında 3 farklı örtü malzemesi için yapılmıştır. Seçilen seraların bölme sayısı 4, bölme genişliği 9.6 m, uzunluğu 50 m, yan duvar yüksekliği 4.0 m, mahya

yüksekliği 6.5 m, çatı eğim açısı 27.5° ve kafes kiriş aralığı 5 m'dir.

Sera iç ortam sıcaklık değerleri gece ve gündüz 16 °C, havalandırma başlangıç sıcaklığı 25 °C olacak şekilde seçilmiştir. Hesaplamalar domates bitkisi ve 01 Ekim -31 Mart yetiştirme dönemi için yapılmıştır. Isıtma sistemi olarak tabana yakın olarak yerleştirilen çelik

borulu ısıtma sistemi seçilmiş ve su giriş sıcaklığı 90° ve çıkış sıcaklığı 70° olarak sisteme girilmiştir. Sera iç ortam sıcaklık değeri minimum 16 °C olarak alınmıştır. Hesaplama, üç farklı sera örtü malzeme tipine ve her bir sera tipi için de ısı perdesi kullanılmadığına göre yapılmıştır. Sera tipleri ve özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Hesaplamaya yapılan seraların özellikleri ve isim kısaltmaları

İsim Kısaltması	Yan Duvar Örtü Malzemesi	Çatı Örtü Malzemesi	Taban Alanı	Örtü Yüzey Alanı
Tip-1	0.2 mm tek kat PE	0.2 mm tek kat PE	1920 m <sup>2</sup>	3091 m <sup>2</sup>
Tip-2	0.2 mm çift kat PE	0.2 mm tek kat PE	1920 m <sup>2</sup>	3091 m <sup>2</sup>
Tip-3	16 mm boşluklu PC	0.2 mm tek kat PE	1920 m <sup>2</sup>	3091 m <sup>2</sup>

Çalışmada ısı enerjisi gereksinimi Baytorun ve ark. (2016b) tarafından geliştirilen ISIGER-SERA uzman sistemi ile hesaplanmıştır. ISIGER-SERA uzman sistem DIN 4701 standartlarında belirlenen esaslardan farklı olarak, dış sıcaklık yerine belirli bir sıcaklık değerine kadar havalandırılmayan ve ısıtılmayan serada ortaya çıkan gerçek sıcaklık ve seranın özelliğine bağlı ortaya çıkan sıcaklık yükselmelerini dikkate alarak ısı gereksinimini saatlik değerlerden giderek hesaplamaktadır (Baytorun ve ark., 2016a).

ISIGER-SERA uzman sistem ısı enerjisi gereksinimini Eşitlik 1 göre hesaplanmaktadır.

$$Q = \sum_{n=1}^{8760} \left( \left( (\vartheta_{i_n} - \vartheta_{i,oH_n} - \Delta\vartheta_{Sp_n}) * k'_a * A_H * (1 - EE_{ES}) \right) * t_{Si} \right) \quad (1)$$

Eşitlikte;

$Q$  : Isı enerjisi [Wh]

$\vartheta_i$  : Serada istenen sıcaklık [°C]

$\vartheta_{i,oH}$  : Isıtılmayan serada ortaya çıkan gerçek sıcaklık [°C]

$\Delta\vartheta_{Sp}$  : Seranın özelliğine bağlı ortaya çıkan sıcaklık yükselmesi [°C]

$k'_a$  : Örtü malzemesinin toplam ısı gereksinim katsayısı [W/m<sup>2</sup>C]

$A_H$  : Sera örtü yüzey alanı [m<sup>2</sup>]

$EE_{ES}$  : Isı perdesi ile sağlanan ısı tasarrufu [-]

$n$  : Yılın saatleri

$t_{Si}$  : Simülasyonda zaman dilimi [1 h]

ISIGER-SERA uzman sistemle ısı enerjisi gereksiniminin hesaplanmasında kullanılan eşitlik ve mantıksal ilişkiler Baytorun ve ark. (2016b) tarafından yapılan çalışmada detaylı olarak verilmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

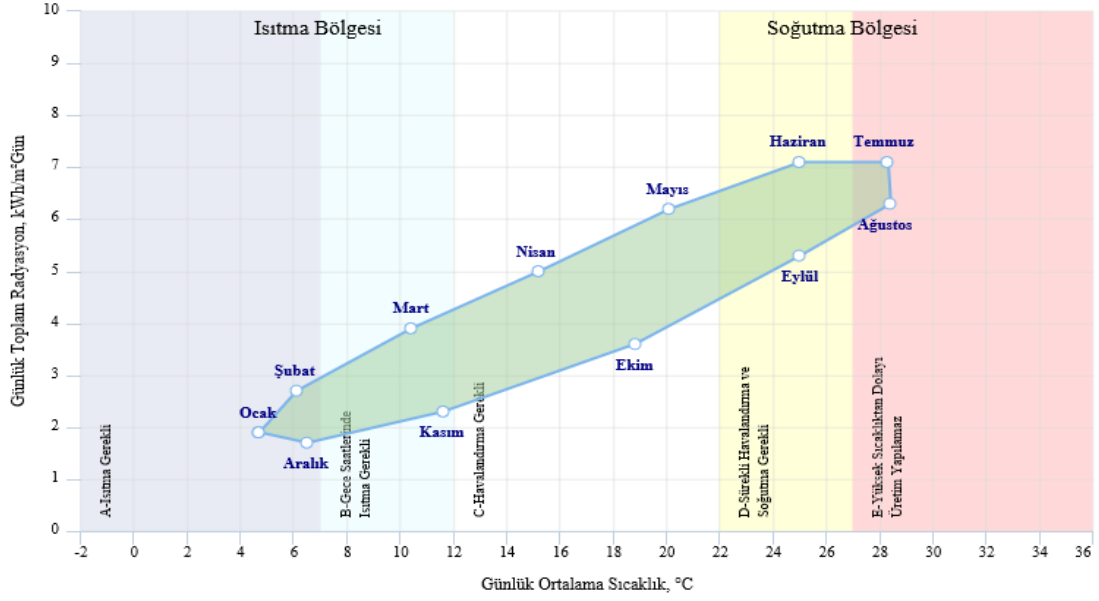
Kahramanmaraş ili için uzun yıllık iklim verileri kullanılarak, serada uygulanacak iklimlendirme önlemleri Şekil 1'de verilmiştir.

Kahramanmaraş bölgesi için seralarda Ocak, Şubat ve Aralık aylarında ısıtmanın gerekli olduğu, Kasım ve

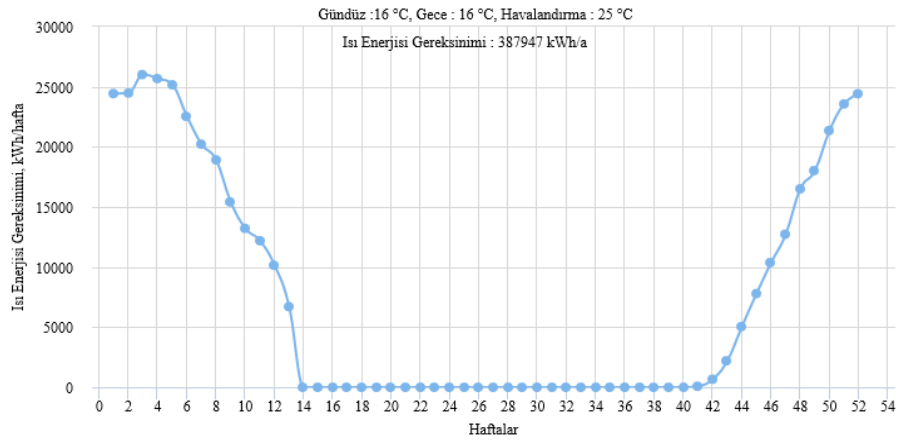
Mart aylarında ise sadece gece saatlerinde ısıtma ihtiyacı olduğu görülmektedir. Ekim, Nisan ve Mayıs aylarında ise gündüz saatlerinde havalandırma ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Haziran ve Eylül aylarında ise yüksek sıcaklıkların etkisi ile serada üretim yapmak için havalandırma kapaklarının sürekli açık tutulması gerektiği, Temmuz ve Ağustos aylarında ise bitki optimum koşullarının üstüne çıkan sıcaklıkların etkisiyle üretimin mümkün olamayacağı anlaşılmaktadır. Günlük toplam radyasyon açısından bakıldığında ise Aralık ve Ocak aylarında günlük toplam radyasyon değeri 2.34 kWh/m<sup>2</sup>gün değerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Bitkisel üretim için günlük toplam radyasyon değerinin 2.34 kWh/m<sup>2</sup>gün'den daha yüksek olması gerekir (Baytorun, 2016). Bu sebeple bu aylarda sera içerisine daha fazla ışığın girmesi için özellikle sera çatısında geçirgenliği yüksek örtü malzemeleri kullanılması gerekmektedir. Ayrıca bu dönemlerde yapay ışıklandırma ile ihtiyaç duyulan minimum radyasyon değerinin karşılanması gerekebilir.

Kahramanmaraş İli koşullarında Tip-1 sera için haftalık ısı gereksinimi Şekil 2'de verilmiştir.

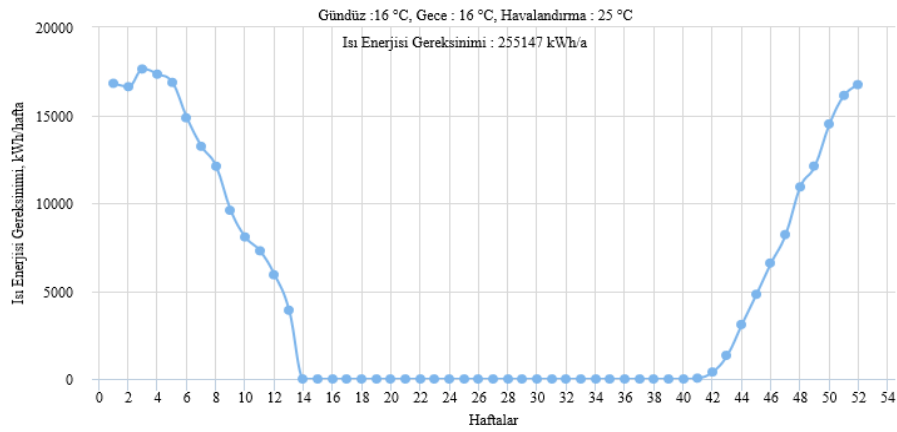
Şekil 2a incelendiğinde en yüksek ısı gereksinimi yılın 3,4 ve 5 haftalarında ortaya çıktığı görülmektedir. Bu haftalar için ısı gereksinimi 25 000 kWh/Hafta'nın üzerine çıkmaktadır. Yılın 14'ncü haftasında ise serada ısıtmaya ihtiyaç kalmamaktadır. Isıtma periyodu ise yılın 42'nci haftasında başlamakta ve bir sonraki yılın 14'ncü haftasına kadar sürmektedir. Toplamda yılın 26 haftasında ısıtma ihtiyacı olduğu görülmektedir. Bu periyotta 7 hafta için ısıtma gereksinimi 10 000 kWh'nin altındadır. Bir yetiştirme sezonunda 16 °C sabit iç ortam sıcaklığı için gerekli olan ve ısı perdesi kullanılmayan serada enerji gereksinimi 387 947 kWh olarak bulunmuştur. Şekil 2b'de ise serada ısı perdesi kullanılması durumunda ihtiyaç duyulan ısı gereksinimi verilmiştir. Buna göre toplam ısı enerjisi gereksiniminin ısı perdesiz kullanıma göre % 34 daha az enerji ihtiyacı olduğu görülmektedir.



Şekil 1. Kahramanmaraş ili için ortalama sıcaklık ve güneş radyasyonu ilişkisi

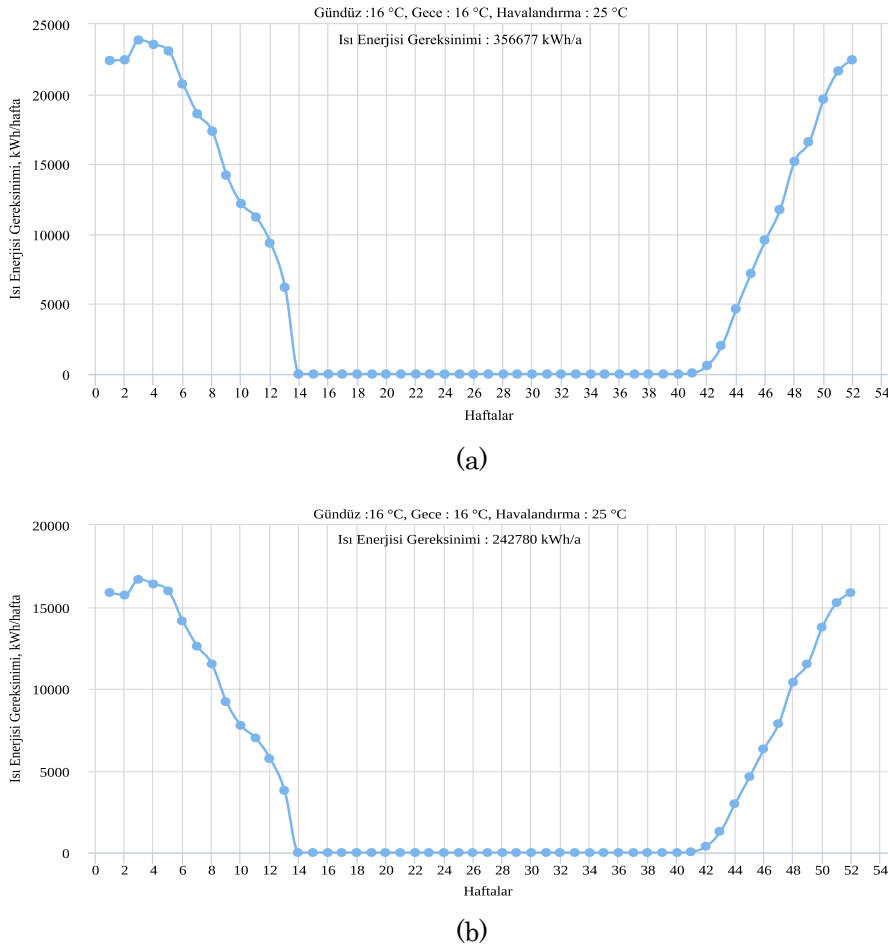


(a)



(b)

Şekil 2. Tip-1 sera için haftalık ısı gereksinimi (a) ısı perdessiz (b) ısı perdeli



Şekil 3. Tip-2 sera için haftalık ısı gereksinimi (a) ısı perdesiz (b) ısı perdeli

Kahramanmaraş ili koşullarında Tip-2 sera için haftalık ısı gereksinimi Şekil 3'de verilmiştir. Şekil 3a'da verilen Tip-2 serada ise toplamda yılın 25 haftasında ısıtma ihtiyacı ortaya çıkmakta ve bu periyotta yılın 7 haftası için ısıtma gereksinimi 10 000 kWh'nın altında, 18 haftası için 20 000 kWh'nın üzerinde olmaktadır. Bir yetiştirme sezonu için 16 °C sabit iç ortam sıcaklığı için gerekli olan ve ısı perdesi kullanılmayan serada enerji gereksinimi 356 677 kWh olarak bulunmuştur. Isı perdesi kullanılması durumunda ihtiyaç duyulan toplam ısı gereksinimi ise 242 780 kWh olmaktadır (Şekil 3b). Isı perdesiz kullanıma göre % 32 daha az enerjiye ihtiyaç vardır.

Kahramanmaraş ili koşullarında Tip-3 sera için haftalık ısı gereksinimi Şekil 4'de verilmiştir.

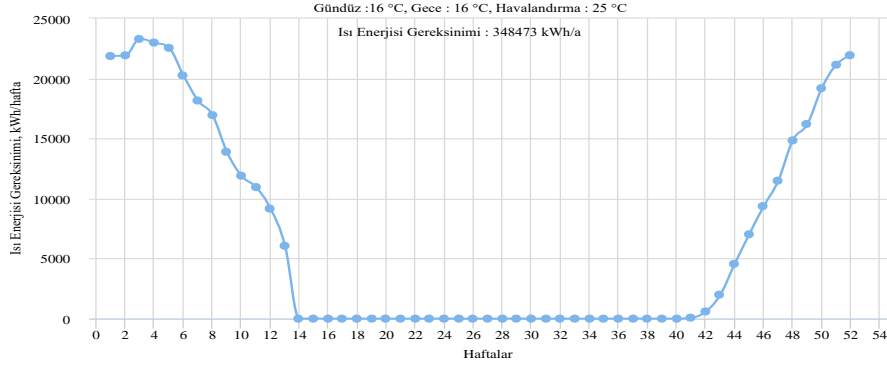
Şekil 4a incelendiğinde Tip-3 serada ise yılın 25 haftasında ısıtma ihtiyacı olduğu görülmektedir. Bu periyotta yılın 8 haftası için ısıtma gereksinimi 10 000 kWh'nın altında, 17 haftası için 20 000 kWh'nın üzerindedir. Bir yetiştirme sezonu için 16 °C sabit iç ortam sıcaklığı için gerekli olan ve ısı perdesi kullanılmayan serada enerji gereksinimi 348 473 kWh, ısı perdesi kullanılması durumunda (Şekil 4b) ise 239

318 kWh olduğu ve ısı perdesiz kullanıma göre % 31 daha az enerji ihtiyacı olduğu hesaplanmıştır.

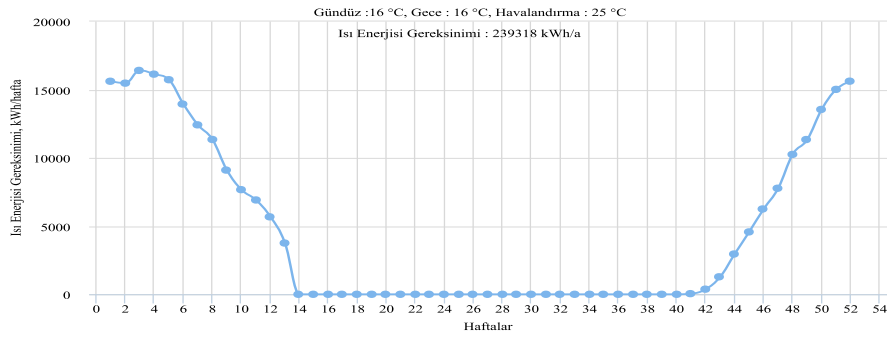
Çaylı (2014), tek kat PE serada, ısı perdesinin sızdırmazlık durumuna göre değişmekle birlikte % 17 oranında tasarruf sağlanabileceğini bildirmiştir. Diğer araştırmacılar ise ısı perdesi kullanarak % 20–70 arasında ısı tasarrufu sağlanabileceğini bildirmişlerdir (Arinze ve ark., 1986; Chandra ve Albright, 1980; Critten ve Bailey, 2002; Le Quillec ve ark., 2005; Meyer, 1984; Nijskens ve ark., 1984). Isı perdesi kullanılması durumunda Tip-1, Tip-2 ve Tip-3 serada sırasıyla % 34, % 32 ve % 31 ısı tasarruf edilebileceği hesaplanmıştır. Bu değer literatürdeki değerler ile benzerlik göstermektedir.

Şekil 5'te ihtiyaç duyulan yıllık ısı gücünün saatlik tekerrürleri verilmiştir. Buna göre; Tip-1 sera için bir yetiştirme sezonunda toplam 2706 saat ısıtmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Şekil 5a). İhtiyaç duyulan maksimum ısı gücü ise 270 kW olarak bulunmuştur. Toplam ısıtma süresince yılın 663 saatinde 200 kW'ın üzerinde ısıtma gücü ihtiyacı bulunmaktadır. Yalıtım özelliği iyi olan alüminyum şeritli ısı perdesi kullanılması durumunda ise 200 kW üzerindeki ısı gücü ihtiyacı 115 saate düşmektedir.



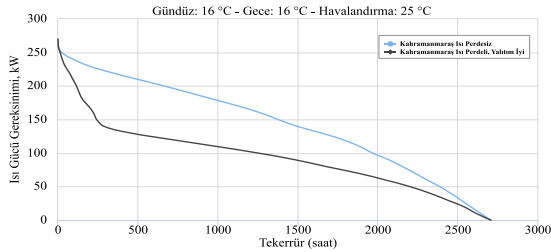


(a)

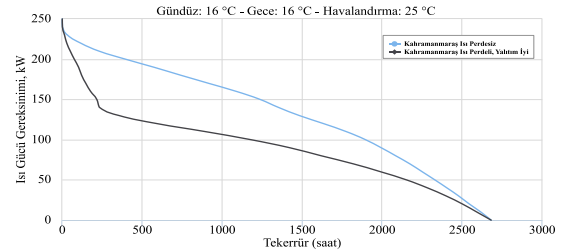


(b)

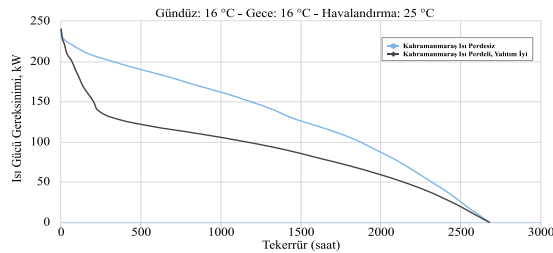
Şekil 4. Tip-3 sera için haftalık ısı gereksinimi (a) ısı perdesiz (b) ısı perdeli



(a)



(b)



(c)

Şekil 5. Yıllık ısı gücü tekrürleri (a) Tip-1 (b) Tip-2 (c) Tip-3

Tip-2 sera için bir yetiştirme sezonunda toplam 2681 saat ısıtma yapılması gerektiği belirlenmiştir (Şekil 5b). İhtiyaç duyulan maksimum ısı gücü ise 240 kW olarak bulunmuştur. Toplam ısıtma süresince yılın 394 saatinde 200 kW'ın üzerinde ısıtma gücü ihtiyacı bulunmaktadır. Yalıtım özelliği iyi olan alüminyum

şeritli ısı perdesi kullanılması durumunda ise 200 kW üzerindeki ısı gücü ihtiyacı 75 saate düşmektedir. Tip-3 sera için bir yetiştirme sezonunda toplam 2677 saat ısıtma yapılması gerektiği Şekil 5c'ten görülmektedir. İhtiyaç duyulan maksimum ısı gücü ise 230 kW olarak bulunmuştur. Toplam ısıtma süresince yılın 317 saatinde 200 kW'ın üzerinde ısıtma gücü ihtiyacı

bulunmaktadır. Yalıtım özelliği iyi olan alüminyum şeritli ısı perdesi kullanılması durumunda ise ısı 200 kW üzerindeki ısı gücü ihtiyacı 67 saate düşmektedir. Çizelge 2'de Kahramanmaraş ili için farklı örtü malzemesi ve tasarruf önlemlerine göre maksimum ısıtma gücü gereksinimi verilmiştir.

Çizelge 2. Kahramanmaraş İli için maksimum ısıtma gücü gereksinimi

Sera Tipi	Maksimum ısı gücü (kW)
Tip-1	270
Tip-2	240
Tip-3	230

Çizelge 3. Kahramanmaraş iklim koşullarında farklı sera örtü malzemeleri için, gece/gündüz 16 °C sıcaklık değeri için aylık ısı enerjisi gereksinimi

Aylar	Tip-1		Tip-2		Tip-3	
	Isı Perdesiz	Isı Perdeli	Isı Perdesiz	Isı Perdeli	Isı Perdesiz	Isı Perdeli
Ekim	4 923	3 731	4 559	3 531	4 462	3 476
Kasım	45 472	35 406	41 930	33 286	41 000	32 714
Aralık	92 392	74 183	84 961	69 340	83 006	68 035
Ocak	111 536	89 552	102 290	83 455	99 870	81 823
Şubat	82 756	65 004	76 055	60 842	74 304	59 725
Mart	50 867	38 344	46 883	36 137	45 831	35 527
<b>Toplam</b>	<b>387 947</b>	<b>306 220</b>	<b>356 677</b>	<b>286 591</b>	<b>348 473</b>	<b>281 299</b>

Çizelge 3'e göre, toplam ısı enerjisi gereksinimi 281 MWh/a ile en düşük ısı perdeli Tip-3 serada olduğu görülmektedir. En fazla ısı gereksinimine ihtiyaç duyulan sera ise ısı perdesiz Tip-1'dir. Isı enerjisi gereksinimi aylık olarak incelendiğinde ise tüm sera tipleri için en az ısı gereksinimi Ekim ayında, en fazla ısı gereksiniminin Ocak ayında olduğu görülmektedir. Gece/gündüz sıcaklığı 16 °C, havalandırma sıcaklığı 25 °C olan Tip-1 sera için Kahramanmaraş ve bazı Akdeniz iklim kuşağındaki illerin ısı

Çizelge 2 incelendiğinde, ısıtma sistemlerinin projelenmesinde esas alınan maksimum ısı gücünün, ısı yalıtımı iyi olan örtü malzemesi ve ısı perdesi kullanımı ile azaldığı görülmektedir. Tip-1 yerine Tip-2 malzeme kullanılması durumunda % 12,5, Tip-1 yerine Tip-3 malzeme kullanılması durumunda % 17 oranında daha küçük boyutlu bir ısıtma sisteminin projelenmesi mümkün olmaktadır.

Çizelge 3'de Kahramanmaraş iklim koşullarında farklı sera örtü malzemeleri için, gece/gündüz 16 °C sıcaklık değeri için, üretim periyodundaki aylık ısı enerjisi gereksinimi değerleri kWh olarak verilmiştir.

gereksinimlerinin karşılaştırılması amacıyla hesaplanan değerler Çizelge 4'de verilmiştir. Buna göre en az ısı gereksiniminin Mersin ilinde en fazla ısı gereksinimi Kahramanmaraş ilinde olduğu görülmektedir. Kahramanmaraş ili diğer illerle karşılaştırıldığında ısı gereksinimi bakımından 202.10 kWh/m<sup>2</sup> gibi oldukça yüksek bir değere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum ısıtma yapılan seralar için Kahramanmaraş'ın diğer illerdeki üreticiler ile rekabet etme imkânını zayıflatmaktadır.

Çizelge 4. Akdeniz iklim kuşağındaki bazı illerin Tip-1 sera için aylara göre ısı gereksinimi

İl	Ocak	Şubat	Mart	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
Adana	33.60	25.20	15.20	0.10	9.20	27.10	110.40
Antalya	34.70	27.90	18.80	0.30	11.50	27.60	120.80
Hatay	42.00	28.60	15.60	0.50	14.50	35.20	136.40
Kahramanmaraş	58.10	43.10	26.50	2.60	23.70	48.10	202.10
Mersin	29.70	22.20	12.40	0.00	7.60	24.00	95.90

Modern seralarda ısı perdesi ve çift kat örtü malzemesi kullanımı gibi ısı tasarruf önlemleri uygulanmaktadır. Ancak günümüzde örtü altı yetiştiriciliğin yaygın olarak yapıldığı Akdeniz bölgesindeki seraların % 3'ünde modern seracılık yapılmaktadır (Baytorun, 2016). Bu durum göz önüne alındığında bölgedeki seraların çoğunluğunda ısıtma yapılmadığı veya

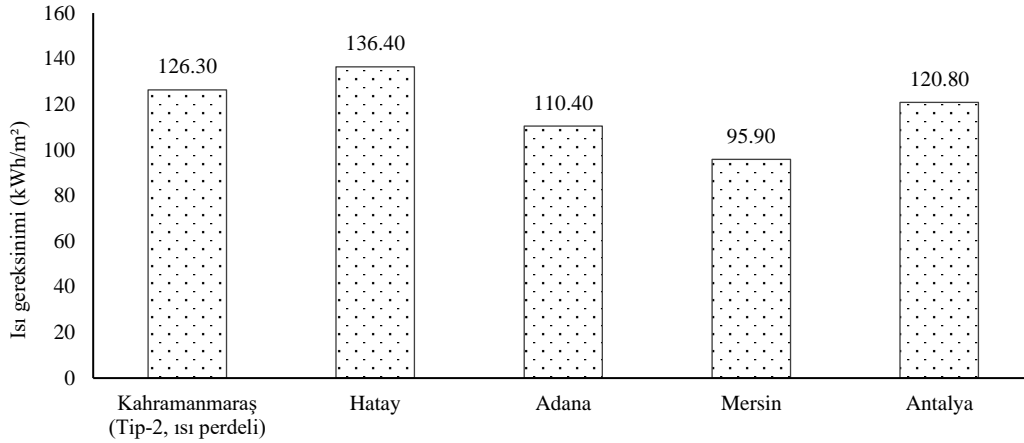
modern olmayan seralarda üretim yapıldığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle Kahramanmaraş ilinde yeni kurulacak modern seralarda ısı tasarruf önlemlerinin alınması ile enerji tüketimi azaltılarak üretim maliyetleri düşürülebilir ve seracılık yapılan diğer illerle rekabet etme imkânı yaratılabilir. Kahramanmaraş ilinde ısı perdeli Tip-2 sera, diğer

iller için ısı perdesiz Tip-1 serada üretim yapılması durumunda ısı enerjisi gereksinimleri Şekil 6'de verilmiştir.

Modern seralarda kullanılan ısı tasarruf önlemlerinin Kahramanmaraş ili için uygulanması durumunda gereksinilen ısı enerjisi 126.30 kWh/m<sup>2</sup> olmaktadır. Bu durumda Akdeniz sahil kuşağındaki diğer illerin ısı gereksinimlerine yakın bir değer elde

edilebilmektedir. Ancak bu şekilde diğer illerle seracılık açısından rekabet edilebilir.

Yapılan hesaplamalar neticesinde Kahramanmaraş bölgesinde seralarda ısıtma yapılması durumunda en uygun sera örtü malzemesi olarak, yapılan hesaplamalar sonucunda çift kat PE olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ısı tasarruf önlemi olarak da ısı perdesi kullanılması gerektiği ortaya çıkmıştır.



Şekil 6. Akdeniz bölgesindeki iller için ısı gereksinimi

## SONUÇ

Seralarda ısıtma yapılması durumunda Akdeniz iklimi görülen diğer illerle karşılaştırıldığında Kahramanmaraş'ın seracılık açısından rekabet etme olanağının düşük olduğu görülmektedir. Isı perdesiz Tek kat PE örtü malzemesi kullanılması durumunda 202.10 kWh/m<sup>2</sup> olan toplam ısı gereksinimi, Hatay için 136.4 kWh/m<sup>2</sup>, Antalya için 120.80 kWh/m<sup>2</sup>, Adana için 110.40 kWh/m<sup>2</sup> ve Mersin için 95.90 kWh/m<sup>2</sup> olmaktadır. Bu durumda ısıtma yapılması maliyet açısından büyük bir fark ortaya çıkaracaktır. Bu farkın giderilebilmesi ancak daha yüksek gelir getiren farklı ürünlerin yetiştirilmesi, ısı perdesi kullanımı, polikarbonat veya çift kat PE örtü malzemesi gibi ısı tasarruf önlemlerinin uygulanabildiği modern seralarla mümkün olabilir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın hazırlanmasında "Seralarda Isıtma Sistemlerinin Modellemesi ve Karar Verme Aşamasında Bilimsel Verilere Dayalı Uzman Sistemin Geliştirilmesi" adlı 1140533 nolu proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenerek geliştirilen ISIGER-SERA yazılımı kullanılmıştır. Bu imkânı sağladığı için TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

Al-Mahdouri, A., Baneshi, M., Gonome, H., Okajima, J., Maruyama, S. (2013). Evaluation of optical properties and thermal performances of different greenhouse covering materials. *Solar Energy*, 96, 21-32. doi: 10.1016/j.solener.2013.06.029

- Arinze, E. A., Schoenau, G. J., Besant, R. W. (1986). Experimental and computer performance evaluation of a movable thermal insulation for energy conservation in greenhouses. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 34, 97-113. doi: 10.1016/S0021-8634(86)80003-8
- Bartzanas, T., Kitta, E., Katsoulas, N., Tsouknidas, A. (2012). Effect of Two New Cover Materials on Greenhouse Energy Consumption and Cooling Load. *Xxviii International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (Ihc2010): International Symposium on Greenhouse 2010 and Soilless Cultivation*, 927, 559-563.
- Baytorun, A. N. (2016). *Seralar, Sera Tipleri, Donanımı ve İklimlendirilmesi* (1 ed.). İstanbul: Nobel kitapevi.
- Baytorun, A. N., Akyüz, A., Zaimoğlu, Z. (2000). *Seralarda iklimlendirme. 2. Uluslararası Turfanda Şurası*, Anamur.
- Baytorun, N., Abak, K., Tokgöz, H., Altuntas, Ö. (1993). Effect of different greenhouse covering materials on inside climate and on the development of tomato plants. *II Symposium on Protected Cultivation of Solanacea in Mild Winter Climates* 366.
- Baytorun, N., Akyüz, A., Üstün, S. (2016a). Sera Isıtma Sistemlerinin Projelenmesinde Uzman Sistem "ISIGER-SERA". *Tesisat Mühendisliği*(155), 13-24.
- Baytorun, N., Akyüz, A., Üstün, S. (2016b). Seralarda ısıtma sistemlerinin modellemesi ve karar verme aşamasında bilimsel verilere dayalı uzman

- sistemin "ISIGER-SERA" geliştirilmesi. TÜBİTAK 114O533 nolu proje.
- Baytorun, N., Zaimoğlu, Z., Üstün, S. (2012). Akdeniz Bölgesi Seralarında Isı Enerjisi Gereksiniminin ve Enerji Artırım Önlemlerinin Etkisinin Belirlenmesi. II. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, Bornova, İzmir.
- Castilla, N., Hernandez, J. 2006. Greenhouse technological packages for high-quality crop production. XXVII International Horticultural Congress-IHC2006: International Symposium on Advances in Environmental Control, Auto. 761.
- Castilla, N., Hernandez, J. (2007). Greenhouse technological packages for high quality production. *Acta Horticulturae*, 285-297. doi: 10.17660/ActaHortic.2007.761.38
- Chandra, P., Albright, L. D. (1980). Analytical Determination of the Effect on Greenhouse Heating Requirements of Using Night Curtains. *Transactions of the Asae*, 23(4), 994-1000.
- Critten, D. L., Bailey, B. J. (2002). A review of greenhouse engineering developments during the 1990s. *Agricultural and Forest Meteorology*, 112, 1-22. doi: 10.1016/S0168-1923(02)00057-6
- Çaylı, A. (2014). Plastik Seralarda Isı İletim Katsayısının Belirlenmesi ve Isı Artırım Önlemlerinden Isı Perdelerinin Etkinliğinin Araştırılması. (Doktora Tezi PhD), KSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Çaylı, A., Boyacı, S., Üstün, S., Akyüz, A. (2014). Kahramanmaraş Bölgesi İçin Seralarda Maksimum Isıtma Yükünün Belirlenmesi. 12. Ulusal Kültürteknik Sempozyumu, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye.
- Damrath, J. (1980). Tabellen zur Heizenergieermittlung von Gewächshäusern Gartenbautechnische Informationen 8. Institut für Technik in Gartenbau und Landwirtschaft, Hannover, 8.
- Garcia, J. L., De la Plaza, S., Navas, L. M., Benavente, R. M., Luna, L. (1998). Evaluation of the feasibility of alternative energy sources for greenhouse heating. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 69(2), 107-114. doi: DOI 10.1006/jaer.1997.0228
- Hemming, S., Mohammadkhani, V., van Ruijven, J. (2014). Material Technology of Diffuse Greenhouse Covering Materials - Influence on Light Transmission, Light Scattering and Light Spectrum. International Symposium on New Technologies for Environment Control, Energy-Saving and Crop Production in Greenhouse and Plant Factory - Greensys 2013, 1037, 883-895.
- Kravchenko, A., Saltanovich, T., Danailov, J. (1994). Influence of stress temperature on the masculine gametophyte of tomatoes. *Stiinte biologice si chimice*.
- Le Quillec, S., Brajeul, E., Lesourd, D., Loda, D. (2005). Thermal Screen Evaluation In Soilless Tomato Crop Under Glasshouse. *Acta Horticulturae*.
- Lee, H. W., Lee, J. W., Diop, S., Na, O. H. (2014). Measurement of Overall Heat Transfer Coefficient of Covering Material with Thermal Screens for Plastic Greenhouse. International Symposium on New Technologies for Environment Control, Energy-Saving and Crop Production in Greenhouse and Plant Factory - Greensys 2013, 1037, 219-224.
- Meyer, J. (1984). The influence of thermal screens on energy consumption of greenhouse. *Gartenbauwissenschaft*, 49, 74-80.
- Nijskens, J., Deltour, J., Coutisse, S., Nisen, A. (1984). Heat-Transfer through Covering Materials of Greenhouses. *Agricultural and Forest Meteorology*, 33(2-3), 193-214. doi: Doi 10.1016/0168-1923(84)90070-4
- Papadopoulos, A. P., Hao, X. M. (1997). Effects of three greenhouse cover materials on tomato growth, productivity, and energy use. *Scientia Horticulturae*, 70(2-3), 165-178. doi: Doi 10.1016/S0304-4238(97)00054-X
- Popovski, K. (1986). Location of heating installations in greenhouses for low temperature heating fluids. *CNRE Bulletin (FAO)*.
- Rath, T. (1992). Einsatz wissenschaftlicher Systeme zur Modellierung und Darstellung von gartenbautechnischem Fachwissen am Beispiel des hybriden Expertensystems HORTEX. *Gartenbautechnische Informationen (Germany)*. no. 34.
- Stanghellini, C., Bruins, M., Mohammadkhani, V., Swinkels, G. J., Sonneveld, P. J. (2012). Effect of Condensation on Light Transmission and Energy Budget of Seven Greenhouse Cover Materials. International Symposium on Advanced Technologies and Management Towards Sustainable Greenhouse Ecosystems: Greensys2011, 952, 249-254.
- Stanghellini, C., Kempkes, F., Knies, P. (2003). Enhancing environmental quality in agricultural systems. International Symposium on Managing Greenhouse Crops in Saline Environment 609.
- Tantau, H. J. (1983). Heizungsanlagen Im Gartenbau. *Handbuch Des Erwerbsgärtners.*, 258.
- Tantau, H. J., Hinken, J., von Elsner, B., Max, J. F. J., Ulbrich, A., Schurr, U., Hofmann, T., Reisinger, G. (2012). Solar Transmittance of Greenhouse Covering Materials. VII International Symposium on Light in Horticultural Systems, 956, 441-448.
- Tekinel, O., Baytorun, A. (1990). Seracılıkta yeni teknolojiler. *Türkiye*, 5, 11-21.
- Tülücü, K. (2003). Özel Bitkilerin Sulanması Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Notları: Baskı.
- Von Zabertitz, C. (1986). *Gewachshauser - Handbuch des Erwerbsgärtners*. Stuttgart: Ulmer -Verlag.

Von Zabeltitz, C. (2011). Integrated Greenhouse Systems for Mild Climates: Climate Conditions, Design, Construction, Maintenance, Climate Control. 285-311. doi: 10.1007/978-3-642-14582-7\_12

Von Zabeltitz, C. (1992). Energy-efficient greenhouse designs for Mediterranean countries. *Plasticulture* (France).

## The Feasibility of a Cloud-Based Low-Cost Environmental Monitoring System Via Open Source Hardware in Greenhouses

Ali ÇAYLI<sup>1</sup>, Adil AKYÜZ<sup>2</sup>, A. Nafi BAYTORUN<sup>3</sup>, Sait ÜSTÜN<sup>2</sup>, Ali Selçuk MERCANLI<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Turkoglu MYO, Kahramanmaraş, <sup>2</sup>Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Faculty of Agriculture, Kahramanmaraş, <sup>3</sup>Cukurova University, Faculty of Agriculture, Adana, <sup>4</sup>Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Department of Informatics, Kahramanmaraş, Turkey

✉: alicayli@ksu.edu.tr

### ABSTRACT

One of the most critical parameters in agricultural production is environmental conditions. It is of vital importance to ensure and monitor suitable climatic conditions for various controlled agricultural structures and production systems such as greenhouses. To this aim, most data monitoring systems cannot be efficiently used due to high cost and insufficient technical knowledge. It is possible to design low-cost and scalable monitoring, control and data acquisition systems via open source hardware in order to monitor climatic data for agricultural practices in small enterprises and rural areas. In this study, a low-cost system designed via open source hardware was tested under real conditions. Temperature and relative humidity were measured via the sensors in the system and sent to a data server through a wireless network. In addition, collected data was compared to reference devices for statistical analysis. The results suggest that these low-cost systems, which are designed via open source hardware, can be used as a data collection and decision support system by agricultural enterprises.

DOI:10.18016/ksudobil.341513

### Article History

Received : 03.10.2017

Accepted : 07.01.2018

### Keywords

Open source hardware,  
Data acquisition,  
Data logger,  
Sensors,  
Decision support,  
Greenhouses

### Research Article

## Açık Kaynaklı Donanım ile Bulut Tabanlı ve Düşük Maliyetli Bir Çevre Koşulları İzleme Sisteminin Seralarda Uygulanabilirliği

### ÖZET

Tarımsal üretimi etkileyen en önemli parametre çevre koşullarıdır. Uygun iklim koşullarının sağlanması ve bu koşulların takip edilmesi özellikle kontrollü üretim yapıları olan seralar başta olmak üzere birçok tarımsal yapılarda ve üretim sistemlerinde hayati önem arz etmektedir. Bu amaçla kullanılan birçok veri izleme sistemi, yüksek maliyet ve yeterli teknik bilgi olmadığından yaygın bir şekilde kullanılamamaktadır. Özellikle küçük işletmelerde ve kırsal bölgelerde, tarımsal faaliyetler için hayati öneme sahip iklim verilerinin izlenmesi amacıyla, açık kaynak donanımlar ile düşük maliyetli ve ölçeklenebilir izleme, kontrol ve veri toplama sistemleri tasarlanması mümkün olabilmektedir. Bu çalışmada açık kaynak donanımlarla düşük maliyetle tasarlanan sistem, gerçek koşullarda test edilmiştir. Tasarlanan bu sistemde sıcaklık ve oransal nem değerleri sensörler ile ölçülerek kablosuz bir ağ üzerinden veri sunucusuna aktarılmıştır. Ayrıca bu veriler referans cihazlarla karşılaştırılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, açık kaynak donanımlar ile tasarlanan düşük maliyetli bu tür sistemlerin tarımsal işletmelerde veri toplama-izleme ve karar destek sistemi olarak kullanılabileceği göstermiştir.

### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 03.10.2017

Kabul Tarihi : 07.01.2018

### Anahtar Kelimeler

Açık kaynak donanım,  
Veri toplama,  
Veri kaydedici,  
Sensörler,  
Karar destek,  
Seralar

### Araştırma Makalesi

**To Cite** : Çaylı A, Akyüz A, Baytorun AN, Üstün S, Mercanlı AS 2018. The Feasibility of a Cloud-Based Low-Cost Environmental Monitoring System Via Open Source Hardware in Greenhouses. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(3): 323-338. DOI:10.18016/ksudobil.341513

### Abbreviations

WSN wireless sensor network

OSH

OSS

open source hardware

open source software

RMSE	root mean square error
ANOVA	one-way analysis of variance
RPI	raspberry pi development board
PWM	pulse width modulation
RTC	real time clock
FCM	Firebase Cloud Messaging

## INTRODUCTION

Crop amount and quality are directly influenced by environmental conditions. Seeding-planting and harvest time vary in different geographical locations. Studies on plant growth and determination of their reactions during and prior to growth require using total degree-days and measuring related data in the nearby area (Bonhomme, 2000). Insufficient temperature leads to low-quality and inefficient harvest. For instance, although tomato is one of the most resistant vegetables against low temperatures compared to other greenhouse plants, its growth slows down under 10°C, and it freezes at 0°C. Growers must provide suitable climatic conditions for agricultural production in their greenhouses for healthier, quality and high yield (Von Zabeltitz, 2011). Greenhouse micro-climate modelling bears utmost importance for an optimal indoor environment at different stages of plant growth. An efficient thermal model must be developed in order to calculate solar radiation input as well as total thermal conductivity coefficient and greenhouse energy and mass balance (Sethi ve ark., 2013).

The potential of mathematical models are widely acknowledged in order to analyze the interaction and components of natural systems, to predict changes and uncertainties in results and to encourage communication between scientists, administrators and groups from different backgrounds (Bellocchi ve ark., 2010). For a successful model, the data to be used in modelling must fully represent the field of activity. However, studies are often conducted based on the data obtained from official weather stations in the related region. These regional data may not fully represent regional values. In addition, it is difficult to obtain from official stations, and analyze and process data. Nevertheless, it is inevitable to use official data in order to measure long term climatic values.

In a study on various decision support system automations used in agriculture, (Bhimanpallewar ve Narasingrao, 2015) reported that existing systems lead to high costs and that these systems are not feasible and user-friendly for growers in India.

Rapid developments in electronics technology paved the way for various low-cost sensing, monitoring and control systems (Fisher ve Gould, 2012). Thanks to these developments, sensor sizes become smaller and thus low-cost talented machines that can interact with their environment are more widely used. These devices are now more accessible in various commercial markets. There are numerous commercial data collection

products under different brands in the market.

Open source philosophy was first introduced by Richard Stallman under GNU project in 1984 and, similar to software, hardware were licensed as open source in the upcoming years. The term “*free software*” started to be used instead of open source software in 1998 (Stallman ve Gay, 2009). In the same year, Open Source Initiative was founded in order to offer services for public interest in the field of open source (opensource.org). Open source hardware have been used in various fields in recent years. Open source hardware is defined by oshwa.org (2016) as a hardware “whose design is made publicly available so that anyone can study, modify, distribute, make, and sell the design or hardware based on that design”.

Developed by Raspberry Pi foundation in the UK, Raspberry Pi (RPI) is a low-cost and small-sized computer which can be used with a standard keyboard and mouse and connected to a monitor or TV (Pi, 2016). Debian and Arch Linux offered by the foundation can be used as an operating system as well as Microsoft Windows 10 in the new version hardware. Arduino project was initiated in Ivrea, Italy in 2005 in order to develop simple and handy boards. It is widely used and its circuit design was licensed as “*Creative Commons Attribution-Share Alike*” (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>). Thus, besides the company which produces it under open source license, anyone can modify and re-design this board and offer it as a new product.

A low-cost open source hardware development platform, Arduino offers a great potential for the improvement of data collection, automation and control abilities in scientific research due to its low cost (Fisher ve Gould, 2012). Unlike old hardware, it is possible to easily and rapidly develop micro-processor systems via open source hardware (Faugel ve Bobkov, 2013). Before development boards such as Arduino became widespread, some studies had been carried out on low-cost data collection devices (Dedrick ve ark., 2000; Riley ve ark., 2006). However, technical know-how and experience are necessary to design circuits and develop software for this kind of systems. Micro-controller-based circuits that are developed via new sensor technology offer various advantages for agricultural practices (Fisher ve Kebede, 2010). Open hardware development platform is widely used in various fields such as agricultural practices and natural sources as a data collection, monitoring and logging system (Buechley ve Eisenberg, 2008; Zhang ve ark., 2009; Bergmann ve ark., 2010; Fisher ve Kebede, 2010; Gordon ve ark., 2010; Hicks ve ark., 2011).

Open hardware were used in scientific studies in various fields such as data collection via unmanned aerial vehicle (Polo ve ark., 2015), biomedicine (Kornuta ve ark., 2013), pharmacology (Thomson ve White, 2014), monitoring radiation levels in nuclear plants (Gomaa ve

ark., 2013) and construction (Barroca ve ark., 2013) and other disciplines (Mai ve ark., 2013; Sáiz, Mai, Hauser, ve ark., 2013; Sáiz, Mai, López, ve ark., 2013). This kind of systems can be combined with wireless sensor networks. Wireless sensor networks can be used in various different practices such as remote control of micro electromechanical systems and remote data collection thanks to their flexibility, error tolerance, high sensing accuracy and quick application capacity (Akyildiz ve ark., 2002).

Data obtained from wireless sensor network-based measurements, which is a part of daily life in modern technology, enable us to understand many environmental parameters in various fields such as urban environment, natural resources and sensitive ecology (Gubbi ve ark., 2013). These technologies offer new solutions for the monitoring of environmental management and agricultural policies and the improvement of agricultural production in impoverished rural areas (Mesas-Carrascosa ve ark., 2015). Furthermore, because they are developed via open source hardware, these low-cost systems can be controlled by different devices through an interface when integrated into computer systems (Koenka ve ark., 2014).

This system aims to determine the performances of low-

cost and open source hardware for the acquisition of climate data necessary for various reasons in agricultural activities. Although commercial systems similar to it are available, they are relatively expensive and inflexible. Another aim is to make this low-cost system accessible to everyone by benefiting from emerging technologies such as open source and free tools.

In this study, a system design is proposed to assist in the acquisition, storage, processing and decision. It was compared with reference devices in order to measure its reliability and accuracy. In addition, the proposed system was integrated cloud-based messaging, and a mobile alarming system was designed.

## MATERIAL and METHODS

The prototype of a low-cost data acquisition system was developed via open source hardware in this study. This system consists of two components: field node and main station. The main station, Open Source Hardware Server, is called OSH-SRV. The field node which connects and sends data to the main device is called OSH-Node. The data obtained from sensors in the field node are instantly sent to the main station and stored in the database here.

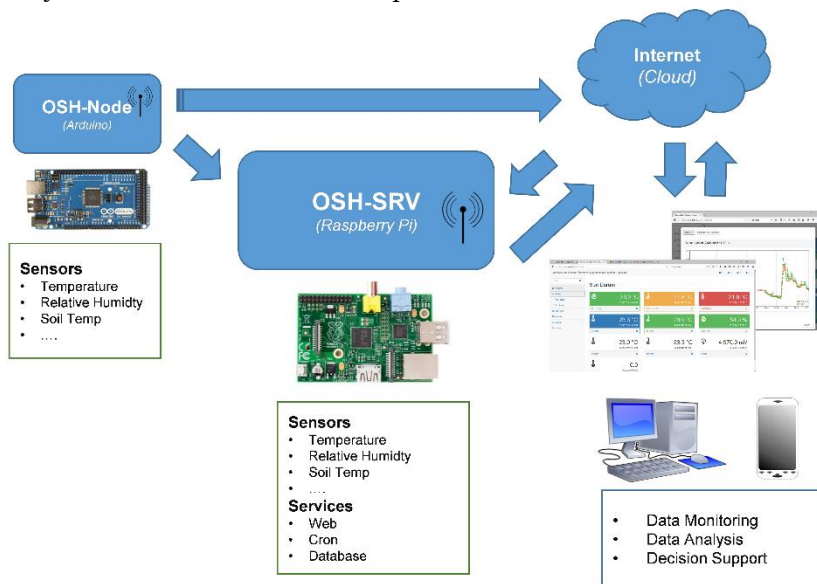


Figure 1 - A model of data acquisition and monitoring system

The system is flexible and suitable to expansion. In addition to devices with different technological features, many field nodes can be added to the system. The data stored on OSH-SRV can be accessed via a web service, local network, internet and all network enabled devices including mobile phones. Thanks to the web-based software developed via open source software tools, various climatic data such as temperature, humidity and soil temperature can be analyzed, and they assist the user in the decision-making process. The study was

conducted at 468 m above sea level at Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Faculty of Agriculture Research Field (37° 35' 20" N, 36° 48' 12" E, WGS84) (Figure 2). The region is under typical Mediterranean climate conditions. TFA Nexus (TFA Dostmann GmbH & Co. KG) meteorology station was used as reference. It measures temperature at between -40 °C and 80 °C, at an accuracy of ±1 °C and a sensitivity of 0.1 °C, and measures relative humidity between 0% and 99%, at an accuracy of ±5% and a sensitivity of 1%.





Figure 2 - The research field where the study was conducted

The reference device was positioned next to OSH-SRV and OSH-Node for a measurement under the same conditions. All devices were set to log data in every 5 minutes. The measurement data of OSH-SRV and OSH-Node were obtained via Internet network while the data of reference device were obtained weekly via a laptop computer. Hourly and daily mean values of measurement data were calculated based on Equation

$$1. \bar{T} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n} \quad (1)$$

Here,  $\bar{T}$  represents mean value and  $T_i$  is the measurement value.

The daily data obtained from each sensor were compared to reference station data and statistically analyzed. In addition, mean daily values were calculated based on the values measured in every 5 minutes between March 25<sup>th</sup> and April 30<sup>th</sup>. These mean values were compared to the data obtained from

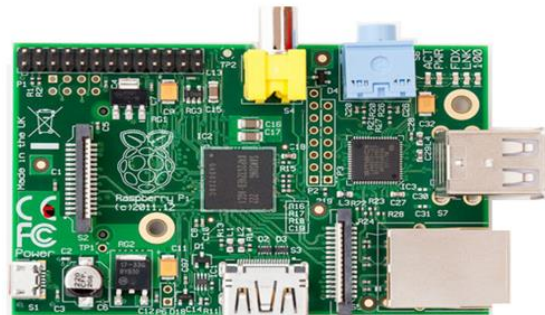
the official station data located 7 km away from the research field and statistically analyzed.

### Hardware

In the system proposed in this study, two different open source hardware development boards, i.e. Raspberry Pi Model B (RPI) (Figure 3(b)) and Arduino Mega 2560 Rev3 (Figure 3(a)), were used. RPI development board is a mini computer with ARM1176JZF-S 700 MHz Broadcom BCM2835 microprocessor and 512 MB RAM, and runs on Linux operating system. It has two USB 2.0 ports, HDMI video, 10/100 RJ45 ethernet and SD card socket. In addition, it can perform UART, I2C and SPI data bus connection thanks to 8 general purpose input-output (GPIO) connection. It requires a power amount of 5.0 volt 700 mA. Various Linux-based operating systems can be used such as Debian GNU/Linux, Arch Linux and RISC OS (Pi, 2016).



(a)



(b)

Figure 3 - Boards used in the data acquisition system: (a) Arduino MEGA, (b) RPI Model B

Arduino is an open source development board equipped with units performing power source regulation thanks

to the Atmel AVR microcontroller and serial communication interface that can connect to external

hardware. It can be booted via open source development software without any additional hardware. The board has an ATmega 2560 (Atmel, 2014) microprocessor and 54 numeric input/output ports. 15 of these ports can be used as pulse width modulation (PWM) at 8-bit resolution. In addition, there are 16 analog inputs at 10-bit resolution on the board. Furthermore, ATmega 2560 has 16 MHz crystal oscillator, USB and power input pot, 256 KB flash disk with an 8 KB booter and 8 KB SRAM. The circuit diagrams of open source hardware belonging to Arduino project can be accessed online on the official website (<http://www.arduino.cc>). A Java-based software is available on the project website for software development and board loading. C/C++ languages are used as a software development language.

Espressif System ESP8266 Wi-Fi module was used to send the data to the main station. This module has a low-cost 32-bit microprocessor. In addition, it has GPIO SPI/SDIO and I2C/UART and input/output connection ports on it, and it offers Internet connection with a low amount of energy (ESP8266 Datasheet, 2015).

### Sensors

Sensors enable us to measure and analyze physical parameters and events by translating them to signals (Dargie ve Poellabauer, 2010). While some of these devices can only translate analog signals, some of them can translate digital signals. In the present study, DHT22 and SI7021 sensors, which emit digital signals by measuring relative humidity and temperature simultaneously, and DS18B20 sensor, which only measures temperature, were used. In addition, TMP36, LM35 and 10 Kohm thermistor, which measure temperature via analog signal emission, were used. Measurement sensitivity and accuracy rates were taken into account in the selection of these sensors.

### Temperature sensors

The data were collected by three different digital sensors in this study. The first one is DS18B20 sensor (Maxim Integrated, San Jose, USA), and it can transmit numerous sensor data through a single cable. It measures temperature at between -55 °C and +125 °C, -10 °C and +85 °C, and at an accuracy of ± 0.5 °C. It was used to measure air and soil temperature in this study. Another sensor used for the measurement of air temperature is TMP36 (Analog Devices, Norwood, USA), and it can emit voltage signal in proportion to temperature. It measures temperature at between -40 °C and +125 °C and at an analog accuracy of ± 1 °C at 25 °C. It was designed to measure in °C by the producer. LM35 (Texas Instruments, Dallas, USA) was

used to measure ambient temperature. It can generate linearly changing voltage output based on different ambient temperatures in Kelvin, and measures temperature at between -55 °C and +150 °C and at an accuracy of ± 0.25 °C (LM35 Datasheet, 2016).

A thermistor is a sensor with negative temperature coefficient and operates based on resistance. Temperature is inversely proportional to resistance. Empirical proofs indicate that the thermistor curve used for temperature measurement is significantly consistent with Steinhart-Hart equation (Steinhart ve Hart, 1968).

$$\frac{1}{T} = A + B \ln(Rt) + C [\ln(Rt)]^3 \quad (2)$$

In the equation above, T is temperature (Kelvin), Rt is thermistor resistance (ohm), and A, B and C are curve constants. The resistance, beta coefficient and temperature measurement range of the thermistor used in the present study are 10 Kohm ±1%, 3950 ±1% and -55 °C to +125 °C, respectively. Temperature values were converted using Equation 2.

### Relative humidity sensors

DHT22 (Aosong Electronics Ltd., Guangzhou, China) sensor was used to measure air temperature and ambient relative humidity. It was observed that this sensor, which performs capacitive measurement, yielded reliable and stable results (Fisher ve Gould, 2012). It measures ambient relative humidity at between 0-100%, at a sensitivity of 0.1% and an accuracy of 2-5%. It measures temperature at between -40 °C and +80 °C, at an accuracy of ±0.5 °C and a sensitivity of 0.1 °C (DHT22 Datasheet). SI7021 (Silicon Laboratories Inc. Austin, USA) measures ambient relative humidity at between 0-100% and an accuracy of ±3% (maximum). It measures temperature at between -40 °C and +125 °C and at a maximum accuracy of ±0.4 °C (SI7021 Datasheet, 2015).

### Calibration

The calibration of sensors was performed by HOBO U12 data logger which can measure temperature at between -20 °C and +70 °C, at an accuracy of ±0.35 °C and a sensitivity of 0.01 °C and measure relative humidity at between 5-95% and an accuracy of ±2.5%. Ten measurement values were taken from the sensors in 10 minutes for calibration and their comparison with reference device is shown in Figure 4.

The maximum error for temperature measurement was the lowest for DHT22 sensor (1.4%) and highest for 10K thermistor (4.4%). The maximum error for relative humidity measurement was the lowest for SI7021 (2.5%) and highest for DHT22 sensor (4.9%). In addition, it was observed that none of the sensors exceeded 5% in terms of maximum error (Table 1).

Table 1. Maximum errors of sensors

Sensor	Maximum Error (%)
DS18B20 (Temperature)	1.9
TMP36 (Temperature)	3.6
10K Thermistor (Temperature)	4.4
LM35 (Temperature)	4.0
DHT22 (Temperature)	1.4
SI7021 (Temperature)	2.3
DHT22 (Relative humidity)	4.9
SI7021 (Relative humidity)	2.5

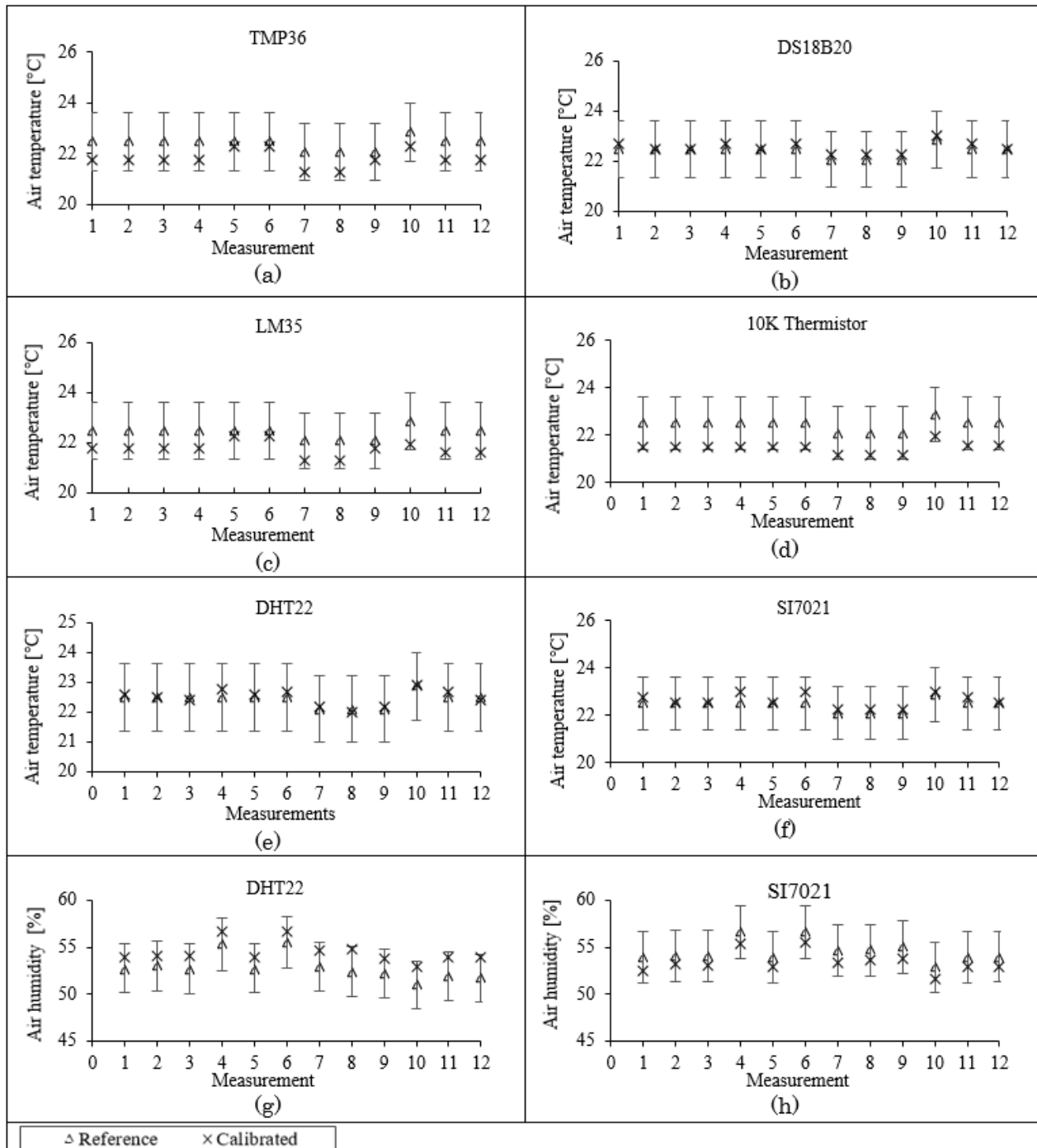


Figure 4 Calibration graphs of sensors: (a) TMP36, (b) DS18B20, (c) LM35, (d) 10K thermistor, (e) DHT22 temperature, (f) SI7021 temperature, (g) DHT22 relative humidity, (h) SI7021 relative humidity

## Software development

Java version 1.6.5 and C++ programming language were used to program Arduino development board. MySQL 5.1.7 database was used in order to store data on RPI board. The software designed to obtain data from sensors connected to RPI board in every 5 minutes and send those data to the database was

written using Python 2.7 programming language. The software designed to access data via Internet was written using PHP and Java script programming languages. Thus, the data taken from sensors and stored in the database were accessible via Internet. In addition, this software enables the user to access data any time and to create graphs for the analysis of relationships between sensors (Figure 5).

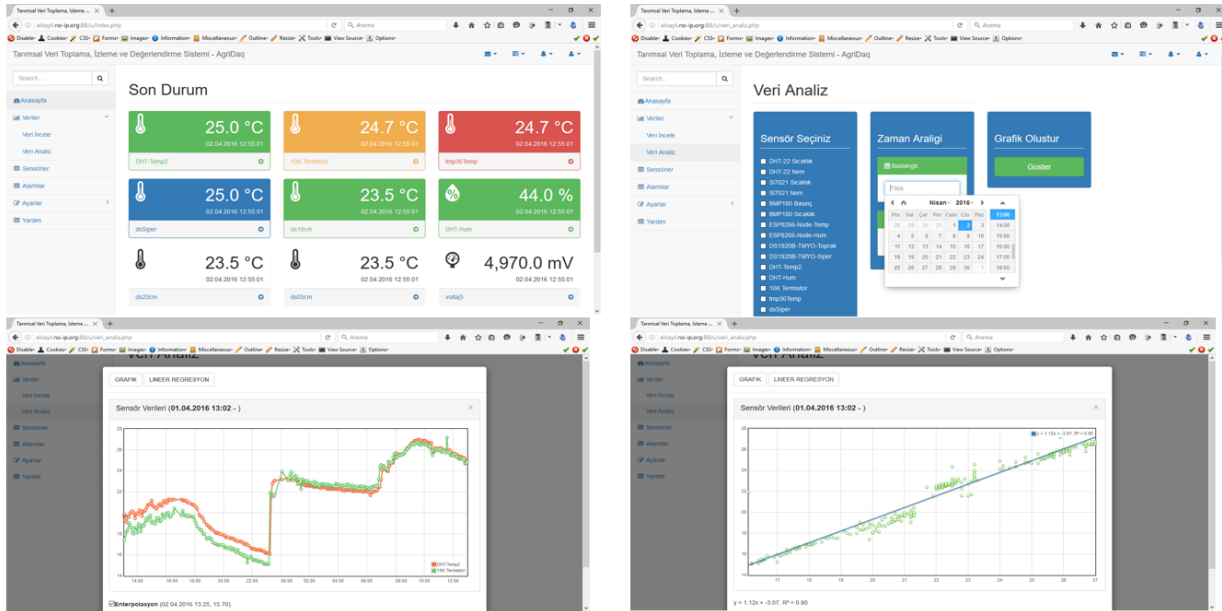


Figure 5 - Data monitoring and analysis software

## Other modules

A data logging module (DataLogger Shield) was used on Arduino development board for temporal data references. DS1307 (Maxim Integrated, San Jose, USA) time module on this module is a low-power, full binary coded, decimal clock and calendar with a 56 KB memory. SD card (Secure Digital) was used to store back up data on Arduino development board. The data were logged in this card every 5 minutes along with time information in text csv (comma separated values) format.

## The design of data acquisition devices

OSH-SRV consists of a RPI development board, a Wi-Fi module, an SD card with an operating system, and DHT22, DS18B20 and SI7021 digital sensors which measure temperature and relative humidity. Power was supplied by a 7000 mAh dry gel battery. A 20 W photovoltaic solar panel was used to charge the battery. Rasbian Jessie GNU/Linux was used as the

operating system. The data taken from the sensors connected to the digital ports of the card were logged in the database in every 5 minutes. Sensors were put in a protective shield that allows air flow in order to prevent exposure to direct sunlight (Figure 6(a)). OSH-Node consists of Arduino MEGA development board, ESP8266 Wi-Fi module, and integrated real time clock (RTC) and SD card module. Power was supplied by two pieces of 2600 mAh 18650 Li-On batteries. A 10 W photovoltaic solar panel was used to charge the batteries. Supporting analog input, this card was connected to TMP36, LM35 and 10K thermistor and DHT22 and DS18B20 digital sensors. Soil temperature was measured via DS18B20 sensors at a depth of 5, 10 and 20 cm (Figure 6(b)).

The costs of the designed system are given in Table 2 and 3. OSH-SRV and OSH-Node cost 76 and 55 US dollars, respectively. Total cost may vary depending on the number of sensors and additional equipment.

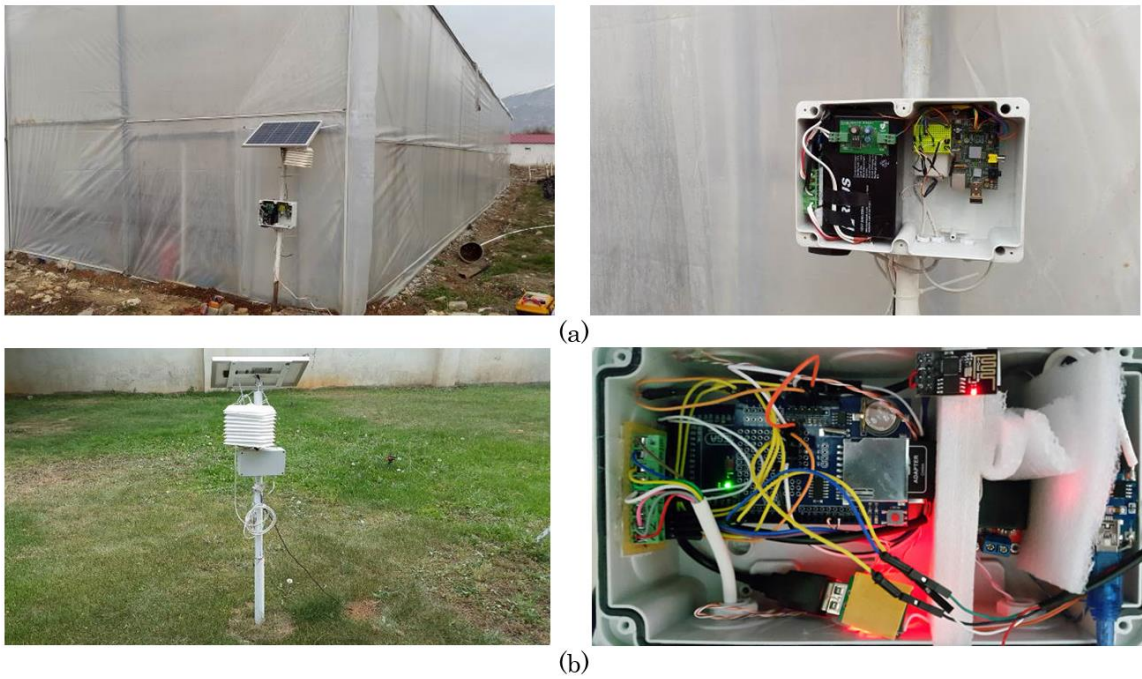


Figure 6 - Images of designed data acquisition system: (a) OSH-SRV, (b) OSH-Node

Table 2. OSH-SRV circuit elements and costs

Elements	Definition	Cost (\$)
Raspberry pi	Development Board	30.0
Wi-Fi Module	Wi-Fi Connection	5.6
8 GB SD card	Operating system and data storage	3.4
DHT-22	Temperature and Relative Humidity Measurement	5.2
SI7021	Temperature and Relative Humidity Measurement	7.3
DS18B20	Temperature Measurement	1.2
20 W Solar Panel	Battery Charging	14.5
7200 mAh Battery	Power Supply	8.8

Table 3. OSH-Node circuit elements and costs

Elements	Definition	Cost (\$)
Arduino MEGA	Development Board	20.4
ESP8266 Wi-Fi Module	Wi-Fi Connection	2.7
8 GB SD card	Operating system and data storage	3.4
DHT-22	Temperature and Relative Humidity Measurement	5.2
SI7021	Temperature and Relative Humidity Measurement	7.3
DS18B20	Temperature Measurement	1.2
LM35	Temperature Measurement	1.5
TMP36	Temperature Measurement	1.5
10 K Thermistor	Temperature Measurement	0.5
10 W Solar Panel	Battery Charging	8.5
2600 mAh Battery	Power Supply	2.8

### ***The design of cloud-based alert system***

A mobile alarming system was designed via cloud-based messaging system for greenhouse climate parameters. This system comprises of three components as OSH-SRV web software, Google Firebase cloud messaging infrastructure and a mobile application for Android operating system (Figure 7).

OSH-SRV web software operates on RPI. There are two types of users as administrator and standard in the web software. The standard user can view alarming messages and sensor values on the mobile device. On the other hand, the administrator is responsible for the definition of sensors (Figure 8), assigning users to the sensors and definitions of rules.

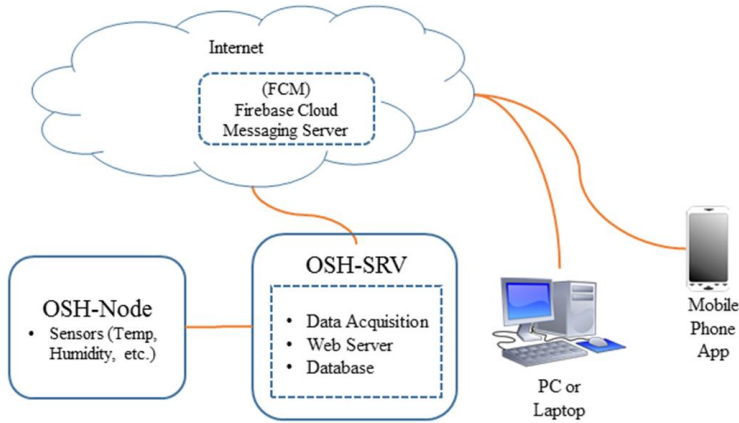


Figure 7 - OSH-SRV alert system

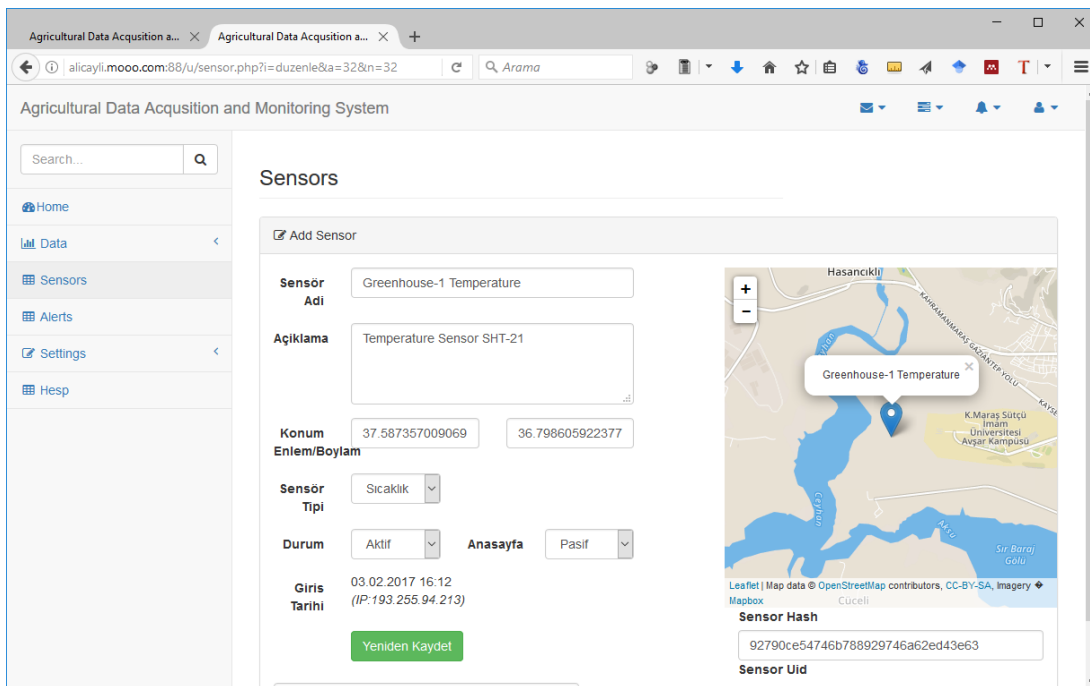


Figure 8 – Sensor definition screen

The application must be downloaded on OSH-SRV web server for registration in order to activate the standard user in the system. Name-surname, e-mail address and password are used during the registration. The relevant information is stored by a unique save key in the OSH-SRV database.

The user can create as many alarms as necessary for each sensor in the database interface. Maximum and

minimum values as well as text messages to be sent for these values and starting and ending times can be defined in the alarm rule. The alarm rule screen and variables are shown in Figure 9.

Google Firebase Cloud Messaging server, which is a developing and updated infrastructure, in order to offer services to more than one user and support the communication between components.

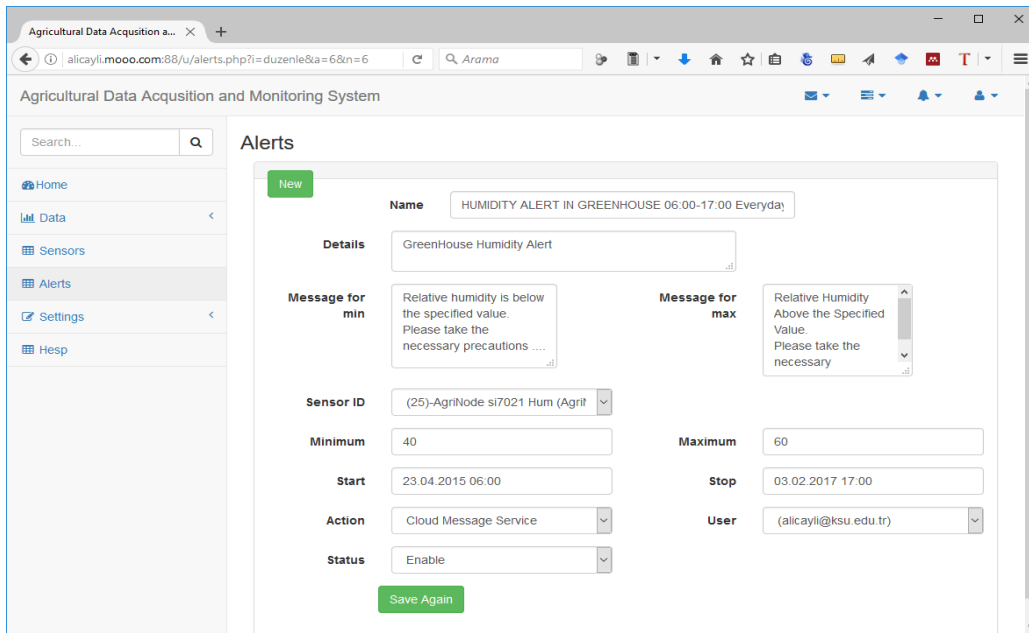


Figure 9 - Alarm rule definition screen

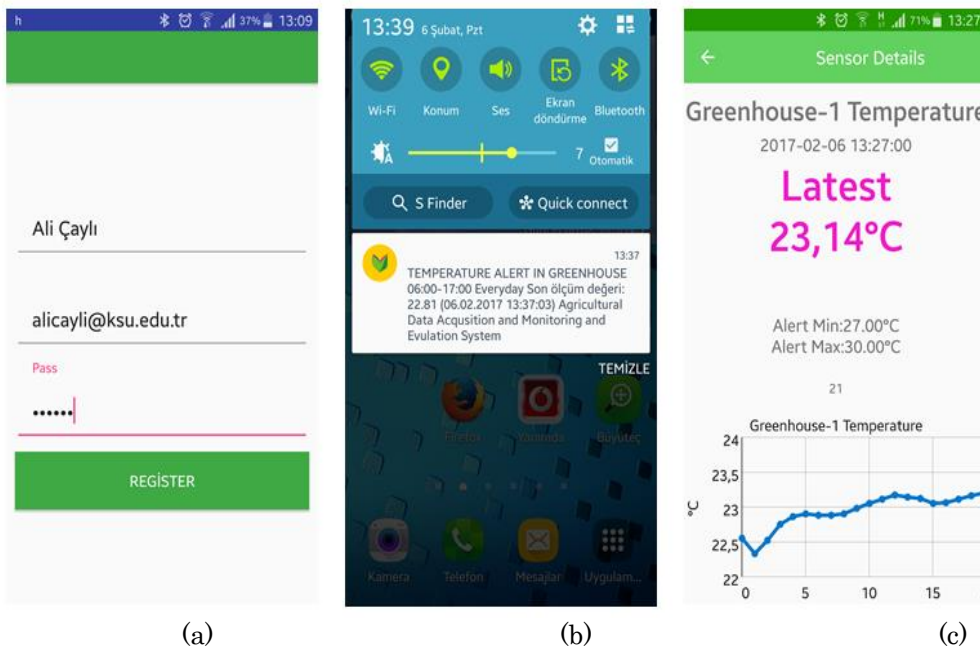


Figure 10 - (a) OSH-SRV mobile registration screen (b) alarm message (c) instant status monitoring

The web application coded in php language after the OSH-SRV server is connected to the Internet was operated via Nginx web server. OSH-Node, on the other hand, transferred data from the local network to the server through WiFi communication protocol. Data transfer was performed via HTTP protocol and POST method. JSON was preferred for data format (Figure 12a, 12b). Therefore, WiFi connection was operated in *wlan1* AP (Access Point) and *wlan0* STA (Station) modes on OSH-Node. Thanks to AP mode, the connections between OSH-Node and OSH-SRV and between STA mode and OSH-SRV to Internet were created. (Figure 11).

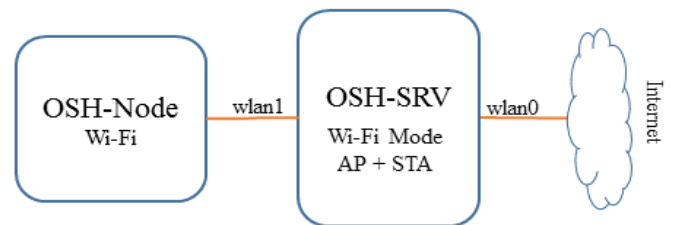


Figure 11 - OSH-SRV network diagram

The data were stored in OSH-SRV database. The communication between OSH-SRV and Android application was performed by FCM service. The sensor values were compared with the defined rules in the system. The system algorithm is shown Figure 13.

```

JSON Object
{
  [sensors] => stdClass Object
  {
    [sensor_id] => sensor_value (float)
    .
  }
  [utime] => Unix Timestamp (integer)
  [timestamp] => Date Time (datetime)
  [hash] => Node Hash Value (string)
  [uid] => Unique Node ID (integer)
  [secret] => Secret Word (string)
}

[
  {
    "sensors":{
      "21":27.47,
      "22":33.36
    },
    "utime":1484434213,
    "timestamp":"2017-01-14_22:50:13",
    "hash":"b2758fa044b86771382200d05ac3dc19bbd93482",
    "uid": 120160001,
    "secret":"SecretWord"
  }
]
    
```

(a)

(b)

Figure 12 - (a) JSON data structure (b) a sample data package

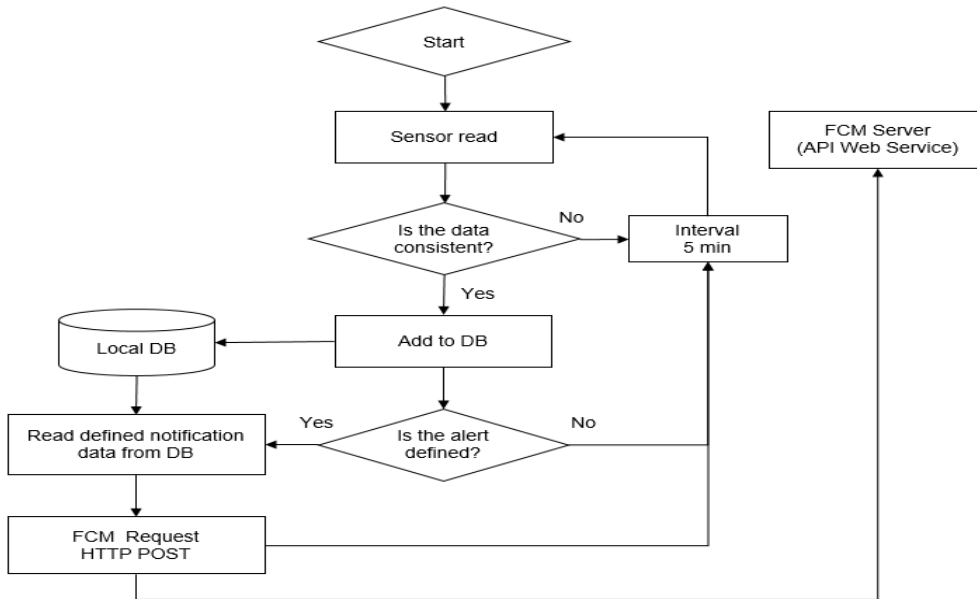


Figure 13 - Cloud-based alert message algorithm



Figure 14 – The position of OSH-Node in the greenhouse

The system was tested in the greenhouse located in the study field (Figure 14). The internal temperature and relative humidity values were measured for 30 days in order to determine the stability of the system. The monitoring have started since January 1st, 2017 with a measurement interval of 1, 5 and 15 minutes.

Each cycle of the software for sensor monitoring lasts 5 seconds. Network Time Protocol (NTP) was used to synchronize time reference information. The synchronization was performed with an interval of 50 minutes on time server (time.nist.gov). Equation 3 was used to determine the measurement stability of sensor.



$$\Delta t = t_{n+1} - t \quad (3)$$

Here,  $\Delta t$  = time intervals,  $n$  is  $n^{\text{th}}$  data in the data series, and  $t$  is the timestamp information. The calculate  $\Delta t$  values were evaluated in accordance with logical equations given in Equation 4, 5 and 6 for three different intervals.

For 1 minute-interval;

$$= \begin{cases} \text{Missing data if } \Delta t > 65 \\ \text{Available data if } \Delta t \leq 65 \end{cases} \quad (4)$$

For 5 minute-interval;

$$= \begin{cases} \text{Missing data if } \Delta t > 305 \\ \text{Available data if } \Delta t \leq 305 \end{cases} \quad (5)$$

For 15 minute-interval;

$$= \begin{cases} \text{Missing data if } \Delta t > 905 \\ \text{Available data if } \Delta t \leq 905 \end{cases} \quad (6)$$

The measurement values in the sensors are compared with alarming rules defined in OSH-SRV web software and the system decides whether it will send a message. The alarming rules for temperature and relative humidity valid for the testing process are given in Table 4.

Table 4. The alarming rules

Rule Number	Sensor	Sensor value (Min)	(Max)
1	Inside temperature	15 °C	25 °C
2	Inside humidity	60%	85%
3	Outside temperature	5 °C	25 °C
4	Outside humidity	30%	85%

If an alarming message is created, the measurement value is logged in the database via sensor id and timestamp, and the message is sent to the mobile devices via FCM infrastructure. The stability of creating alarming message is determined based on whether the alarm message is created when the measurement value exceeds rule value.

### RESULTS and DISCUSSION

Low-cost sensors and development boards were compared to TFA weather station, which was selected as the reference device, in order to measure their capacity as a data acquisition and monitoring system. Sensors with the lowest maximum error rate were selected in this comparison. Sensor calibration findings demonstrate that the lowest and highest maximum error rates for temperature measurement belong to DHT22 (1.4%) and 10K thermistor (4.4%), respectively. On the other hand, the lowest maximum error rate for relative humidity measurement belongs to SI7021 sensor (2.5%).

A total of 288 data were obtained following the daily measurements performed in every 5 minutes. These data are shown in Figure 15, and the relationship between the data obtained from two devices was analyzed.

The difference between mean temperatures is 0.05 °C, and root mean square error (RMSE) was calculated as ±0.33 °C. The same value is 0.72% for relative

humidity, and root mean square error (RMSE) is ±1.92%.

Mean air temperatures were calculated as 10.934 °C ±0.124 °C and 10.879 °C ±0.129 °C, respectively. The difference between two groups in terms of mean values was 0.0552 °C. Mean relative air humidity were calculated as 44.452% ±0.494% and 43.734% ±0.498%, respectively. The difference between two groups in terms of mean values was 0.072. The significance of difference between two groups in terms of mean values was tested via Z-test, and it was found out that the difference between mean values was statistically insignificant (P>0,05). This finding suggests that the performance of the designed system is similar to the reference device. One-way analysis of variance (ANOVA) was performed as a supporting analysis and its results are given in Table 5.

Table 5 indicates that F value is 0.095 for air temperature and 1.047 for relative air humidity. The tabular value at a degree of freedom of 1-576 and at the level of type I error is (F1,576, 0,05=3,86), demonstrating that the variance between groups is statistically significant for both measurement values and that the mean values are the same (P>0,05). Therefore, the difference between the data obtained from two systems is insignificant. These findings suggest that the climatic values obtained from the designed data acquisition system can be safely used.

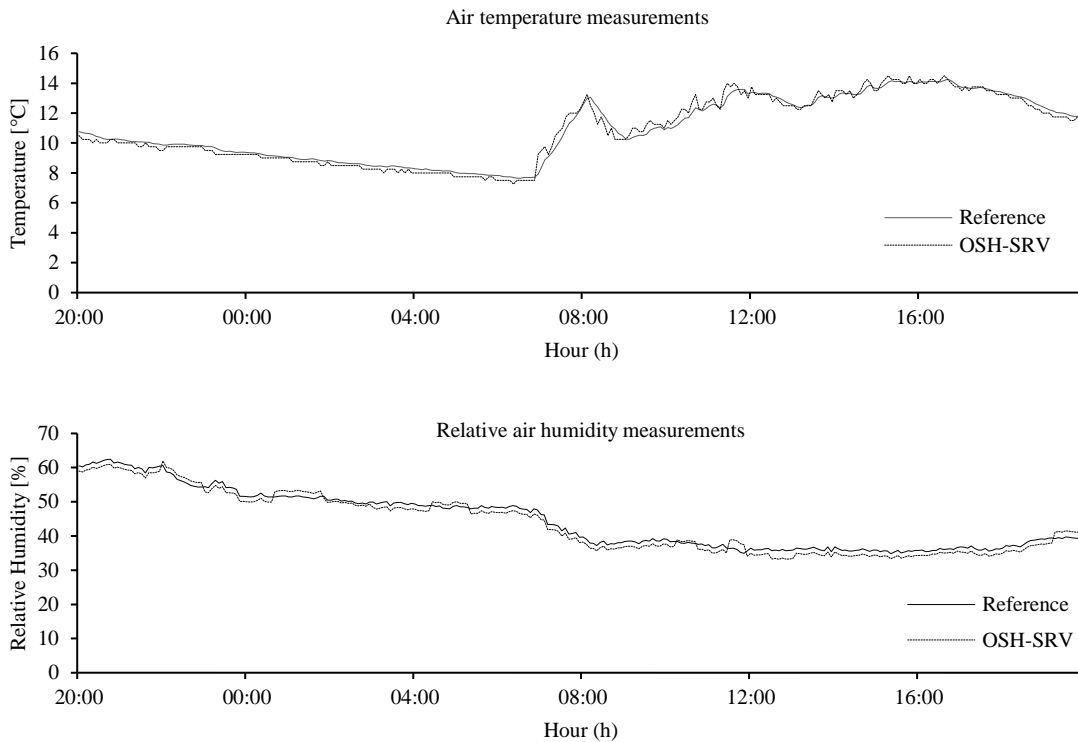


Figure 15 - Hourly mean temperature and relative humidity measurement values

Table 5. One-way analysis of variance results for temperature measurement

	Air temperature					Relative air humidity				
	SS	df	MS	F	P	SS	df	MS	F	P
Between groups	0.439	1	0.439	0.095	0.757	74.247	1	74.247	1.047	0.307
In-group	2638.805	574	4.597			40712.38	574	70.927		
Total	2639.244	575				40786.63	575			

**Case study: Cloud-based alert system**

The data obtained during the testing process are shown in Figure 16. Some missing data can be noted in the graphs at short intervals, which results from a power cut and insufficient charging in the batteries due to the cloudy weather. If the energy of the system is supplied by an electric adapter as well as solar panels, it will be possible to eliminate the negative

effects of power cuts.

The daily expected and actual number of sensor measurement data at an interval of 1, 5 and 15 minutes are given in Table 6. The success rates of sensor measurement were 95.8%, 98.3% and 99.6%, respectively. The highest data transfer success was obtained during sensor measurement at an interval of 15 minutes.

Table 6. The sensor measurement performance of the system

Interval	Available data	Missing data	Normally required (for 24 hours)	Missing data ratio (%)
1 min	1380	60	1440	4.2
5 min	264	24	288	1.7
15 min	90	6	96	0.4

In addition, whether the system created an alarming message when the measurements reach the maximum and minimum values for the defined alarming rules was also tested. It was observed that the system created an alarming message for all measurements exceeding maximum and minimum rule values, which indicates that the system is stabilized in terms of creating alarming messages.

**CONCLUSION**

In this study, a low-cost data acquisition and monitoring system was developed via open source hardware and software for agricultural practices. The designed system can be used as a decision support system in many important agricultural practices such as the determination of irrigation schedule, plant growth modelling, the determination of livestock heat

stress and monitoring of climatic data in a greenhouse. In addition, the system can be converted to an automation control system with additional modules. Professional systems used for these purposes are costly and do not offer sufficient flexibility. However, the system designed in this study is quite flexible and scalable. It can be used for different agricultural practices with additional sensors. Furthermore, the

data can be constantly accessed on web pages, and the results can be quickly viewed following the data analysis of the system.

In recent years, the development and use of electronic boards have increased rapidly thanks to open source hardware. These systems may offer various advantages in terms of easier data collection, monitoring and analysis in agricultural practices.

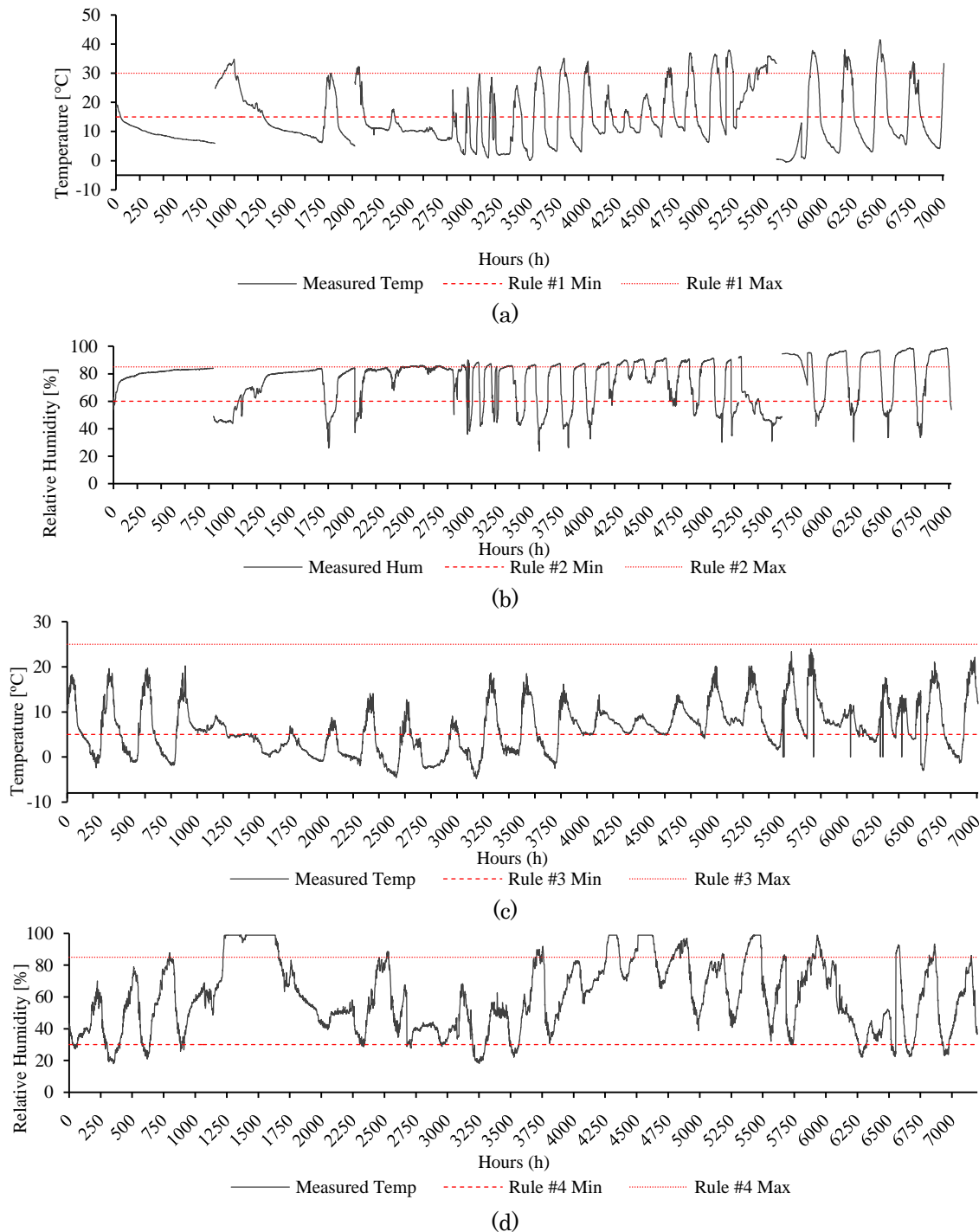


Figure 16. OSH-Node climate data a) internal temperature, (b) internal relative humidity, (c) external temperature, (d) external relative humidity

## REFERENCES

- Buechley L, Eisenberg M (2008). The LilyPad Arduino: Toward Wearable Engineering for Everyone. *IEEE Pervasive Computing*, 7, 12-15. doi: 10.1109/MPRV.2008.38
- Dargie W, Poellabauer C (2010). Fundamentals of Wireless Sensor Networks. doi: 10.1002/97804706666388
- Dedrick RR, Halfman JD, Brooks McKinney D (2000). An inexpensive, microprocessor-based, data logging system. *Computers and Geosciences*, 26, 1059-1066. doi: 10.1016/S0098-3004(00)00020-0
- ESP8266 Datasheet E (2015). ESP8266EX Datasheet. *Espressif Systems Datasheet*, 1-31.
- Faugel H, Bobkov V (2013). Open source hard- and software: Using Arduino boards to keep old hardware running. *Fusion Engineering and Design*, 88, 1276-1279. doi: DOI:10.1016/j.fusengdes201212005
- Fisher DK, Gould PJ (2012). Open-Source Hardware Is a Low-Cost Alternative for Scientific Instrumentation and Research. *Modern Instrumentation*, 1, 8-20. doi: 10.4236/mi.2012.12002
- Fisher DK, Kebede H (2010). A low-cost microcontroller-based system to monitor crop temperature and water status. *Computers and Electronics in Agriculture*, 74, 168-173. doi: 10.1016/j.compag.2010.07.006
- Gomaa R, Adly I, Sharshar K, Safwat A, Ragai H. (2013). ZigBee wireless sensor network for radiation monitoring at nuclear facilities. *Wireless and Mobile Networking Conference (WMNC), 2013 6th Joint IFIP*.
- Gordon D, Beigl M, Neumann MA. (2010). Dinam: A wireless sensor network concept and platform for rapid development. *Networked Sensing Systems (INSS), 2010 Seventh International Conference on*.
- Gubbi J, Buyya R, Marusic S, Palaniswami M (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29, 1645-1660. doi: 10.1016/j.future.2013.01.010
- Hicks SD, Aufdenkampe AK, Montgomery DS (2011). Sensor Networks, Dataloggers, and Other Handy Gadgets Using Open-Source Electronics for the Christina River Basin CZO. *AGU Fall Meeting Abstracts*.
- Koenka IJ, Saiz J, Hauser PC (2014). Instrumentino: An open-source modular Python framework for controlling Arduino based experimental instruments. *Computer Physics Communications*, 185, 2724-2729. doi: 10.1016/j.cpc.2014.06.007
- Kornuta JA, Nipper ME, Brandon Dixon J (2013). Low-cost microcontroller platform for studying lymphatic biomechanics in vitro. *Journal of Biomechanics*, 46, 183-186. doi: 10.1016/j.jbiomech.2012.09.031
- LM35 Datasheet L (2016). LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors (Rev. G). *Texas Instruments*.
- Mai TD, Pham TTT, Pham HV, Sáiz J, Ruiz CG, Hauser PC (2013). Portable Capillary Electrophoresis Instrument with Automated Injector and Contactless Conductivity Detection. *Analytical Chemistry*, 85, 2333-2339. doi: 10.1021/ac303328g
- Mesas-Carrascosa FJ, Verdú Santano D, Meroño JE, Sánchez de la Orden M, García-Ferrer A (2015). Open source hardware to monitor environmental parameters in precision agriculture. *Biosystems engineering*, 137, 73-83. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2015.07.005
- Pi R. (2016). Raspberry Pi Documentation. Retrieved 30.11.2016, from <https://www.raspberrypi.org/documentation/>
- Polo J, Hornero G, Duijneveld C, García A, Casas O (2015). Design of a low-cost Wireless Sensor Network with UAV mobile node for agricultural applications. *Computers and Electronics in Agriculture*, 119, 19-32. doi: 10.1016/j.compag.2015.09.024
- Riley TC, Endreny TA, Halfman JD (2006). Monitoring soil moisture and water table height with a low-cost data logger. *Computers and Geosciences*, 32, 135-140. doi: 10.1016/j.cageo.2005.05.009
- Sáiz J, Mai TD, Hauser PC, Garcia-Ruiz C (2013). Determination of nitrogen mustard degradation products in water samples using a portable capillary electrophoresis instrument. *Electrophoresis*, 34, 2078-2084. doi: 10.1002/elps.201300054
- Sáiz J, Mai TD, López MaL, Bartolomé C, Hauser PC, Garcia-Ruiz C (2013). Rapid determination of scopolamine in evidence of recreational and predatory use. *Science & Justice*, 53, 409-414. doi: 10.1016/j.scijus.2013.08.001
- Sethi VP, Sumathy K, Lee C, Pal DS (2013). Thermal modeling aspects of solar greenhouse microclimate control: A review on heating technologies. *Solar Energy*, 96, 56-82. doi: 10.1016/j.solener.2013.06.034
- SI7021 Datasheet S (2015). Si7021-A20 I2C Humidity and Temperature Sensor. *Silicon Laboratories*, 1-36.
- Stallman RM, Gay J (2009). Free Software, Free Society: Selected Essays of Richard M. Stallman.
- Steinhart JS, Hart SR (1968). Calibration curves for thermistors. *Deep Sea Research and Oceanographic Abstracts*, 15, 497-503. doi: 10.1016/0011-7471(68)90057-0
- Thomson KE, White HS (2014). A novel open-source drug-delivery system that allows for first-of-kind simulation of nonadherence to pharmacological interventions in animal disease models. *Journal of Neuroscience Methods*, 238, 105-111. doi: 10.1016/j.jneumeth.2014.09.019

Von Zabeltitz C (2011). Integrated Greenhouse Systems for Mild Climates: Climate Conditions, Design, Construction, Maintenance, Climate Control. *Integrated Greenhouse Systems for Mild Climates: Climate Conditions, Design, Construction, Maintenance, Climate Control*, 285-311. doi: 10.1007/978-3-642-14582-7\_12

Zhang J, Ong SK, Nee AYC. (2009). Design and Development of a Navigation Assistance System for Visually Impaired Individuals. *Proceedings of the 3rd International Convention on Rehabilitation Engineering & Assistive Technology*. New York, NY, USA: ACM.

## Galata Köprüsü Olta Balıkçılığının Av Araçları, Birim Çabadaki Av Miktarları ve Sosyolojik Özellikleri Bakımından Yapısal Analizi

Tuğrul Zahit ALIÇLI<sup>ID</sup>, Didem GÖKTÜRK<sup>ID</sup>, Tomris DENİZ<sup>ID</sup>  
İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul  
✉: alicli@istanbul.edu.tr

### ÖZET

Bu araştırmada Haziran – Ağustos 2014 tarihleri arasında Galata Köprüsü'nde yürütülen olta balıkçılığında yaygın olarak kullanılan av aletleri ile bunların yapıları, birim çabaya düşen av (CPUE) miktarları ve balıkçılık yapanların sosyal durumları tespit edilmiş, köprüde yürütülen balıkçılık faaliyetleri incelenmiştir. Çalışma, bölgede balıkçılık yapanlar ile anket yoluyla birebir görüşme ve gözlemler yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Avcılık yapan kişi sayısı bakımından özellikle seçilen bu düşük sezonda, farklı yapılara sahip İstavrit (% 51,35), Kefal (% 19,82), İzmarit (% 18,02), Mezgit (% 8,11), Palamut (% 1,80) ve Sardalya (% 0,90) oltası olarak isimlendirilen oltaların kullanıldığı tespit edilmiştir ve ortalama CPUE değerleri sırasıyla 0,25 kg h<sup>-1</sup>, 0,25 kg h<sup>-1</sup>, 0,33 kg h<sup>-1</sup>, 0,24 kg h<sup>-1</sup>, 0,36 kg h<sup>-1</sup> ve 0,67 kg h<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Oltalarda ana beden uzunluğunun 1,5 – 5 m, misina kalınlıklarının 0,10 – 0,80 mm ve kurşun ağırlıklarının da 30 – 100 g arasında değişmekte olduğu ve % 26,3 ile 3,5 m ana beden, % 17,82 ile 0,15 mm misina kalınlığının, % 87,39 ile şeffaf misinanın ve % 32,43 ile 60 g'lık kurşun ağırlığın en çok kullanılanlar olduğu tespit edilmiştir. İğnelerde ise % 72,07 ile çapraz ve % 27,93 ile düz iğnelerin kullandığı belirlenmiştir. Köprüde avcılık yapanların yaş, eğitim, medeni durum, ailelerindeki birey sayıları, ailede çalışan birey sayıları, mevcut çalışma durumları, yaşamları boyunca balıkçılık yaptıkları süre, yıl bazında balıkçılıkta geçirdikleri süre, balıkçılık yapma amacı ve olta balıkçılığı ile ilgili bilgilerin edinildiği kaynaklar bakımından dağılımları incelenmiştir. Buna göre oltacıların % 81,6'sının dinlenme amacıyla balıkçılık yaptıkları, % 11,4'ünün dinlenme ve ticari amaçla ve % 7'sinin de ticari amaçla bu faaliyeti yaptıkları tespit edilmiştir.

DOI:10.18016/ksudobil.330559

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 24.07.2017  
Kabul tarihi : 19.09.2017

### Anahtar Kelimeler

Galata Köprüsü,  
olta balıkçılığı,  
birim çabadaki av (CPUE),  
sosyal analiz,  
Haliç,  
balıkçılık yönetimi

### Araştırma Makalesi

## Structural Analysis of Galata Bridge Angling Fishery: Fishing Gears, Catch Per Unit Effort and Sociological Characteristics

### ABSTRACT

In this research, fishing gears which are widely used in angling fishery and their structures, catch per unit effort (CPUE) and social conditions of fishermen were examined and determined at Galata Bridge between June and August 2014 where fishing activities at the bridge carried out. The study was conducted with the aid of one to one interviews and observations with the fishermen in the region. Especially, in terms of number of people who are fishing in this selected low season, having different structure fishing lines called as horse mackerel (51.35%), mullet (19.82%), picarel (18.02%), whiting (8.11%), bonito (1.80%) and pilchard (0.90%) have been determined. The mean CPUE values were calculated as 0.25 kg h<sup>-1</sup>, 0.25 kg h<sup>-1</sup>, 0.33 kg h<sup>-1</sup>, 0.24 kg h<sup>-1</sup>, 0.36 kg h<sup>-1</sup> and 0.67 kg h<sup>-1</sup> respectively. It was found that the fish line length was between 1.5-5 m, the line thicknesses were between 0.10-0.80 mm and the sinks were between 30-100 g. It was determined that 3.5 m fish line length (26.3%), 0.15 mm line thickness (17.82%), transparent monofilament line (87.39%)

### Article History

Received : 24.07.2017  
Accepted : 19.09.2017

### Keywords

Galata Bridge,  
line fishing,  
catch per unit effort (CPUE),  
social analysis,  
Golden horn,  
fisheries management

### Research Article

and 60 g sink (32.43%) were mostly used. It was also determined that G-hooks were used with the percentage of 72.07 and J-hooks were used with the percentage of 27.93. The distribution of people who are fishing on the bridge were investigated in terms of age, education, marital status, the number of individuals in their families, the number of individuals working in the family, the current working conditions, the length of time they fish during their lifetime, the time they spent fishing in years, and the information on fishing intentions and angling. It was determined that 81.6% of the anglers were fishing for resting, 11.4% for resting and commercial purposes, and 7% for commercial purposes

**To Cite :** Alıçlı TZ, Göktürk D, Deniz T 2018. 2018. Galata Köprüsü Olta Balıkçılığının Av Araçları, Birim Çabadaki Av Miktarları ve Sosyolojik Özellikleri Bakımından Yapısal Analizi KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(3): 339-352. DOI:10.18016/ksudobil.330559

## GİRİŞ

Birincil üretimin bir formu olarak insanlık tarihi kadar eski olan balıkçılık ve metotları (v Brandt, 1984) arasında yer alan ve herkes tarafından kullanılabilen olta balıkçılığı ya da olta avcılığı, basit yöntem ve araçlarla yapılan bireysel bir avcılık şeklindedir. İstanbul'da Haliç üzerinde bulunan ve Karaköy ile Eminönü semtlerini birbirine bağlayan Galata Köprüsü'nde uzun yıllardır süregelen olta balıkçılığı, amatör ve ticari amaçlı olarak sürdürülmektedir. 4/2 numaralı Amatör Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi hakkındaki tebliğde (Anonim, 2016) amatör balıkçılık; sadece rekreasyon, spor veya dinlenme amacıyla yapılan, maddi ve ticari kazanç gayesi gütmeyen, avlanan ürünün satılmadığı balıkçılık etkinliği olarak tanımlanırken; ticari balıkçılıkta avlanan ürünlerden kazanç elde edilmektedir.

İstanbul Boğazı'na eklenmiş bir boynuz biçiminde hafif bir yay oluşturan Haliç (Baştürk ve ark., 2001) ya da diğer adıyla Altın Boynuz'un bitimine yakın, boğaz ve haliç sularının kavuştuğu yerde bulunan Galata köprüsü, bu konumunun doğal bir avantajı olarak olta balıkçıları için önemli bir avlak sahası olarak uzun yıllardır fark edilmektedir. 1970'lerden sonra gerek Haliç'te gerekse Marmara'da yaşanan kirliliğe paralel olarak canlı tür sayılarının ve popülasyonlarının düşüşü nedeniyle (Yüksek ve ark., 2001; Okay ve ark., 2007) Haliç ve Boğaz'ın dolayısıyla Marmara Denizi'nin veriminden faydalanan Galata Köprüsü oltacılarının, oltacılık geleneklerinin ve buna bağlı olarak sosyal yaşam tarzlarının olumsuz etkilendiği bilinmektedir. Özellikle Haliç'in tarihsel gelişim sürecinde sucul ekosistemi tekstil, altın işleme, evsel ve endüstriyel atık suların deşarjı ve tersane varlığı nedeniyle çok uzun yıllar kirlilikle yüz yüze kalmış (Açıksöz, 2008); suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ile kalitesi olumsuz yönde ciddi değişimler geçirmiştir. Bilhassa 1950'li yıllarda kıyılarına sanayinin taşınması, endüstrileşme, nüfus artışı, plansız şehirleşme, alt yapısız konutların oluşumu,

dökülen derelerden gelen sürüntü malzemeler nedeniyle dolması/sığlaşması, su sirkülasyonunun azalması, yetersiz arıtma gibi pek çok faktörün bileşkesi sonucu baş gösteren kirlilik problemi, yıllar içinde artarak birçok sosyal, ekonomik ve kültürel faaliyeti etkilemiş ve temizleme usulleri 1960'lı yıllardan beri çeşitli araştırmalara ve ulusal politikalara konu olmuştur (Baştürk ve ark., 2001; Tuncer ve ark., 2001; Yılmaz ve ark., 2004; Yüksek ve ark., 2006; Karakaş, 2011). Bu menfi şartlar nedeniyle bölgedeki balık ve diğer sucul canlıların ortamdaki çekildiği, bazı mevsimlerde giriş yapan gezgin balıkların ise artık gözlemlenmediği bildirilmiştir (Eyice, 2001). Oysa ki 1960'lara kadar burada lezzetli balıklarla birlikte tarak ve istiridye gibi deniz canlılarının da avlandığı ve balıkçılık bakımından geçmişte palamut, torik, orkinos, lüfer, mercan, uskumru gibi balıkların bölgede bolca bulunduğu, 1940'lı yıllarda Balat'lı balıkçıların çevirme ağlar ile balık avladığı, sürüler halinde yunusların geldiği, civar köşklerdeki halkın kepçelerle karagöz, istavrit, izmarit yakaladığı bildirilmiş olmakla birlikte, 1970'li yıllardan sonra aşırı kirlilik, canlı yaşamı ya tamamen yok etmiş ya da Galata Köprüsü civarında az sayıda tür ile sınırlandırmıştır (Güvengiriş, 1977; Eyice, 2001; Yüksek ve ark., 2001; Gökdaş, 2006; Karakaş, 2011). 1996'da sadece Galata Köprüsü civarında istavrit, çaça ve kefalın görüldüğü fakat bu türlerin Unkapanı Köprüsü'ne dahi girmedikleri bildirilmiş (Okuş ve ark., 1996), ıslah çalışmalarını takiben su kalitesinin iyileşmesiyle Valide Sultan Köprüsü'nden Galata Köprüsü'ne kadar olan sahada hamsi, çaça, iskorpit, istavrit, mezgit, gelincik gibi 24 türün yumurta veya larvası bulunmuş, örneklenen yumurtaların embriyonik safhalarından bunların erginlerinin de sahaya giriş yaptığı sonucuna varılmıştır (Yüksek ve ark., 2001).

Bu özetlenen çalışmalar ışığında Haliç'in su kütlesinin tarihsel süreçte geçirdiği dönüşümlerden Galata Köprüsü üzerindeki olta balıkçılığı faaliyetlerinin de direkt olarak etkilenmiş olabileceği kolayca

söylenbilirse de bu konuda özel olarak yapılmış bilinen bir çalışma yoktur. Sadece Yüksek ve ark., (2001) ıslah sonrasında Galata-Unkapanı Köprüleri arasında olta balıkçılığının yaygınlaştığını ve altınbaş kefal (*Mugil auratus*), has kefal (*Mugil cephalus*), sivri burun kefal (*Mugil labrousus*), levrek (*Dicentrarchus labrax*), çaça (*Sprattus sprattus*), hamsi (*Engraulis encrasicolus*), iskorpit (*Scorpaena porcus*), istavrit (*Trachurus sp.*), izmarit (*Spicara maena*), işkine (*Sciæna umbra*), mezgit (*Merlangius merlangus exinus*), pisi (*Platichthys flesus*), lüfer (*Pomatomus saltator*), palamut (*Sarda sarda*) türlerinin yakalandığını bildirmişlerdir. Gökdaş (2006) ise Kadir Has Üniversitesi önünden başlamak üzere Unkapanı köprüsü, Galata Köprüsü ve Sarayburnu'na doğru olta balıkçılarının değişik zamanlarda sarıkuyruk istavrit (*Trachurus mediterraneus*), karagöz istavrit (*Trachurus trachurus*), has kefal (*M. cephalus*), altınbaş kefal (*M. auratus*), sivri burun kefal (*M. labrousus*), izmarit (*S. maena*), dil (*Solea vulgaris*), palamut (*S. sarda*), lüfer/çinekop (*P. saltator*), mezgit (*M. merlangus exinus*), hamsi (*E. encrasicolus*), çaça (*S. sprattus*), iskorpit (*S. porcus*), eşkina (*S. umbra*), levrek (*D. labrax*), barbunya (*Mullus barbatus*), kurbağa kaya balığı (*Mesogobius batrachocephalus*), siyah kaya balığı (*Gobius niger*), zargana (*Belone belone*), mırmır (*Lithognathus mormyrus*), kalkan (*Psetta maxima*), tekir (*Mullus surmuletus*), gelincik (*Gaidropsarus mediterraneus*), gümüş (*Atherina boyeri*), hani (*Serranus hepatus*), karagöz (*Diplodus vulgaris*), kırlangıç (*Trigla lucerna*), kupes (*Boops boops*), sarpe (*Boops salpa*), sardalya (*Sardina pilchardus*), tirsi (*Alosa fallax nilotica*), trakonya (*Trachinus draco*), ve denizatı (*Hippocampus hippocampus*) gibi türlerin yakalandığını bildirmektedir. Galata Köprüsü mevkiini de içine alan biyoçeşitlilik, su kalitesi ve kirlilik, çevre ve şehir planlama, tarihi, sosyal ve kültürel konuları kapsayan çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen özellikle Galata Köprüsü'ndeki oltaçıların balıkçılık faaliyet yapısını detaylı olarak ele alan akademik çalışmaların olmadığı görülmektedir. Galata Köprüsü'nde türe özgü olarak kullanılan av aletlerinin detaylı olarak yapılarını inceleyen, birim çabadaki av (CPUE) verilerini içeren ve bununla birlikte köprü üzerinde balıkçılık yapanların sosyal yapısının da ele alınarak değerlendirildiği kapsamlı bir çalışma da bulunmamaktadır. Galata Köprüsü'ndeki balıkçılık faaliyeti ile ilgili olarak bu güne kadar Iwano ve Öztürk (2012) tarafından yapılmış yalnızca bir çalışma bulunmaktadır ve bu çalışmada kullanılan oltaçlarla ilgili genel özelliklere, köprüde mevsimsel olarak oltaçlar tarafından tutulan balıklara ve bunların miktarlarına ve ortalama balıkçı sayılarına ait ana bilgilere değinilmiştir.

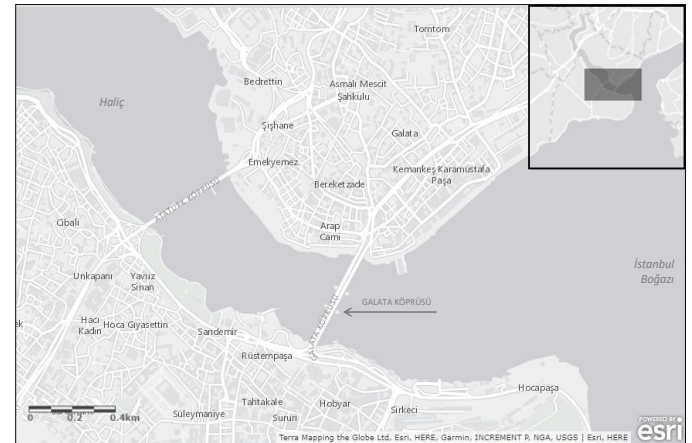
Çalışma boyunca Haziran – Ağustos 2014 tarihleri arasında Galata Köprüsü'ndeki olta balıkçıların

günlük av pratikleri üzerinden yürütülen balıkçılık faaliyetine dair bir analiz yapılmaya çalışılmış ve İstanbul gibi büyük bir metropolün en işlek noktalarından birinde bulunan ve az bilinen bu konusundaki açığına katkı sağlama gayesi güdülmüştür. Galata Köprüsü'nde uzun yıllardır sürdürülen olta balıkçılığının yapısını incelemek amacıyla gözlem ve görüşmelere dayanan bir araştırma tasarlanmış, ele alınan olta balıkçılığı (i) kullanılan av aletlerinin detaylı yapısı ve dağılımı, (ii) birim çabadaki av (CPUE) miktarları ve (iii) balıkçılık yapanların sosyal durumları ile ilgili genel ve özel ayrıntılar belirlenmeye çalışılmıştır.

## MATERYAL ve METOT

### Çalışma Sahası

Galata Köprüsü, İstanbul'da Haliç'in ağzında Karaköy ile Eminönü kıyısı arasında Haliç'in iki yakasını birleştiren raylı sistem, yaya ve araç trafiği sağlayan, boyu 488,65 m, eni 42 m olan ve 80 m'lik kısmı açılabilen bir baskül köprüdür (Şekil 1) (Anonim, 1994).



Şekil 1. Galata Köprüsü'nün konumu.

1845 yılında hizmete giren ve Osmanlı Döneminde yaptırılan köprü de dahil olmak üzere bölgede yıllar içinde çeşitli değişim ve yeniden inşalarla toplam dört köprü yapılmış, günümüzde halihazırda kullanılan beşinci köprü ise Aralık 1994'te hizmete girmiştir. Galata Köprüsü'nün üzerinde yer aldığı Haliç (Altın boynuz, Golden horn), yüzyıllar boyunca İstanbul'un en fazla ilgi çeken yerlerinden birisi olmuş (Övez ve ark., 2004), hemen hemen her dönemde çeşitli sosyal, kültürel, turistik, ekonomik ve sportif faaliyetlerin yapıldığı (Övez ve ark., 2004; Ayan, 2014) ve hatta Bizans döneminden beri eğlence yeri olmasından dolayı jeolojik öneme sahip olan bir bölgedir (Açıksöz, 2008). Jeomorfolojik konumu itibarıyla boyu yaklaşık 8 km ve en geniş yeri Sarayburnu-Tophane arasında 1000 m civarındadır. Halıcıoğlu-Eyüp civarında derinliği 2-3 m'ye kadar düşen Haliç'in en derin yeri Galata Köprüsü bölgesinde 42-50 m olarak ölçülmüştür (Teksöz ve ark., 1991; Karakaş, 2011).



## Veri Toplama ve Analiz

Çalışmanın ana materyalini Galata Köprüsü üzerinde olta ile avlanan kişilerle yüz yüze yapılan sözlü mülakatlar ve saha gözlemleri oluşturmaktadır. Çalışma planlanırken özellikle verimin düşük olduğu yaz ayları seçilerek köprüde gerçekleştirilen minimum avcılığın yapısı ve sosyal durumunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle, çalışma Iwano ve Öztürk (2012)'ün de belirttiği gibi Köprü'de olta balıkçılığı açısından en düşük sezon olan yaz aylarında yani Haziran – Ağustos 2014 tarihleri arasında yürütülmüştür. Yapılan görüşmeler ve anketler sonucunda elde edilen veriler literatüre (Symon ve Cassell, 2012) uygun olarak değerlendirilmiş, Galata Köprüsü üzerinde sürdürülen olta balıkçılığının yapısını incelemek amacıyla analiz edilmiştir. İster ticari ister amatör olarak avlansın ayırt edilmeden Galata Köprüsü üzerindeki tüm olta balıkçıları çalışma kapsamı içerisinde tutulmuş, ankete katılmayı ve tüm soruları cevaplamayı kabul edenler üzerinden sonuçlar değerlendirilmiştir. Çalışmada, kullanılan av aletlerinin detaylı yapısını, dağılımını, birim çabaya düşen av (CPUE) miktarlarını ve avcılık yapanların sosyal durumlarını anlamak amacıyla anketlerde yöneltilen toplam 36 soruya cevap veren 114 kişi üzerinden elde edilen veriler değerlendirme sürecinde kullanılmıştır. Değişik zamanlarda fakat belli bir düzen içinde köprüde avlanan aynı kişiler ile sadece bir kez anket yapılmıştır. Süregelen olta balıkçılığı faaliyetlerini anlamak maksadıyla av aletinin özellikleri, yakalanan balık miktarları ve bazı sosyal özellikler değerlendirilmiştir.

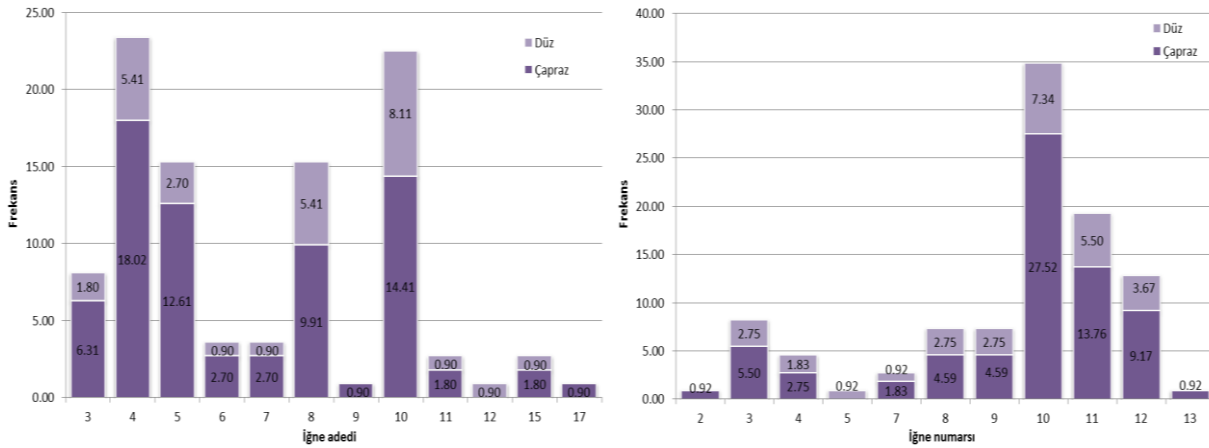
Hazırlanan anketlerde; Galata köprüsü üzerinde olta ile avlanan kişilere amaca yönelik olarak, hangi olta tiplerini kullandıkları ve yapısal özellikleri, avlanan türlerin miktarları, avcılık süresi ve zamanı gibi sorular yöneltilmiştir. Toplanan anketler bilgisayar ortamına aktarılmış ve elde edilen veriler Microsoft Office Excel programı kullanılarak hesaplanmıştır. İstatistik değerlendirmelerde ise SPSS 16.0 kullanılarak t-testi ile ANOVA testi uygulanmıştır. Birim çabaya düşen av (CPUE: Catch per Unit Effort) hesabı De Metrio ve Megalafonou (1988)'ya göre  $CPUE = \frac{Yakalanan\ balık\ miktarı\ (kg)}{Toplam\ av\ süresi\ (saat)}$  formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır. Oltacıardan toplanan veriler her bir av aletindeki iğne adedine ve düz/çapraz oluşlarına göre ayrılmış, toplam miktar ve av sürelerinin ortalamaları alınmak suretiyle hesaplanmıştır. Av aletlerinin isimlendirilmesinde birlik olması için köprü üstündeki olta balıkçıları ile aynı tanımlayıcı terimlerin kullanılmasına özen gösterilmiştir.

## BULGULAR

Galata Köprüsü'nde olta balıkçılığı türe bağlı olarak tüm yıl boyunca devam eden bir aktivitedir. Trafiğin aktığı köprü üzerinde sağlı sollu olarak yapılan avcılıkta kamış oltalar kullanılırken, suya yakın olan köprü altı ve köprü ayaklarında kamış oltalarla birlikte zaman zaman çapariler de kullanılmaktadır. Köprüde en çok kamış oltalar tercih edilmekte olup, yaygın olarak istavrit, kefal, palamut, lüfer/çinekop, sardalya, gümüş, izmarit, gelincik, eşkina, kırlangıç, iskorpit, mezigit, tekir ve barbun gibi ekonomik öneme sahip pelajik ve demersal balıklar avlanmaktadır. Köprüdeki olta balıkçılığında kullanılan kamış oltalar, sürekli kullanılanlar ve mevsimlere bağlı olarak kullanılanlar olmak üzere çeşitlilik göstermektedir. Mevsimlere bağlı olarak kullanılan olta tiplerini, göç hareketi sonucu Boğaz geçişi ve Haliç'e giriş çıkış yapan pelajik balık türlerini avlama isteği belirlemektedir. Çalışmanın amacı doğrultusunda yapılan saha çalışmaları sonucunda düşük sezon olan yaz ayları boyunca farklı yapılara sahip İstavrit, Kefal, İzmarit, Mezigit, Palamut ve Sardalya oltası olarak isimlendirilen oltaların kullanıldığı tespit edilmiştir.

Toplanan verinin tamamına bakıldığında Galata Köprüsü'nde kullanılan oltaların ana beden uzunluğu 1,5 – 5 m arasında değişmekte olup; % 26,13 ile 3,5 m ve % 18,92 ile 4,2 m en çok kullanılanlardır. Misina kalınlıkları 0,10 – 0,80 mm arasında değişmekte olup; % 17,82 ile 0,15 mm ve % 15,84 ile 0,35 mm en çok tercih edilenlerdir. Misina renkleri de fosforlu yeşil, kırmızı, mavi, şeffaf ve yeşil olarak değişmekte olup, bunlar arasında % 87,39 ile şeffaf misina birinci sırada yer almaktadır. Kurşun ağırlıklar ise 30 – 100 g arasında değişmekte olup, % 32,43 ile 60 g ve % 27,93 ile 75 g en çok kullanılanlardır. Oltaların % 72,07'sinde çapraz (Ç) ve % 27,93'ünde düz (D) iğne kullanıldığı tespit edilmiş olup, iğne adedi ve iğne numarasına göre dağılımları Şekil 2'de gösterilmektedir. Avcılık yapanların % 0,9'u el oltası, % 7,9'u çaparı ve % 91,2'si kamış olta kullanmaktadır. Kullanılan kamış oltaların da % 51,35'i istavrit; % 19,82'si kefal; % 18,02'si izmarit; % 8,11'i mezigit; % 1,80'i palamut ve % 0,90'ı sardalya oltası olarak isimlendirilmekte ve kullanılmaktadır. Çok çeşitli marka ve model tercihleri ile kullanılan oltaların kamış uzunlukları ise 300 – 440 cm arasında değişmekte olup, çoğunlukla teleskopik ve ayrıca surf tipi kamışlar kullanılmaktadır.

Ayrıca Çizelge 1'de detaylı olarak kullanılan tüm oltalar ve bu oltalara ait özellikler sınıflandırılarak ayrı ayrı verilmiştir. Galata Köprüsü'nde olta balıkçılığı yapanların % 81,60'ı amatör olarak, % 18,40'ı da profesyonel olarak avcılık yapmaktadır ve buna paralel olarak da gene % 81,60'ının tuttıkları balıkları kendilerinin tükettiği, % 18,40'ının ise kendileri ve satarak değerlendirdikleri saptanmıştır.



Şekil 2: İğne adetlerine ve iğne numaralarına göre çapraz ve düz iğnelerin oltalardaki yüzde dağılımları.

Çizelge 1: Galata Köprüsü'nde kullanılan oltaların detaylı yapısal özellikleri.

Oltada adı	Oltada ana beden uzunluğu (m)		Misina rengi (% dağılım)	Misina kalınlığı (mm)		İğne tipi (% dağılım)	İğne numarası		İğne adedi		Kurşun (g)	ağırlık (g)
	Min-Mak	En sık		Min-Mak	En sık		Min-Mak	En sık	Min-Mak	En sık		
İstavrit oltası	2-5	3,5	Mavi (1,75) Yeşil (3,51) Şeffaf (94,74)	0,10-0,80	0,15-0,25	Çapraz (63,16)	3-12	10	4-17	10	30-75	60
						Düz (36,84)	3-12	11	4-15	10		
Kefal oltası	1,5-4,2	3	Kırmızı (5) Mavi (5) Yeşil (15) Şeffaf (75)	0,10-0,50	0,35	Çapraz (81,82)	3-13	10	3-10	4	50-100	75
						Düz (18,18)	3-10	10	4-8	5		
İzmarit oltası	1,5-4,5	4,2	Mavi (1,75) Yeşil (3,51) Şeffaf (94,74)	0,10-0,50	0,15	Çapraz (85)	2-12	10	3-6	4 5	50-100	75
						Düz (15)	3-12	10	3-4	4 12		
Mezgit oltası	3-4,2	4,2	Yeşil (22,22) Şeffaf (77,78)	0,10-0,35	0,35	Çapraz (77,78)	9-11	10 11	3-6	4	60-100	75
						Düz (22,22)	4-9	4 9	3-4	3 4		
Palamut oltası	4,2	4,2	Yeşil (50) Şeffaf (50)	0,25	0,25	Çapraz (50)	3	3	15	15	60-75	60 75
						Düz (50)	7	7	8	8		
Sardalya oltası	3,6	3,6	Şeffaf (100)	0,15	0,15	Çapraz (100)	11	11	11	11	60	60

### Kullanılan Oltaların Yapıları ve CPUE Değerleri

#### İstavrit Oltalarının Yapısal Özellikleri ve CPUE Değerleri

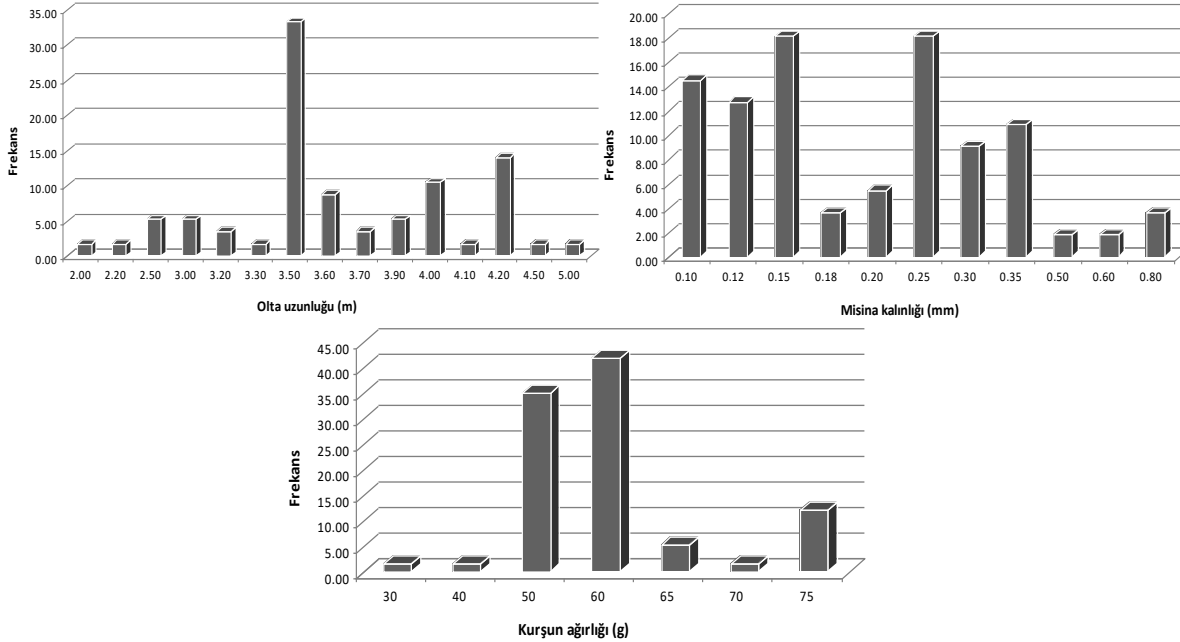
Yıl boyunca mevsim gözetmeksizin kullanılan istavrit oltalarının uzunluğu (ana beden) 2 – 5 m arasında değişmekle birlikte 3,5; 4,2 ve 4 m'lik oltaların uzunlukları sırasıyla % 33,33; % 14,04 ve % 10,53'lük

oranlarla diğerleri içinde en çok tercih edilenlerdir. Kullanılan misinaların % 94,74'ü şeffaf, % 3,51'i yeşil ve % 1,75'i ise mavidir. Bu oltalarda kullanılan misina kalınlıkları 0,10 ile 0,80 mm arasında değişmekte olup, 0,15 ve 0,25 mm'likler % 18,18 ile en çok kullanılanlardır. Batırıcı olarak kullanılan kurşun ağırlıklar 30 – 75 g arasında değişmekte olup, bunlar

arasında 60 g'lıkların % 42,11 ile en çok kullanılanlar olduğu tespit edilmiştir. Şekil 3'te ayrıntılı olarak istavrit oltalarında kullanılan bu malzemelerin yüzde dağılımları verilmiştir.

İstavrit avcılığında kullanılan oltalarının iğne çeşidi, iğne no ve iğne adetlerine göre hesaplanan ortalama CPUE değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Yapılan t-

testi analiz sonuçlarına göre çapraz ve düz iğnelerin ortalama CPUE'leri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Ayrıca aynı iğne numarasına sahip düz ve çapraz iğneler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ) ve gene iğne adetleri arasındaki fark da önemsizdir ( $p>0,05$ ).



Şekil 3. İstavrit oltalarında ana beden uzunluğu, misina kalınlığı ve kurşun ağırlığının yüzde dağılımı.

### Kefal Oltalarının Yapısal Özellikleri ve CPUE Verileri

Kefal oltalarının uzunluğu (ana beden) 1,5 – 4,2 m arasında değişmekle birlikte 3 m'lik olanlar % 36,36'lık oranla en çok tercih edilenlerdir. Kullanılan misinaların % 86,36'sı şeffaf, % 4,35'i mavi ve % 9,09'u ise yeşildir. Bu oltalarda kullanılan misina kalınlıkları 0,10 ile 0,50 mm arasında değişmekte olup, 0,35 ve 0,10 mm'likler % 26,67 ve % 20,00'lık oranlarla en çok tercih edilenlerdir. Batırıcı olarak kullanılan kurşun ağırlıklar ise 50 – 100 g arasında değişmekte olup, % 45,45 ile 75 g'lıklar ilk sırada yer almaktadır. Şekil 4'te ayrıntılı olarak kefal oltalarında kullanılan bu malzemelerin yüzde dağılımları verilmiştir.

Kullanılan kefal oltalarının iğne çeşidi, iğne no ve iğne adetlerine göre hesaplanan ortalama CPUE değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Yapılan t-testi analiz sonuçlarına göre çapraz ve düz iğnelerin ortalama CPUE'leri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Ayrıca aynı iğne numarasına sahip düz ve çapraz iğneler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsizdir ( $p>0,05$ ) ve iğne adetleri arasındaki fark da yine istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ).

### İzmarit Oltalarının Yapısal Özellikleri ve CPUE Verileri

Yıl boyunca mevsim gözetmeksizin kullanılan izmarit oltalarının uzunluğu (ana beden) 1,5 – 4,5 m arasında değişmekle birlikte 4,2 m'lik oltalar % 30'luk oranla en çok tercih edilenlerdir. Kullanılan misinaların % 75,00'ü şeffaf, % 15,00'ü yeşil, % 5,00'ü mavi ve yine % 5,00'ü kırmızıdır. Bu oltalarda kullanılan misina kalınlıkları ise 0,10 ile 0,50 mm arasında değişmekte olup, 0,15 ve 0,35 mm'likler sırasıyla % 25,00 ve % 20,00 ile en çok kullanılanlarıdır. Batırıcı olarak kullanılan kurşun ağırlıklar 50 – 100 g arasında değişmekte olup, ağırlıklı olarak 75 g'lık kurşunlar % 40,00'lık oranla tercih edilmektedir. Şekil 5'te ayrıntılı olarak izmarit oltalarında kullanılan bu malzemelerin yüzde dağılımları verilmiştir.

Kullanılan izmarit oltalarının iğne çeşidi, iğne no ve iğne adetlerine göre hesaplanan ortalama CPUE değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. Yapılan t-testi analiz sonuçlarına göre çapraz ve düz iğnelerin ortalama CPUE'leri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Ayrıca aynı iğne numarasına sahip düz ve çapraz iğneler arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş ( $p>0,05$ ) ve yine iğne adetleri arasındaki fark da istatistiksel olarak önemsizdir ( $p>0,05$ ).

Çizelge 2: İstavrit avcılığında kullanılan oltaların iğne çeşidi, iğne no ve iğne adetlerine göre ortalama CPUE değerleri.

İğne	İğne no	İğne	CPUE
Çapraz	3	8	0,25
	8	7	<b>0,36</b>
		8	<b>0,44</b>
	9	10	<b>0,45</b>
		10	0,21
	10	4	0,11
		8	0,19
	11	9	0,17
		10	0,23
		7	0,20
	12	8	0,08
		10	<b>0,30</b>
		4	0,17
		5	0,25
		8	0,16
10		<b>0,29</b>	
15		0,17	
Düz	3	5	<b>0,67</b>
	5	12	0,14
	8	10	0,17
	9	10	0,15
	10	4	0,25
		7	0,25
		10	0,29
	11	4	0,25
		8	0,29
		10	<b>0,31</b>
11		<b>0,50</b>	
12	6	0,08	
	8	0,23	

Çizelge 3: Kefal avcılığında kullanılan oltaların iğne çeşidi, iğne no ve iğne adetlerine göre ortalama CPUE değerleri.

İğne çeşidi	İğne no	İğne adedi	CPUE
Çapraz	3	3	0,33
	4	4	0,22
		4	0,29
	7	3	0,20
	8	3	0,25
	9	6	0,25
	10	5	0,27
		8	0,25
	11	8	0,22
		10	0,20
	12	4	0,33
	13	4	0,13
	Düz	3	5
4		8	0,25
10		4	0,40
		5	0,22

Çizelge 4: İzmarit avcılığında kullanılan oltaların iğne çeşidi, iğne no ve iğne adetlerine göre ortalama CPUE değerleri.

İğne çeşidi	İğne no	İğne adedi	CPUE
Çapraz	2	4	0,14
	4	4	0,25
	9	4	0,25
	10	3	0,38
		4	1,04
		5	0,36
	11	5	0,22
6		0,15	
3		3	0,25
Düz	10	4	0,33
	12	4	0,21

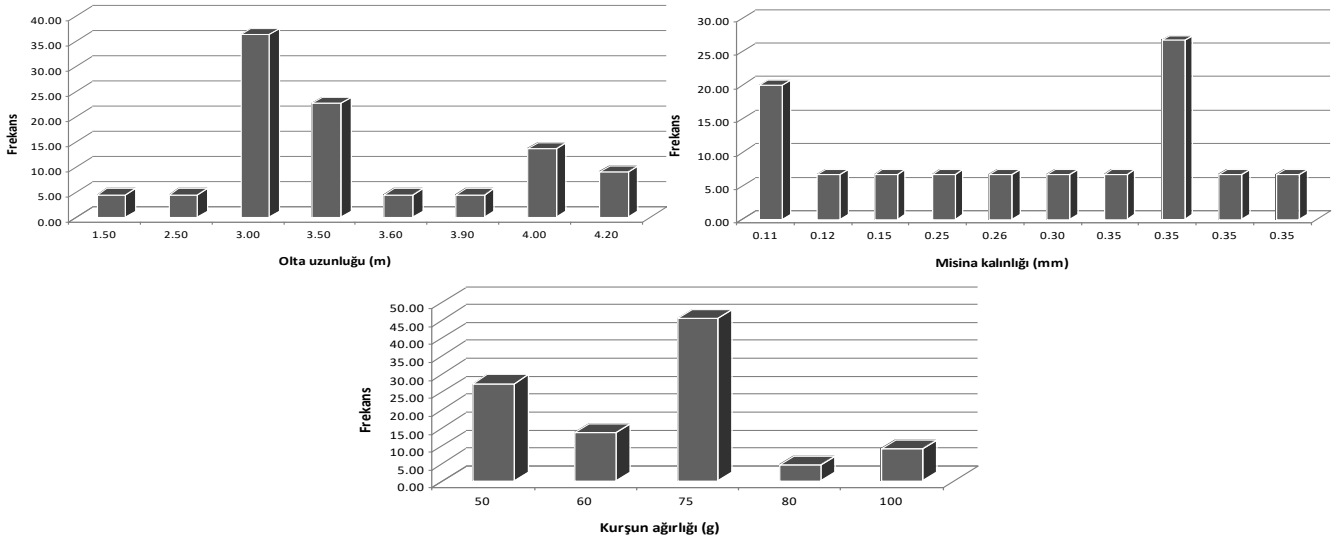
### Mezgit Oltalarının Yapısal Özellikleri ve CPUE Verileri

Mezgit oltalarının uzunluğu (ana beden) 3 – 4,20 m arasında değişmekle birlikte, 4,20 m uzunluğundaki oltalar % 33,33'lük oranla en çok tercih edilenlerdir. Kullanılan misinaların % 77,78'i şeffaf ve % 22,22'si yeşildir. Bu oltalarda kullanılan misina kalınlıkları 0,10 ile 0,35 mm arasında değişmekte olup, % 25,00'lük oran ile en çok 0,35 mm'likler kullanılmaktadır. Batırıcı olarak kullanılan kurşun ağırlıklar ise 60 – 100 g arasında değişmekte olup, 75 g'lıklar % 55,56'luk oran ile en çok tercih edilenlerdir. Şekil 6'da ayrıntılı olarak mezgit oltalarında kullanılan bu malzemelerin yüzde dağılımları verilmiştir.

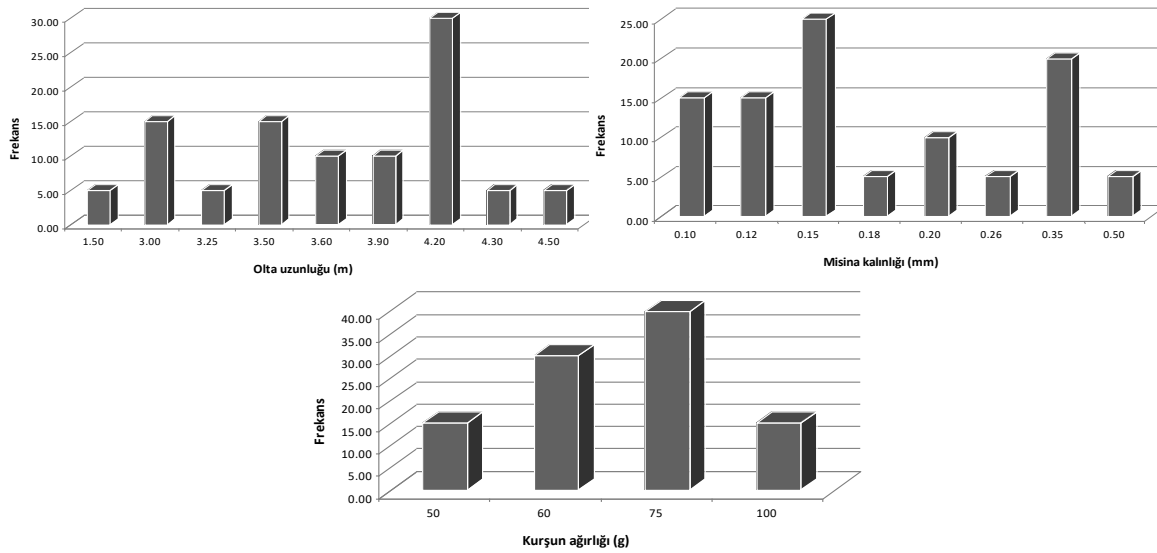
Kullanılan mezgit oltalarının iğne çeşidi, iğne no ve iğne adetlerine göre hesaplanan ortalama CPUE değerleri Çizelge 5'de verilmiştir. Yapılan t-testi analiz sonuçlarına göre çapraz ve düz iğnelerin ortalama CPUE'leri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Ayrıca aynı iğne numarasına sahip düz ve çapraz iğneler arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ( $p>0,05$ ) ve iğne adetleri arasındaki fark da gene istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ).

Çizelge 5: Mezgit avcılığında kullanılan oltaların iğne çeşidi, iğne no ve iğne adetlerine göre ortalama CPUE değerleri.

İğne çeşidi	İğne no	İğne adedi	CPUE
Çapraz	9	4	0,21
	10	3	0,38
		4	0,25
		5	0,22
	11	4	0,33
		5	0,20
	6	0,19	
Düz	4	3	0,17
	9	4	0,25



Şekil 4. Kefal oltalarında ana beden uzunluğu, misina kalınlığı ve kurşun ağırlığının yüzde dağılımı.



Şekil 5. İzmarit oltalarında ana beden uzunluğu, misina kalınlığı ve kurşun ağırlığının yüzde dağılımı.

#### Palamut Oltalarının Yapısal Özellikleri ve CPUE Verileri

Palamut oltalarının uzunluğu (ana beden) 4,20 m olup, 0,25 mm kalınlığındaki şeffaf ve fosforlu yeşil misinalar % 50'şerlik oranla tercih edilmektedir. Batırıcı olarak kullanılan kurşun ağırlıklar ise 60 ve 75 g'dır. Palamut avcılığında kullanılan bu oltalarının iğne çeşidi, iğne no ve iğne adetlerine göre hesaplanan ortalama CPUE değerleri Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6: Palamut avcılığında kullanılan oltaların iğne çeşidi, iğne no ve iğne adetlerine göre ortalama CPUE değerleri.

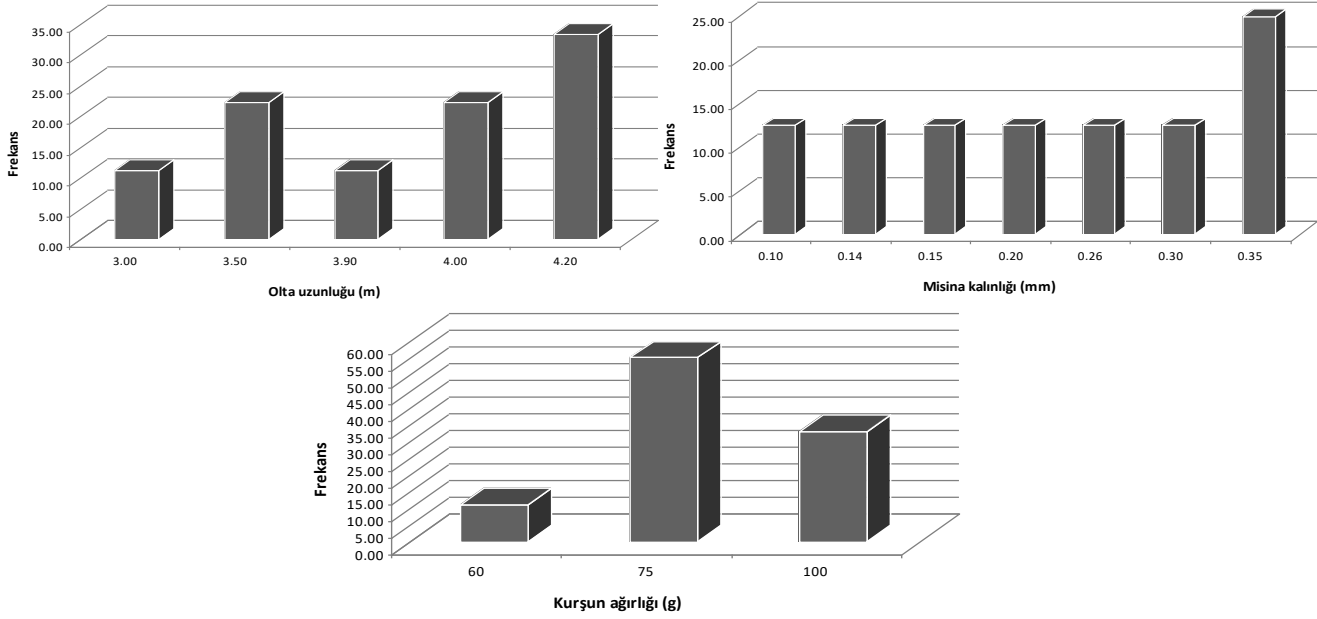
İğne çeşidi	İğne no	İğne adedi	CPUE
Çapraz	3	15	0,30
Düz	7	8	0,42

#### Sardalya Oltalarının Yapısal Özellikleri ve CPUE Verileri

Çalışmada incelenen Sardalya oltalarının hepsinin aynı yapıda olduğu tespit edilmiş olup, bu oltalarda 3,60 m olta ana beden uzunluğu, 0,15 mm kalınlığında şeffaf misina ve batırıcı olarak da 60 g kurşun ağırlık kullanılmaktadır ve ortalama CPUE değeri Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7: Sardalya avcılığında kullanılan oltaların iğne çeşidi, iğne no ve iğne adetlerine göre ortalama CPUE değerleri.

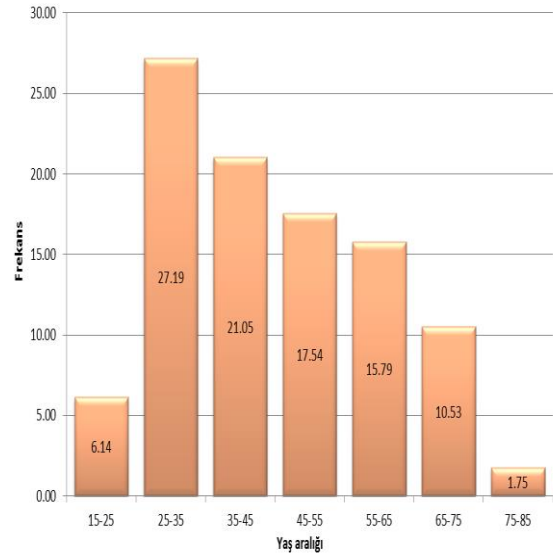
İğne çeşidi	İğne no	İğne adedi	CPUE
Ç	11	11	0.67



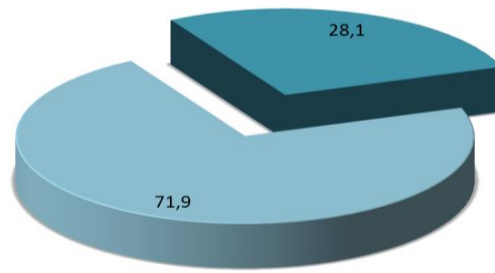
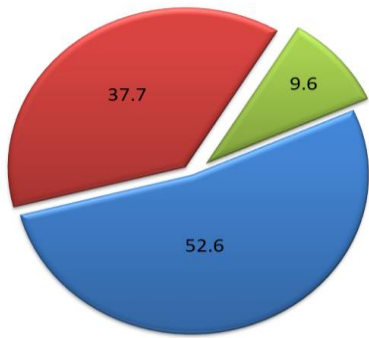
Şekil 6. Mezgit oltalarında ana beden uzunluğu, misina kalınlığı ve kurşun ağırlığının yüzde dağılımı.

### Avcılık Yapanların Sosyal Durumlarına Ait Bulgular

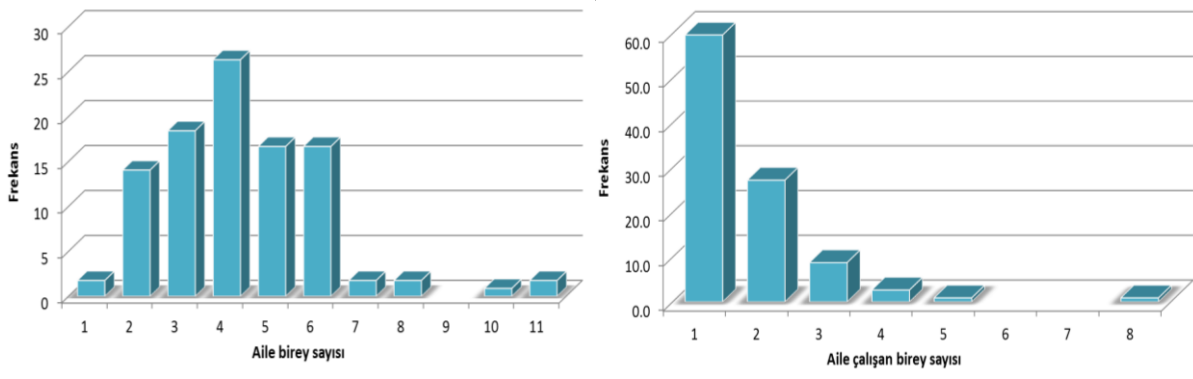
Galata Köprüsü'nde olta ile avcılık yapan kişilerin; yaş gruplarına (Şekil 7), eğitim durumlarına (Şekil 8), medeni durumlarına (Şekil 9), ailelerindeki birey sayılarına (Şekil 10), ailelerindeki çalışan birey sayılarına (Şekil 11), mevcut çalışma durumlarına (Şekil 12), yaşamları boyunca balıkçılık yaptıkları süreye (Şekil 13), yıl bazında balıkçılıkta geçirdikleri süreye (Şekil 14), balıkçılık yapma amacına (Şekil 15) ve olta balıkçılığı ile ilgili bilgilerin edinildiği kaynağa göre (Şekil 16) yüzde dağılımları hesaplanmıştır.



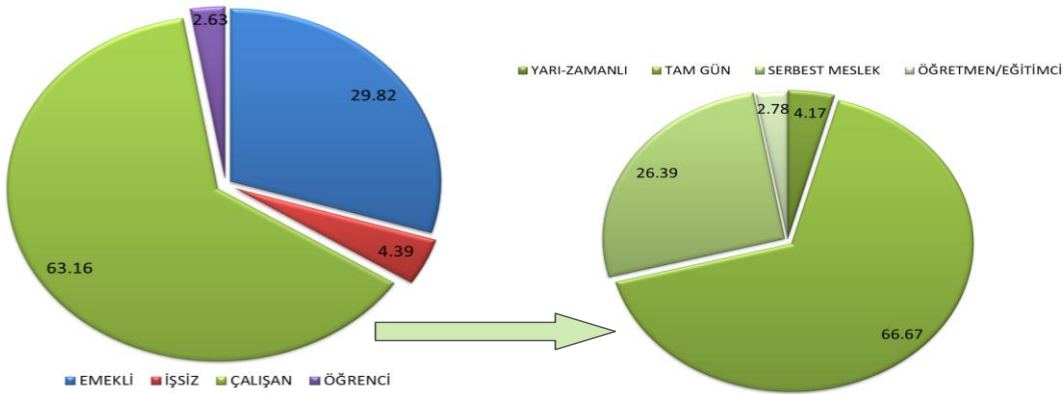
Şekil 7. Galata Köprüsü'ndeki oltacıların yaş gruplarına göre yüzde dağılımı.



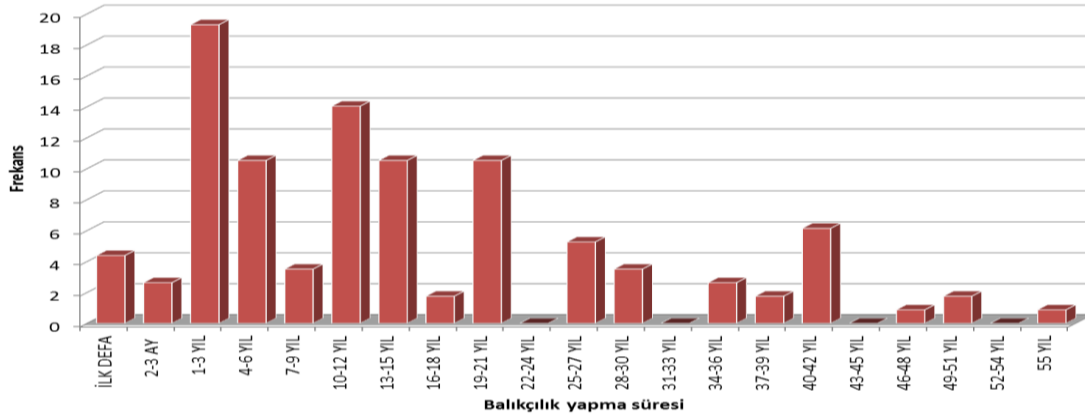
Şekil 8 ve 9. Oltacıların eğitim ve medeni durumlarına göre yüzde dağılımları.



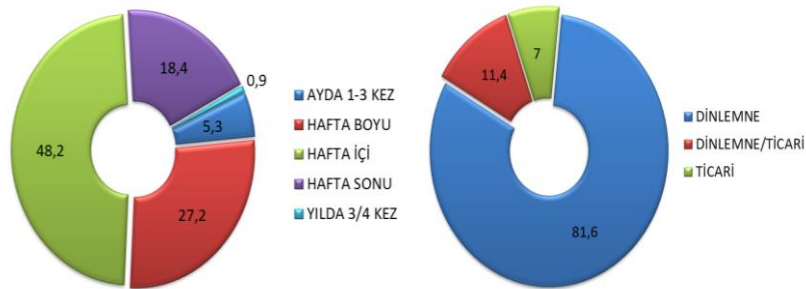
Şekil 10 ve 11. Ailedeki birey sayıları ve ailede çalışan birey sayılarına göre yüzde dağılımı.



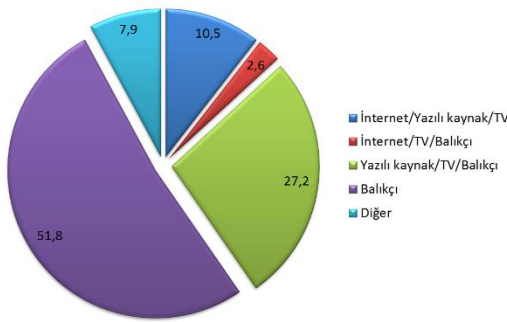
Şekil 12. Mevcut çalışma durumlarına göre yüzde dağılımı.



Şekil 13. Galata Köprüsü'ndeki oltaacıların yaşamları boyunca balıkçılık yaptıkları süreye göre yüzde dağılımları.



Şekil 14 ve 15. Yıl bazında balıkçılık yaptıkları süre ve balıkçılık yapma amacına göre yüzde dağılımları.



Şekil 16. Olta balıkçılığı ile ilgili bilgilerin edinildiği kaynağa göre yüzde dağılımı.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Büyük ve kalabalık bir metropol olan İstanbul'un insana açık, işlek, kara ve deniz ulaşımı kolay, turistik yol güzergahları üzerinde bulunan ve ticaret merkezlerini birbirine bağlayan bu noktasında, uzun yıllar boyunca neredeyse her gün düzenli olarak oltalar ile balık avcılığı yapılmaktadır. Özellikle göç yapan pelajik balıkların mevsimsel olarak Boğaz'dan geçişleri ve Haliç'e giriş çıkışlarını dikkate alan balıkçılar, tutulacak balığın cinsine ve zamana bağlı olarak farklı olta tipleri kullanılmaktadırlar. Örneğin İstavrit oltası yıl boyunca kullanılırken, lüfer/çinekop ve palamut oltaları bu göç döneminde daha yoğun olarak kullanılmaktadır.

Çalışma süresince, rastlanma sıklığına göre kullanılan oltalar sırasıyla istavrit, kefal, izmarit, mezigit, palamut ve sardalya iken; iğne çeşidi, iğne no ve adedi gözetilmeksizin hesaplanan ortalama CPUE değerlerine bakıldığında ise bu sıralamanın sardalya (0,67 kg h<sup>-1</sup>), palamut (0,36 kg h<sup>-1</sup>), izmarit (0,33 kg h<sup>-1</sup>), istavrit (0,25 kg h<sup>-1</sup>), kefal (0,25 kg h<sup>-1</sup>) ve mezigit (0,24 kg h<sup>-1</sup>) olarak değiştiği görülmektedir. Bununla birlikte Çizelge 2, 3, 4, 5, 6 ve 7'de iğne özelliği, iğne numarası ve sayılarına göre ayrıntılı olarak verilen CPUE değerlerine bakıldığında çok yüksek ve çok düşük çıkan sapma değerler de tespit edilmiştir. Bunun nedeni oltacının balık tuttuğu saat itibarıyla balığın bol bulunması ve gene oltacının balık tutmadaki yeteneğinden kaynaklanmaktadır. Ünal ve ark., (2010) Çanakkale Boğazı'nda bir yıl boyunca sürdürdükleri çalışmada kıyıda yapılan rekreasyonel balıkçılık için en yüksek CPUE değerini 0,81 kg h<sup>-1</sup> olarak hesaplamışlardır. Çanakkale Boğazı'nın büyük bir kısmını içine alan bu çalışma ile en az balıkçı yoğunluğuna sahip dönemde ve nispeten küçük bir avlak sahası olan Galata Köprüsü'nde yaptığımız çalışma, olta balıkçılığı açısından bölgenin önemini daha da vurgulamaktadır. Bununla birlikte Gökdaş (2006) da yaptığı çalışmada Unkapı ve Galata köprülerinde olta ile yakalanan aynı tür balıkların ortalama boylarını karşılaştırmış ve Galata Köprüsü'nde tutulan balıkların ortalama boylarının daha büyük olduğunu bildirmiştir. Bu bahsi geçen çalışma haricinde Galata Köprüsü'nde tutulan balıkların türleri ve boyları ile ilgili günümüze kadar

yapılmış başka bir çalışma yoktur.

Yürütülen bu çalışmada Galata Köprüsü'nde kullanılmakta olan kamış oltaların yapıları tutulmak istenen balık türüne göre değiştiğinden kullanılan iğne çeşidi, iğne numarası ve iğne adedi ile birlikte misina kalınlığı ve kurşun ağırlıkların da değiştiği saptanmıştır. Buna göre istavrit oltalarında en çok kullanılan iğne çeşidi çapraz (% 63,16), iğne numarası 10 (% 30,90), iğne adedi 10 (% 42,10), misina kalınlığı 0,15 ve 0,25 mm (% 18,20), kurşun ağırlık 60 g (% 42,10) ve olta ana beden uzunluğu 3,5 m (% 33,30) olarak tespit edilmiştir. Kefal oltalarında da iğne çeşidi çapraz (% 81,80), iğne numarası 10 (% 31,80), iğne adedi 4 (% 31,80), misina kalınlığı 0,35 mm (% 26,70), kurşun ağırlık 75g (% 45,40) ve olta ana beden uzunluğu 3 m (% 36,3) olan oltaların kullanıldığı saptanmıştır. İzmarit oltalarında ise iğne çeşidi çapraz (% 85,00), iğne numarası 10 (% 55,00), iğne adedi 4 (% 45,00), misina kalınlığı 0,15 mm (% 25,00), kurşun ağırlık 75 g (% 40,00) ve olta ana beden uzunluğu 4,2 m (% 30,00) olan oltaların kullanıldığı tespit edilmiştir. Mezigit oltalarında da iğne çeşidi çapraz (% 77,80), iğne numarası 10 ve 11 (her ikisi de % 33,30), iğne adedi 4 (% 44,40), misina kalınlığı 0,35 mm (% 25,00), kurşun ağırlık 75g (% 55,60) ve olta ana beden uzunluğu 4,2 m (% 33,30) olarak tespit edilmiştir. Palamut oltalarında ise çapraz iğnelere 3 numaradan 15 adet iğne, 60 g'lık kurşun ağırlık ve düz iğnelere 7 numaradan 8 adet iğne, 75 g'lık kurşun ağırlık yarı yarıya kullanılmakla birlikte, misina kalınlığı 0,25 mm, olta ana beden uzunluğu 4,2 m'dir. Buna karşılık çalışmanın yürütüldüğü dönemde sardalya oltalarında çapraz iğnelere 11 numaradan 11 adet iğne, 0,15 mm misina kalınlığı, 60 g kurşun ağırlık ve 3,6 m olta ana beden uzunluğu kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu verileri eşdeğerlikli olarak kapsamlı şekilde karşılaştırabileceğimiz başka bir çalışma olmamakla beraber, sadece Iwano ve Öztürk (2012)'ün yaptıkları çalışmada balıkçıların genel olarak 5 numara olta iğnesi kullandıklarını ve istavrit avcılığında popüler olarak 50 – 70 g'lık kurşun ağırlıkların kullanıldığını bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada da İstavrit oltalarında en çok kullanılan kurşun ağırlık 60 g olarak tespit edilmiş olup, bu değer verilen diğer çalışmanın belirttiği aralıkta kalmaktadır.



Galata Köprüsü'nü de içine alarak şimdiye kadar yapılan tek yayın Doğan ve Çağiltay (2012)'a ait olup, bu çalışma Atatürk ve Galata Köprülerindeki sportif balıkçıların sosyo-ekonomik yapısını incelemeyi amaçlamıştır. Her iki köprüye ait verileri ayrı ayrı değil birleşik olarak sunmuşlar ve yorumlamışlardır. Dolayısıyla bahsi geçen bu çalışma dışında Galata Köprüsü'ndeki oltacıların sosyal durumları ile ilgili elde ettiğimiz sonuçları karşılaştırabileceğimiz başka bir bilimsel veri bulunmamaktadır. Yaptığımız çalışmada Köprüde düşük sezonda avcılık yapanların sosyal durumlarına bakıldığında en küçük 19 yaş ve en büyük 79 yaş tespit edilmiş olup, bunların arasında ise en çok 25 – 35 yaş ve en az 75 – 85 yaş grubunun bulunduğu gözlemlenmiştir. Ek olarak 25 – 45 yaş arası avcılık yapanların oranı % 48,24 olarak bulunmuştur. Doğan ve Çağiltay (2012) da yürüttükleri çalışmada 30 – 50 yaş arası avcılık yapanların oranını % 51,7 olarak bildirmişlerdir. Köprüde oltacılık yapanların eğitim durumlarına bakıldığında ise % 52,60'ının ilk-orta okul, % 37,70'inin lise ve % 9,60'ının da üniversite mezunu olduğu tespit edilmiştir. Doğan ve Çağiltay (2012) da bu oranları % 58,6 ilk-orta okul, % 27,6 lise ve % 11,6 üniversite mezunu olarak bildirmişlerdir. Görüldüğü üzere her iki çalışmada da tespit edilen eğitim durumları göstermektedir ki, en yüksek oran ilk-orta okul mezunları ve en düşük oran ise üniversite mezunlarından oluşturmaktadır. Ayrıca avcılık yapan kişilerin hepsi erkek olup, medeni durumlarına bakıldığında % 71,90'ının evli, % 28,10'unun ise bekar bireylerden oluştuğu tespit edilmiştir. Doğan ve Çağiltay (2012) da gene oltacılık yapanların tamamının erkeklerden oluştuğunu, bunların da % 83,8'inin evli ve % 16,2'sinin bekar olduğunu bildirmektedir. Oltacılık yapanların ailelerindeki birey sayılarına bakıldığında ise en yüksek oranla 4 kişilik (% 26,30) ve en düşük oranla 10 kişilik ailelerden (% 0,90) oluştuğu görülmektedir. Doğan ve Çağiltay (2012) da hane halkı nüfusunun en fazla % 36,1'lik oranla 4 kişilik ailelerden oluştuğunu bildirmektedir. Ailelerinde çalışan toplam birey sayıları ise en yüksek % 59,60 ile 1 aile çalışanı ve en düşük olarak da % 0,90 ile 5 ve 8 aile çalışanı olarak tespit edilmiştir. Oltacıların çalışma durumlarına bakıldığında % 63,16'sı çalışan, % 29,82'si emekli, % 4,39'u işsiz ve % 2,63'ü ise öğrenci olarak bulunmuştur. Çalışanların da % 66,67'si tam gün (Kamu veya özel teşebbüs), % 26,39'u serbest meslek, % 2,78'i öğretmen-egitimci ve % 4,17'si yarı zamanlı çalışandır. Doğan ve Çağiltay (2012)'in verilere göre de balıkçıların arasında çalışan sayısı en fazla (% 77,2), bunu takiben emekli (% 20,2) ve en düşük oranda da işsizlerin (% 2,6) olduğunu bildirmişlerdir ve bu sonuçlar bizim verilerimizle de uyumludur. Balıkçılık yaptıkları süreler ise sırasıyla % 7,00 (İlk defa – 3 ay), % 46,50 (1 – 10 yıl), % 23,70 (11 – 20 yıl), % 8,80 (21 – 30 yıl), % 9,60 (31 – 40 yıl), % 3,50 (41 – 50 yıl), % 0,90 (55 yıl)

olarak dağılım göstermekte olup, Doğan ve Çağiltay (2012)'in verisiyle paralellik göstermektedir. Yıl bazında balıkçılıkta geçirdikleri süre irdelendiğinde; % 48,20'sinin hafta içi, % 27,20'sinin tüm hafta, % 18,40'ının sadece hafta sonu, % 5,30'unun ayda 1 – 3 kez ve % 0,90'ının ise yılda 3 – 4 kez balığa çıktıkları tespit edilmiştir. Doğan ve Çağiltay (2012) da % 54,3 ile haftada 1 – 2 gün balıkçılık yapıldığını bildirmişlerdir. Köprüde avcılık yapan oltacıların % 81,60'ının dinlenme amaçlı bu faaliyeti yaptıkları ve yakalanan balıkları kendilerinin tükettiği, % 11,40'ının dinlenme ve ticari amaçla balığa çıktıkları ve avladıkları balığı duruma göre kendileri veya satarak değerlendirdikleri ve % 7,00'sinin ise ticari amaçla bu faaliyeti yaptıkları ve yakaladıkları balıkları sattıkları tespit edilmiştir. Doğan ve Çağiltay (2012) da % 73,9'unun sportif ve hobi amaçlı, % 16,2'sinin profesyonel ve aile bütçesine katkı sağlamak amacıyla yaptıklarını bildirerek, bunların % 83,8'nin tuttuğu balığı evde ve komşulara vererek, % 16,2'sinin ise satarak değerlendirdiklerini bildirmişlerdir. Bu oranlar da gene bizim çalışmamızla paralellik göstermekte olup, Doğan ve Çağiltay (2012)'in bu sonuçlarının her iki köprüdeki oltacıları kapsadığı dikkate alınmalıdır. Ayrıca İstanbul gibi büyük bir metropolde yaşayan insanlar için ulaşımın nispeten ucuz ve çok kolay olduğu Galata Köprüsü'nde olta balıkçılığı yapmak, en ucuz dinlenme, eğlenme, sosyalleşme ve stres atma aracı olarak görülmele birlikte aynı zamanda az da olsa aile bütçesine ekonomik katkı sağlayan bir uğraştır. Oltacılık yapanlar arasında büyük çoğunluğu ilk-ortaokul mezunlarının oluşturması, ailede sadece bir kişi çalışan bulunması ve evli olanların bekarlara oranının daha yüksek olması da gene dinlenme amacının yanı sıra aylık kazançlarının yetmemesi nedeniyle hem evlerine ek gelir, hem de ek gıda temini sağlamak amacıyla balıkçılık yapmaları olarak düşünülebilir. Köprüde avcılık yapanların olta balıkçılığı ile ilgili bilgileri nereden edindiklerine bakıldığında da % 51,80 ile en çok diğer balıkçılardan öğrendikleri, bunu sırasıyla % 27,20 ile yazılı kaynak/tv/balıkçı, % 10,50 ile internet/yazılı kaynak/tv, % 2,60 ile internet/tv/balıkçı ve % 7,90 ile bu kaynaklar dışındaki diğer kaynaklardan öğrendikleri tespit edilmiştir.

Farklı bölgelerde yürütülen av aletlerinin yapıları ile sosyal yapıyı içeren çalışmalardaki verilerle bizim çalışmamız arasında benzerlikler olduğu kadar farklı yönler olduğu da görülmektedir (Dırmıkçı, 2009; Dalkıran ve Baki, 2009; Ünal ve ark., 2010; Kuru, 2013; Çelik, 2017). Bu farklılıklar doğal olarak bölgesel yapı ve kişilerin farklı yaşam pratikleri nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Yürütülen bu çalışmada Galata Köprüsü'nde oltacılık yapanların sadece % 7'sinin avladığı balıktan ticari olarak kazanç elde ettikleri gözlenmiştir. Fakat bu verilerin sadece düşük sezon olan yaz aylarını kapsamakta olduğu göz ardı

edilmemelidir. Bununla birlikte Doğan ve Çağltay (2012), 6 ay boyunca (Ocak – Temmuz) yürüttükleri çalışmada da satarak değerlendirenlerin oranını % 16,2 olarak bildirmişlerdir. Iwano ve Öztürk (2012) tarafından da yüksek sezon olarak belirtilen sonbahar aylarına ait bu oranları içeren herhangi bir veri bulunmamaktadır. Eldeki bu veriler ışığında her ne kadar Galata Köprüsü'nde yürütülen olta balıkçılığının amatör balıkçılık kapsamında kaldığı söylenebilir olsa da, Ünal ve ark., (2010)'nın Çanakkale Boğazı'nda bir yıl boyunca yaptıkları çalışma sonucunda elde ettikleri veriler çerçevesinde bu bölgede rekreasyonel/amatör balıkçılık adı altında ticari balıkçılık yapıldığı bildirilmiş olup, aynı durumun Galata Köprüsü'nde de olup olmadığı detaylı olarak incelenmelidir. Dolayısıyla balıkçılıkla ilgili her türlü verinin düzenli ve güvenilir olarak toplanması ve değerlendirilmesi ticari balıkçılıkta olduğu kadar amatör balıkçılıkta da önemli bir unsurdur. Devlet veya herhangi bir kuruluş tarafından resmi kayıt tutulmadığı için tam olarak ne kadar balık avlandığı bilinmemekte ve tahminden öteye geçilememektedir, en çok avlanan türler ve balık stoklarına etkisi tam olarak bilinmemektedir. Balıkçılık yönetimi açısından büyük önem arz eden izleme çalışmalarının düzenli olarak kurumlar tarafından yapılması ve detaylı verilerin toplanması büyük bir gerekliliktir. Balıkçılığın dinlenme ve keyif alma amacıyla yapılan bir parçası olan ve amatör balıkçılığın içinde yer alan bu aktiviteler, her ne kadar 4/2 numaralı Amatör Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi hakkındaki tebliğde (Anonim, 2016) geçen yasaklara göre genel olarak düzenlense de bölgesel farklar ve sosyokültürel yapı da göz önüne alınarak güncel yasal mevzuatların oluşturulmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Açıksöz SB 2008. Mikrobiyal Komünitenin Belirlenmesi ile Haliç Anoksik Deniz Sedimentlerinde 16S rRNA'nın Filogenetik Analizi. İTÜ. Fen Bil. Ens., Moleküler Biyoloji-Genetik ve Biyoteknoloji ABD, Yüksek Lisans Tezi, 69 s.
- Ayan M 2014. Çevre Kalite Yönetim Sistemlerinin Bir Konusu Olarak Mavi Bayrak Projesi ve Haliç'te Uygulanmasına Yönelik Bir Çalışma. 2nd International Symposium on Environment and Morality, 24 – 26 October 2014.
- Anonim 1994. Encyclopædia Britannica Fifteenth Edition. İstanbul Ana yayıncılık AŞ, Hürriyet ofset, 13: 78-78 s.
- Anonim 2016. 4/2 numaralı Amatör Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi Hakkında Tebliğ. Tebliğ no: 2016/36, Resmi Gazete Tarih: 13.08.2016, Ankara, 26 s.
- Baştürk A, Öztürk M, Erden Ş, Dinçer İ 2001. Haliç'te Rehabilitasyon Projesi. (Haliç 2001 Sempozyumu 3-4 Mayıs 2001, İSKİ Yayınları No: 37, İstanbul: Ed. Öztürk İ, Okuş E, Sarıkaya HZ, Gazioğlu C) 1-35.
- Çelik M 2017. Gökova Körfezi'nde Amatör Balıkçılıkta Kullanılan Olta Takımlarının Av Verimlerinin Karşılaştırılması. MSKÜ Fen Bil. Ens., Su Ürünleri Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, 42 s.
- Dalkıran D, Baki B 2009. Yalova İlinde Sportif (Amatör) Balıkçılık Yapan Kişilerin Yaş Grupları, Meslek Grupları ve Belgelerini Yenileme (Vize) Oranları Üzerine Bir Araştırma. XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 01-04 Temmuz 2009, Rize, s 1-11.
- De Metro G, Megalafonou P, 1988. Catch, size distribution, growth and sex ratio of swordfish (*Xiphias gladius* L.) in the Gulf of Taranto. FAO Fisheries Reports No. 394.
- Dırmıkçı L 2009. İzmir Körfezi'nde Kıyıda Yapılan Amatör Balıkçılık Üzerine Araştırma. EÜ Fen Bil. Ens., Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi ABD, Yüksek Lisans Tezi, 39 s.
- Doğan K, Çağltay F, 2012. İstanbul İlinde (Atatürk ve Galata Köprüsü) Sportif Olta Balıkçılığı Yapanların Sosyo-Ekonomik Yapısına Yönelik Bir Araştırma. Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları IX. Ulusal Kongresi, 14-17 Kasım 2012, Hatay, cilt 1: s 545-552.
- Eyice S 2001. Haliç ve Tarihçesi. (Haliç 2001 Sempozyumu 3-4 Mayıs 2001, İSKİ Yayınları No: 37, Türkiye: Ed. Öztürk İ, Okuş E, Sarıkaya HZ, Gazioğlu C) 104-130.
- Gökdaş R 2006. Haliç'te Rehabilitasyon Çalışmaları Sonrası Mevcut Su Ürünleri. SÜ Fen Bil. Ens., Çevre Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, 79 s.
- Güvengiriş AZ 1977. Deniz Kirlenmesi ve İlgililerin Tutumu. Balık ve Balıkçılık Dergisi, 5: 4-7.
- Iwano N, Öztürk A 2012. Fishing at the Galata Bridge. Journal of Black Sea/Mediterranean Environment, 18 (2): 223-237.
- Karakaş K 2011. Haliç Islah Projesi Çalışma Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi. YTÜ Fen Bil. Ens., Çevre Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, 111 s.
- Kuru H 2013. İzmir Körfezi Kıyı Şeridinde Yapılan Amatör Balıkçılığın Sosyo-Ekonomik Değerlendirmesi. DEÜ Fen Bil. Ens., Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü ABD, Yüksek Lisans Tezi, 42 s.
- Okay AI, Mater B, Artüz OB, Gürseler G, Artüz ML, Okay N 2007. Marmara Denizi'nin Özelliklerine Genel Bakış. (Bilimsel Açından Marmara Denizi, Türkiye Barolar Birliği Yayınları 119; Kültür Serisi 2, Ankara: Ed. Artüz ML) 3-187.
- Okuş E, Uysal A, Yüksek A, Altıok H, Taş S 1996. Haliç ıslahının biyolojik etkileri. Haliç Islah Projesi-ÇED, İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul, 142s.
- Övez S, Okuş E, Yılmaz AA 2004. Haliç'te Mikrobiyolojik Kirliliğin Dünü ve Bugünü. (Dünü

- ve Bugünü ile Haliç Sempozyumu 22 - 23 Mayıs 2003, Kadir Has Üniversitesi Yayınları, İstanbul: Ed. Göncüoğlu SF) 616.
- Symon G, Cassell C 2012. *Qualitative Organizational Research: Core Methods and Current Challenges*. SAGE Publications Ltd., London, 544s.
- Teksöz G, Yetiş Ü, Tuncel G, Balkaş TI 1991. Pollution chronology of the Golden Horn Sediments. *Marine Pollution Bulletin*, 22: 447-452.
- Tuncer G, Tuncel G, Balkaş Tİ, 2001. Haliç Sedimanlarında Kirliliğin Tarihçesi: 1912 – 1987. (Haliç 2001 Sempozyumu 3-4 Mayıs 2001, İSKİ Yayınları No: 37, İstanbul: Ed. Öztürk İ, Okuş E, Sarıkaya HZ, Gazioğlu C) 231-252.
- Von Brandt A 1984. *Fish catching methods of the world*. Fishing News Books Ltd., Farnham, Surrey, England, 432 pp.
- Ünal V, Acarlı D, Gordo A 2010. Characteristics of Marine Recreational Fishing in the anakkale Strait (Turkey). *Mediterranean Marine Science*, 11(2): 315-330.
- Yılmaz AA, Okus E, Övez S 2004. Bacteriological Indicators of Anthropogenic Impact Prior To and During The Recovery of Water Quality in an Extremely Polluted Estuary, Golden Horn, Turkey. *Marine Pollution Bulletin*, 49: 951-958.
- Yüksek A, Okus E, Uysal A, Yılmaz, N 2001. Haliç'in Rehabilitasyon Sürecinde Balık Çeşitliliği. (Haliç 2001 Sempozyumu 3-4 Mayıs 2001, İSKİ Yayınları No: 37, İstanbul: Ed. Öztürk İ, Okuş E, Sarıkaya HZ, Gazioğlu C) 179-192.
- Yüksek A, Okus E, Yılmaz IN, Yılmaz AA, Tas S 2006. Changes in Biodiversity of The Extremely Polluted Golden Horn Estuary Following The Improvements in Water Quality. *Marine Pollution Bulletin*, 52: 1209-1218.

## Koçaş Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Siyah Alaca (Holştayn) Sığırlarda Bazı Süt Verimi Özellikleri ve İlişkili Genlerin Ekspresyonu

Fatih YILDIRIM<sup>1</sup>, Selçuk ÖZDEMİR<sup>2</sup>, Ahmet YILDIZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni Ana Bilim Dalı, Erzurum, <sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Genetik Ana Bilim Dalı, Erzurum

✉ : fatihyildirim@atauni.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı Aksaray Koçaş Tarım İşletmesi şartlarındaki Siyah Alaca sığırlarının bazı süt verimi özellikleri ve süt verimi ile ilişkili genlerin mRNA transkript seviyelerinin incelenmesi ve bazı çevre faktörlerinin etkilerinin araştırılmasıdır. Araştırma materyalini 2009-2015 yılları arasında Koçaş Tarım İşletmesinde bulunan toplam 324 baş Siyah Alaca ırkı sığırın, 1377 laktasyona ait 3452 kontroldeki süt verimi kaydı ile tüm hayvanlardan alınan kan örnekleri oluşturmuştur. Süt verimi özellikleri üzerine çevre faktörlerinin etkilerini değerlendirmede en küçük kareler metodu kullanılmıştır. Süt verimi ile ilişkili olan ATF3, CDKN1A ve PRL genlerine ait ifade düzeyleri qRT-PCR ile belirlenmiştir. En küçük kareler ortalamaları 100, 200 ve 305 günlük süt verimi için sırasıyla 2950.51±24.79 kg, 5594.28±45.09 kg, 7923.28±80.92 kg; Laktasyon süt verimi, laktasyon süresi ve ortalama günlük süt verimi için sırasıyla, 7700.02±99.17 kg, 315.75±3.67 gün ve 24.91±0.2 kg bulunmuştur. Yüksek süt verimine sahip ineklerde ilgili genlerin ifade düzeyleri, düşük verime sahip ineklere göre yüksek düzeyde bulunmuştur. Araştırma bulgularına göre yıllar içerisinde Siyah Alaca ineklerin süt verimini arttırmak için yapılan işlemlerin genel olarak olumlu yönde olduğu ve ATF3, CDKN1A ve PRL genlerinin, süt verimini arttırmaya yönelik yapılacak markör destekli seleksiyon ve ıslah çalışmalarına olumlu yönde katkı sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

DOI:10.18016/ksudobil.333580

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 08.08.2017

Kabul tarihi : 23.10.2017

### Anahtar Kelimeler

Siyah Alaca,  
süt verimi,  
ATF3,  
CDKN1A,  
PRL

### Araştırma Makalesi

## Some Milk Yield Traits and Related Gene Expressions of Holstein Cattle Raised in Koçaş Agricultural Enterprise

### ABSTRACT

The aim of this study was to investigate some milk production traits and milk production related gene mRNA transcript levels of Holstein cows in the conditions of Aksaray Koçaş agricultural enterprise and to investigate the effects of some environmental factors. Total 1349 milk yield record from 1377 lactation and blood samples of 324 Holstein cows raising in Koçaş agriculture enterprise between 2009-2015 years were used. The least squares method was used to assess the effects of environmental factors on milk characteristics. Milk production related ATF3, CDKN1A, and PRL gene expressions were identified by using qRT-PCR. The least squares means for milk yield of 100, 200 and 305 days were 2950.51 ± 24.79 kg, 5594.28 ± 45.09 kg and 7923.28 ± 80.92 kg, respectively. Lactation milk yield, lactation period and average daily milk yield was found to be 7700.02 ± 99.17 kg, 315.75 ± 3.67 days and 24.91 ± 0.2 kg, respectively. According to qRT-PCR results, related gene expressions were up-regulated in high milk production cows compare to low milk production cows. According to the findings, it has been concluded that, Holstein cows are generally positive to improve milk yield over the years and ATF3, CDKN1A and PRL genes contribute positively to marker-assisted selection and breeding programs to improve milk yield.

### Article History

Received : 08.08.2017

Accepted : 23.10.2017

### Keywords

Holstein,  
milk yield,  
ATF3,  
CDKN1A,  
PRL

### Research Article

**To Cite :** Yıldırım F, Özdemir S, Yıldız A 2018. Koçuş Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Siyah Alaca (Holştayn) Sığırlarda Bazı Süt Verimi Özellikleri ve İlişkili Genlerin Ekspresyonu. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(3): 353-362. DOI:10.18016/ksudobil.333580

## GİRİŞ

Dünyada süt verimi en yüksek sığır ırkları arasında yer alan ve özellikle ovalık birçok kesimde yetiştiriciliği yapılan Siyah Alaca (Holştayn, Holstein-Friesian) sığır ırkı, genel olarak iyi bakım, besleme ve serin iklim koşullarında geliştirilmiş bir ırktır (Anonim, 2017a). Almanya, Hollanda ve Danimarka'nın Kuzey Denizi kıyılarındaki ovalık kesimlerde yetiştirilen sığırlardan köken alan Siyah Alaca dünya'nın en yaygın yetiştiriciliği yapılan sığır ırkı olarak kabul edilmektedir. Başta süt olmak üzere, Holştayn sığır ırkları birçok verim özelliği ile diğer sığır ırklarının rekabet edemeyeceği seviyelerde yer almaktadır (Uslucan, 2017).

Türkiye'de sığırlardan elde edilen süt miktarının ~%80-90' ı kültür ırkı ineklerden elde edilmektedir. Bu nedenle, sağmal inekler arasında en yaygın olarak yetiştirilen Holştayn ırkı sütçü sığırların, süt verimi üzerine etkili genetik ve çevre faktörlerinin belirlenmesi önem arz etmektedir (Gürses ve Bayraktar, 2012).

Kültür ırkı sığırlar arasında yer alan Siyah Alaca, ülkemizde sayısal varlığı açısından ön sıralarda yer almaktadır. Bu ırk özellikle Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde yetiştirilmekle birlikte diğer bölgelerde de bulunmaktadır. Bu bölgeler arasındaki çevre koşulları, yetiştiricilerin sosyo-ekonomik yapı

farklılıkları ve yetiştiricilik şekilleri, hayvanların verim düzeylerinin farklı olmasına neden olmaktadır. Bu durum araştırmacılar tarafından ülkemiz koşullarında Siyah Alaca sığırlarında yapılan çalışmalardan farklı sonuçların elde edilmesinin nedenlerinden biri olarak görülebilir (Uslucan, 2017).

Türkiye'de 2016 yılında büyükbaş hayvanlar arasında yer alan sığır sayısı 14 milyon 80 bin baş olarak tespit edilirken (%46.8 Kültür, %40.9 Melez, %12.3 Yerli), toplam süt üretiminin 18 milyon 489 bin olduğu ve bu miktarın %90.8'ini inek, %6.3'ünü koyun, %2.6'sını keçi ve %0.3'ünü manda sütünden oluştuğu bildirilmektedir (Anonim, 2017b).

Günümüze kadar yapılan araştırmalarda kültür ırkı sığırların adaptasyon çalışmalarının büyük bir kısmı kamuya ait işletmelerde yapılmıştır (Kaygısız ve ark., 2017). Özellikle Siyah Alaca ırkı sığırlarla ilgili süt verimi özelliklerini ortaya koymaya yönelik birçok araştırma mevcuttur. Bu konu üzerine farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmaların sonuçları Çizelge 1'de özetlenmiştir.

Gelişen moleküler markör teknikleri (SSR, SNPs, GWAS, QTL) sayesinde sığırlarda süt verimi ve laktasyonla ilişkili birçok gen bulunmuştur (Georges ve ark., 1995; Andersson 2009; Schennink ve ark., 2009).

Çizelge 1. Siyah Alaca İrki Sığırların Süt Verimi Özellikleri Üzerine Yapılan Araştırma Sonuçları

Kaynaklar	305 günlük süt verimi (kg)	LSV (kg)	LS (gün)
Akman ve ark.(2001)	4564.8±42.04	4925.86±39.71	322.6±2.68
Aktaş ve Şahin (2008)	5735.67±70.49	-	330.45±2.61
Bakır ve ark. (2009)	6810.14±56.38	7574.39±55.22	331.74±1.55
Bakır ve Çetin (2003)	6208.42±69.39	6427.90±75.03	313.08±1.63
Bayril ve Yılmaz (2010)	7460.5±142.99	7518.9±140.12	330
Cura (2016)	5755.38±4.54	6978.60±9.53	358.17±0.12
Çilek (2009)	5606.92±75.49	-	303.4±3.04
Duru ve Tuncel (2002)	4784±27.35	4966±32.96	304.4±1.39
Erdem ve ark. (2007)	6467.0±80.9	6273.0±100.4	301.7±3.8
Gürses ve Bayraktar(2012)	7395.35±45.75	-	-
Kaygısız (2013)	5319.91±12.03	-	-
Keser (2016)	5630.12±9.34	6610.29±14.37	360.33±0.25
Koçak ve ark. (2007)	-	7704.25±111.90	325
Koçak ve ark. (2008)	-	5969.75±255.24	-
Özçakır ve Bakır (2003)	6170.85±67.06	6311.68±74.91	311.02±32.42
Özök ve Uğur (2007)	6729.2±33.3	7160.6±33.00	330.3±1.5
Parlak (2008)	6884.111±162.88	-	-
Sehar ve Özbeyaz (2005)	-	6400.3±85.15	297.0±2.86
Şahin ve Ulutaş (2010)	6976.1±48.8	7473.4±59.6	326.5±1.80
Şekerden (2002)	5085.5±1010.2	-	-

LSV: Laktasyon Süt Verimi, LS: Laktasyon Süresi

Son yıllarda yapılan genom boyu ilişkilendirme çalışmaları (GWAS) sonucu süt verimi ve süt kompozisyonu ile ilişkili birçok aday gen bulunmuştur (Yue ve ark., 2017; Dadousis ve ark., 2017). ATF3 (aktive edici transkripsiyon faktörü 3), CDKN1A (siklin bağımlı kinaz inhibitörü 1A) ve PRL (prolaktin) bu genlerden bazılarıdır (Han ve ark., 2017; Dong ve ark., 2013). Ancak süt verimi düşük ve yüksek olan sığırlarda ATF3, CDKN1A ve PRL genlerinin ekspresyon seviyeleri ile ilgili çalışmalar nadir olarak yapılmıştır (Dong ve ark., 2013; Han ve ark., 2017).

Sığırlarda 16. kromozomda bulunan ATF3 geni süt verimi ile ilişkili iki adet SNP içermektedir (Cole ve ark., 2011). Daha önce yapılan çalışmalarda ATF3 geninin lipit metabolizması, glikoprotein birikimi ve süt yağ formasyonu ile meme epitel hücrelerinin gelişmesiyle ilgili olan epitel hücre rejenerasyonunda görev aldığı bildirilmiştir (Cui ve ark., 2014). Sığırlarda 23. kromozom da bulunan CDKN1A geninin süt proteini üzerine büyük genetik etkisinin olduğu daha önce doğrulanmıştır (Elo ve ark., 1999). Ayrıca bu genin yaklaşık 21-kD büyüklüğünde ve hücre döngüsünde önemli rol oynayan p21 proteinini kodladığı bildirilmiştir (Bartek ve Lukas, 2001). PRL üremede, meme bezi gelişiminde, süt salgısının başlatılmasında ve memelilerde laktasyonun idame ettirilmesinde merkezi rol oynayan çok fonksiyonlu polipeptid bir hormondur. Klasik bir hipofiz hormonu olmasının yanı sıra, PRL süt proteinleri, laktoz ve lipidler de dahil olmak üzere pek çok süt bileşeninin sentezinden sorumludur (Le Provost ve ark., 1994; Dahl 2008). Bu nedenle sığır PRL geni, süt sığırlarında süt performans özelliklerini etkileyen kantitatif özellik lokusunun (QTL) bağlantı analizi için mükemmel bir aday olarak kabul edilir (Dong ve ark., 2013).

Son yıllarda hayvanların bireysel olarak takip edilebilmesi ve kayıt altına alınabilmesine yönelik yapılan sağım ve sürü yönetim sistemleri araştırmacıların bu verileri kullanmasına yönlendirmiştir. Büyük işletmelerde çoğunlukla bu verilere dayanarak işletmelerine yön vermekte ve sürü yönetimleri için kararlar almaktadır. Ayrıca süt verimi yönünden yetiştirilen sığır popülasyonlarında bu genlere ait ekspresyon seviyelerinin ortaya konması gelecekte yapılacak ıslah çalışmalarına genetik kaynak sağlaması yönünden faydalı olacaktır.

Bu çalışmada Siyah Alaca sığırlarının Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü (TİGEM)'ne bağlı Aksaray Koçuş Tarım İşletmesi Müdürlüğü (TİM) koşullarında elde edilen bazı süt verim özellikleri ve düşük ve yüksek süt verimli sığırların kanlarındaki ATF3, CDKN1A ve PRL genlerinin ekspresyon seviyelerinin belirlenmesi ve bazı çevre faktörlerinin etkilerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

Araştırma materyalini, TİGEM'e bağlı Aksaray Koçuş

TİM' de yetiştirilen toplam 324 baş Holştayn inek ile bu hayvanların 2009-2015 yılları arasında 1377 laktasyona ait toplam 3452 kontroldeki süt verimi kaydı ile tüm hayvanlardan alınan kan örneklerinden oluşmuştur. Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul kararı ile yürütülmüştür (HADYEK-TR 2016/7).

## Süt Verimi Özellikleri

Siyah Alaca ineklerinden toplanan tüm veriler TİGEM'e bağlı Koçuş Tarım İşletmesinden temin edilmiştir. Veriler işletmede bulunan bilgisayar destekli sağım sistemlerine (Westfalia Surge) bağlı sürü yönetimi programından (Dairy Plan C21) özel bir bilgisayar yazılımı yardımıyla dijital olarak alınmıştır. Süt verimi özelliklerinin belirlenmesinde, sürü yönetim programında en az 100 günlük süt verim kaydı mevcut tüm sağlıklı hayvanlar değerlendirilmiştir (Gürses ve Bayraktar, 2012).

Süt verimi özellikleri üzerine çevre faktörlerinin etkileri En Küçük Kareler Metodu kullanılarak belirlenmiştir. Kullanılan matematiksel model;

$$Y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + c_k + e_{ijkl}$$

şeklinde olup, bu modelde yer alan terimlerden  $Y_{ijkl}$  = herhangi bir hayvanın incelenen verim özelliği değerini,  $\mu$  : popülasyonun beklenen ortalamasını,  $a_i$  : buzağılama yılının etkisini ( $i$ : 1-6; 2009/10, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015),  $b_j$  : buzağılama mevsiminin etkisini ( $j$ : 1-4; kış, ilkbahar, yaz, sonbahar),  $c_k$  : laktasyon sırasının etkisini ( $k$ : 1-6; 1, 2, 3, 4, 5, 6),  $e_{ijkl}$  = incelenen faktörler dışındaki faktörlerin etki miktarını (hata terimi) temsil etmektedir. İstatistiksel verilerin analizinde SPSS 20.0 paket programından yararlanılmış olup, verilerin değerlendirilmesinde Genel Doğrusal Model uygulanmıştır (Version 20, IBM Corp., Armonk, NY, USA). İstatistiksel olarak önemli bulunan parametrelerde Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılarak alt gruplar karşılaştırılmıştır.

## Gen Ekspresyon Analizi

### Total RNA İzolasyonu

Süt verimi ve laktasyon performansı hesaplanan 324 baş sığırdan alınan kan örneklerinden 15 adet en yüksek süt verimi (25-30 kg) ve 15 adet düşük süt verimi (15-20 kg) olan ineklerden alınan kan örnekleri kullanıldı. Daha sonra bu kanlardan QIAamp RNA Blood Mini Kiti (Qiagen) kullanılarak total RNA izolasyonu kitin prosedürüne uygun olarak yapıldı. Total RNA izolasyonundan sonra RNA konsantrasyonu NanoDrop ile ölçüldü. Daha sonra RNA örneklerinin konsantrasyonları eşitlendi. Total RNA kalitesini kontrol etmek amacıyla RNA'lar %1.5'lik agaroz jel de 1XTBE solusyonu içerisinde 80 voltta bir saat yürütüldü ve jel görüntüleme sistemi ile görüntülenerek RNA kalitesi belirlendi.

### Primerlerin Dizayını

Süt verimi ve laktasyon performansı ile ilişkili olan ATF3, CDKN1A ve PRL genlerine ait ekspresyon seviyelerinin Real Time PCR ile ölçülebilmesi için gerekli primer dizileri "http://bioinfo.ut.ee/primer3-0.4.0/" ilgili linkindeki Primer Design-3 programı kullanılarak tasarlandı. Tasarlanan primer dizileri daha önce herhangi bir çalışmada kullanılmamıştır.

### DNaz I uygulaması ve cDNA çevrimi

İzole edilen RNA örneklerinde DNA kontaminasyonuna karşı DNaz I (Thermo Scientific) kullanıldı. Dnaz I uygulaması kitle verilen protokole uygun olarak yapıldı. Daha sonra bu RNA'lerden 2-5 µg alındı ve miScript Reverse Transcription Kiti (Qiagen) verilen protokole uygun şekilde kullanılarak cDNA sentezlendi. Revers transkripsiyon PCR şartları; 37 °C' de 60 dakika, 95 °C' de 5 dakika. Elde edilen cDNA'nın saflığı ve miktarı spektrofotometrede yapılan 260-280 nm absorbans ölçümleri ile belirlendi ve cDNA'lar aynı oranlarda sulandırıldı. Daha sonra Real Time PCR çalışmalarında kullanılmak üzere -20 °C de muhafaza edildi.

### Real time PCR deneyleri

ATF3, CDKN1A ve PRL genlerinin mRNA transkript seviyelerini ölçmek amacıyla CFX96 BioRad marka cihaz kullanılarak qRT-PCR yapıldı. İnternal kontrol olarak GAPDH geni kullanıldı. Real time PCR deneylerinde oluşturulan master mix içeriği; Syber

Green 2X Rox Dye Master mix (Qiagen), genler için tasarlanmış forward ve reverse primerler, template olarak cDNA'lar ve nükleaz free su. Master mixler hazırlandıktan sonra örnekler Real Time PCR cihazında analiz edildi ve elde edilen Ct değerleri 2-DeltaDeltaCt metoduna uygun olarak hesaplanarak ilgili genlerin ekspresyon seviyeleri belirlendi (Livak ve Schmittgen, 2001). Ct değerlerinin dönüşüm hesaplaması Excel'de yapılmıştır. Excel'de kullanılan formül Çizelge 2'de belirtilmiştir.

Çizelge 2: Ct değerlerinin dönüşüm hesaplaması

	Referans Örnek	Hedef örnek
Referans örnek	A	B
Hedef örnek	C	D
$2^{-(\Delta\Delta Ct)}$	(CTD-CTB)-(CTC-CTA)	

Genlerin reaksiyon koşulları; GAPDH için 94°C 15 s / 56°C 30 s / 72°C 30 s (40 döngü), CDKN1A için 94°C 15 s / 55°C 30 s / 72°C 30 s (40 döngü), ATF3 için 94°C 15 s / 55°C 30 s / 72°C 30 s (40 döngü), PRL için 94°C 15 s / 55°C 30 s / 72°C 30 s (40 döngü). Primer dizileri Çizelge 3'de gösterilmiştir.

İlgili genlere ait mRNA transkript değerleri için IBM SPSS (20.0) programı kullanılarak istatistiksel analiz yapıldı. mRNA transkript değerleri One Way ANOVA testi kullanılarak analiz edildi. Ayrıca genlere ait ekspresyon seviyeleri GrapPad 7.2 (California, USA) programı kullanılarak analiz edildi.

Çizelge 3: GAPDH, ATF3, CDKN1A ve PRL genlerine ait qRT-PCR Primer Dizileri

Primer	Sekans (5'-3')	Bağlanma 1S1S1	Uzunluk (bp)	Erişim numarası
GAPDH	F: AAGGTCGGAGTGAACGGATT R: CGTTCTCTGCCTTGACTGTG	56°	181	NM_001034034.2
ATF3	F: CCTCGAGATGTCAGTCACCA R: ACTCTTTCTGCAGGCACTCT	55°	140	NM_001046193.2
CDKN1A	F: CTGCCTCTTTGGTCCAGTG R: GTCTCGGTGACAAAGTCGAA	55°	114	NM_001098958.2
PRL	F: CCAGGTATCCCTTCGAGACC R: GGGTAGGAAGGGAGGAGGTA	55°	164	NM_173953.2

### BULGULAR

Koçuş Tarım İşletmesinde yetiştirilen Siyah Alaca sığırların 100, 200 ve 305 günlük süt verimine ait en küçük kareler ortalama verileri Çizelge 4'de, laktasyon sıralamasına göre gerçek laktasyon süt verimi (LSV), laktasyon süresi (LS), ortalama günlük süt veriminin (OGSV) en küçük kareler ortalamaları Çizelge 5'de ve ATF3, CDKN1A ve PRL genlerine ait mRNA transkript seviyeleri ise Çizelge 6'de sunulmuştur.

### Süt verimi özellikleri

Araştırma sonucunda süt verimine göre buzağılama yılı, buzağılama mevsimi ve laktasyon sırası önem

seviyeleri sırasıyla 100 günlük süt veriminde; P<0.01, P<0.01, P<0.001 olarak belirlenirken, 200 günlük süt veriminde; P<0.001, P<0.01, P<0.001 ve 305 günlük süt veriminde ise P<0.001, P<0.05, P<0.001 düzeyinde tespit edilmiştir. 100, 200 ve 305 günlük süt verimi ortalamaları sırasıyla; 2950.51±24.79, 5594.28±45.09, 7923.28±80.92 olarak elde edilmiştir.

Laktasyon sırasına göre, gerçek laktasyon süt verimi 7700.02±99.17 kg, laktasyon süresi 315.75±3.67 gün ve ortalama günlük süt verimi 24.91±0.21 kg olarak belirlenirken, laktasyon sırasına göre veriler arasındaki farklılıkların ise yüksek düzeyde önemli (P<0.001) olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4. Süt Verimi ve Özelliklerine Ait En Küçük Kareler Ortalamaları (X±Sx)

Buzağılama Yılı	N	100 gün (kg)	N	200 gün (kg)	N	305 gün (kg)
		**		***		***
2009/10	200	2348.30±52.91 <sup>d</sup>	198	4575.94±99.68 <sup>e</sup>	152	6550.82±153.46 <sup>d</sup>
2011	149	2793.52±60.57 <sup>c</sup>	147	5457.33±118.41 <sup>cd</sup>	107	7986.60±208.17 <sup>bc</sup>
2012	284	2863.99±48.05 <sup>c</sup>	277	5377.55±94.85 <sup>d</sup>	180	7814.07±144.51 <sup>c</sup>
2013	292	2956.27±55.95 <sup>b</sup>	281	5681.85±94.65 <sup>bc</sup>	182	7944.82±191.12 <sup>abc</sup>
2014	279	3219.34±56.67 <sup>b</sup>	266	6043.26±102.38 <sup>b</sup>	174	8497.88±171.79 <sup>ab</sup>
2015	173	3260.19±85.19 <sup>a</sup>	93	6236.81±175.45 <sup>a</sup>	18	8636.07±434.86 <sup>a</sup>
<b>Buzağılama Mevsimi</b>		**		**		*
Kış	303	2953.78±52.10 <sup>ab</sup>	294	5669.46±89.02 <sup>a</sup>	210	7810.76±156.94 <sup>ab</sup>
İlkbahar	379	3072.40±47.91 <sup>a</sup>	366	5652.82±95.09 <sup>a</sup>	205	7817.57±184.07 <sup>ab</sup>
Yaz	409	2853.04±43.83 <sup>c</sup>	324	5240.03±85.97 <sup>b</sup>	206	7762.56±162.35 <sup>b</sup>
Sonbahar	286	2905.66±53.28 <sup>bc</sup>	278	5754.64±82.09 <sup>a</sup>	192	8325.46±136.19 <sup>a</sup>
<b>Laktasyon No</b>		***		***		***
1	320	2317.20±53.68 <sup>c</sup>	313	4675.28±107.46 <sup>c</sup>	213	6966.41±206.95 <sup>b</sup>
2	315	2888.84±45.18 <sup>b</sup>	309	5520.56±86.19 <sup>b</sup>	203	7715.45±145.24 <sup>a</sup>
3	323	3201.67±45.73 <sup>a</sup>	316	6037.34±84.80 <sup>ab</sup>	209	8596.92±124.32 <sup>a</sup>
4	267	3113.87±59.75 <sup>a</sup>	208	5823.83±103.00 <sup>ab</sup>	122	8385.47±166.75 <sup>a</sup>
5	119	3108.60±65.73 <sup>a</sup>	95	5737.55±139.70 <sup>ab</sup>	57	7781.38±298.17 <sup>a</sup>
6	33	3143.95±140.53 <sup>a</sup>	21	6097.87±282.03 <sup>a</sup>	9	8393.71±518.08 <sup>a</sup>
<b>Genel Ortalama</b>	<b>1377</b>	<b>2950.51±24.79</b>	<b>1262</b>	<b>5594.28±45.09</b>	<b>813</b>	<b>7923.28±80.92</b>

\*P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, <sup>a-e</sup>: Aynı sütündeki farklı harflerle gösterilen grup ortalamaları arasındaki farklar önemlidir (P<0.05)

Çizelge 5. Laktasyon Sıralamasına Göre Gerçek Laktasyon Süt Verimi, Laktasyon Süresi ve Ortalama Günlük Süt Veriminin En Küçük Kareler Ortalamaları (X±Sx)

Laktasyon No	N	LSV (kg)	LS (gün)	OGSV (kg)
		***	***	***
1	320	7308.87±146.07 <sup>c</sup>	352.09±5.41 <sup>a</sup>	20.98±0.31 <sup>c</sup>
2	315	8364.70±147.23 <sup>ab</sup>	348.48±5.46 <sup>a</sup>	24.03±0.32 <sup>b</sup>
3	323	8962.58±145.39 <sup>a</sup>	350.44±5.39 <sup>a</sup>	25.80±0.31 <sup>ab</sup>
4	267	7726.02±159.92 <sup>bc</sup>	298.79±5.93 <sup>b</sup>	26.63±0.34 <sup>a</sup>
5	119	7519.48±239.54 <sup>bc</sup>	296.91±8.88 <sup>b</sup>	26.28±0.51 <sup>a</sup>
6	33	6318.46±454.87 <sup>d</sup>	247.79±16.85 <sup>c</sup>	25.72±0.98 <sup>ab</sup>
<b>Genel Ortalama</b>	<b>1377</b>	<b>7700.02±99.17</b>	<b>315.75±3.67</b>	<b>24.91±0.21</b>

\*\*\*P<0.001, <sup>a-d</sup>: Aynı sütündeki farklı harflerle gösterilen grup ortalamaları arasındaki farklar önemlidir (P<0.05), LSV: Laktasyon Süt Verimi, LS: Laktasyon Süresi, OGSV: Ortalama Günlük Süt Verimi

Çizelge 6. ATF3, CDKN1A ve PRL Genlerine ait mRNA Transkript Seviyeleri En Küçük Kareler Ortalamaları (X±Sx)

Gen	Düşük Verim (15-20 kg)	Yüksek Verim (25-30 kg)
ATF3	0.84±0.004 <sup>a</sup>	2.05±0.02 <sup>b</sup>
CDKN1A	0.72±0.005 <sup>a</sup>	2.47±0.016 <sup>b</sup>
PRL	1.0±0.021 <sup>a</sup>	1.5±0.038 <sup>b</sup>

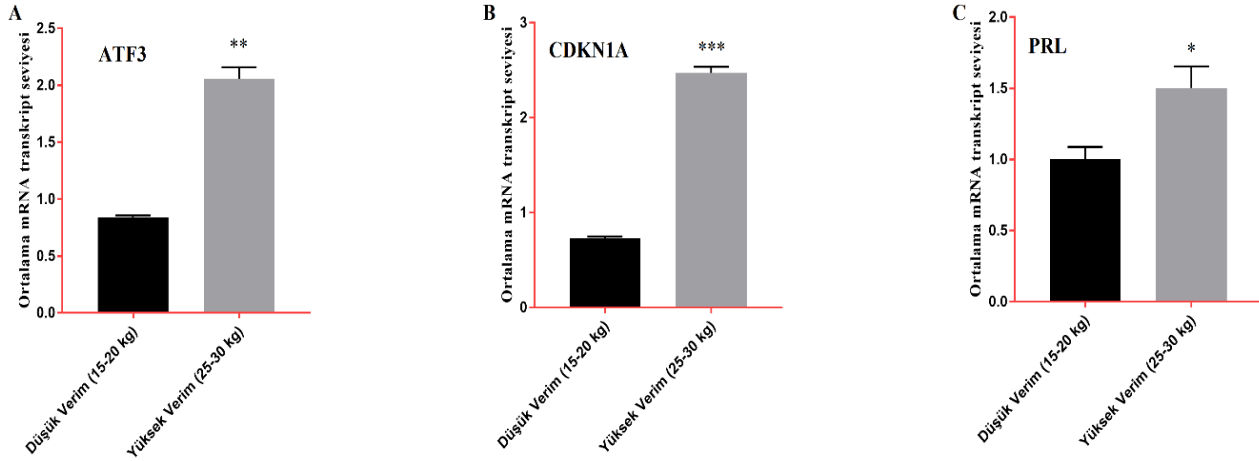
<sup>a</sup>: Düşük verimli sığırlarda ilgili genlerin ekspresyon seviyeleri.  
<sup>b</sup>: Yüksek verimli sığırlarda ilgili genlerin ekspresyon seviyeleri.

### Gen Ekspresyon Analizi

Çalışma sonucunda elde edilen veriler incelendiğinde, süt verimi yüksek olan sığırlarda süt verimi ile ilişkili olan ATF3 ve CDKN1A genlerinin ekspresyon seviyeleri süt verimi düşük olan sığırlara göre

istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (sırasıyla; P<0.01, P<0.001) (Şekil 1A ve 1B). Laktasyon performansı ile ilişkili olan PRL genine ait ekspresyon seviyesi ise süt verimi yüksek olan sığırlarda, süt verimi düşük olan sığırlara göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05) (Şekil 1C).





Şekil 1. Düşük ve yüksek süt verimli Siyah Alaca sığırlarında ATF3, CDKN1A ve PRL genlerine ait mRNA transkript seviyeleri. Değerler 3 bağımsız örneklemin ortalama  $\pm$  SD' sini temsil eder; Hata çubukları standart sapmayı gösterir. İstatistiksel anlamlılık (\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$  ve \*\*\*  $P < 0.001$ ), faktöriyel ANOVA ile analiz edildi. A) ATF3 geninin göreceli mRNA ekspresyon seviyelerini temsil eder. B) CDKN1A geninin göreceli mRNA ekspresyon seviyelerini temsil eder. C) PRL geninin göreceli mRNA ekspresyon seviyelerini temsil eder.

## TARTIŞMA

### Süt verimi özellikleri

Bu araştırmadan elde edilen 100 ve 200 günlük süt verimi değerleri sınırlı sayıda araştırmacı tarafından incelenirken 305 günlük süt verimi birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır. Bu çalışmada 100 ve 200 günlük süt verimi için elde edilen değerler Gürses ve Bayraktar (2012) tarafından bildirilen değerlerden (100 gün:  $2719.66 \pm 13.52$ , 200 gün:  $5246.94 \pm 25.69$ ) yüksek bulunurken, aynı işletmede (Koçak TİM) farklı yıllarda elde edilen değerlerin (100 gün:  $2896 \pm 18.76$ , 200 gün:  $5661 \pm 35.50$ ) bu çalışma ile yakın olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacıların 100 ve 200 günlük süt verimine (Gürses ve Bayraktar, 2012) göre buzağılama yılı, buzağılama mevsimi ve laktasyon sayısı bu çalışma sonuçlarına benzer şekilde önemli seviyelerde bulunmuştur. Çalışmadan elde edilen 305 günlük süt verimi 4500-7500 kg arasında bildirilen araştırmalardan yüksek (Duru ve Tuncel, 2002; Akman ve ark., 2001; Şekerden, 2002; Bakır ve Çetin, 2003; Özçakır ve Bakır, 2003; Erdem ve ark., 2007; Özkök ve Uğur, 2007; Çilek, 2009; Şahin ve Ulutaş, 2010; Parlak, 2008; Bakır ve ark., 2009; Bayril ve Yılmaz, 2010; Gürses ve Bayraktar, 2012; Akkaş ve Şahin, 2008; Cura, 2016; Keser, 2016; Kaygısız, 2013), Koçak TİM için  $8078 \pm 63.42$  olarak bildirilenden düşük (Gürses ve Bayraktar, 2012) değerler almıştır. Araştırmada bulduğumuz laktasyon süt verimi ise birçok araştırmacının önceki yıllarda elde ettiği verilerinden (Duru ve Tuncel, 2002; Akman ve ark., 2001; Bakır ve Çetin, 2003; Özçakır ve Bakır, 2003; Seher ve Özbeyaz, 2005; Erdem ve ark., 2007; Özkök ve Uğur, 2007; Koçak ve ark., 2008; Şahin ve Ulutaş, 2010; Bakır ve ark., 2009; Bayril ve Yılmaz, 2010; Cura, 2016; Keser, 2016) yüksek değerde iken bazı

araştırma sonuçlarına ise benzer sonuçlar göstermiştir (Koçak ve ark., 2007). Oluşan bu sonuçlara göre genotipik ve çevre faktörleri yönünden işletme yöneticilerinin seneler geçtikçe süt verimini arttırmak için yaptığı işlemlerin olumlu yönde sonuç verdiği söylenebilir.

Bu çalışma ile buzağılama yılının birçok araştırmalarda benzer şekilde 305 günlük süt verimi (Gürses ve Bayraktar, 2012; Şekerden, 2002; Çilek, 2009), laktasyon süt verimi (Seher ve Özbeyaz, 2005, Koçak ve ark., 2008) ve hem 305 gün hem de laktasyon süt verimi üzerine etkisinin önemli olduğunu bildirilirken (Duru ve Tuncel, 2002; Akman ve ark., 2001; Bakır ve Çetin, 2003; Özçakır ve Bakır, 2003; Erdem ve ark., 2007; Özkök ve Uğur, 2007; Şahin ve Ulutaş, 2010; Bakır ve ark., 2009; Bayril ve Yılmaz, 2010; Cura, 2016; Keser, 2016), bazı araştırmacılar ise buzağılama yılının 305 günlük süt verimi (Akkaş ve Şahin, 2008; Parlak, 2008) ve laktasyon süt verimi (Koçak ve ark., 2007) üzerine etkisini önemsiz olarak tespit etmiştir. Günümüze kadar yapılan çoğu araştırmada genel olarak yıllar ilerledikçe süt verimi yönünden bir ilerlemenin olduğu gözlenmiş ve bu araştırmanın bulgularında da bu yönlü bir sonuç elde edilmiştir. Bu nedenle gelecekte daha iyi süt verimi sonuçlarının elde edilebileceği düşünülebilir.

Buzağılama mevsiminin süt verimi üzerine etkisinin 100 günlük verimde ilkbahar>kış>sonbahar>yaz, 200 günlük verimde sonbahar>kış>ilkbahar>yaz ve 305 günlük süt veriminde sonbahar>ilkbahar>kış>yaz şeklinde sıralandığı bu araştırmada tespit edilirken, bazı araştırmacılar mevsimlerin sıralamasını 100 günlük verim için kış>ilkbahar>sonbahar>yaz, 200 ve 305 günlük verimler için ise kış>sonbahar>ilkbahar>yaz şeklinde olduğunu

bildirmişlerdir (Gürses ve Bayraktar, 2012). Birçok araştırmacı mevsimlerin 305 günlük süt verimi (Gürses ve Bayraktar, 2012; Şekerden, 2002; Özçakır ve Bakır, 2003; Akkaş ve Şahin, 2008; Çilek, 2009), laktasyon süt verimi (Koçak ve ark., 2007), hem 305 hem de laktasyon süt verimi (Erdem ve ark., 2007; Özkök ve Uğur, 2007; Şahin ve Ulutaş, 2010; Bayril ve Yılmaz, 2010; Cura, 2016; Keser, 2016) üzerine etkisinin önemli olduğunu bildirmişlerdir. Bu bulguların aksine bazı araştırmacılar ise mevsimlerin 305 günlük süt verimi (Parlak, 2008), laktasyon süt verimi (Koçak ve ark., 2008), hem 305 hem de laktasyon süt verimine (Duru ve Tuncel, 2002; Bakır ve Çetin, 2003; Bakır ve ark., 2009) etkisini önemsiz olduğunu tespit etmişlerdir. Genel olarak elde edilen sonuçlara göre Siyah Alaca ineklerin süt verimlerinin sıcak aylarda olumsuz yönde, ılık ve soğuk aylarda olumlu yönde etkilendiği elde edilen sonuçlara göre söylenebilir. Ayrıca, mevsimlerin süt verimi seviyeleri üzerine etkilerinin yönetsel farklılıklardan kaynaklandığı düşünülebilir.

Laktasyon sayısına göre 100, 200 ve 305 günlük süt verimi sıralamasını bazı araştırmacılar sırasıyla 2>3>4>5>1>6+, 2>3>1>4>5>6+, 2>1>3>4>5>6+ şeklinde sıralarken (Gürses ve Bayraktar, 2012), bu çalışmada 3>6>4>5>2>1, 6>3>4>5>2>1, 3>6>4>5>2>1 olarak sıralanmıştır. Laktasyon sırasının 100 ve 200 günlük süt verimine etkisini, bazı araştırmacılar bu çalışmaya paralel olarak yüksek düzeyde önemli bulmuştur (Gürses ve Bayraktar, 2012). Birçok araştırmacı laktasyon sayısının 305 günlük süt verimi (Şekerden, 2002, Akkaş ve Şahin, 2008; Çilek, 2009; Özçelik ve Arpacık, 2000), laktasyon süt verimi (Koçak ve ark., 2008), hem 305 hem de laktasyon süt verimi (Duru ve Tuncel, 2002; Akman ve ark., 2001; Özçakır ve Bakır, 2003; Erdem ve ark., 2007; Özkök ve Uğur, 2007; Şahin ve Ulutaş, 2010; Bakır ve ark., 2009; Bayril ve Yılmaz, 2010; Cura, 2016; Keser, 2016) üzerine etkisinin önemli olduğunu bildirmişlerdir. Tersine bazı araştırmacılar ise laktasyon sayısının, 305 günlük süt verimine (Parlak, 2008), laktasyon süt verimine (Seher ve Özbeyaz, 2005; Koçak ve ark., 2007), hem 305 hem de laktasyon süt verimine (Bakır ve Çetin, 2003) etkisini önemsiz olarak tespit etmiştir.

Laktasyon süresini bazı araştırmalar ile gün olarak karşılaştırdığımızda, bu araştırma sonuçlarından bazı araştırma değerlerinin düşük (Duru ve Tuncel, 2002; Seher ve Özbeyaz, 2005; Erdem ve ark., 2007; Çilek, 2009), bazılarının yüksek (Akman ve ark., 2001; Özkök ve Uğur, 2007; Koçak ve ark., 2007; Şahin ve Ulutaş, 2010; Bakır ve ark., 2009; Bayril ve Yılmaz, 2010; Akkaş ve Şahin, 2008; Cura, 2016; Keser, 2016) ve bazılarının ise yakın olduğu bulunurken (Bakır ve Çetin, 2003; Özçakır ve Bakır, 2003), ortalama günlük süt verimine göre ise bu araştırmadaki verilerden, bazı araştırma değerlerinin yüksek (Melendez ve Pinedo, 2015), bazılarının ise düşük (Orhan ve Kaşıkçı, 2002;

Aytekin ve ark., 2016) olduğu gözlenmiştir. Laktasyon süresi ortalamasının ideal süreden (305 gün) genel olarak ilk laktasyonlarda uzun olması, özellikle 5. laktasyondan sonra hayvan sayısının azalmasının önemli bir nedeni olarak görülebilir.

### Gen Ekspresyon Analizi

Çalışma sonucunda süt verimi düşük ve yüksek olan Siyah Alaca ineklerde ATF3, CDKN1A ve PRL genlerinin mRNA transkript seviyeleri belirlendi. Daha önce yapılan bir çalışmada ATF3 geninin siklin D1 ifadesini aktive ettiği ve böylece hepatoselüler çoğalmanın stimüle edildiği bildirilmiştir (Allan ve ark., 2001). Karaciğer bilindiği üzere yağ asidi alımı, sentezi ve oksidasyonu, gliserolipid sentezi ve lipid metabolizmasında önemli bir rol oynamaktadır (Nguyen ve ark., 2008). Invernizzi ve ark. (2010, 2012) tarafından yapılan çalışmalarda ATF3'ün, laktasyon sırasında endoplazmik retikulum stres yolağına katılarak süt yağının sentezini modüle ettiği rapor edilmiştir. Sütün oluşumu için gerekli olan biyokimyasal moleküllerinden bir tanesi yağ asitleridir (Gu ve ark., 2017). Dolayısıyla ATF3 geni hepatositlerin gelişim ve çoğalmasını sağlayarak yağ asidi sentezini stimüle eder ve bu sayede süt oluşum mekanizmasında rol oynayabilir. Li ve Capuco (2008), tarafından sığır meme bezinde östrojen yanıt veren genler için yapılan sistematik araştırmada 23 adet transkripsiyon mekanizması belirlendi ve bu mekanizmalarda CDKN1A geninin, hücre döngüsü ve hücre hareketi gibi yolaklarda düzenleyici olarak rol oynadığı rapor edildi. Yine aynı çalışmada bu genin meme bezi gelişiminde önemli bir rol oynayabileceği ileri sürüldü. Meme bezleri sütün fizyolojik oluşumunda anahtar rol oynamaktadır (Singh ve ark., 2017). CDKN1A geninin meme bezlerinin gelişimini sağlayarak süt oluşum mekanizmasında düzenleyici olarak görev alabileceği ifade edilmiştir. Han ve ark. (2017) tarafından Çin'deki Siyah Alaca sığırları üzerine yapılan bir çalışmada ATF3 ve CDKN1A genlerinin süt verimi üzerine genetik etkisinin olduğunu ve bu genin marköre dayalı ıslah çalışmalarında kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Bu bilgiler ışığında, bu çalışmada elde edilen ATF3 ve CDKN1A genlerinin süt verimi yüksek Siyah Alaca ineklerindeki yüksek seviyedeki ekspresyonu bu genlerin marköre dayalı ıslah ve seleksiyon çalışmalarında kullanılma potansiyelini güçlendirmektedir. Ayrıca bu genlerin süt verimi yüksek sığırlarda yüksek oranda ekspresyon seviyesine sahip olması, genotipik olarak süt verimine pozitif yönde katkı sağlamasının bir kanıtı olabilir. Ancak bu durumun kesinlik kazanması için daha detaylı çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

PRL geni elektrolit dengesi, büyüme, gelişme, endokrinoloji, metabolizma, beyindeki çeşitli işlevlerin

düzenlenmesi, annelik davranışının korunması, üreme ve immüno-regülasyon gibi birçok biyolojik süreci etkilemektedir (Bole-Feysot ve ark., 1998). Dong ve ark. (2013) tarafından Çin'de yetiştirilen Siyah Alaca sığırları üzerine yaptıkları bir çalışmada PRL geninde laktasyon performansı ile ilişkili SNP'ler tespit edilmiş ve bu genin sığırlarda süt üretimi ve laktasyon performansı için markör olabileceği ileri sürülmüştür. Prolaktin hormonu PRL geni tarafından kodlanmaktadır. Bu hormon süt oluşumunu indüklemektedir (Patel ve Chauhan, 2017). Dolayısıyla PRL geni süt oluşum mekanizmasına doğrudan olumlu katkı yapabilir. Bu çalışmada elde edilen PRL genine ait ekspresyon sonuçları bu genin süt verimi yönünde yetiştirilen sığır popülasyonlarında laktasyon performansı için markör olarak kullanılabilirliğini göstermektedir.

## SONUÇ

Koçuş Tarım İşletmesinde elde edilen verilere göre yıllar içerisinde süt verimini arttırmak için yapılan işlemlerin genel olarak olumlu yönde olduğu ancak gen ekspresyonu yönünden bakıldığında tekrar gözden geçirilmesi gerektiği tespit edildi. Siyah Alaca ineklerin süt verimlerinin yıldan yıla arttığı, sıcaklıktan (özellikle yaz aylarında) hayvanların büyük oranda etkilendiği ve ineklerin en yüksek süt verimine 3. laktasyon da ulaştığı gözlemlendi. Gen ekspresyon analizi yönünden; ATF3, CDKN1A ve PRL genlerinin süt verimi ve laktasyon performansı yüksek olan Siyah Alaca sığırlarda, düşük olan sığırlara göre yüksek seviyede ifade edildiği tespit edildi. Çalışmadan elde edilen bu sonuçlar ile ATF3, CDKN1A ve PRL genlerinin sığırlarda süt verimi üzerine yapılacak marköre dayalı ıslah ve seleksiyon çalışmalarında kullanılma potansiyelini güçlendirdiği söylenebilir.

Bu bulgular ışığı altında, süt verimi ve gen ekspresyon analizi yönünden sürü idaresinin ve işletmelerin iklim koşullarının dikkate alınması, belli bir genotipe sahip Siyah Alaca ineklerin süt verimlerinde daha iyi sonuçlar elde etmek için önem arz etmektedir.

## KAYNAKLAR

Aktaş Ö, Şahin EH 2008. Holştayn Irkı Sığırlarda Bazı Verim Özellikleri. *Kocatepe Vet J*, 1(1): 25-31.  
Akman N, Ulutaş Z, Efil H, Biçer S 2001. Gelemen Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sürüsünde Süt ve Döl Verimi Özellikleri. *Atatürk Üniv Ziraat Fak Derg*, 32(2): 173-179.  
Allan AL, Albanese C, Pestell RG, LaMarre J 2001. Activating Transcription Factor 3 Induces DNA Synthesis and Expression of Cyclin D1 in Hepatocytes. *J Biol Chem*, 276(29): 27272-27280.  
Andersson L 2009. Genome-wide Association Analysis in Domestic Animals: A Powerful Approach for

Genetic Dissection of Trait Loci. *Genetica*, 136(2): 341-349.  
Anonim 2017a. Breeds of Livestock - Holstein Cattle. <http://www.ansi.okstate.edu/breeds/cattle/holstein/>, (Erişim tarihi: 13.07.2017).  
Anonim 2017b. Türkiye İstatistik Kurumu Hayvancılık İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: 13.07.2017).  
Aytekin İ, Mammadova NM, Altay Y, Topuz D, Keskin İ 2016. Determination of The Factors Effecting Lactation Milk Yield of Holstein Friesian Cows by The Path Analysis. *Selcuk J Agr Food Sci*, 30(1): 44-48.  
Bakır G, Çetin M 2003. Reyhanlı Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırlarda Süt ve Döl Verim Özellikleri. *Turk J Vet Anim Sci*, 27: 173-180.  
Bakır G, Kaygısız A, Çilek S 2009. Milk Yield Traits of Holstein Cattle Reared at Tahirova State Farm in Balıkesir Province in Turkey. *J Anim Vet Advances*, 8(11): 2369-2374.  
Bartek J, Lukas J 2001. Pathways Governing G1/S Transition and Their Response to DNA Damage. *FEBS Lett*, 490(3): 117-122.  
Bayril T, Yılmaz O 2010. Kazova Vasfi Diren Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Döl Verimi Özellikleri. *YYU Vet Fak Derg*, 21(3): 163-167.  
Bole-Feysot C, Goffn V, Edery M, Binart N 1998. Prolactin (PRL) and Its Receptor: Actions, Signal Transduction Pathways and Phenotypes Observed in PRL Receptor Knockout Mice. *Endocr Rev*, 19: 225-268.  
Cole JB, Wiggans GR, Ma L, Sonstegard TS, Lawlor TJ Jr, Crooker BA, Van Tassell CP, Yang J, Wang S, Matukumalli LK 2011. Genome-Wide Association Analysis of Thirty One Production, Health, Reproduction and Body Conformation Traits in Contemporary U.S. Holstein cows. *BMC Genomics*, 12: 408.  
Cui XG, Hou YL, Yang SH, Xie Y, Zhang SL, Zhang Y, Zhang Q, Lu XM, Liu GE, Sun DX 2014. Transcriptional Profiling of Mammary Gland İn Holstein Cows With Extremely Different Milk Protein and Fat Percentage Using RNA Sequencing. *BMC Genomics*, 15: 226.  
Cura EÖ 2016. Trakya Bölgesinde Yetiştirilen Siyah Alaca Süt Sığırlarında Döl ve Süt Verimlerinin Bazı Sistemik Faktörler Açısından Değerlendirilmesi. *NKÜ. Fen Bil. Ens., Zootekni ABD, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ*.  
Çilek S 2009. Milk Yields Traits of Holstein Cows Raised at Polatlı State Farm in Turkey. *J Anim Vet Advances*, 8(1): 6-10.  
Dadousis C, Pegolo S, Rosa GJM, Bittante G, Cecchinato A 2017. Genome-Wide Association And Pathway-Based Analysis Using Latent Variables Related To Milk Protein Composition And

- Cheesemaking Traits in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 10.3168/jds.2017-13219.
- Dahl GE 2008. Effects of Short Day Photoperiod on Prolactin Signaling in Dry Cows: A Common Mechanism Among Tissues and Environments? *J Anim Sci*, 86: 13.
- Dong CH, Song XM, Zhang L, Jiang JF, Zhou JP, Jiang YQ 2013. New Insights into the Prolactin-RsaI (PRL-RsaI) Locus in Chinese Holstein Cows and Its Effect on Milk Performance Traits. *Genet Mol Res*, 12 (4): 5766-5773.
- Duru S, Tuncel E 2002. Koçuş Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Siyah-Alaca Sığırların Süt ve Döl Verimleri Üzerine Bir Araştırma (1. Süt Verim Özellikleri). *Turk J Vet Animal Sci*, 26: 97-101.
- Elo KT, Vilkki J, de Koning DJ, Velmala RJ, Maki-Tanila AV 1999. A Quantitative Trait Locus for Live Weight Maps to Bovine Chromosome 23. *Mamm Genome*, 10(8): 831-835.
- Erdem H, Atasever S, Kul E 2007. Gökhöyük Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Süt ve Döl Verim Özellikleri 1. Süt Verim Özellikleri. *OMÜ Zir Fak Derg*, 22(1): 41-46.
- Georges M, Nielsen D, Mackinnon M, Mishra A, Okimoto R, Pasquino AT, Sargeant LS, Sorensen A, Steele MR, Zhao X 1995. Mapping Quantitative Trait Loci Controlling Milk Production in Dairy Cattle by Exploiting Progeny Testing. *Genetics*, 139(2): 907-920.
- Gu M, Cosenza G, Nicolae I, Bota A, Guo Y, Di Stasio L, Pauciuolo A 2017. Transcript Analysis at DGAT1 Reveals Different mRNA Profiles in River Buffaloes with Extreme Phenotypes for Milk Fat. *J Dairy Sci*, 0022-0302(17): 30731-30732.
- Gürses M, Bayraktar M 2012. Türkiye'de Farklı Bölgelerde Yetiştirilen Holştayn Sığırlarda Bazı Süt ve Döl Verimi Özellikleri. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 18(2): 273-280.
- Han B, Liang W, Liu L, Li Y, Sun D 2017. Determination of Genetic Effects of ATF3 and CDKN1A Genes on Milk Yield and Compositions in Chinese Holstein Population. *BMC Genetics*, 18: 47.
- Invernizzi G, Naeem A, Loo JJ 2012. Short Communication: Endoplasmic Reticulum Stress Gene Network Expression in Bovine Mammary Tissue During the Lactation Cycle. *J Dairy Sci*, 95(5): 2562-2566.
- Invernizzi G, Thering BJ, McGuire MA, Savoini G, Loo JJ 2010. Sustained Upregulation of Stearoyl-CoA Desaturase in Bovine Mammary Tissue With Contrasting Changes in Milk Fat Synthesis And Lipogenic Gene Networks Caused by Lipid Supplements. *Funct Integr Genomics*, 10(4): 561-575.
- Kaygısız A, Yılmaz İ, Koşum S 2017. Şanlıurfa İlinde Siyah Alaca Irkı Sığırların Yetiştirici Şartlarında Bazı Adaptasyon Özellikleri. *KSÜ Doğa Bil Derg*, 20(2): 133-136.
- Kaygısız A 2013. Estimation of Genetic Parameters and Breeding Values for Dairy Cattle Using Test-day Milk Yield Records. *J Anim Plant Sci*, 23: 345-349.
- Keser M 2016. Tekirdağ İlinde Farklı İşletme Büyüklüklerinde Yetiştirilen Siyah Alaca Süt Sığırlarının Döl Ve Süt Verim Özelliklerin Belirlenmesi. *NKÜ. Fen Bil. Ens., Zootekni ABD, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.*
- Koçak S, Tekerli M, Özbeyaz C, Demirhan İ 2008. Lalahan Merkez Hayvancılık Araştırma Enstitüsünde Yetiştirilen Holştayn, Esmer ve Simental Sığırlarda Bazı Verim Özellikleri. *Lalahan Hay Araşt Enst Derg*, 48(2): 51-57.
- Koçak S, Yüceer B, Uğurlu M, Özbeyaz C 2007. Bala Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Holştayn İneklerde Bazı Verim Özellikleri. *Lalahan Hay Araşt Enst Derg*, 47(1): 9-14.
- Le Provost F, Leroux C, Martin P, Gaye P, Djiane J 1994. Prolactin Gene Expression in Ovine and Caprine Mammary Gland. *Neuroendocrinology*, 60: 305-313
- Li RW, Capuco AV 2008. Canonical Pathways And Networks Regulated by Estrogen in The Bovine Mammary Gland. *Funct Integr Genomics*, 8(1): 55-68.
- Livak KJ, Schmittgen TD 2001. Analysis of Relative Gene Expression Data Using Real-Time Quantitative PCR and The 2<sup>-</sup>(Delta Delta C(T)) Method. *Methods*, 25: 402-408.
- Melendez P, Pinedo PJ 2015. Effect of Dry Beet Pulp on Milk Yield and Milk Composition in Chilean Holstein cows. *J Appl Anim Res*, 43(3): 261-265.
- Nguyen P, Leray V, Diez M, Serisier S, Le Bloch J, Siliart B, Dumon H 2008. Liver Lipid Metabolism. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*, 92(3): 272-283.
- Orhan H, Kaşıkçı D 2002. Path, Korelasyon ve Kısmi Regresyon Katsayılarının Karşılaştırılmalı Olarak İncelenmesi. *Hayvansal Üretim*, 43(2): 68-78.
- Özçakır A, Bakır G 2003. Tahirova Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Döl ve Süt Verim Özellikleri (1. Süt Verim Özellikleri). *Atatürk Üniv Ziraat Fak Derg*, 34(3): 145-149.
- Özçelik M, Arpacık R 2000. Siyah Alaca Sığırlarda Laktasyon Sayısının Süt ve Döl Verimine Etkisi. *Turk J Vet Animal Sci*, 24: 39-44.
- Özök H, Uğur F 2007. Türkiye'de Yetiştirilen Esmer ve Siyah Alaca Sığırlarda Süt Verimi, İlk Buzağılama Yaşı ve Servis Periyodu. *Atatürk Üniv Ziraat Fak Derg*, 38(2): 143-149.
- Parlak N 2008. Afyonkarahisar İlinde Yetiştirilen Siyah Alaca İneklerin Süt ve Döl Verimleri Üzerine Farklı Çevre Faktörlerinin Etkisi. *AKÜ. Sağlık Bil. Ens, Zootekni ABD, Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar.*
- Patel JB, Chauhan JB 2017. Polymorphism of the Prolactin Gene and Its Relationship with Milk

- Production in Gir and Kankrej Cattle. *J Nat Sci Biol Med*, 8(2):167-170.
- Schennink A, Bovenhuis H, Leon-Kloosterziel KM, van Arendonk JA, Visker MH 2009. Effect of Polymorphisms in the FASN, OLR1, PPARGC1A, PRL and STAT5A Genes on Bovine Milk-Fat Composition. *Anim Genet*, 40(6): 909–916.
- Sehar Ö, Özbeyaz C 2005. Orta Anadoludaki Bir İşletmede Holştayn Irkı Sığırlarda Bazı Verim Özellikleri. *Lalahan Hay Araşt Enst Derg*, 45(1): 9-19.
- Singh K, Phyn CVC, Reinsch M, Dobson JM, Oden K, Davis SR, Stelwagen K, Henderson HV, Molenaar AJ 2017. Temporal and Spatial Heterogeneity in Milk and Immune-related Gene Expression During Mammary Gland Involution in Dairy Cows. *J Dairy Sci*, 0022-0302(17): 30663.
- Şahin A, Ulutaş Z 2010. Polatlı Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Siyah Alaca İneklerde Süt ve Döl Verim Özellikleri. *Anadolu Tarım Bilim Derg*, 25(3): 202-212.
- Şekerden Ö 2002. Siyah Alaca Sığırlarda Süt, Yağ, Protein, Kuru Madde Verimleri, Süt Komponentleri ile Bazı Döl Verimi Özellikleri Arasındaki İlişkiler. *Atatürk Üniv Ziraat Fak Derg*, 33(3): 293-296.
- Uslucan B 2017. Siyah Alaca Sığırlarda Süt Ve Döl Verim Özellikleri İle Bazı Davranış Parametreleri Üzerine Etkili Çevre Faktörlerinin Belirlenmesi. *ÇÜ. Fen Bil. Ens., Zootekni ABD, Doktora Tezi, Adana*.
- Yue SJ, Zhao YQ, Gu XR, Yin B, Jiang YL, Wang ZH, Shi KR 2017. A Genome-Wide Association Study Suggests New Candidate Genes For Milk Production Traits in Chinese Holstein Cattle. *Anim Genet*, 10.1111/age.12593.

## Laktasyon Eğrileri Modellemesinde Çok Değişkenli Uyarlanabilir Regresyon Eğrileri (Mars) Yönteminin Uygulanması

Hikmet ORHAN<sup>1</sup>, Emine Çetin TEKE<sup>2</sup>, Zübeyde KARCI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı, Isparta, Türkiye, <sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Isparta, Türkiye, <sup>3</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, Isparta, Türkiye

✉ : hikmetorhan@gmail.com

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, siyah alaca ineklerde kontrol günü, sağım süresi, iletkenlik ve hareketlilik bağımsız değişkenleri kullanılarak süt verimini MARS yöntemi ile modellemektir. MARS doğrusal olmayan modellerin uygun düğüm noktaları belirlenerek doğrusal alt modellerle tahminleme yapan parametrik olmayan bir yöntemdir. Çalışmada 80 ineğin 2006-2011 yılları arasındaki günlük laktasyon kayıtları kullanılmıştır. En uygun modeli tespit etmek amacıyla her bir laktasyon için farklı etkileşimler denenmiştir. Model uygunluğu, genelleştirilmiş çapraz geçerlilik katsayısının (GCV) minimum ve belirleme katsayısının ( $R^2$ ) maksimum olması kriterleri ile değerlendirilmiştir. Bu kriterler dikkate alındığında ilk dört laktasyon için etkileşimsiz model, beşinci laktasyon için ise üçlü etkileşimli model en iyi model olarak belirlenmiştir. İlk beş laktasyon sırasına göre MARS modellerinin belirleme katsayıları ( $R^2$ ) sırasıyla 0.983, 0.991, 0.991, 0.975 ve 0.950 olarak bulunmuştur. Modellerde tüm bağımsız değişken katsayılarının % 99 önem düzeyinde anlamlı olduğu görülmüştür. Süt verimini tahminlemede MARS modellerinin tümünde en etkin değişkenin kontrol günü olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre MARS ile oluşturulan modellerin süt veriminin tahmin edilmesinde güvenle kullanılabileceği kanısına varılmıştır.

DOI:10.18016/ ksudobil.334237

### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 11.08.2017

Kabul tarihi : 11.09.2017

### Anahtar Kelimeler

Parametrik olmayan regresyon modeli,  
süt sığırcılığı,  
süt verimi

### Araştırma Makalesi

## Application of Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS) for Modeling the Lactation Curves

### ABSTRACT

The aim of this study is to model milk yield using the MARS method using independent variables such as Holstein cows control day, milking time, conductivity and mobility. MARS is a non-parametric method for predicting linear sub-models to determine appropriate knot points of non-linear models. This study included daily lactation records for 80 Holstein cows between 2006 and 2011. For each lactation, the most suitable model was determined by testing different maximum interaction models. The model suitability is generally assessed by the criteria that generalized cross-validation criterion (GCV) minimum and  $R^2$  maximum values. When these criteria are taken into consideration, the non-interactive model for the first four lactations and the 3 interacting model for the fifth lactation are determined as the best models. The determination coefficients ( $R^2$ ) of the MARS models according to the lactation order are found to be 0.983, 0.991, 0.991, 0.975 and 0.950, respectively. All the independent variable coefficients in models were found to be important at 99% level. In all models, MARS has been identified as the most meaningful variable of control day. According to these results, we can say that the estimation of milk yield of models produced by MARS is successful and safe.

### Article History

Received : 11.08.2017

Accepted : 11.09.2017

### Keywords

Nonparametric regression model,  
dairy cattle,  
milk yield

### Research Article

## GİRİŞ

Laktasyon süresi süt hayvanlarının buzağılamasından kuruya çıkarılmasına kadar geçen süredir. Süt sığırlarında laktasyon süresi ortalama 305 gündür ve bu süre bakım ve beslenmeye bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Özyurt ve Özkan, 2009).

Laktasyon eğrisi, buzağılama ile kuruya çıkma arasındaki süt verimini modelleyen eğridir. Bu eğri günlük süt veriminin kontrol günlerine göre grafiği çizilerek tespit edilir. Laktasyon eğrisinin genel şekli, buzağılamadan sonra maksimuma ulaşana kadar artış gösterip kuruya çıkıncaya kadar kademeli olarak azalış göstermektedir (Orhan ve Kaygısız, 2002).

Süt veriminin modellenmesi konusunda çok sayıda çalışma yapılmış ve kontrol günü ile süt verimi arasındaki ilişkiyi açıklayan farklı modeller geliştirilmiştir (Wood, 1967; Orhan ve Kaygısız, 2002; Ural ve Koşkan, 2014). Ancak bağımsız değişken sayısının birden fazla olduğu modellere rastlanmamıştır. MARS çok değişkenli doğrusal olmayan modelleri parçalayarak doğrusal modellerle açıklanma imkânı sunmaktadır.

Grzesiak (2010) çalışmasında istatistiksel ve makine öğrenme yöntemleri (sınıflandırma fonksiyonları, lojistik regresyon, yapay sinir ağları ve MARS) kullanarak suni tohumlama gücü olan inekleri tespit etmiştir. En iyi sonucun yapay sinir ağları (ANN) ve çok değişkenli uyarlanabilir regresyon eğrileri (MARS) yöntemleri ile elde edildiğini ve test seti ile gerçekleştirilen suni tohumlama farklılıkları olan ineklerin saptanmasında da ANN ve MARS'ın diğer istatistiksel yöntemlerle karşılaştırıldığında daha doğru sonuçlar verdiğini belirtmiştir.

Temel ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada, MARS modelinin özelliklerini diğer regresyon modellerine göre avantajlarını ve uygulama adımlarını anlatmışlardır. Kanseri ve behçetli hastaların ailelerinden tespit edilmiş bir takım davranış ve psikolojik test sonuçlarına ait veriler kullanarak kişilerin depresyon durumunu tahmin etmişlerdir. Tahmin amacıyla kurulan MARS modelinin oldukça başarılı tahmin yaptığını belirtmişlerdir. MARS'ın değişkenler arasındaki doğrusal olmayan ilişkileri inceleyip yorumlayabildiğini vurgulamışlar ve hekimlere biyolojik yapıyı daha iyi tanımlamalarını tavsiye etmişlerdir.

Samui ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada, Bangalore'da azalan kaya derinliği seviyesinin (d) mekansal değişkenliğinin tahmini için yapay sinir ağları (ANFIS) ve çok değişkenli uyarlanabilir regresyon eğrileri (MARS) kullanmışlardır. MARS ve ANFIS modelleri arasındaki karşılaştırma sonucunda MARS modelinin ANFIS modelinden üstün olduğunu belirtmişlerdir.

Eyduran ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada, Mengali koçlarının vücut ağırlığını (BW, kg) tahmin edebilmek

için doğrusal olmayan bir yöntem olan çok değişkenli uyarlanabilir regresyon eğrileri (MARS) ile modelleme yapmışlardır. Sundukları model ile açıklayıcı değişken olarak koyunun gövde uzunluğu (BL, cm) ve göğüs çevresi (CG, cm) ile yüksek tahmin gücüne sahip modeller elde edildiği bildirilmiştir. Etkileşim düzeyini iki olarak belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda MARS algoritması gerçek vücut ağırlığı ile tahmin edilen vücut ağırlığı arasındaki uygunluk kriterlerini  $R^2$  (0.88), SD (0.35) ve Pearson korelasyon ( $r = 0.94$ ) olarak hesaplamışlardır.

Son yıllarda ülkemizde süt hayvanı yetiştiriciliğinde artış yaşanmış ve ülke ekonomisine önemli derecede katkıda bulunmasına rağmen bu katkı gelişmiş ülkelere göre daha düşük düzeydedir (Özyurt ve Özkan, 2009). Gelişmiş ülkelerdeki süt üretimine erişebilmek ve ülkemizdeki bireylerin süt ihtiyaçlarını karşılayabilmek için süt verimi yüksek hayvanların seçilmesi önem teşkil etmektedir.

Bu çalışmada daha az hataya sahip modellerle ileriki dönem süt verimlerini tahmin etmek için siyah alaca ineklerde kontrol günü, sağım süresi, iletkenlik ve hareketlilik bağımsız değişkenleri kullanılarak çok değişkenli uyarlanabilir regresyon eğrileri (MARS) yöntemi ile süt verimi tahmin edilmiştir.

## MATERYAL ve METOT

Çalışmada, Burdur ilinde 2009-2011 yıllarında yürütülmüş TUBİTAK 1090336 nolu projeden derlenmiş veriler kullanılmıştır. Veriler 80 adet siyah alaca ineğe ait 5 laktasyon kaydından oluşmaktadır. Her bir laktasyon kaydında 305 günlük süt verimleri kullanılmıştır. Modellerin oluşturulmasında ineklerin günlük süt verimleri bağımlı değişken kontrol günü, sağım süresi, iletkenlik ve hareketlilik değişkenleri bağımsız değişkenler olarak alınmıştır. Çalışmanın analizleri Salford Predictive modeller 8.0 programı deneme sürümü kullanılarak yapılmıştır.

1990'ların başında fizikçi Jerome H. Friedman tarafından geliştirilen MARS modeli çok değişkenli parametrik olmayan regresyon tekniğidir (Friedman, 1990). Bu teknik bir bağımlı değişken ve bağımsız değişkenler kümesi arasındaki bir olası ilişkiyi belirleyen eğriyi parçalayarak doğrusal doğru parçalarının birlikte modellenmesi esasına dayanmaktadır. Yani bağımsız değişkenin farklı aralıklarında ayrı regresyon eğimleri kullanarak parçalı doğrusal temel fonksiyonlarla doğrusallık sağlar. Bu doğrusal temel fonksiyonlar düğüm (knot) noktalar yardımıyla ayrılır. Düğüm; regresyon doğrusunun eğiminin değiştiği ve bir aralıktan diğerine geçirildiği noktalar. MARS algoritması modelde tüm değişkenler arasında olası etkileşimleri kapsayan düğümlerin tümünü belirlemeye çalışır. Her bir düğüm belirlenmesi farklı değişken kombinasyonları kullanılarak gerçekleştirilir. Tüm model bileşenlerinin analiz edilmesi sonucu oluşan

değişken kombinasyonlarına temel fonksiyon (basis functions) denir. Hem temel fonksiyonlar hem de düğüm noktaları tespit edildikten sonra en yüksek tahmin performansına sahip fonksiyonlar en küçük kareler yöntemi ile belirlenir. (Friedman, 1991; Salford Systems, 2001). MARS modellerinin en büyük avantajı hem bağımsız değişkenlerin bireysel etkilerini hem de birbirleriyle etkileşimlerini modelde tanımlaması ve grafiklerle sunmasıdır.

Temel fonksiyonlar,  $x_t$ 'nin (bağımsız değişken) yüksek oranda doğrusal olmayan dönüşümleri olabilir. Fakat  $Y_t$  (bağımlı değişken) temel fonksiyonların doğrusal bir fonksiyonudur (Hastie ve ark. 2008). Temel fonksiyon (1) numaralı eşitlik şeklinde tanımlanır.

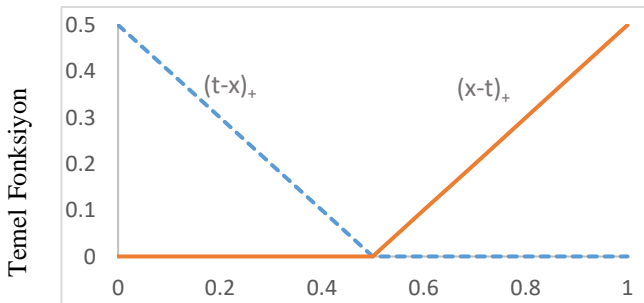
$$\prod_{r=1}^{L_m} [S_{l,m}(X_{v(l,m)} - t_{l,m})] \quad (1)$$

Eşitlik (1)'te  $L_m$  etkileşim derecesini,  $S_{l,m} - 1$  ya da  $+1$  işaret değerini,  $t_{l,m}$  düğüm değerini ve  $X_{v(l,m)}$  bağımsız değişken değerini göstermektedir. Etkileşim derecesi ( $L_m$ ), bağımsız değişkenler arasındaki etkileşimi ifade etmektedir. Çok değişkenli regresyon analizlerinde olduğu gibi ikili etkileşimden daha yüksek boyutta (3'lü, 4'lü gibi) etkileşim seçmek sonuçların yorumlanmasını zorlaştırdığı için pratikte ikiden daha fazla bağımsız değişkenin etkileşimini modele koymak tercih edilmez.

Özellikle doğrusal ve doğrusal olmayan genişleme için temel fonksiyonlar iki yönlü kullanılır.  $t$  düğüm değeri olmak üzere, (2) ve (3) nolu eşitlikte verildiği gibi iki yönlü temel fonksiyonlar  $(x-t)_+$  ve  $(t-x)_+$  şeklinde ifade edilir. Bu fonksiyonların yanındaki (+) işareti eşitliğin sonucunun pozitif olduğunu ifade etmektedir. Aksi halde her bir fonksiyon sıfır noktasında değerlendirilir (Hastie ve ark. 2008).

$$(x-t)_+ = \begin{cases} x-t, & x > t \\ 0, & \text{diğer} \end{cases} \quad (2)$$

$$(t-x)_+ = \begin{cases} t-x, & x < t \\ 0, & \text{diğer} \end{cases} \quad (3)$$



Şekil 1. Temel fonksiyonlar  $(x-t)_+$  ve  $(t-x)_+$

Örnek olarak,  $(x-0,5)_+$  ve  $(0,5-x)_+$  fonksiyonları Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekil 1.'de tek düğüm noktası ve iki temel fonksiyon yer almaktadır. Her fonksiyon, düğümdeki  $t$  değeri ile birlikte parçalı doğrusaldır. Bu iki fonksiyon yansıyan çiftleri oluşturmaktadır. Temel

fonksiyonlar bağımsız değişkenleri en uygun düğüm noktalarıyla aralıklara bölen parçalı doğrusal regresyon eğrileridir. Bu eğriler,

$$C = \{(x_j - t)_+, (t - x_j)_+\} \quad (4)$$

$$t \in \{x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{Nj}\}, \quad j = 1, 2, \dots, p \quad (5)$$

şeklinde dir. Regresyonda bağımlı değişken ile her bir bağımsız değişkenin ilişkisi incelenebilirken, MARS algoritması ile bağımsız değişkenlerin kendi aralarında etkileşimleri ve bağımlı değişken üzerindeki bu etkileşimlerin etkileri incelenebilmektedir. MARS, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin dağılımları hakkında herhangi bir varsayım öngörmez ve değişken tipi de önemli değildir (Salford Systems, 2001).

Model kurma sürecinde ileri doğru adım algoritmasında doğrusal regresyonda olduğu gibi bağımsız değişkenleri kullanmak yerine  $C$  fonksiyonlarını ve bu fonksiyonlardaki değişkenlerin interaksiyonlarını ve doğrusal olmayan dönüşümlerini kullanır (Temel ve ark. 2010; Hastie ve ark. 2008). MARS modeli,

$$Y = \beta_0 + \sum_{m=1}^M \beta_m \alpha_m(X_t) + \varepsilon_i \quad (6)$$

olarak tanımlanır. Eşitlikte  $m$ : düğüm sayısını,  $M$  temel fonksiyon sayısını,  $X$  bağımsız değişkeni,  $\alpha_m$   $m$ . temel fonksiyonun katsayısı,  $\beta_0$  modeldeki sabit terimi,  $\alpha_m(X_t)$   $t$ . bağımsız değişken için  $m$ . temel fonksiyonu belirtmektedir.

MARS'ın bir diğer amacı, hata kareler toplamı en küçük olan düğüm noktalarını belirlemektir. Modelin kurulması aşamasında ileriye doğru adımsal yöntem birçok (modele az katkısı olan ya da katkı sağlamayan) düğüm oluşturacak fakat fazla düğümler geriye doğru adımsal budama yöntemi ile modelden çıkarılacaktır (Abraham ve Steinberg, 2001). Model seçimi, Craven ve Wabha (1979) tarafından geliştirilen "Genelleştirilmiş Çapraz Geçerlilik" (Generalized Cross Validation / GCV) ölçütünü temel alır. Bu katsayı, hem artıkların hatasını hem de model karmaşasını hesaba katar (Salford Systems, 2001; Tunay, 2001; Temel ve ark., 2010). GCV katsayısı;

$$GCV(M) = \frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{f}_M(x_i))^2}{(1 - \frac{C(M)}{n})^2} \quad (7)$$

şeklinde dir. Burada  $n$ : örneklem veri sayısını,  $C$ : eklenen temel fonksiyonların maliyet-karmaşıklık (costcomplexity) ölçüsünü,  $M$ : MARS Modelinin kurduğu regresyon modeli sayısını göstermektedir. Modelde  $M$  tane doğrusal bağımsız temel fonksiyon varsa,

$$C(M) = M + cd \quad (8)$$



formülü kullanılır. Eşitlikte bulunan c katsayısı ileri doğru olan süreçte seçilen düğüm sayısını ve d katsayısı etkili serbestlik derecesi olup bağımsız temel fonksiyonların sayısını göstermektedir. MARS modelinde genellikle d=3 alınır. Friedman (1991) tüm yapılan çalışmalar sonucunda d için en iyi değerlerin  $2 \leq d \leq 4$  aralığında olduğunu belirtmiştir (Friedman, 1991; Salford Systems, 2001).

Eşitlik lineer formda olduğu için MARS model sonuçları varyans analiz (ANOVA) sonuçları kullanılarak değerlendirilir. MARS, modelde değişkenlerin tek tek veya kombinasyon halinde gireceği tanımlandığında, düşük ve yüksek dereceli modellerin karşılaştırılmasına olanak verir. Friedman (1991), düzeltilmiş  $R^2$  yi bir karşılaştırma ölçütü olarak önermektedir. Etkileşim terimleri içeren bir model sadece düzeltilmiş  $R^2$  önemli ölçüde yüksekse tercih edilebilmektedir (Tunay, 2001).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Çok değişkenli uyarlanabilir regresyon eğrileri (Multivariate Adaptive Regression Splines – MARS) yöntemi ile kontrol günü süt verimleri analiz edilmiştir. Her bir laktasyon için farklı maksimum etkileşimli modeller denenerek en uygun model tespit edilmiştir. Model uygunluğu, genelleştirilmiş çapraz geçerlilik katsayısının (GCV) minimum ve  $R^2$  nin maksimum olması kriterleri ile değerlendirilmiştir. Modelleme öncelikle her laktasyon için ayrı modellenmiştir. Sonrasında genel modelleme için laktasyon sırası bağımsız değişkenlere eklenerek 6 adet MARS modeli ile laktasyon eğrileri değerlendirilmiştir. Laktasyon eğrileri için en uygun maksimum etkileşim seviyesi ve MARS ile modelleme sonuçları Çizelge 1.'de verilmiştir.

Çizelge 1. Laktasyon eğrilerinin MARS yöntemi ile modelleme sonuçları

	1.Laktasyon	2.Laktasyon	3.Laktasyon	4.Laktasyon	5.Laktasyon	Genel
Etkileşim	Etkileşimsiz	Etkileşimsiz	Etkileşimsiz	Etkileşimsiz	3'lü Etkileşim	3'lü Etkileşim
$R^2$	0.983	0.991	0.989	0.975	0.950	0.974
Düzeltilmiş $R^2$	0.982	0.991	0.988	0.974	0.948	0.974
GCV	0.106	0.172	0.339	0.678	1.408	0.564
Modele giren temel fonksiyon sayısı	11	12	11	10	14	32
F-Değeri	509.13	2679.20	2405.31	1151.87	396.31	1735.33
Korelasyon (r)*	0.982	0.992	0.990	0.981	0.972	0.973
RMSE	0.2945	0.3701	0.5321	0.7486	1.0144	0.7064
MAPE	0.0105	0.0120	0.0176	0.0260	0.0389	0.0233
Açıklayıcı Değişkenler	Önem düzeyi					
Laktasyon sırası	-	-	-	-	-	77.36
Kontrol Günü	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Hareketlilik	30.48	26.29	22.20	7.12	43.68	22.68
Sağım Süresi	12.70	3.80	12.02	1.75	12.49	7.34
İletkenlik	0.00	0.00	8.26	0.00	10.54	5.14

**$R^2$ :** Belirleme katsayısı; **GCV:** Genelleştirilmiş çapraz geçerlilik **RMSE:** Hata kareler ortalamasının karekökü; **MAPE:** Ortalama mutlak hata oranı; **r:** Gerçek ve model tahmini süt verimleri arası korelasyon katsayısı

İlk dört laktasyon için maksimum etkileşim derecesi arttığında, GCV değerleri artmaktadır ve ilk dört laktasyon için en uygun modelin etkileşimsiz model olduğu tespit edilmiştir. Beşinci laktasyonda maksimum etkileşim derecesi arttığında  $R^2$  değeri artmakta ve GCV değeri azalmaktadır. Beşinci laktasyon ve genel model için en uygun modelin 3'lü etkileşimli model olduğu gözlemlenmiştir. (Çizelge 1). Hem her bir laktasyonda hem de genel modelde modele giren bütün temel fonksiyonların % 99 düzeyinde önemli olduğu ve modele giren temel fonksiyonların anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Mars yaklaşımının avantajı; açıklayıcı değişkenlerin modeldeki önemlerini belirlemenin mümkün olmasıdır. Bütün modellemelerde kontrol günü değişkeninin % 100

önemle süt verimi modellemesini açıklayan en önemli değişken olduğu görülmüştür (Çizelge 1). Kontrol günü, hareketlilik ve sağım süresi açıklayıcı değişkenleri bütün laktasyonlarda modele dâhil olurken, iletkenlik değişkeni sadece üçüncü laktasyon, beşinci laktasyon ve genel modele dâhil olmuştur. Laktasyon sırasına göre modelin açıklanma oranı; % 98.3; % 99.1; % 98.9; % 97.5; % 95'tir. Laktasyon sırasına göre gerçek ve tahmin edilen süt verimleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ise 0.982; 0.992; 0.990; 0.981; 0.972 bulunmuştur.

Laktasyon sırasına göre ortalama mutlak hata oranları (MAPE); 0.0105; 0.0120; 0.0176; 0.0260; 0.0389 ve hata kareler ortalamasının karekökü (RMSE); 0.2945; 0.3701; 0.5321; 0.7486; 1.0144'dür.

Genel modelde ise MAPE değeri 0.0233 ve RMSE değeri 0.7064'dür. Çok değişkenli regresyon eğrileri (MARS) yönteminin süt verimi tahminini çok az bir sapma ile yaptığı söylenebilir.

Üçlü etkileşim modelinin en uygun model olduğu beşinci laktasyonda; etkileşim içinde olan kontrol günü ve iletkenlik değişkenleri birlikte dört temel fonksiyon ile hareketlilik ve kontrol günü değişkenleri ise iki temel fonksiyon ile modele dâhil olmuştur. Kontrol günü ve iletkenlik değişkenlerinin etkileşimi, kontrol gününden sonra modele en fazla katkısı olan değişken çiftidir. Genel modelde ise laktasyon sırası ve kontrol günü etkileşimli temel fonksiyonlarının modellemeye en fazla katkısı olmuştur.

Beş laktasyonda da süt verimini en yüksek oranda açıklayan kontrol günü değişkenini modelden çıkartma kaybının en yüksek olduğu Çizelge 2'de görülmektedir. Çıkarmadaki kayıp sütünü bağımsız değişken veya etkileşim içinde olan değişkenlerin modelden çıkartılması durumunda, tahminlerde

meydana gelecek kaybı yani modeldeki uyum eksikliğini açıklamaktadır (Çizelge 2). Temel fonksiyon sayısı bağımsız değişken veya etkileşim içinde olan değişkenlerin kaç temel fonksiyonla modele dâhil olduklarını ve efektif parametre sayısı o değişken birleşiminin yüklendiği toplam serbestlik derecesini göstermektedir (Steinberg ve ark.1999).

Varyans ayrıştırma tablosunda standart sapmanın yüksek olması; o değişkenin modelin açıklama gücüne olan katkısının yüksek olduğunu ifade etmektedir. Bütün laktasyonlarda kontrol günü değişkeninin bulunduğu fonksiyonun standart sapması en büyüktür. Bütün laktasyonlarda modele giren temel fonksiyon sayısının yarısından fazlasıyla açıklanan ve standart sapması en büyük olan kontrol günü değişkeni süt verimi modellemesinde önemlidir. Modelden çıkarılması halinde modelde önemli derecede uyum eksikliği meydana gelecektir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Kontrol günü için varyans ayrıştırma sonuçları

Laktasyon Sırası	Standart Sapma	Modeldeki temel fonksiyon sayısı	Çıkarmadaki Kayıp	Kontrol Gününü Sayısı	TF	Efektif Parametre Sayısı
1. Laktasyon	1.64842	11	0.79267	6		16.10527
2. Laktasyon	3.60340	12	2.44900	10		26.66667
3. Laktasyon	4.34452	11	2.67154	6		15.47369
4. Laktasyon	4.59569	10	19.78977	8		21.33334
5. Laktasyon	3.98969	14	3.04570	6		18.52174
Genel	14.6748	32	0.96015	4		11.20000

Geriye doğru adım sürecinde modele en az katkısı olan temel fonksiyonlar çıkartılmış ve modele giren temel fonksiyonlar belirlenmiştir. Final modelini oluşturan temel fonksiyonlar ve tahmin modeli laktasyon sırasına göre verilmiştir (Çizelge 3-7).

Çizelge 3-7' de verilen temel fonksiyonlara ilişkin yukarıdaki ifadelerde düğüm değeri ile gözlem değeri arasındaki farkın pozitif olması durumunda, bu farkın model fonksiyonunda yer alan ilgili tahmin katsayısı ile çarpılması gerekmektedir. Farkın negatif olması durumunda ise, temel fonksiyon sıfır değerini alarak modele katkı sağlamamaktadır (Muzır, 2011).

Birinci laktasyonda MARS algoritması gerçek süt verimi ile tahminlenen süt verimi arasındaki pearson

korelasyon 0.982 ( $p=0.001$ ) olarak hesaplanmış ve dağılım grafiği Şekil 2'de verilmiştir.

İkinci laktasyonda MARS algoritması gerçek süt verimi ile tahminlenen süt verimi arasındaki pearson korelasyon 0.992 ( $p=0.001$ ) olarak hesaplanmış ve dağılım grafiği Şekil 3' te verilmiştir.

Üçüncü laktasyonda MARS algoritması gerçek süt verimi ile tahminlenen süt verimi arasındaki pearson korelasyon 0.990 ( $p=0.001$ ) olarak hesaplanmış ve dağılım grafiği Şekil 4' te verilmiştir.

Dördüncü laktasyonda MARS algoritması gerçek süt verimi ile tahminlenen süt verimi arasındaki pearson korelasyon 0.981 ( $p=0.001$ ) olarak hesaplanmış ve dağılım grafiği Şekil 5' de verilmiştir.

Çizelge 3. Birinci laktasyon için temel fonksiyonlar ve tahmin denklemi

Temel Fonksiyon	Açık Yazılımı	Model
TF1	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 33)$	$Y = 25.5114 - 0.0237388 * TF1 - 0.228176 * TF2 - 0.0431375 * TF4 + 0.975201 * TF6 - 0.0369352 * TF14 + 0.0349842 * TF16 + 0.0276542 * TF18 - 0.0322728 * TF20 - 1.39566 * TF22 - 0.0352385 * TF26 + 1.56497 * TF28$
TF2	$\max(0, 33 - \text{KONTROLGÜNÜ})$	
TF4	$\max(0, 138.437 - \text{HAREKETLİLİK})$	
TF6	$\max(0, \text{SAĞIMSÜRESİ} - 9.56)$	
TF14	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 87)$	
TF16	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 153)$	
TF18	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 63)$	
TF20	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 207)$	
TF22	$\max(0, \text{SAĞIMSÜRESİ} - 8.735)$	
TF26	$\max(0, \text{HAREKETLİLİK} - 104.27)$	
TF28	$\max(0, \text{SAĞIMSÜRESİ} - 8.191)$	

TF: Temel fonksiyon

Çizelge 4. İkinci laktasyon için temel fonksiyon ve tahmin denklemi

Temel Fonksiyon	Açık Yazılımı	Model
TF1	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 21)$	$Y = 29.4773 + 0.0296232 * TF1 - 0.315411 * TF2 - 0.0727656 * TF3 + .242651 * TF5 - 0.0889739 * TF7 + 0.498669 * TF9 + 0.128342 * TF13 - 0.038261 * TF15 - 0.0939307 * TF17 - 0.238098 * TF19 + 0.0521997 * TF21 - 0.0297815 * TF23$
TF2	$\max(0, 21 - \text{KONTROLGÜNÜ})$	
TF3	$\max(0, \text{HAREKETLİLİK} - 130.122)$	
TF5	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 117)$	
TF7	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 39)$	
TF9	$\max(0, \text{SAĞIMSÜRESİ} - 8.586)$	
TF13	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 261)$	
TF15	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 219)$	
TF17	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 267)$	
TF19	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 123)$	
TF21	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 135)$	
TF23	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 93)$	

TF: Temel fonksiyon

Çizelge 5. Üçüncü laktasyon için temel fonksiyon ve tahmin denklemi

Temel Fonksiyon	Açık Yazılımı	Model
TF1	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 21)$	$Y = 33.0005 + 0.112736 * TF1 - 0.363701 * TF2 + 0.834689 * TF3 - 0.0699268 * TF6 - 0.182068 * TF7 + 0.0218674 * TF11 - 2.30775 * TF13 - 1.94118 * TF14 - 0.41756 * TF25 + 0.337619 * TF27 - 0.0834486 * TF29$
TF2	$\max(0, 21 - \text{KONTROLGÜNÜ})$	
TF3	$\max(0, \text{SAĞIMSÜRESİ} - 8.36)$	
TF6	$\max(0, 131.771 - \text{HAREKETLİLİK})$	
TF7	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 33)$	
TF11	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 141)$	
TF13	$\max(0, \text{ILETKENLİK} - 9.604)$	
TF14	$\max(0, 9.604 - \text{ILETKENLİK})$	
TF25	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 291)$	
TF27	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 285)$	
TF29	$\max(0, \text{HAREKETLİLİK} - 101.447)$	

TF: Temel fonksiyon

Çizelge 6. Dördüncü laktasyon için temel fonksiyon ve tahmin denklemi

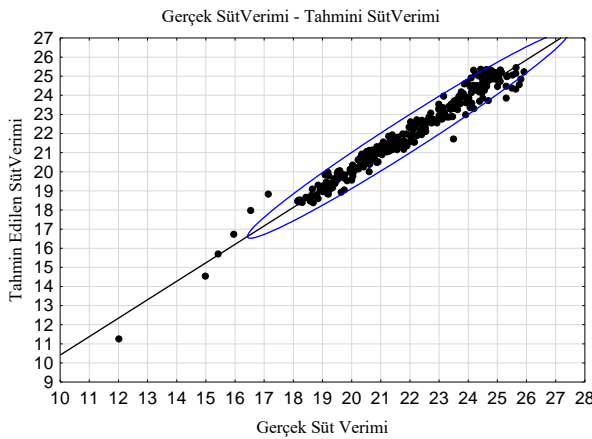
Temel Fonksiyon	Açık Yazılımı	Model
TF2	$\max(0, 27 - \text{KONTROLGÜNÜ})$	$Y = 30.8361 - 0.369997 * TF2 + 0.271777 * TF3 - 0.0743779 * TF5 - 0.0605958 * TF7 - 2.05564 * TF10 - 0.0400036 * TF11 - 0.231707 * TF13 - 0.164655 * TF19 + 0.0864971 * TF21 + 0.100624 * TF23$
TF3	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 153)$	
TF5	$\max(0, \text{HAREKETLİLİK} - 131.043)$	
TF7	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 45)$	
TF10	$\max(0, 7.769 - \text{SAĞIMSÜRESİ})$	
TF11	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 93)$	
TF13	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 159)$	
TF19	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 249)$	
TF21	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 225)$	
TF23	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 261)$	

TF: Temel fonksiyon

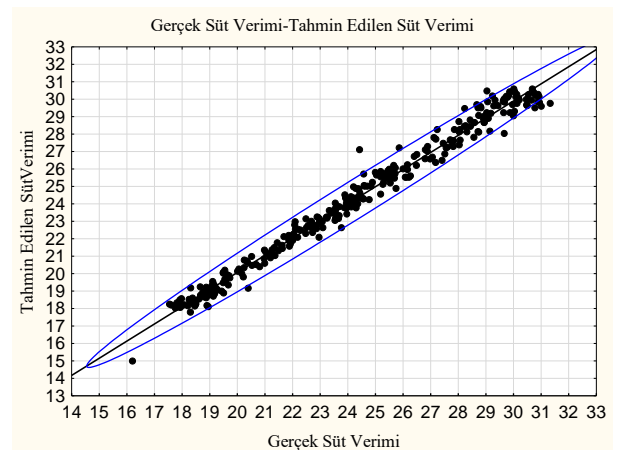
Çizelge 7. Beşinci laktasyon için temel fonksiyon ve tahmin denklemi

Temel Fonksiyon	Açık Yazılımı	Model
TF2	$\max(0, 27 - \text{KONTROLGÜNÜ})$	$Y = 26.0078 - 0.331161 * TF2 - 0.517347 * TF3 - 2.45873 * TF5 + 0.235078 * TF7 + 0.0210113 * TF8 + 0.232393 * TF11 - 0.172847 * TF13 - 0.180446 * TF15 + 0.0941788 * TF17 - 0.000530099 * TF19 + 0.518186 * TF21 - 0.0682257 * TF22 - 0.208337 * TF24 + 0.000769765 * TF30$
TF3	$\max(0, \text{IETKENLİK} - 9.236) * TF2$	
TF5	$\max(0, \text{IETKENLİK} - 9.51)$	
TF7	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 248) * TF5$	
TF8	$\max(0, 248 - \text{KONTROLGÜNÜ}) * TF5$	
TF11	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 57)$	
TF13	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 219)$	
TF15	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 260) * TF5$	
TF17	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 201)$	
TF18	$\max(0, 201 - \text{KONTROLGÜNÜ})$	
TF19	$\max(0, \text{HAREKETLİLİK} - 142.091) * TF18;$	
TF21	$\max(0, \text{SAĞIMSÜRESİ} - 6.9)$	
TF22	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 99)$	
TF23	$\max(0, 99 - \text{KONTROLGÜNÜ})$	
TF24	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 45)$	
TF30	$\max(0, \text{HAREKETLİLİK} - 71.125) * TF23$	

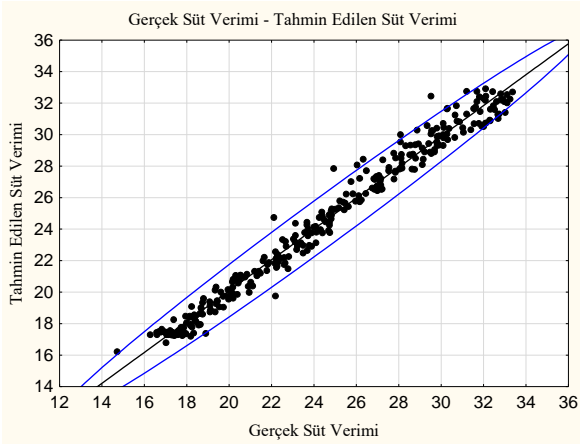
TF: Temel fonksiyon



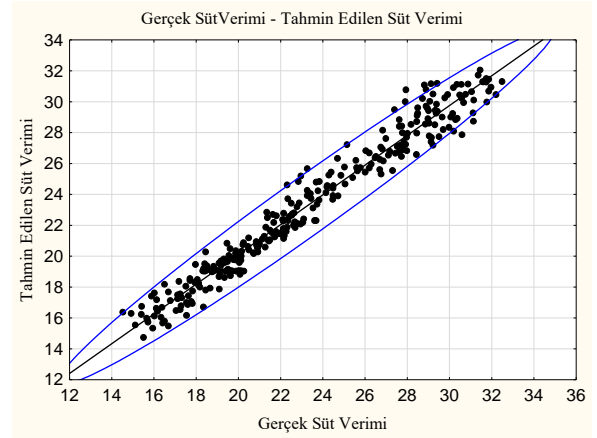
Şekil 2. Birinci laktasyon gerçek ile tahmin edilen süt verimi dağılımı



Şekil 3. İkinci laktasyon gerçek ile tahmin edilen süt verimi dağılımı



Şekil 4. Üçüncü laktasyon gerçek ile tahmin edilen süt verimi dağılımı



Şekil 5. Dördüncü laktasyon gerçek ile tahmin edilen süt verimi dağılımı

Beşinci laktasyonda TF18 temel fonksiyonu, TF19 temel fonksiyonu ile etkileşerek TF18 dolaylı olarak modele girmiştir. Yine aynı şekilde TF23 temel fonksiyonu, TF30 ile etkileşim halindedir ve TF23 temel fonksiyonu dolaylı olarak modele girmiştir. TF18 ve TF23 temel fonksiyonları modelde olmamasına rağmen modele giren fonksiyonlar arasında yer almaktadır.

MARS modeli, gerek her bir açıklayıcı değişken için gerekse değişkenler arasındaki etkileşimler için belirlenen temel fonksiyonların doğrusal bir kombinasyonu olarak ifade edilmektedir. MARS algoritmasına göre beşinci laktasyonda seçilen değişkenlerin optimal dönüşümleri ve aralarında etkileşim bulunan açıklayıcı değişkenlerin etkileşimlerinin kombinasyonları Şekil 6 ve Şekil 7'de görülmektedir.

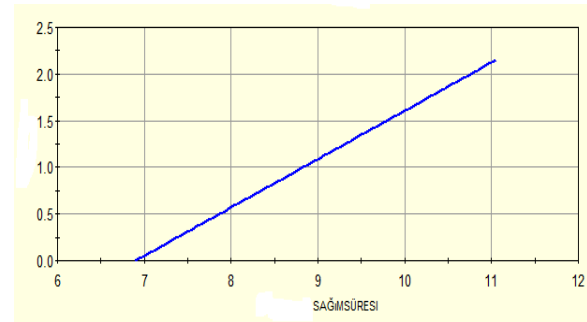
Modelde sağım süresi 6,9'dan büyük olanlar ile bağımlı değişken arasında doğrusal yönde bir ilişki vardır (Şekil 6).

$$TF21 = \max(0, SAĞIMSÜRESİ - 6.9);$$

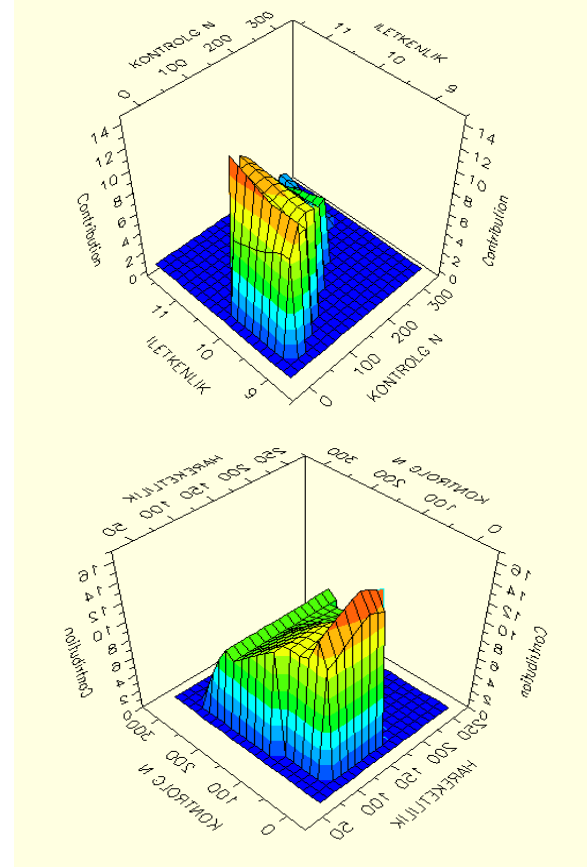
Üç boyutlu yüzey çizimleri ile bir çift tahmin edici değişken ile amaç değişkeni arasındaki ilişki gösterilir (Steinberg ve ark.,1999). Şekil 7'de Kontrol günü ve İletkenlik değişkenlerinin ikili etkileşimlerin süt verimi değişkenine olan katkısı verilmektedir.

Beşinci laktasyonda MARS algoritması gerçek süt verimi ile tahminlenen süt verimi arasındaki pearson korelasyon 0.972 ( $p=0.001$ ) olarak hesaplanmış ve dağılım grafiği Şekil 8'de verilmiştir.

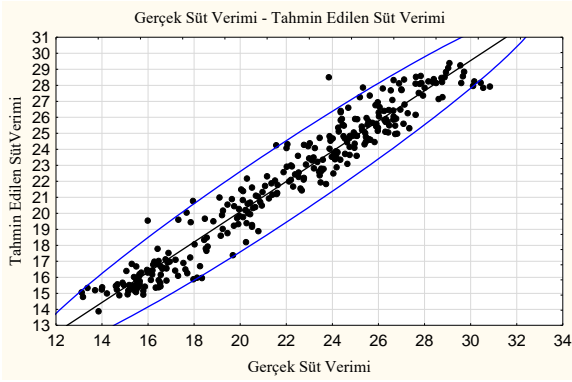
Kontrol günü, hareketlilik, sağım süresi ve iletkenliğin yanı sıra laktasyon sırası eklenerek kurulan genel MARS modeli 3'lü etkileşimli ve 32 tane temel fonksiyona sahip bir modeldir. Bu modeli oluşturan temel fonksiyonlar ve tahmin modeli Çizelge 8'de verilmiştir.



Şekil 6. MARS açıklayıcı değişkeninin katkısı



Şekil 7. MARS açıklayıcı değişkenlerinin etkileşimlerinin katkısı



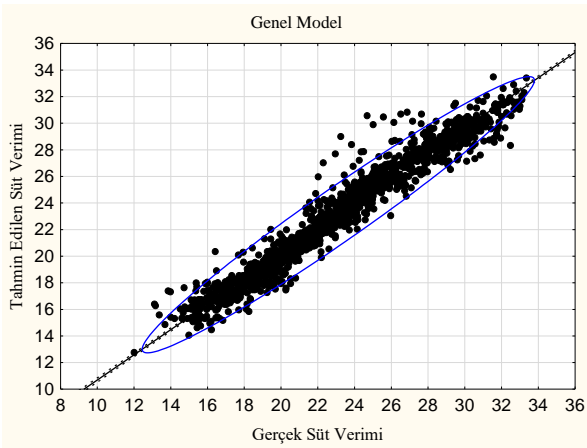
Şekil 8. Beşinci laktasyon gerçek ile tahmin edilen süt verimi dağılımı

Çizelge 8'de modele giren 32 temel fonksiyonun onüç tanesini laktasyon sırası ve kontrol günü etkileşimi, dört tanesini laktasyon sırası, kontrol günü ve iletkenlik üçlü etkileşimi, üç tanesini ise laktasyon sırası oluşturmuştur. Genel modelde MARS algoritması gerçek süt verimi ile tahminlenen süt verimi arasındaki korelasyon 0.973 ( $p=0.001$ ) olarak hesaplanmış ve dağılım grafiği Şekil 9'da verilmiştir.

Çizelge 8. Genel model için temel fonksiyonlar ve tahmin denklemi

Temel Fonksiyon	Açık Yazılımı	Model
TF1	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 25)$	$Y = 36.5948 - 0.0802562 * TF1 - 0.302206 * TF2 - 28.7829 * TF3 - 6.07061 * TF4 + 0.0486313 * TF5 + 0.129605 * TF6 + 21.5434 * TF7 - 0.383147 * TF9 + 0.303719 * TF11 - 0.10882 * TF12 - 1.0571 * TF13 + 1.9472 * TF14 + 3.17904 * TF15 - 0.183646 * TF17 + 0.152565 * TF18 - 0.107257 * TF19 - 0.105781 * TF21 - 0.0620388 * TF22 + 0.614713 * TF23 - 0.446066 * TF24 + 0.0275914 * TF25 - 0.0132744 * TF27 - 0.00539527 * TF28 + 0.0244009 * TF29 - 0.209923 * TF30 + 0.0303582 * TF32 - 0.00601418 * TF33 - 0.112046 * TF34 + 0.161991 * TF36 + 0.0264523 * TF37 - 0.00816841 * TF38 - 0.127849 * TF40$
TF2	$\max(0, 25 - \text{KONTROLGÜNÜ})$	
TF3	$\max(0, \text{LAKTASYONSIRASI} - 3)$	
TF4	$\max(0, 3 - \text{LAKTASYONSIRASI})$	
TF5	$\max(0, \text{LAKTASYONSIRASI} - 3) * TF1$	
TF6	$\max(0, 3 - \text{LAKTASYONSIRASI}) * TF1$	
TF7	$\max(0, \text{LAKTASYONSIRASI} - 2)$	
TF8	$\max(0, 2 - \text{LAKTASYONSIRASI})$	
TF9	$\max(0, \text{ILETKENLIK} - 9.34) * TF2$	
TF11	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 248) * TF7$	
TF12	$\max(0, 248 - \text{KONTROLGÜNÜ}) * TF7$	
TF13	$\max(0, \text{ILETKENLIK} - 9.56) * TF7$	
TF14	$\max(0, 9.56 - \text{ILETKENLIK}) * TF7$	
TF15	$\max(0, \text{ILETKENLIK} - 9.67) * TF4$	
TF17	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 228) * TF3$	
TF18	$\max(0, 228 - \text{KONTROLGÜNÜ}) * TF3$	
TF19	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 39) * TF8$	
TF21	$\max(0, \text{HAREKETLİLİK} - 130.29) * TF14$	
TF22	$\max(0, 130.29 - \text{HAREKETLİLİK}) * TF14$	
TF23	$\max(0, \text{ORTALAMASAĞIMSÜRESİ} - 9.06)$	
TF24	$\max(0, 9.06 - \text{ORTALAMASAĞIMSÜRESİ})$	
TF25	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 141)$	
TF26	$\max(0, 141 - \text{KONTROLGÜNÜ})$	
TF27	$\max(0, \text{LAKTASYONSIRASI} - 4) * TF26$	
TF28	$\max(0, 4 - \text{LAKTASYONSIRASI}) * TF26$	
TF29	$\max(0, \text{ILETKENLIK} - 8.88) * TF11$	
TF30	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 250) * TF7$	
TF31	$\max(0, 250 - \text{KONTROLGÜNÜ}) * TF7$	
TF32	$\max(0, \text{ILETKENLIK} - 10.51) * TF31$	
TF33	$\max(0, 10.51 - \text{ILETKENLIK}) * TF31$	
TF34	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 37)$	
TF35	$\max(0, 37 - \text{KONTROLGÜNÜ})$	
TF36	$\max(0, \text{LAKTASYONSIRASI} - 4) * TF35$	
TF37	$\max(0, 4 - \text{LAKTASYONSIRASI}) * TF35$	
TF38	$\max(0, \text{KONTROLGÜNÜ} - 210) * TF4$	
TF40	$\max(0, \text{ILETKENLIK} - 8.88) * TF36$	

TF: Temel fonksiyon



Şekil 9. Genel modelde gerçek ile tahmin edilen süt verimi dağılımı

Literatürde MARS yöntemi genellikle sosyal ve sağlık bilimlerinde kullanılmıştır. Kooperberg ve ark. (1995), Mallick ve ark. (1999), Temel ve ark. (2010), Muzır (2011) ve Öztürk ve Sevinç (2013), Orhan ve ark. (2017) çalışmaları örnek verilebilir. Zootekni alanında Mars yöntemi kullanarak yapılan çalışmalar olsa da süt verimi modellenmesinde MARS yöntemi kullanılarak yapılan çalışmaya rastlanmamıştır. Hayvancılık alanındaki çalışmalara; Yang ve ark. (2003), Grzesiak (2010) ve Çetin ve Mikail (2016), Eyduran ve ark. (2017), Karadaş ve ark. (2017) yılında yaptığı çalışmalar örnek verilebilir.

## SONUÇ

Hayvancılıkta süt verimine ilişkin farklı modellerin oluşturulması, hayvanların ömürleri boyunca ortaya koyacakları verimin tahmin edilebilmesi için büyük önem taşımaktadır (Orhan ve Kaygısız, 2002). Çalışmada daha az hataya sahip modellerle ileriki dönem süt verimlerini tahmin etmek için mevcut süt verimi kayıtlarından yararlanılmıştır.

Beş laktasyon dönemi için yapılan modellemede ilk dört laktasyon için en uygun model etkileşimsiz model, beşinci laktasyon için ise en uygun model 3'lü etkileşimli modeldir. Birinci, ikinci ve beşinci laktasyon döneminde iletkenlik açıklayıcı değişkeni modele katkı sağlamamıştır.

Kontrol günü değişkeni bütün laktasyonlarda modele %100 katkı sağlamış ve modelden çıkarılması halinde modelde önemli derecede uyum eksikliğine neden olmaktadır. Laktasyon sırasına göre modelin açıklanma oranı; %98.3; %99.1; %98.9; %97.5; %95'tir. Genel modelin açıklanma oranı %97.4'tür. Genel modele bütün açıklayıcı değişkenler girmiştir ve en fazla katkıyı kontrol günü ve laktasyon sırası sağlamıştır. Bütün laktasyonlarda gerçek süt verimi ile tahminlenen süt verimi arasında yüksek korelasyonlar (laktasyon 1-5 sırasıyla: 0.982; 0.992; 0.990; 0.981; 0.972) bulunmuştur. Bu sonuçlar

laktasyonlar için oluşturulan MARS modellerinin tahmin gücünün yüksek olduğunu açıklamaktadır

Çalışmada siyah alaca ineklerde kontrol günü, sağım süresi, iletkenlik, hareketlilik, bağımsız değişkenleri kullanılarak çok değişkenli uyarlanabilir regresyon eğrileri (MARS) yöntemi ile süt verimi tahmin edilmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenlere ek olarak gelecek çalışmalarda buzağılama mevsimi, ilk buzağılama yaşı, buzağılama ayı, buzağılama ağırlığı gibi açıklayıcı değişkenler kullanılarak çok değişkenli uyarlanabilir regresyon eğrileri (MARS) yöntemi ile süt verimi tahmini yapılabilir. Ayrıca birçok hayvan türünden elde edilecek ürünlerin modellenmesinde de MARS yöntemi kullanılabilir. MARS yöntemi, diğer çok değişkenli regresyon yöntemleri ve yapay sinir ağları yöntemi ile karşılaştırılabilir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma SDÜ Fen Bilimleri Zootekni Anabilim dalında yürütülen doktora tez çalışmasından kısmen özetlenmiştir. Tez çalışması 2211-C yurtiçi öncelikli alanlar doktora burs programı ile TÜBİTAK'tan maddi destek almıştır.

## KAYNAKLAR

- Abraham A, Steinberg D 2001. MARS: Still an Alien Planet in Soft Computing? Lecture Notes in Computer Science, Springer Berlin / Heidelberg Press, 2074: 235-244.
- Çetin FA, Mikail N 2016. Hayvancılıkta Veri Madenciliği Uygulamaları. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 3(1): 79-88.
- Eyduran E, Akkus O, Kara MK, Tırınk C, Tariq M M 2017. Use of Multivariate Adaptive Regression Splines (Mars) in Predicting Body Weight from Body Measurements in Mengali Rams. International Conference on Agriculture, Forest, Food, Sciences and Technologies (ICAFOT), 11-17 May 2017, Nevşehir.
- Friedman JH 1990. Multivariate Adaptive Regression Splines. The Annals of Statistics, 19: 1- 141.
- Friedman JH 1991. Adaptive Spline Networks. In Advances in Neural Information Processing Systems: 675-683.
- Grzesiak W, Zaborski D, Sablik P, Żukiewicz A, Dybus A, Szatkowska I 2010. Detection of Cows with Insemination Problems Using Selected Classification Models. Computers and Electronics in Agriculture, 74(2): 265-273.
- Hastie T, Tibshirani R, Friedman JH 2008. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference and Prediction. Second Edition, New York, Springer.
- Karadaş K, Erturk YE, Eyduran E, Gürsoy AK, Tariq MM 2017. Predictive Performances of Chaid and Mars Data Mining Algorithms in the Establishment

- of Relationship between Live Body Weight and Several Morphological Measurements of Indigenous Mengali Sheep and Its Economic Importance. International Conference on Agriculture, Forest, Food, Sciences and Technologies (ICAFOT), 11-17 May 2017, Nevşehir.
- Kooperberg C, Stone CJ, Truong YK 1995. Hazard Regression. *Journal of American Statistical Association*, 90 (429): 78-94.
- Leathwick JR, Elith J, Hastie T 2006. Comparative Performance of Generalized Additive Models and Multivariate Adaptive Regression Splines for Statistical Modelling of Species Distributions. *Ecological Modelling*, 199(2): 188-196.
- Mallick BK, Denison DGT, Smith AFM 1999. Bayesian Survival Analysis Using a MARS Model. *Biometrics*, 55: 1071-1077.
- Muzır E 2011. Basel II Düzenlemeleri Doğrultusunda Kredi Riski Analizi ve Ölçümü: Geleneksel Ekonometrik Modellerin Yapay Sinir Ağı ve MARS Modelleriyle Karşılaştırılmasına Yönelik Ampirik Bir Çalışma. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul.
- Orhan H, Kaygısız A 2002. Siyah Alaca Sığırlarda Farklı Laktasyon Eğrisi Modellerinin Karşılaştırılması. *Hayvansal Üretim*, 43(1): 94-99.
- Orhan H, Çetin Teke E, Karcı Z, Dinç G, Fentoğlu Ö 2017. Applicability of MARS Method Using Saliva Oxidative Stress Parameters in Detecting Periodontal Disease. 3rd International Researchers, Statisticians and Young Statisticians Congress (IRSYSC-2017) 24-26 May 2017, Konya.
- Öztürk S, Sevinç V 2013. Yeni Doğan Bebeklerin Düşük Doğum Ağırlığının Mars Yöntemine Dayalı İkili Lojistik Regresyonla Modellenmesi. *İstatistik Araştırma Dergisi*, 10(2): 56-72.
- Özyurt A, Özkan M 2009. Orta Anadolu'da Yetiştirilen Siyah- Alaca Sığırlarda Laktasyon Eğri Şekli Ve Eğriye Etkili Olan Faktörler. *Hayvansal Üretim* 50(1): 31-37.
- Samui P, Kim D, Viswanathan R 2015. Spatial Variability of Rock Depth Using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) and Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS). *Environmental Earth Sciences*, 73(8): 4265-4272.
- Steinberg D, Colla PL, Kerry M 1999. MARS User Guide. San Diego, CA: Salford Systems.
- Temel GO, Ankaralı H, Yazıcı AC 2010. Regresyon Modellerine Alternatif Bir Yaklaşım: MARS. *Türkiye Klinikleri Journal of Biostatistics*, 2(2): 58-66.
- Tunay KB 2001. Türkiye'de Paranın Gelir Dolaşım Hızlarının MARS Yöntemiyle Tahmini. *ODTÜ Gelişme Dergisi*, 28 (3-4): 431-454.
- Yang CC, Prasher SO, Lacroix R, Kim SH 2003. A Multivariate Adaptive Regression Splines Model for Simulation of Pesticide Transport in Soils. *Biosystems Engineering*, 86(1): 9-15.



## Farklı Samanlarda Lignin Peroksidaz Enzimi Kullanımının Yem Değeri Üzerine Etkisi

Abdiwali Mohamoud ABDİ<sup>ID</sup>, Ünal KILIÇ<sup>ID</sup>

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü Samsun-Türkiye  
✉: unalk@omu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışma bazı samanların kaba yem kalitesi ve sindirilebilirliği üzerine farklı katkı maddeleri ilavesi ve lignin peroksidaz enzimi uygulamasının etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada 3 farklı saman (buğday samanı, soya samanı ve sorgum samanı) ile 2 enzim muamelesi (lignin peroksidaz var - yok) ve 4 farklı muamele grubu (kontrol, %4 üre, %10 melas ve %14 üre+melas (%4 üre, %10 melas)) olmak üzere; her bir yem için 8 muamele grubu oluşturulmuş ve çalışma tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme tertibine göre yürütülmüştür. *In vitro* gerçek sindirilebilirliklerinin (IVGS) belirlenmesinde Daisy inkübatör kullanılmıştır. Çalışmada, kuru madde sindirilebilirliği (KMS), kuru madde tüketimi (KMT) ve nispi yem değeri (NYD) ile duyusal kalite testlerine göre en iyi sonuçları sorgum samanı silajlarının verdiği belirlenmiştir ( $P<0.001$ ). Melas ilavesinin silajlarda kaliteyi artırdığı saptanmıştır. Çalışmada, lignin peroksidaz enzimi ilavesinin samanların *in vitro* gerçek sindirilebilirlikleri (IVGS) ve *in vitro* ADF sindirilebilirlikleri (IV-ADFS) üzerine önemli etkisinin olmadığı belirlenmiştir ( $P>0.05$ ). Lignin peroksidaz enziminin denemede kullanılan bütün gruplar için lignin sindirilebilirliğini artırdığı ve sorgum samanlarının besleme değerlerinin diğerlerinden yüksek olduğu ortaya konulmuştur.

DOI:10.18016/ksudobil.346585

### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 25.10.2017

Kabul tarihi : 27.11.2017

### Anahtar Kelimeler

Buğday samanı,  
*in vitro* sindirilebilirlik,  
lignin peroksidaz,  
sorgum samanı,  
soya samanı

### Araştırma Makalesi

## Effect of Lignin Peroxidase Enzyme on Feed Values of Different Straws

### ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effects of various feed additives and lignin peroxidase (LiP) enzyme application on the quality and digestibility of some straws. Three different straws (wheat straw, soybean straw and sorghum straw) with 4 different treatment groups (Control, 4% urea, 10% molasses and 14% urea + molasses) were used in the study and 8 treatment groups were established for each straw and results were analyzed according to randomized factorial design. Daisy incubator was used to determine the *in vitro* true digestibilities (IVTD) of straw. In this study, molasses treated straws were the best among all treatment groups in organoleptic analyze, it was also found that sorghum straws gave the best results. Sorghum straw silage ranked first in terms of dry matter digestibility (DMD), dry matter intake (DMI) and the relative feed value (RFV) ( $P<0.001$ ). In this study, it was found that the LiP enzyme did not significantly affect the *IVTD* and *in vitro* digestibility of ADF ( $P>0.05$ ) in straws. LiP enzyme increased lignin digestibilities for all treatments. As conclusion, sorghum straw was found to have higher feed value compared to other straws used in present study.

### Article History

Received : 25.10.2017

Accepted : 27.11.2017

### Keywords

Wheat straw,  
*in vitro* digestibility,  
lignin peroxidase,  
sorghum straw,  
soybean straw

### Research Article

**To Cite :** Mohamoud Abdi A, Kılıç Ü 2018. Farklı Samanlarda Lignin Peroksidaz Enzimi Kullanımının Yem Değeri Üzerine Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(3): 374-384, DOI:10.18016/ksudobil.346585

### GİRİŞ

Ruminantların beslenmesinde, kaliteli kaba yem kaynaklarının (yem bitkileri yetiştiriciliği, çayır-

mer'alar vb.) yetersiz olması, dolayısıyla kaba yem ihtiyacını karşılamak için çeşitli endüstriyel atıklar, posalar ve bazı tahıl artıkları ile samanlar da

kullanılmaktadır. Samanlar genellikle düşük protein ve enerji içeriğine sahip olup, yüksek selüloz içermektedir. Bununla birlikte, samanlar hacimli yemler olduklarından hayvanlarda tokluk hissi sağlaması bakımından dolgu maddesi olarak önem taşımaktadırlar. Samanlar gibi, düşük sindirilebilirliğe sahip olan yemlerin besleme değerini artırmak için farklı fiziksel (doğrama, öğütme, peletleme, kaynatma vb.), kimyasal (üre ve bazı alkalilerle işleme) ve biyolojik yöntemler kullanılmaktadır. Biyolojik yöntemlerden ise mikrobiyal işleme yöntemleri (bazı fungus, bakteri ve böceklerle işleme) ve enzimatik yöntemler (sellüloz, hemisellüloz, pektinaz ve ksilanaz vb. enzimlerle işleme) üzerinde çalışmalar olduğu bilinmektedir (Filya, 2007; Hossain ve Anantharaman, 2008; Kalkan; Filya, 2011; Kutlu ve Çelik, 2014).

Samanlar yüksek selüloz içerikleri ve %10-15 lignin içerikleriyle düşük sindirilebilirliğe sahiptirler. Bu bakımdan samanların yem değerlerinin artırılması için ligninin rumende parçalanması ve sindirilebilirliği önem taşımaktadır. Ruminantlar rumenlerinde selülozlu bileşikler parçalayacak enzime sahip oldukları halde, lignini parçalayamazlar bu bakımdan ligninaz enzimi ilavesiyle saman gibi lignin içeriği yüksek olan kaba yemlerin hem sindirilebilirlikleri hem de besleme değeri artmaktadır. Ligninaz enziminin ruminant beslemede kullanımı üzerine yapılan çalışmaların çoğunda mantarların kullanıldığı saptanmıştır (Arora ve ark., 2002; Hossain ve Anantharaman, 2008; Wulandari ve ark., 2013). Sadece enzimin kullanıldığı çalışmalarda ise genellikle aktivitenin belirlendiği çalışmalar görülmüş (Khazaal ve ark., 1990; Arora ve ark., 2002) olup, rumen sıvısına doğrudan enzimin katıldığı çalışmalara ise rastlanılmamıştır.

Selülozca zengin kaba yemler farklı lignoselülozik yapıya sahip olup, soya samanında iki farklı tip (guaiacyl ve syringyl) lignin olduğu bilinmektedir (Xu ve ark., 2007). Bu yapısal farklılık onun sindirilebilirliği üzerinde de etkili olabilecektir. Bu farklılık diğer samanlarda da olabildiği için ligninaz enziminin farklı etkilere sahip olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada farklı lignoselülozik yapıda olan bir baklagil (soya) samanı ile buğdaygil (buğday ve sorgum) samanlarının besin madde içerikleri ve yem kaliteleri üzerine üre, melas ve üre+melas ilavesinin etkilerinin belirlenmesi; yemlerin *in vitro* gerçek sindirilebilirlikleri üzerine lignin peroksidaz enziminin etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

### Muamele gruplarının oluşturulması

Denemede 3 farklı saman (buğday samanı, soya samanı ve sorgum samanı), 2 farklı enzim uygulaması (LiP var - yok) ve 4 farklı muamele (üre, melas, üre +

melas ve kontrol) olmak üzere; her bir saman için 8 muamele grubu, toplamda ise 24 grup oluşturulmuştur. Muamele grubundaki samanlar laboratuvar tipi PVC silo kaplarında 5'er tekerrürlü olarak silolanmış, kontrol grubu samanlar silolanmamış ve diğer silolar açılıncaya kadar laboratuvar şartlarında muhafaza edilmiştir. Samanların besleme değerlerini artırmak amacıyla katkı maddesi olarak üre, melas ve lignin peroksidaz (LiP=Lignin Peroxidase EC#1.11.1.14) enzimi kullanılmıştır. Suda çözünebilir karbonhidratların ligninaz aktivitesini engellemesi (Khazaal ve ark., 1993) dolayısıyla, samanların silolanmasında LiP ilave edilmemiştir. Rumen sıvısına, her 1 gram yem için 0.1 ünite LiP karıştırılmıştır. Kontrol gruplarına enzim ilavesi yapılmamıştır. Çalışmada; saman %70; üre %4, melas %10; üre + melas %14 oranında katılmış, kalan kısım su ile 100'e tamamlanmıştır. Kontrol (0) gruplarında %100 saman kullanılmıştır.

### Yemlerin besin madde içeriklerinin belirlenmesi

Silolar açıldıktan, kurutulmuş ve öğütülmüş (1 mm) örneklerde; kuru madde (KM), ham protein (HP) ve ham kül (HK) analizleri AOAC (1998)'nin bildirdiği gibi; nötr çözücülerde çözünmeyen lifli maddeler (NDF), asit çözücülerde çözünmeyen lifli maddeler (ADF), asit çözücülerde çözünmeyen lignin (ADL) ve ham selüloz (HS) analizleri ANKOM<sup>2000</sup> Fiber Analyzer cihazı (Ankom Technology, 2003) ile Van Soest ve ark. (1991)'in bildirdiği gibi; ham yağ (HY) analizi Ankom XT<sup>15</sup> Extraction System cihazı ile AOCS (2005)'nin bildirdiği gibi belirlenmiştir. Organik maddeler (OM=KM-HK), nitrojensiz öz maddeler (NÖM=KM-(HP+HK+HY+HS)), selüloz (Sel=ADF-ADL) ve hemiselüloz (Hsel=NDF-ADF) değerleri ise hesaplama yoluyla bulunmuştur. Silajların pH değerleri, dijital pH metre (HANNA INS. 1332) ile belirlenmiş, duyu analizler Kılıç (1986) tarafından bildirildiği gibi yapılmıştır.

### Lignin peroksidaz enziminin çalışma şartları ve aktivitesinin belirlenmesi

Çalışmada, Lignin peroksidaz enzimi, farklı tamponlarda (pH=3.5 ve pH=6.0), hidrojen peroksit ve veratril alkol varlığında ve yokluğunda buğday samanında denenmiş ve 48 saat buzdolabında bekletilmiştir. Lignin peroksidaz aktivitesi spektrofotometre yardımıyla 310 nm'de belirlenmiştir. Bir enzim ünitesi, 1 dakikada 1µmol veratril alkolü veratraldehite yükseltgeyen enzim miktarı olarak tanımlanmıştır. Yapılan değerlendirme sonrasında, Khazaal ve ark. (1990)'nın da bildirdiği gibi her 10 gram saman için 1 enzim ünitesi kullanımının uygun olduğu belirlenmiştir.

### *In vitro* gerçek besin madde sindirilebilirliği

*In vitro* çalışmada, Ankom Daisy<sup>II</sup> inkubator D 220

kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan rumen sıvısı, özel bir mezbahane de henüz kesilen rumen gelişimini tamamlamış, 2-2.5 yaşlarında ve 400-500 kg canlı ağırlıklar arasında olan, Esmer Sığır x Yerli Kara melezi sağlıklı 3 baş tosunun rumeninden alınmıştır. Daha sonra, karbondioksit tüpü ile beslenen 2 litrelik 39 °C' de ısıtılmış bir termos içine iki kat tül bentten, peynir süzgeci ile süzölmüş ve içerisine 2 avuç rumen katı içeriği ilave edilmiş ve 20 dakika içerisinde laboratuvara taşınmıştır. Daisy inkübatörde bütün yemler 5 paralelli olarak test edilmiştir. Daisy inkübatördeki her kavanoza 2 lt'lik inkübasyon sıvısı (1600 ml tampon solusyonu + 400ml rumen sıvısı) CO<sub>2</sub> tüpü eşliğinde ilave edilmiştir. Torbalar inkübatöre CO<sub>2</sub> tüpü eşliğinde atılmış ve 48 saat süre ile inkübe edilmiştir. Enzim ilave edilen gruplarda (pH=6'ya ayarlanmış 10 ml tampon içerisinde çözöndürölmüş) LiP enzimi her 1 gram yem örneği için 0.1 ünite olacak şekilde her bir kavanoza sistem çalışmaya başlamadan hemen önce ilave edilmiştir. Inkübasyon süresi dolunca tüm torbalar kavanozlardan çıkartılıp çeşme suyu altında berrak su akana kadar bekletilmiş ve açıkta kurutulduktan sonra 105 °C'deki etüvde 3 saat tutulmuştur. Etüvden çıkartılan torbalar tartıldıktan sonra besin madde analizleri belirlenmiştir. Kuru madde bazında *in vitro* gerçek besin madde sindirilebilirlikleri (IVGS: *in vitro* gerçek sindirilebilirlik) süzgeç torba tekniği (VanSoest ve ark., 1991) kullanılarak Ankom Daisy inkübatör'de yapılmıştır. *In Vitro* Gerçek Besin Madde Sindirilebilirliği (IVGS) aşağıdaki formöl uygulanarak hesaplanmıştır.

$$\%IVGS=100 - ((W3-(W1 \times C1)) \times 100) / W2$$

Burada; W1: F57 torbalarının darası, W2: Kuru örnekteki NDF miktarı, W3: Inkübasyon sonunda torbada kalan NDF miktarı, C1: Kör ağırlığı (inkübasyondan çıkartılıp etüvde kurutulduktan sonraki boş torba ağırlığı/orijinal torba ağırlığı)

#### Samanların nispi yem değerlerinin belirlenmesi

Samanların kaba yem kalitesinin belirlenmesinde nispi yem değeri (NYD) indeksi kullanılmış ve aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Rohweder ve ark., 1978).

$$KMS = \text{Kuru madde sindirilebilirliği (\%)} = 88.9 - (0.779 \times \% \text{ ADF})$$

$$KMT = \text{Kuru madde tüketimi (\% CA)} = 120 / (\% \text{ NDF})$$

$$NYD = \text{Nispi yem değeri} = (KMS \times KMT) / 1.29$$

#### İstatistiksel Analizler

Araştırma sonunda elde edilen veriler incelenmiş, Kolmogorov-Smirnov Tek örnek testi sonuçlarına göre tüm değişkenlerin normal dağılış gösterdiği (P>0.05) belirlenmiştir. Varyans homojenliğinin testi için Levene testi yapılmış olup tüm değişkenler için varyansların homojen olduğu (P>0.05) belirlenmiştir. Araştırma sonucu elde edilen veriler tesadüf

parsellerinde faktöriyel deneme tertibinde istatistiksel analizleri yapılmıştır. Uygulamalar veya yem çeşitleri arasındaki farklılıkların karşılaştırılması için Duncan Çoklu Karşılaştırma testinden yararlanılmıştır. Çalışmada, interaksiyonların etkisi önemsiz bulunmuş ve sadece muamelelerin ana etkileri dikkate alınmıştır. Çalışmada Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisanslı SPSS 20.0 paket programı kullanılmıştır.

#### BULGULAR VE TARTIŞMA

##### Denemede Kullanılan Yemlerin Besin Madde İçerikleri

Denemede kullanılan samanlara ait besin madde içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre HP içerikleri bakımından bütün samanlarda üre+melas muameleli gruplar en yüksek değeri göstermişlerdir bulunmuştur (P<0.001). Çalışmada, kontrol gruplarının en düşük HP içeriklerine sahip olduğu ve muamelelerin HP içeriklerini artırdığı görölmüştür (P<0.001). Literatürde, buğday ve sorgum samanlarına uygulanan farklı üre muamelelerinin (%4, %5 ve %6 üre) HP içeriklerini artırdığı (%2.6'dan %12.8'e artırdığı) bildirilmektedir (Kraidees, 2005; Mattoni ve ark., 2007; Al-Sultan, 2009). Bu durum mevcut çalışmada benzer bulunmuştur. Farklı çalışmalarda, kontrol grubu sorgum samanlarında HP içeriklerini %2.6 ile %7.0 arasında değiştiği görölmüştür (Madibela ve ark., 2005; Waller, 2005; Stanton ve LeValley, 2006; Mattoni ve ark., 2007; Hamed ve Elimam, 2009; Jonathan ve ark., 2012; Redden, 2012 ile ElObied ve Ali, 2013). Bu çalışmada elde edilen HP içeriğinin ise literatür bildirişleri arasında yer aldığı (%3.28) saptanmıştır. Soya samanına ait HP içerikleri literatür taramalarında %5.0 ile %7.88 aralığında bulunmuştur (Waller, 2005; Stanton ve LeValley, 2006; Rossi, 2007; Fluharty, 2009; Redden, 2012; Kutlu ve Çelik, 2014). Buğday samanı için HP içeriği çalışmada %2.93 olarak bulunmasına karşın farklı araştırmacıların (Can ve ark., 2004; Waller, 2005; Stanton ve LeValley, 2006; Rossi, 2007; Fluharty, 2009; Redden, 2012; Kutlu ve Çelik, 2014) bildirişleri %3.2 ile %4.1 arasında değişmiştir.

Buna göre çalışmada kullanılan buğday samanı literatür bildirişlerindeki en düşük HP değerine yakın bulunmuştur. Görölen farklılıklar ise yem çeşiti, toprak yapısı, gübreleme, biçim zamanı, samandaki sap ve kaçak tohum oranı vb. pek çok faktöre bağlı olarak değişebilmektedir (Kılıç ve Sarıççek, 2006; Kutlu ve Çelik, 2014).

Ham yağ içerikleri bakımından, sorgum samanına melas muamelesinin rakamsal olarak en yüksek HY içeriğini gösterdiği ancak kontrol grubu ile arasında istatistiki farklılık bulunmadığı saptanmıştır (P>0.05).

Çizelge 1. Denemede kullanılan yemlere ait besin maddeleri içerikleri ve hücre duvarı yapı elemanları, % (KM'de)

Çeşit-Muamele	KM	OM	HP	HY	HS	HK	NÖM	NDF	ADF	ADL	HSEL	SEL
Buğday - Üre	69.64±0.9 <sup>c</sup>	89.01±0.7 <sup>bcd</sup>	7.23±0.1 <sup>e</sup>	1.35±0.2 <sup>c</sup>	42.67±0.3 <sup>d</sup>	10.99±0.7 <sup>bcd</sup>	37.76±1.2 <sup>d</sup>	76.78±0.6 <sup>a</sup>	49.44±0.5 <sup>e</sup>	6.09±0.2 <sup>c</sup>	27.34±0.3 <sup>bc</sup>	43.34±0.7 <sup>a</sup>
Buğday - Melas	75.32±1.0 <sup>b</sup>	87.7±0.9 <sup>de</sup>	4.27±0.1 <sup>g</sup>	1.11±0.2 <sup>c</sup>	38.34 ±0.8 <sup>e</sup>	12.30±0.9 <sup>ab</sup>	43.98±0.3 <sup>b</sup>	71.31±0.6 <sup>b</sup>	44.60±0.6 <sup>e</sup>	5.63±0.3 <sup>c</sup>	26.71±0.2 <sup>bcd</sup>	38.97±0.9 <sup>c</sup>
Buğday-Üre+Melas	76.55±0.5 <sup>b</sup>	87.92±0.5 <sup>cde</sup>	10.21±0.5 <sup>c</sup>	1.32±0.1 <sup>c</sup>	37.71±0.4 <sup>e</sup>	12.08±0.5 <sup>abc</sup>	38.68±0.5 <sup>d</sup>	69.89±1.0 <sup>b</sup>	43.70±0.3 <sup>e</sup>	5.48±0.3 <sup>c</sup>	26.20±1.3 <sup>bcd</sup>	38.22±0.3 <sup>c</sup>
Buğday- Kontrol	91.81±0.1 <sup>a</sup>	90.2±0.2 <sup>ab</sup>	2.93±0.1 <sup>i</sup>	1.31±0.1 <sup>c</sup>	41.90±1.4 <sup>d</sup>	9.80±0.2 <sup>de</sup>	44.06±1.6 <sup>b</sup>	78.89±1.1 <sup>a</sup>	47.53±1.9 <sup>d</sup>	6.00±1.4 <sup>c</sup>	31.36±0.8 <sup>a</sup>	41.53±0.5 <sup>ab</sup>
Sorgum - Üre	66.22±0.2 <sup>d</sup>	91.14±0.1 <sup>a</sup>	10.57±0.1 <sup>c</sup>	1.24±0.2 <sup>c</sup>	34.44±0.2 <sup>f</sup>	8.86±0.1 <sup>e</sup>	44.89±0.1 <sup>b</sup>	63.16±0.2 <sup>c</sup>	37.49±0.4 <sup>f</sup>	3.11±0.9 <sup>d</sup>	25.67±0.5 <sup>cd</sup>	34.38±1.0 <sup>d</sup>
Sorgum - Melas	75.99±0.1 <sup>b</sup>	90.5±0.0 <sup>ab</sup>	5.29±0.1 <sup>f</sup>	3.02±0.2 <sup>a</sup>	31.49 ±0.8 <sup>g</sup>	9.50±0.0 <sup>de</sup>	50.71±0.7 <sup>a</sup>	59.07±0.2 <sup>d</sup>	34.15±0.3 <sup>g</sup>	1.96±0.1 <sup>d</sup>	24.91±0.2 <sup>de</sup>	32.20±0.2 <sup>d</sup>
Sorgum-Üre+Melas	74.29±0.0 <sup>b</sup>	91.11±0.1 <sup>a</sup>	17.62±0.1 <sup>a</sup>	1.60±0.1 <sup>bc</sup>	30.67±0.7 <sup>g</sup>	8.89±0.1 <sup>e</sup>	41.22±0.7 <sup>c</sup>	54.89±0.4 <sup>e</sup>	31.48±0.5 <sup>h</sup>	1.82±0.2 <sup>d</sup>	23.41±0.3 <sup>e</sup>	29.66±0.7 <sup>e</sup>
Sorgum-Kontrol	90.09±0.6 <sup>a</sup>	91.33±0.0 <sup>a</sup>	3.28±0.1 <sup>hi</sup>	2.26±0.4 <sup>ab</sup>	34.68±1.0 <sup>f</sup>	8.67±0.0 <sup>e</sup>	51.12±1.2 <sup>a</sup>	64.70±0.2 <sup>c</sup>	36.98±0.5 <sup>f</sup>	2.74±0.5 <sup>d</sup>	27.71±0.3 <sup>b</sup>	34.24±0.0 <sup>d</sup>
Soya - Üre	69.2±0.7 <sup>c</sup>	87.47±0.4 <sup>e</sup>	9.32±0.1 <sup>d</sup>	1.60±0.2 <sup>bc</sup>	50.20±0.4 <sup>b</sup>	12.53±0.4 <sup>a</sup>	26.36±0.5 <sup>f</sup>	69.20±1.2 <sup>b</sup>	55.35±0.9 <sup>a</sup>	13.15±0.4 <sup>a</sup>	13.85±0.4 <sup>fg</sup>	42.2±1.3 <sup>a</sup>
Soya - Melas	74.5±0.9 <sup>b</sup>	89.36±0.3 <sup>bc</sup>	4.66±0.0 <sup>g</sup>	0.91±0.2 <sup>c</sup>	50.12 ±0.3 <sup>b</sup>	10.64±0.3 <sup>cd</sup>	33.66±0.6 <sup>e</sup>	69.21±0.6 <sup>b</sup>	54.92±0.2 <sup>a</sup>	12.89±0.3 <sup>ab</sup>	14.29±0.7 <sup>fg</sup>	42.03±0.3 <sup>a</sup>
Soya-Üre+Melas	75.5±0.7 <sup>b</sup>	86.83±0.5 <sup>e</sup>	12.61±0.3 <sup>b</sup>	1.53±0.4 <sup>bc</sup>	45.36±0.2 <sup>c</sup>	13.17±0.5 <sup>a</sup>	27.34±1.1 <sup>f</sup>	63.81±0.6 <sup>c</sup>	51.13±0.2 <sup>b</sup>	11.52±0.1 <sup>b</sup>	12.68±0.4 <sup>g</sup>	39.61±0.3 <sup>bc</sup>
Soya-Kontrol	90.12±0.2 <sup>a</sup>	90.42±0.3 <sup>ab</sup>	3.64±0.0 <sup>h</sup>	1.41±0.8 <sup>bc</sup>	53.10±0.4 <sup>a</sup>	9.58±0.3 <sup>de</sup>	32.27±0.1 <sup>e</sup>	71.46±0.3 <sup>b</sup>	56.48±0.5 <sup>a</sup>	12.64±0.3 <sup>ab</sup>	14.98±0.2 <sup>f</sup>	43.84±0.8 <sup>a</sup>
Önem Düzeyi	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

KM: Kuru madde, OM: Organik Maddeler, HP: Ham protein, HY: Ham yağ, HS: Ham selüloz, HK: Ham kül, NÖM: Nitrojensiz öz maddeler, NDF: Nötr çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler, ADF: Asit çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler, ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lignin, HSEL: Hemiselüloz, SEL: Selüloz. P<0.001;a,b..., aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Diğer bütün samanlar bunlardan daha düşük HY içeriğine sahip olmuşlardır ( $P<0.001$ ). Buğday samanı ve soya samanlarında kontrol grupları ile muameleler arasında ham yağ içerikleri bakımından önemli farklılık görülmemiştir ( $P>0.05$ ).

Yapılan literatür taramalarında sorgum samanına ait HY içeriklerinin %1.7 ile 2.1 arasında değiştiği (Waller, 2005; Stanton ve LeValley, 2006 ile Jonathan ve ark., 2012) ve çalışmada elde edilen değerlerle benzer olduğu (%2.3) saptanmıştır. Sorgum samanlarında muamelelerin ham kül içerikleri üzerine, etkisinin olmadığı görülmüştür ( $P>0.05$ ). Ancak, kontrol grubuna göre en yüksek HK içeriklerini soya samanlarında üre muamelesi ve üre+melas muamelesi gösterirken; buğday samanlarında melas muamelesi ve üre+melas muameleleri göstermiştir ( $P<0.001$ ).

Yemlerde nötr çözücülerde çözünmeyen lifli bileşiklerin (NDF) yüksek olması hayvanlarda istekli yem tüketimini düşüreceğinden dolayı arzu edilmez ve bu yemlerin sindirilebilirliği düşük olur. Çalışmada kullanılan buğday samanı için kontrol ve üre muamelesinde en yüksek NDF sonuçları görülmüş ( $P<0.001$ ); melas ilave edilen gruplarda ise NDF içeriğinin düştüğü gözlemlenmiştir. Bu durum melasın kolay çözünebilir karbonhidrat kaynağı olmasından kaynaklanmıştır. Benzer durum soya samanında görülmemiş, kontrole göre sadece üre+melas ilave edilen grupta istatistiksel açıdan daha düşük bir NDF değeri saptanmıştır ( $P<0.001$ ). Soya samanında kontrol grubu ile diğer muameleler arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Denemede kullanılan samanlar içerisinde en düşük NDF içerikleri sorgum samanlarında görülmüş olup, kontrol grubu ile üre muamelesi arasında istatistiksel açıdan fark bulunmamış ( $P>0.05$ ) ancak, melas ilave edilen muamelelerde bunlardan daha düşük NDF içeriği gözlenmiştir ( $P<0.001$ ). Çalışmada sorgum samanı için saptanan NDF içeriği (%64.7); Mattoni ve ark., 2007 (%64.6) ile Jonathan ve ark., 2012 (%69.3)'nin bildirişleriyle de uyumlu bulunmuştur. Soya samanı NDF içeriğini Fluharty (2009) %70.0 olarak bildirirken, Stanton ve LeValley (2006) ise %54.0 olarak bildirmektedir. Çalışmada saptanan NDF içeriği %71.46 olup, Fluharty (2009)'nin bildirişleriyle uyum içerisinde olduğu saptanmıştır.

Buğday samanının NDF içeriğinin değişik araştırmacılar (Can ve ark., 2004; Stanton ve LeValley, 2006; Fluharty, 2009) tarafından %54.4 ile %73.0 arasında değiştiği bildirilmektedir. Bu değerler çalışmada saptanan değerlerin altındadır. Al-Sultan, (2009), buğday samanına %5 üre ilavesinin yemlerin NDF içeriğini %74.1'den %60.6'ya düşürdüğü bildirilirken; başka bir çalışmada ise (Kraidees, 2005) %6 üre ilavesinde NDF içeriğinin kontrol grubuna yakın değerler gösterdiği (%78.8 ile %78.3) saptanmıştır. Bu durum çalışmada da benzer bulunmuştur; üre

muamelesi ile kontrol grubu arasında NDF içeriği bakımından rakamsal bir düşüş olsa da istatistiki farklılık görülmemiştir ( $P>0.05$ ).

Yemlerde sindirilebilirliğin ifadesi olan ADF içeriği bakımından samanlar arasında en düşük değeri sorgum samanları göstermiştir. Sorgum samanı kontrol grubu ile üre muamelesi grup arasında farklılık önemsiz iken, melas muamelesi yapılan gruplarda ADF içeriğinin düşüş gösterdiği saptanmıştır ( $P<0.001$ ). Sorgum samanında üre+melas muamelesinin tek başına melas muamelesine göre daha düşük ADF değerine sahip olduğu da saptanmıştır ( $P<0.001$ ). Buğday ve soya samanlarında da sorgum samanına benzer şekilde en düşük ADF içeriklerini üre+melas muameleleri göstermiştir ( $P<0.001$ ). Buğday samanında melas muamelesi ile üre+melas muamelesi arasındaki farklılığın önemsiz olduğu ( $P>0.05$ ), üre muamelesinin ise buğday samanının ADF içeriğini artırdığı ( $P<0.001$ ) yani sindirilebilirlik üzerine olumsuz etkisinin olabileceği görülmektedir. Soya samanında tek başına üre ve tek başına melas ilavesinin, ADF içeriği üzerine istatistiksel açıdan etkisi bulunmamıştır. Sorgum samanı için değişik araştırmacılar (Madibela ve ark., 2005; Waller, 2005; Jonathan ve ark., 2012; Redden, 2012) tarafından bildirilen ADF içerikleri %41.0 ile %45.5 arasında değişmiştir. Çalışmada bu değer %36.98 olarak belirlenmiş olup, literatür bildirişlerinden düşük bulunmuştur. Soya samanına ait ADF içerikleri çalışmada %56.46 olarak belirlenmiştir. Bu değer literatür bildirişlerinde (Waller, 2005; Stanton ve LeValley, 2006; Fluharty, 2009; Redden, 2012) %54 ile %70 aralığında değişmiş, çalışmada bulunan değerle uyum içerisinde olduğu görülmüştür. Farklı araştırmacılar (Can ve ark., 2004; Waller, 2005; Stanton ve LeValley, 2006; Fluharty, 2009; Redden, 2012; Şahan, 2012) tarafından buğday samanı için belirtilen ADF içerikleri %50.3 ile %85.0 arasında değişmekte iken, bu değer çalışmada %47.53 olarak saptanmıştır. Sorgum samanında %5 üre ilavesinde ADF içeriğinin %69.3'ten %75.9'a yükseldiği bildirilmektedir (Mattoni ve ark., 2007). Bu değer sorgum için çalışmada istatistiksel açıdan benzer bulunmuştur. Buğday samanına %5 üre ilavesinde (Al-Sultan, 2009) ADF içeriği %44.6'dan %56.3'e artarken; farklı bir çalışmada ise (Kraidees, 2005) bu değerler %50.4'ten %52.0'ye çıkmıştır. Çalışmada buğday samanı için belirlenen sonuçlar literatür bildirişleriyle benzerdir.

Yemlerde lignin içeriklerin yüksek olması istenmez çünkü gerek tek mideli hayvanlar gerekse ruminantlar ligninli bileşiklerini sindiremezler. Bu bakımdan yüksek lignin içerikli yemler hayvanlar tarafından etkin şekilde kullanılamaz. Çalışmada kullanılan samanlar içerisinde en düşük lignin içeriklerini sorgum samanları gösterirken; bunu buğday samanları takip etmiştir ( $P<0.001$ ). Gerek sorgum samanlarında

gerekse buğday samanlarında muamelelerin (üre, melas ve üre+melas ilavesinin) lignin içerikleri üzerine etkisi olmamıştır ( $P>0.05$ ). Ancak soya samanları içerisinde üre+melas muamelesinin sadece üre muamelesine göre istatistiki olarak daha düşük lignin içeriği gösterdiği saptanmıştır ( $P<0.001$ ). Bu durum fermentasyon esnasında kolay kullanılabilir enerji kaynağı olan melasın kullanılması, silaj mikroorganizmalarının üreyi parçalamamasından kaynaklanmış olabilir. Böylece, üre amonyak formunda ortamdan uzaklaşmadığı için oransal olarak melas+üre ilave edilen grupta lignin içeriği daha düşük görülebilmektedir. Sorgum samanı için çalışmada ADL içeriği %2.74 olarak saptanırken; Serna-Saldivar ve ark. (2012) ile Cardoso ve ark. (2013) birbirine yakın değerler bulmuş (%7.0 ile %7.52) ancak çalışmalarında sorgum sapı kullandıklarını belirten Jonathan ve ark. (2012) bu değeri %28.2 olarak bildirmişlerdir. Bu sonuçlara göre çalışmada sorgum samanı için elde edilen ADL verileri literatür bildirişlerinden oldukça düşük bulunmuştur. Soya samanına ait ADL içeriği çalışmada %12.64 olarak saptanmış olup, bu değer Fluharty (2009) tarafından belirtilen %16.0 değerinden düşük, Maheri-Sis ve ark. (2011) tarafından bildirilen %13.0 değeriyle uyumlu bulunmuştur. Buğday samanında lignin içerikleri çalışmada %6 olarak saptanmış olmasına karşın Fluharty (2009)'nin bildirişinden daha düşük değerler bulunmuştur. Bu farklılıklar; kullanılan çeşitlerin farklılığı, toprak yapısı, gübreleme, tohum-sap karışım oranındaki farklılıklar, biçim zamanındaki

farklılıklar, yemlere analiz öncesi uygulanan işlemler (öğütme büyüklüğü), silaj fermentasyonunda görülebilen farklılıklar vb. nedenlerden kaynaklanmış olabilir (Kılıç ve Sarıççek, 2006; Kutlu ve Çelik, 2014).

### Denemede Kullanılan Saman Silajlarına Ait pH ve Duyusal Analizler

Çalışmada silajlar duyusal analizlere tabi tutulduktan sonra, Kılıç (1986)'ın bildirdiği gibi toplam puan dikkate alınarak kalite sınıfları belirlenmiş ve silaj pH değerleri ile birlikte Çizelge 2.'de verilmiştir. Buna göre en iyi kalite sınıfında olan silajların melas ilaveli gruplar olduğu saptanmıştır. Nitekim, kolay çözünebilir karbonhidratlarca zengin olan melasın, laktik asit bakterilerinin üremesini sağladığı ve silaj fermentasyonunu olumlu yönde etkilediği düşünülmektedir. Sadece üre ilavesi ise üre+melas ilavesine göre, duyusal analizler ve silaj pH'ları bakımından daha başarısız silajlar yapılmasına neden olmuştur.

Saman silajlarında pH içerikleri bakımından en yüksek değerlerin, beklenildiği gibi, sadece üre ilave edilen gruplarda; en düşük pH içeriklerinin ise sadece melas ilave edilen gruplarda olduğu görülmüştür. Bu durum ürenin amonyak üretiminden ve melasın kolay çözünebilir karbonhidratlarca zengin olmasından kaynaklanmaktadır. En düşük pH içeriği sorgum samanına melas ilavesinde görülmüştür. Bu durum sorgumun kolay silolanan bir yem bitkisi olmasına da bağlanabilir.

Çizelge 2. Saman silajlarında duyusal analizler, kalite sınıfı ve pH değerleri

Yemler	Koku	Yapı	Renk	Toplam Puan	Kalite Sınıfı	pH
Buğday Üre	11	4	1.9	16.9	İyi	9.35 ± 0.04 <sup>a</sup>
Buğday Melas	14	4	2	20	Pekiyi	6.44 ± 0.02 <sup>e</sup>
Buğday Üre+Melas	10.4	4	2	16.4	İyi	9.35 ± 0.02 <sup>a</sup>
Sorgum Üre	11.75	4	2	17.75	İyi	8.95 ± 0.01 <sup>b</sup>
Sorgum Melas	13.25	4	2	19.25	Pekiyi	6.05 ± 0.05 <sup>f</sup>
Sorgum Üre+Melas	13.25	4	2	19.25	Pekiyi	8.61 ± 0.03 <sup>c</sup>
Soya Üre	11.3	2.5	1.3	15.1	İyi	9.25 ± 0.03 <sup>a</sup>
Soya Melas	14	3.9	1.7	19.6	Pekiyi	6.72 ± 0.03 <sup>d</sup>
Soya Üre+Melas	12.5	2.7	1.5	16.7	İyi	8.68 ± 0.07 <sup>c</sup>
Önem Düzeyi						<0.001

$P<0.001$ ; a,b,..., aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

### Denemede Kullanılan Samanların ve Muamelelerin Kaba Yem Değerleri

Denemede kullanılan samanlar ve muamelelerin kaba yem kaliteleri üzerine etkileri Çizelge 3'te verilmiştir. Yavuz (2005) nispi yem değeri indeksini yemlere yapılan fiziksel ve kimyasal uygulamaların etkilediğini ve yapılacak değerlendirmelerde yemlerin biyolojik değerlerinin de dikkate alınmasını

önermektedir. Bu nedenle çalışmada NYD ile elde edilen sonuçların, *in vitro* sonuçlarla karşılaştırılmasında bu husus dikkate alınmıştır. Kuru madde tüketimi (KMT) bakımından samanlar karşılaştırıldığında; buğday samanında; melas ile üre+melas muameleleri ve kontrol grubu ile üre muameleleri arasında fark görülmemiştir ( $P>0.05$ ). Melas ve üre+melas muameleleri buğday samanında diğer muamelelere göre daha yüksek KMT değerine

sahip olmuştur ( $P<0.001$ ). Kuru madde tüketim değeri yüksek olan yemlerin hayvanlar tarafından daha çok sevilerek tüketildikleri düşünüldüğünde buğday samanlarına üre+melas uygulamasının ya da tek başına melas uygulamasının iştah üzerine olumlu etkisi olacağı söylenebilir. Kuru madde

sindirilebilirliği (KMS) bakımından buğday samanında, kontrol grubuna göre melas ve üre+melas muameleleri daha yüksek değer gösterirken ( $P<0.001$ ); üre muameleli grup ise kontrol grubundan daha düşük KMS değeri göstermiştir. Bu durum samanların ADF içeriğiyle ilgilidir.

Çizelge 3. Denemede kullanılan samanların ve muamelelerin kaba yem kalitesine etkisi

Çeşit	Uygulama	KMS, %	KMT, % CA	NYD	Kaba Yem Sınıfı
Buğday Samanı	Üre	50.39 ± 0.41 <sup>f</sup>	1.56 ± 0.01 <sup>e</sup>	61.07 ± 0.95 <sup>e</sup>	5
	Melas	54.16 ± 0.43 <sup>d</sup>	1.68 ± 0.01 <sup>d</sup>	70.68 ± 1.17 <sup>d</sup>	5
	Üre+Melas	54.86 ± 0.22 <sup>d</sup>	1.72 ± 0.03 <sup>d</sup>	73.05 ± 0.89 <sup>d</sup>	5
	Kontrol	51.87 ± 1.5 <sup>e</sup>	1.52 ± 0.02 <sup>e</sup>	61.2 ± 2.62 <sup>e</sup>	5
Sorgum Samanı	Üre	59.7 ± 0.27 <sup>c</sup>	1.9 ± 0.01 <sup>c</sup>	87.93 ± 0.47 <sup>c</sup>	3
	Melas	62.29 ± 0.22 <sup>b</sup>	2.03 ± 0.01 <sup>b</sup>	98.11 ± 0.64 <sup>b</sup>	3
	Üre+Melas	64.38 ± 0.36 <sup>a</sup>	2.19 ± 0.02 <sup>a</sup>	109.14 ± 1.4 <sup>a</sup>	2
	Kontrol	60.09 ± 0.4 <sup>c</sup>	1.86 ± 0.01 <sup>c</sup>	86.41 ± 0.86 <sup>c</sup>	4
Soya Samanı	Üre	45.78 ± 0.7 <sup>h</sup>	1.74 ± 0.03 <sup>d</sup>	61.66 ± 2.11 <sup>e</sup>	5
	Melas	46.12 ± 0.16 <sup>h</sup>	1.73 ± 0.01 <sup>d</sup>	62 ± 0.47 <sup>e</sup>	5
	Üre+Melas	49.07 ± 0.17 <sup>g</sup>	1.88 ± 0.02 <sup>c</sup>	71.56 ± 0.87 <sup>d</sup>	5
	Kontrol	44.9 ± 0.4 <sup>h</sup>	1.68 ± 0.01 <sup>d</sup>	58.46 ± 0.74 <sup>e</sup>	5
P		<0.001	<0.001	<0.001	

$P<0.001$ ; a, b, ..., aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

The Hay Marketing Task Force of the American Forage and Grassland Council" tarafından yapılan sınıflandırmaya göre NYD bakımından yemlerde "5" (<75) reddedilecek düzeyde kötü kaliteyi; (75-86) arası 4.kaliteyi; (87-102) arası 3.kaliteyi; (103-124) arası 2.kaliteyi; (125-151) arası iyi kaliteyi ifade ederken, "prime" (>151) ise en iyi kaliteyi ifade etmektedir.

Nispi yem değeri bakımından sorgum samanı en iyi değeri gösteren saman olarak dikkati çekmekte olup; KMT bakımından en yüksek değer üre+melas muamelesinde saptanmış ( $P<0.001$ ), bunu melas muamelesi izlemiştir. Kontrol grubu ile üre muameleli grubun KMT açısından aralarında farklılığa rastlanmamıştır ( $P>0.05$ ). Çalışmada sorgum samanında en yüksek KMS içeriği üre+melas muamelesinde görülmüş, bunu melas muamelesi takip etmiştir. Kontrol grubu ile üre muameleli grup arasında istatistiki farklılık bulunmamış ( $P>0.05$ ), ancak bunlar diğer gruplara göre daha düşük KMS değeri göstermişlerdir ( $P<0.001$ ). Çalışmada sorgum samanı kontrol için belirlenen KMS değeri %60.09 olarak hesaplanmıştır. Literatür bildirişleri ise bu değeri %54.6 ile %55.2 olarak bildirmektedir (Hamed ve Elimam, 2009; ElObied ve Ali, 2013). Görülen bazı farklılıkların yemlerin biçim zamanı, çeşit, tür farklılıkları ve yemlerin farklı besin madde içeriklerinden (NDF ve ADF) kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir.

Nispi yem değeri bakımından çalışmada en yüksek değerlerin sorgum samanında olduğu görülmektedir ( $P<0.001$ ). Diğer samanlar sorgum samanına göre daha düşük değerler gösterirken; üre+melas muamelesi yapılan sorgum samanı en yüksek NYD'ni göstermiştir ( $P<0.001$ ). Bütün samanlarda kontrol grubu ile üre muamelesi arasında NYD bakımından istatistiki farklılık görülmemiştir ( $P<0.001$ ). Bu

durum ürenin yemlerin NDF ve ADF içeriği üzerine etkisinin önemsiz olmasına bağlanabilir. Nitekim, üre ilaveli gruplarda NDF ve ADF içeriklerinin kontrol grubuna benzer bulunması bu sonucu desteklemektedir. Bununla birlikte, buğday samanında; üre ile kontrol grupları arasında ADF içerikleri için istatistiki farklılık olmasına rağmen, rakamsal farklılığın çok az olması NYD hesaplamasında sonucu istatistiki açıdan etkilememiştir. Yavuz (2005), buğday samanı ve soya kabuklarına ait NYD, KMT ve KMS değerlerini sırasıyla; 48.6, 1.41, 44.4 ve 80.3, 1.95, 53.2 olarak bildirmektedir. Buna göre çalışmada buğday için belirlenen sonuçlar daha yüksek bulunurken, soya samanları için belirlenen sonuçlar ise daha düşük saptanmıştır. Bu durum farklı çalışmalarda kullanılan aynı tür yem bitkisinin farklı çeşit, iklim şartları, toprak yapısı, biçim zamanı, gübreleme vb. pek çok faktöre bağlı olarak değişmiş olabilmektedir (Kılıç ve Sarıççek, 2006). Nitekim söz konusu uygulamalar yemlerin besin madde içeriği (NDF, ADF vb.) üzerinde etkili olmaktadır.

Kaba yemlerin kalitelerine göre sınıflandırılmasında "5" en kötüyü ifade etmekte olup, sadece sorgum samanında muamelelerin olumlu etkisi görülmüş ve kaba yemin kalitesi artış göstermiştir. Diğer samanlarda ise melas ve üre+meles muamelelerinin rakamsal olarak önemli artışa sahip olduğu görülmektedir. Ancak, bu durum söz konusu kalite

sınıflandırmasına göre yapılan değerlendirme sonucunu etkilememiştir.

### Samanların In Vitro Sindirilebilirliklerinin Belirlenmesi

Samanların gerçek sindirilebilirliklerinin belirlenmesinde *in vitro* sindirilebilirliklerden sonra samanlarda kalan NDF miktarlarından faydalanılmaktadır. Çalışmada değişik katkı

maddeleriyle besin madde içerikleri zenginleştirilen ve lignin peroksidaz enzimi ilavesi yapılan samanlara ait *in vitro* gerçek sindirilebilirlikleri (IVGS) ile *in vitro* ADF sindirilebilirlikleri (IV-ADFS) Çizelge 4.'te verilmiştir.

Çalışmada her bir saman için yapılan değerlendirme sonucunda samanlara lignin peroksidaz enzimi uygulamasının istatistiksel olarak IVGS değerini ve IV-ADFS değerini etkilemediği saptanmıştır (P>0.05).

Çizelge 4. Lignin peroksidaz enzimi ilave edilen samanlara ait *IVGS* ve *IV-ADFS*

Çeşit-Uygulama	Enzim	<i>IV-ADFS</i> %	<i>IVGS</i> %
Buğday – Üre	Var	59.13 ± 1.66 <sup>ij</sup>	38.24 ± 2.47 <sup>i</sup>
Buğday – Üre	Yok	61.98 ± 4.01 <sup>hi</sup>	42.12 ± 5.29 <sup>fg</sup>
Buğday - Melas	Var	69.77 ± 1.02 <sup>defg</sup>	49.06 ± 0.58 <sup>de</sup>
Buğday - Melas	Yok	67.55 ± 1.07 <sup>g</sup>	46.95 ± 0.31 <sup>def</sup>
Buğday – Üre+Melas	Var	68.36 ± 0.69 <sup>fg</sup>	49.45 ± 1.46 <sup>de</sup>
Buğday – Üre+Melas	Yok	70.72 ± 4.4 <sup>cdefg</sup>	52.94 ± 6.78 <sup>cd</sup>
Buğday - Kontrol	Var	65.66 ± 0.47 <sup>gh</sup>	43.22 ± 1 <sup>efghi</sup>
Buğday - Kontrol	Yok	66.41 ± 2.87 <sup>gh</sup>	39.06 ± 0.83 <sup>hi</sup>
Sorgum – Üre	Var	73.83 ± 0.98 <sup>abcde</sup>	56.87 ± 1.54 <sup>bc</sup>
Sorgum – Üre	Yok	72.86 ± 0.47 <sup>bcd</sup>	55.52 ± 0.64 <sup>bc</sup>
Sorgum - Melas	Var	75.59 ± 0.56 <sup>abc</sup>	58.33 ± 0.86 <sup>abc</sup>
Sorgum - Melas	Yok	74.37 ± 1.93 <sup>abcd</sup>	57.45 ± 2.19 <sup>abc</sup>
Sorgum – Üre+Melas	Var	78.35 ± 1.14 <sup>a</sup>	63.35 ± 1.54 <sup>a</sup>
Sorgum – Üre+Melas	Yok	76.26 ± 0.85 <sup>ab</sup>	60.01 ± 1.25 <sup>ab</sup>
Sorgum - Kontrol	Var	68.76 ± 0.59 <sup>efg</sup>	46.99 ± 0.71 <sup>def</sup>
Sorgum - Kontrol	Yok	70.06 ± 2.05 <sup>defg</sup>	49.02 ± 3.29 <sup>de</sup>
Soya - Üre	Var	51.68 ± 2.06 <sup>k</sup>	40.11 ± 1.64 <sup>ghi</sup>
Soya - Üre	Yok	50.45 ± 5.55 <sup>k</sup>	38.71 ± 5.7 <sup>i</sup>
Soya - Melas	Var	57.7 ± 0.28 <sup>ij</sup>	45.85 ± 0.26 <sup>efg</sup>
Soya - Melas	Yok	58.84 ± 1.34 <sup>ij</sup>	46.91 ± 1.23 <sup>def</sup>
Soya – Üre+Melas	Var	66.32 ± 0.8 <sup>gh</sup>	56.1 ± 0.54 <sup>bc</sup>
Soya – Üre+Melas	Yok	67.36 ± 2.08 <sup>g</sup>	56.03 ± 0.79 <sup>bc</sup>
Soya - Kontrol	Var	56.76 ± 0.84 <sup>j</sup>	44.99 ± 0.62 <sup>efgh</sup>
Soya - Kontrol	Yok	57.69 ± 0.44 <sup>ij</sup>	46.06 ± 0.25 <sup>efg</sup>
Önem Düzeyi		<0.001	<0.001

P<0.001;a,b..., aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Bununla birlikte IVGS ve IV-ADFS bakımından samanlarda en iyi sonuçları sorgum samanlarının gösterdiği üre+melas ve melas ilave edilen grupların diğerlerine göre daha yüksek sindirilebilirlik değerlerine sahip olduğu saptanmıştır. Çalışmada soya samanına üre ilavesinin diğer samanlara ve muamelelere göre en kötü IV-ADFS sonuçlarını gösterdiği, enzim ilavesinin de bu sonuçları etkilemediği görülmüştür. Soya samanlarında en iyi IVGS ve IV-ADFS sonuçlarını ise üre+melas muameleleri göstermiştir.

Buğday samanlarında ise IV-ADFS bakımından en kötü sonuçları üre ile muamele edilen gruplar göstermiş, melas, üre+melas ve kontrol grupları üre ilave edilenlere kıyasla daha yüksek IV-ADFS değerine sahip olmuştur. Çalışmada buğday samanı için saptanan *IVGS* değeri %39.06 olarak bulunurken,

aynı değeri Yılmaz (2009) %43.53 olarak bildirmektedir. Bozkurt ve ark. (2007) ise *IVGS* değerini %46.8 olarak saptamıştır. Şahan (2012) ise yaptığı çalışmada buğday samanına ait *IVGS* değerini % 24.79 olarak bildirmektedir. Çalışmadaki *IVGS* değerinin literatür bildirişlerinin bazılarında farklı olmasının sebebi yemlerin çeşit farklılığı, yetiştirilen toprak yapısı, gübreleme, hasat zamanı ve yemlere uygulanan işlemler ile *in vitro* denemede kullanılan rumen sıvısı farklılığına bağlanabilir.

*In vitro* sindirilebilirlikte kullanılan torbalarda ADL analizleri yapılarak deneme öncesi kuru örnekteki ADL miktarından, *in vitro* sindirilebilirlik sonrası belirlenen kalan kuru örnekteki ADL miktarı çıkartılmış ve yüzde sindirilebilirlikler belirlenmiştir. Çalışmada enzimsiz olarak bütün örneklerden 2 paralel kör torba konularak samanlara uygulanan



farklı muamelelerin lignin sindirilebilirlikleri hesaplanmıştır (Çizelge 5). Burada görüldüğü gibi; bu çalışmada bütün muamele gruplarında enzimin lignin sindirilebilirliğini artırdığı saptanmıştır ( $P<0.001$ ). Nitekim bütün muamele ve kontrol grubu samanlarda, Çizelge 5. Lignin peroksidaz enzimi uygulamasının samanlarda lignin sindirilebilirliği üzerine etkisi

enzim kullanılmayan gruplarda lignin sindirilebilirliği kör denemelerden faydalanılarak sıfır (0) olarak değerlendirilmiştir. Böylece elde edilen bütün pozitif (+) değerler enzimin çalıştığını göstermiştir.

Çeşit-Uygulama	Başlangıç ADL,%	Kalan ADL,%	Lignin Değişim, %	Sindirilebilirliğindeki
Buğday - Üre	6.09	5.66	7.03 ± 0.99 <sup>cd</sup>	
Buğday - Melas	5.63	5.54	1.68 ± 1.05 <sup>e</sup>	
Buğday - Üre+Melas	5.48	5.07	7.42 ± 0.82 <sup>cd</sup>	
Buğday - Kontrol	6.00	5.75	4.18 ± 0.75 <sup>de</sup>	
Sorgum - Üre	3.11	2.56	17.56 ± 1.24 <sup>a</sup>	
Sorgum - Melas	1.96	1.91	2.42 ± 0.67 <sup>e</sup>	
Sorgum - Üre+Melas	1.82	1.74	4.65 ± 0.77 <sup>cde</sup>	
Sorgum - Kontrol	2.74	2.37	13.62 ± 2.38 <sup>b</sup>	
Soya - Üre	13.15	12.14	7.71 ± 1.62 <sup>cd</sup>	
Soya - Melas	12.89	12.02	6.78 ± 0.8 <sup>cd</sup>	
Soya - Üre+Melas	11.52	10.81	6.18 ± 0.95 <sup>cd</sup>	
Soya - Kontrol	12.64	11.59	8.32 ± 0.21 <sup>c</sup>	
Önem Düzeyi			<0.001	

$P<0.001$ ; a,b,..., aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

En yüksek lignin sindirilebilirliği artışı sorgum samanlarına tek başına üre uygulamasında saptanmıştır. Sorgum samanlarında kontrol gruplarında ligninin sindirilebilirliğindeki artış üzerine enzimin etkisi; melas ilave edilen muamele gruplardan daha yüksek olmuştur. Soya samanında enzim ilavesinin muamelelerin lignin sindirilebilirliğindeki artış üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Buğday samanında muamelelerin lignin sindirimi üzerindeki etkisi kontrole kıyasla önemsiz olmuş ( $P>0.05$ ), ancak buğday samanına melas muamelesinde en düşük sindirilebilirlik gözlenmiş olsa da bu durum kontrol grubuna göre istatistiksel açıdan önemli olmamıştır. Bununla birlikte, buğday samanına melas ilavesi ile üre ve üre+melas ilaveleri arasında lignin sindirilebilirliği bakımından önemli farklılıklar görülmüştür ( $P<0.001$ ).

Çalışmadan beklenen etkinin NDF ve ADF sindirilebilirliklerinde istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir. Bu durum enzimin rumen içi çalışma şartlarının bilinmeyen bazı durumlardan ötürü tam olarak sağlanamamış olmasına, samanların ya da samanlara uygulanan muamelelerin lignin peroksidaz enzimi üzerine olumsuz etki yapma ihtimaline bağlanabilir. Nitekim, bazı literatür çalışmalarında lignin peroksidaz ve benzeri enzimlerin oksijensiz ortamlarda çalışmasının zor olduğu bildirilmektedir (Khazaal ve ark., 1993; Wan ve Li, 2012). Bununla birlikte, hidrojen peroksit kullanımı sayesinde oksijen oranının artmasıyla ligninaz enziminin ligninleri parçalama oranının arttığı (Khazaal ve ark., 1990; Kirk ve Cullen, 1998), oksijen ve radikal hidroksiller gibi kimyasal oksidantların

oksidasyonu artırarak lignin parçalanabilirliğini artıracığı (Eriksson ve ark., 2012) bildirilmiştir. Yu ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada, %2 hidrojen peroksit muamelesinin 48 saatlik inkübasyon için ligninin %22.8'ini parçaladığı bildirilmektedir.

Buna göre oksijensiz ortamlarda LiP enziminin çalışma başarısının düşük olabileceği varsayılabilir. Bu nedenle çalışmada kullanılan LiP enzimi oksijensiz şartlarda çalışan bir sisteme yani rumen şartlarına ilave edildiği için samanların lignin parçalanabilirliğinde beklenen artış sağlanmamış olabilir. Bununla beraber, Reid (1989) ligninin parçalanmasının oksidatif bir süreç olduğunu, aktivasyon için mutlaka oksijene gereksinim duyduğunu ve ligninaz aktivitesi için ligninaz enziminin hazırlandığı kültür kabına az miktarda olsa bile havadan oksijen girmesinin (pasif difüzyonla) aktivasyon için yeterli olacağını bildirmektedir. Elde edilen veriler dikkate alındığında samanların lignin sindirilebilirliklerinde belli miktarlarda ve önemli artışların olduğu görülmektedir. Buna göre; yapılacak yorumlarda enzim ilavesinde hazırlık aşamasında ve rumen sıvısına ilavesi aşamalarında alınan oksijene bağlı olarak LiP enziminin çalışmış olma olasılığı yüksek görülmektedir, ayrıca sonuçları etkileyen bilinmeyen bazı faktörlerin de olabileceği dikkate alınmaktadır. Kang ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada, enzim aktivitesi ve üretiminin denemede kullanılan substratın doğasına göre değişiklik gösterdiği bildirilmektedir. Bu nedenle en uygun substratın seçilmesi büyük önem taşımakta olup, substrat olarak pirinç samanı kullanıldığında, pirinç samanı ve buğday kepeğinin karışım halinde substrat

olarak kullanılmasına kıyasla daha yüksek selüloz ve ksilanaz aktivitesi saptanmıştır. Elde edilen sonuçların başka çalışmalardan farklılık göstermesi, bu çalışmada sübstrat olarak buğday, soya ve sorgum samanlarının kullanılmasından kaynaklanabilir. Lignin peroksidazın, lignin sindirilebilirliği üzerine etkili bulunmasının sebeplerinden bir tanesini de, ADL analizi aşamasında kullanılan asidik (%72'lik sülfürik asit) çözelti olabilir. Nitekim, bu konuda yeterli çalışmanın yapılmamış olması, çalışmada elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde ve yorumlanmasında oldukça fazla faktörün dikkate alınması gerektiğini doğurmaktadır.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak, samanların kaba yem kalitesini artırmak için üre, melas ve üre+melas muamelelerinin besin madde içeriklerinde ve silaj yapımında olumlu katkılar sağladıkları görülmüştür. Samanlarda görülen yem değerindeki farklılıkların farklı samanlarda farklı lignoselülozik yapının bulunmasından kaynaklandığı ve samanlar arasında en iyi yem değerini sorgum samanlarının gösterdiği saptanmıştır. Buna göre; kurak bölgelerde sorgum samanının üre ya da üre+melas ilavesiyle zenginleştirilerek hayvan beslemede kullanılması önerilmektedir.

Samanlarda *in vitro* ADL sindirilebilirlikleri bakımından, LiP enziminin bütün muamele gruplarında lignin sindirilebilirliğini artırdığı belirlenmiştir. Lignin sindirilebilirliğindeki artışın yemlerin *IVGS* ve *IV-ADFS* üzerine etkisinin olumlu olması ve sindirilebilirlikleri artırması beklenirken, bu artışın istatistiksel açıdan önemli olmamasının nedenleri gelecekte yapılacak çalışmalar tarafından araştırılmalıdır. Ayrıca, LiP enzimin düşük kaliteli kaba yemlerde ligninin parçalanması ve yem değerinin artırılmasında kullanılması üzerine yoğun *in vitro* ve *in vivo* çalışmalar yürütülmesi önem taşımaktadır. Bununla beraber, hayvan beslemede kullanılabilmesi için LiP enzimini ekonomik olarak üretebilecek mantarlar üzerinde yoğunlaşılması önerilmektedir.

## TEŞEKKÜR

Araştırmacılar, bu çalışmayı TOVAG-2140606 'nolu proje ile destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'na teşekkür ederler.

Bu çalışma, Abdiwali MOHAMOUD ABDİ'Yüksek Lisans tezinden özetlenmiş olup, 1. Uluslararası Hayvan Besleme Kongresinde (28 Eylül - 01 Ekim 2016, Antalya/Türkiye) Poster Bildiri olarak sunulmuş ve sadece özeti basılmıştır.

## KAYNAKLAR

Al-Sultan SA 2009. Nutritive Value and Ruminant Degradability of Urea-Treated Wheat Straw in Camels. Saudi Arabia, <https://scholar.google.com.tr>

/scholar?cluster=1195245765062739931&hl=tr&as\_sdt=0,5&as\_vis=1 (Erişim Tarihi: 07.01.2016).

- Ankom 2003. Method for determining neutral detergent fiber, acid detergent fiber, crude fiber. Ankom Technology, Macedon, NY.
- AOAC 1998. Official Methods of Analysis. 16th Edition, AOAC International, Gaithersburg, MD.
- AOCS 2005. Official procedure, approved procedure Am 5-04, Rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction. American Oil Chemists Society, Urbana, IL.
- Arora DS, Chander M, Gill PK 2002. Involvement of lignin peroxidase, manganese peroxidase and laccase in degradation and selective ligninolysis of wheat straw. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 50: 115 – 120.
- Bozkurt Z, Görgülü M, Çelik L 2007. Kekik (*Oregano vulgare*) ve çörekotu (*Nigella sativa*) esansiyel yağı ile propolisin buğday samanının *in vitro* gerçek kuru madde, organik madde ve NDF sindirilebilirliğine etkileri. *IV.Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, Syf.94-97. 24-28 Haziran 2007*. Bursa
- Can A, Denek N, Yazgan K 2004. Effect of urea and molasses supplementation on nutrient intake and digestibility of sheep fed with straw. *Journal of Animal Veterinary Advances*, 3 (7): 466-469.
- Cardoso WS, Tardin FD, Tavares GP, Queiroz PV, Mota SS, Megumi MC 2013. Use of sorghum straw (*Sorghum bicolor*) for second generation ethanol production: pretreatment and enzymatic hydrolysis. *Quim. Nova*, 36 (5): 623-627.
- ElObied GH, Ali JA 2013. Optimum concentrate supplement to sorghum straw to reduce live weight loss in calves during summer season in Sudan. *International Journal of Agricultural Sciences* 3 (9): 016-021.
- Eriksson KEL, Blanchette R, Ander P 2012. Microbial and enzymatic degradation of wood and wood components. Springer Science & Business Media.
- Filya İ 2007. Türkiye' de kaba yem sorunu ve çözüm yolları. *Türkiye Süt Sığırcılığı. Kurultayı (Çağrılı Tebliğ)*. İzmir, 25-26 Ekim 2007.
- Fluharty FL 2009. Protein and Energy Supplementation of Crop Residues for Breeding Cattle. Department of Animal Sciences, the Ohio State University. p. 01-05.
- Hamed AHM, Elimam ME 2009. Effects of Chopping on Utilization of Sorghum Stover by Nubian Goats. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8 (10): 1567-1569.
- Hossain SM, Anantharaman N 2008. Effect of wheat straw powder on enhancement of ligninolytic enzyme activity using Phanerochaete chrysosporium. *Indian Journal of Biotechnology*, 7: 502-507.
- Jonathan SG, Okorie AN, Garuba EO, Babayemi OJ 2012. Bioconversion of sorghum stalk and rice straw into value added ruminant feed using *Pleurotus pulmonarius*. *Nature and Science*: 10(4): 10-16.
- Kalkan H, Filya İ 2011. Sellüloz Enziminin Buğday Samanının Besleme Değeri, *in vitro* Sindirimi ve

- Mikrobiyal Protein Üretimi Üzerine Etkileri. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 17(4): 585-594.
- Kang SW, Park YS, Lee JS, Hong SI, Kim SW 2004. Production of cellulases and hemicellulases by *Aspergillus niger* KK2 from lignocellulosic biomass. *Bioresource Technology*, 91(2): 153-156.
- Khazaal KA, Owen E, Dodson AP, Harvey P, Palmer J 1990. A Preliminary Study of the Treatment of Barley Straw with Ligninase Enzyme: Effect on *In-Vitro* Digestibility and Chemical Composition. *Biological Wastes*, 33: 53-62.
- Khazaal KA, Owen E, Dodson AP, Palmer J, Harvey PO 1993. Treatment of barley straw with ligninase: effect on activity and fate of the enzyme shortly after being added to straw. *Animal Feed Science and Technology*, 41 (1):15-21.
- Kılıç A 1986. Silo Yemi (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri). Bilgehan Basımevi, İzmir, 327.
- Kılıç Ü, Sarıççek BZ 2006. Gaz üretim tekniğinde sonuçları etkileyen faktörler. *Hayvansal Üretim Dergisi*, 47: 54-61.
- Kirk TK, Cullen D 1998. Enzymology and molecular genetics of wood degradation by white-rot fungi. Environmentally friendly technologies for the pulp and paper industry. Wiley, New York, 273-307.
- Kraidees MS 2005. Influence of urea treatment and soybean meal (urease) addition on the utilization of wheat straw by sheep. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 18(7): 957-965.
- Kutlu HR, Çelik L 2014. Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No:266, Ders Kitapları, Adana.
- Madibela OR, Mahabile W, Boitumelo W 2005. Effect of sorghum stover as replacement basal diet on milk yield, live weight and dry matter intake of Friesian cow in Botswana. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 4 (2): 197-201.
- Maheri-Sis N, Abdollahi-Ziveh B, Salamatdoustnobar R, Ahmadzadeh A, Aghajanzadeh-Golshani A, Mohebbizadeh M 2011. Determining Nutritive Value of Soybean Straw for Ruminants Using Nylon Bags Technique. *Pakistan Journal of Nutrition* 10 (9): 838-841.
- Mattoni M, Schiavone A, Tarantola M, Ladetto G, De Meneghi D, Kanwe AB 2007. Effect of urea treatment on the nutritive value of local sorghum and millet straw: a comparative study on growing performance of Djallonke rams. *Italian Journal of Animal Science*, 6 (1): 318-320.
- Redden RR 2012. Straw is a good alternative in rations for cows and sheep if properly supplemented with higher quality feedstuffs. Available from <https://www.ag.ndsu.edu/drought/forages-and-grazing/feeding-straw>.
- Reid ID 1989. Optimization of solid-state fermentation for selective delignification of aspen wood with *Phlebia tremellosa*. *Enzyme and microbial technology*, 11(12): 804-809.
- Rohweder DA, Barnes RF, Jorgensen N 1978. Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *Journal of Animal Science*, 47(3): 747-759.
- Rossi J 2007. Feeding Straw to Beef Cattle. University of Georgia. College of Agricultural and Environmental Sciences & Family and Consumer Science. P. 01-02.
- Serna-Saldívar SO, Chuck-Hernández C, Pérez-Carrillo E, Heredia-Olea E 2012. Sorghum as a Multifunctional Crop for the Production of Fuel Ethanol: Current Status and Future Trends, Bioethanol, Marco Aurelio Pinheiro Lima (Ed.), ISBN: 978-953-51-0008-9, InTech, DOI: 10.5772/20489.
- Stanton TL, LeValley S 2006. Feed Composition for Cattle and Sheep. Colorado State University extension, P. 01-06.
- Şahan Z 2012. Bazı bitki uçucu yağlarının enerji, protein ve lif kaynağı yemlerin in vitro gerçek sindirilebilirliğine ve yüksek verimli süt sığırlarında süt verimi ve süt kompozisyonlarına etkileri. ÇÜ. Fen Bil. Ens. Zootekni ABD, Doktora Tezi. 147 s.
- Van Soest PV, Robertson JB, Lewis BA 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10): 3583-3597.
- Waller JC 2005. Yem Hammaddeleri Besin Değerleri (Sık kullanılmayan yem hammaddeleri ve yan ürünler tablosu). 2005 Reference Issue and Buyers Guide. Volume 76, Number 38, Feedstuffs.
- Wan C, Li Y 2012. Fungal pretreatment of lignocellulosic biomass. *Biotechnology advances*, 30(6): 1447-1457.
- Wulandari AP, Triyana T, Andayaningsih P 2013. Delignification of Rice Straw with Ligninase from Novel *Penicillium* sp. strain apw tt2 for Biopulping. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 3(1): 43-46.
- Xu Z, Wang Q, Jiang Z, Yangn X, Ji Y 2007. Enzymatic hydrolysis of pretreated soybean straw. *Biomass and Bioenergy*, 31: 162-167.
- Yavuz M 2005. Bazı Ruminant Yemlerinin Nispi Yem Değeri ve İn vitro Sindirim Değerlerinin Belirlenmesi. GOÜ. Ziraat Fakültesi, 22 (1): 97-101
- Yılmaz Y 2009. Kekik (*Origanum vulgare*) ve çörekotu (*Nigella sativa*) yağı ile arpa, soya fasulyesi küspesi ve buğday samanının gerçek kuru madde, organik madde ve sindirilebilirliğine etkileri. ÇÜ. Fen Bil. Ens. Zootekni ABD, Yüksek lisans Tezi, 39 s.
- Yu J, Zhang J, He J, Liu Z, Yu Z 2009. Combinations of mild physical or chemical pretreatment with biological pretreatment for enzymatic hydrolysis of rice hull. *Bioresource Technology*, 100(2):903-908.

## Hatay İli Kırıkhan –Reyhanlı Bölgesi Çayır-Mera Topraklarının Besin Elementi Durumları ve Bazı Toprak Özellikleri ile İlişkileri

Mehmet YALÇIN<sup>1\*</sup>, K Mesut ÇİMRİN<sup>1</sup>, Yusuf TUTUŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, <sup>2</sup>Sabancı Üniversitesi, Doğa Bilimleri ve Mühendislik Fakültesi

✉ : myalcin@mku.edu.tr

### ÖZET

Çalışmada Hatay ili Kırıkhan Reyhanlı bölgesi çayır-mera topraklarının makro ve mikro besin elementi durumları ve bunların kimi toprak özellikleri ile ilişkilerinin saptanarak, verimlilik durumlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç için çayır mera topraklarını temsil edecek şekilde iki farklı derinlikten (0-20 ve 20-40 cm) ve 40 ayrı noktadan olmak üzere toplamda 80 toprak örneği alınmıştır. Alınan topraklarda pH, tuz, bünye, kireç, organik madde, KDK ve Toplam N, yarıyışlı P, K, Ca, Cu, Fe, Mn ve Zn analizleri yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; toprakların % azot içerikleri 0.01-1.34 ile alınabilir fosfor 0.35-8.41 ppm; değişebilir potasyum 35.00-1125.00 ppm; kalsiyum 292.50-1197.50 ppm arasında belirlenirken, alınabilir bakır 0.26-7.48 ppm; demir 4.00-61.00 ppm; mangan 5.00-217.00 ppm; çinko 0.25-13.52 ppm ve belirlenmiştir. Özetle, toprakların büyük bir kısmında fosfor ve alınabilir çinko daha az bir kısmında alınabilir potasyum ve kalsiyum yönünden noksanlık belirlenirken, alınabilir bakır, demir ve mangan içerikleri bakımından ise herhangi bir noksanlığa rastlanmamıştır. Toprakların toplam azot ile tuz içerikleri, alınabilir fosfor ile pH ve kil içerikleri, değişebilir potasyum ile kum içerikleri, alınabilir bakır ve demir ile pH ve kum içerikleri, alınabilir mangan ile pH değerleri ve kalsiyum ile kum içerikleri arasında negatif önemli ilişkiler bulunmuştur. Toprakların toplam azot, değişebilir potasyum ve alınabilir demir ile tuz, silt, organik madde ve KDK değerleri, alınabilir fosfor ile tuz, silt ve organik madde içerikleri, alınabilir bakır ve kalsiyum ile tuz, kil, silt, kireç, organik madde ve KDK değerleri ve alınabilir mangan ile organik madde içerikleri arasında ise pozitif önemli ilişkiler belirlenmiştir.

DOI:10.18016/ksudobil.342009

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 06.10.2017

Kabul tarihi : 23.10.2017

### Anahtar Kelimeler

Çayır-Mera,  
Toprak Özellikleri,  
Toprak Verimliliği

### Araştırma Makalesi

## Nutrients Status of Grass and Pasture Soils in Kırıkhan-Reyhanlı Region of Hatay Province and Relationships with Some Soil Properties

### ABSTRACT

The study was conducted to determine the content of micro and macro nutritional elements and their fertility status by identifying their relevance to some characteristics of soil. For this purpose, from 40 different points and 2 different depths (0-20 and 20-40 cm) referring to total 80 soil samples were taken in a way to represent grass and pasture soils. Analyzes of pH, total salt, textures, lime, organic matter, CEC and Total N, available P, K, Ca, Cu, Fe, Mn and Zn were done in the soils samples. As a result of the study, it was determined that the percent nitrogen content of the soils was 0.0-1.34 ppm and the available phosphorus was 0.35-8.41 ppm; changeable potassium was 35.00-1125.00 ppm; while calcium was determined to be between 292.50-1197.50 ppm, available copper was 0.26-7.48 ppm, iron was 4.00-61.00 ppm, mangan was 5.00-217.00 ppm, zinc was 0.25-13.52 ppm. In summing up, while phosphorus and available zinc were determined to be present in the majority of the soil samples, the minor

### Article History

Geliş : 06.10.2017

Kabul : 23.10.2017

### Keywords

Grass-Pasture,  
Soil characteristics,  
Soil fertility.

### Research Article

parts of the soils were determined lacking available potassium and calcium. Copper, iron or mangan was available in all soil samples. It was found that there was a negative relations of total nitrogen content with salt contents, available phosphorus with pH and clay contents, changeable potassium with sand contents, available copper and iron with pH and sand contents, available mangan with pH values and calcium with sand contents. It was determined that there are positive relations of total nitrogen, changeable potassium and available iron with salt, silt, organic matter and KDK values, available phosphorus with salt, silt and organic matter content, available copper and calcium with salt, clay, silt, lime, organic matter and KDK values and available mangan with organic matter.

**To Cite :** Yalçın M, Çimrin KM, Tutuş Y 2018. Hatay ili Kırıkhan –Reyhanlı Bölgesi Çayır-Mera Topraklarının Besin Elementi Durumları ve Bazı Toprak Özellikleri ile İlişkileri. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(3): 385-396. DOI:10.18016/ksudobil.342009

## GİRİŞ

Toprak her zaman tarımsal üretimin önemli dinamiklerinin başında gelir. Toprak içerisindeki verimlilik düzeyi istenilen seviyede bulunduğu durumlarda tarımsal üretim açısından alınacak ürünün verimi, kalitesi ve oranı yüksek düzeyde olacaktır. Bu açıdan bakıldığında toprakların verimlilik bakımından seviyelerinin sürdürülebilir şekilde artırılması oldukça önemlidir. Toprakların istenilen düzeyde bitki besin elementi barındırmasına ek olarak toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin de iyi durumda olması bitkisel üretim ve verimlilik açısından oldukça önemlidir. Bundan dolayı, toprakların verimlilik durumlarının topraktaki birkaç özelliğin yanında çeşitli faktörlere de bağlı olduğu yadsınamaz bir gerçektir (Başar, 2001; Karaman ve ark. 2012).

Yeryüzünün büyük bir bölümünü çayır ve mera alanları oluşturmaktadır. Bu geniş alanlar dünya nüfusunun beslenmesinin önemli kaynağı olan hayvansal ürünlerin elde edilmesinde yeri doldurulamayacak kaynaklardır. Bu büyük potansiyelin değerlendirilmesiyle hayvansal ürünlerin maliyeti azalacak ülke insanları yeterli ve dengeli beslenme imkânına kavuşacaktır. Bir başka deyişle, Çayır-meralar, hayvan beslemede ihtiyaç duyulan kaba yemin sağlandığı kaynakların en başında gelir. Dünyadaki nüfusun besin ihtiyacının karşılanması açısından oldukça büyük değerlere sahip olan, çayır mera alanlarının sürekliliğini sağlamak için belirli dönemlerde bakımının da yapılması gerekmektedir. Bilindiği gibi ucuz ve kaliteli hayvansal üretim için gerekli olan koşulların başında yeterli ve ucuz kaba yemin sağlanması ile olanaklıdır. Çayır meralar çok farklı türlerin bir araya gelerek oluşturduğu zengin bir bitki örtüsüne sahiptir. Bu kadar zengin besin maddesi içeren çayır meralar hayvan beslenmesi açısından oldukça önemlidir. Çayır meralardan istenen en önemli girdiler bitki örtüsünün ıslah edilerek toprağın korunması ve ot veriminin artırılması olacaktır (Aydn ve Başbağ, 2017).

Tarımsal alanların üretim dışında kullanılması sonucu sürekli azalan tarım topraklarında sürdürülebilir üretimi sağlamak ve aynı zamanda bu topraklardan en uygun verimi almak, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bilinmesi ile olanaklıdır. Tarımsal üretim doğrultusunda iyi bir ürün elde etmek için bitkilerin ihtiyaç duydukları besin elementlerinin tarım topraklarında uygun miktar ve yeterli oranlarda olması gerekmektedir. Bitkiler için gerekli olan besin elementlerinin tarımsal üretim sürecinde toprakta yeterince bulunmaması veya aşırı miktarlarda bulunması durumunda bitkilerin topraklarda bunlardan faydalanmasını sınırlandırmakta olup elde edilecek ürünün olumsuz şekilde etkilenmesine sebep olmaktadır (Turan ve ark., 2010; Karaman, 2012).

Farklı yöre ve tarım alanlarının verimlilik durumlarının belirlenerek olası beslenme problemlerinin önceden belirlenmesi ve birçok ürünün verim ve sürekliliğini artırmak amacı ile birçok çalışma yürütülmüştür. Bunlardan Turan ve ark. (2010) Bursa ili alüviyal büyük toprak grubu tarım topraklarının verimlilik durumlarının ortaya konması ve potansiyel beslenme sorunlarını saptamak amacıyla alınan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlemişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucuna göre; toprakların genel olarak orta bünyeli, hafif alkali reaksiyonlu, az ve orta düzeyde kireç içeren toprakların % 43.39'unda organik madde, % 46.66'sında azot, % 10'unda fosfor ve %20'sinde kükürt, % 43.34'ünde çinko ve % 90'ında mangan bakımından yetersiz olduğu görülmüştür. Bu noksanlıkların yanında toprakların % 23.33'ünde değişebilir potasyum, % 43.33'ünde kalsiyum, % 73.33'ünde magnezyum, % 50'sinde bitkiye yararlı fosfor, % 90'ında demir ve % 100'ünde bakırın yeterli olduğu ortaya konulmuştur. Benzer olarak Hakkâri-Çukurca yöresi tarım topraklarının verimlilik durumlarını belirleyen Demirekin ve Erdal (2015), topraklarının % 32'sinin killi, %48'inin killi tınlı, % 12'si tınlı % 8'i kumlu-killi- tınlı bünyeye sahip, toprakların tamamının hafif alkalın reaksiyonlu, % 56'sının orta kireçli, % 36'sının fazla kireçli, % 8'inin çok fazla kireçli olduğu, toprakların % 36'sı tuzsuz, % 64'ü az tuzlu, ve

toprak organik maddesi bakımından % 8'i çok az, % 40'ı az, % 44'ü orta, % 8'i iyi durumda olduğunu belirlenmiştir. Ayrıca toprakların % 16'sının P yönünden az, % 56'sının yeterli ve % 28'inin fazla düzeyde olduğu; % 52'sinin K içeriklerinin yeterli, % 4'ünün az, % 36'sının fazla, % 8'inin çok fazla düzeyde olduğu, alınabilir kalsiyum bakımından örneklerin % 48'inde az, % 52'sinde yeterli bulunurken, % 4'ünde Mg içeriği çok az, % 96'sında ise az düzeyde bulunduğu tespit edilmiştir. Mikro element konsantrasyonları açısından bir değerlendirme yapıldığında toprakların % 84'ünün Fe, % 52'sinin Mn, % 44' ünün Zn % 4'ünün de Cu bakımından fakir olduğu belirlenmiştir. Özyazıcı ve ark. (2016) Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının temel verimlilik özelliklerini belirlemek ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak toprak dağılım haritalarını oluşturmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım arazileri topraklarının genel gruplamaya göre büyük çoğunluğu (% 75.30'u) tınlı (orta bünyeli) topraklar olup, pH değerleri çok değişkenlik (< 4.5-8.5 arasında) göstermektedir. Toprakların organik madde bakımından büyük bir çoğunluğu orta-iyi-yüksek düzeyde, tuzsuz ve % 61.15'i az kireçli olduğu tespit edilmiştir. Bölge topraklarının % 58.83'ünde fosfor noksanlığı görülürken, toprakların % 42.68'inde ekstrakte edilebilir potasyumun yeterli olduğu belirlenmiştir. Gaziantep yöresi topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleriyle belirleyen Karaduman ve Çimrin (2016), araştırma alanı topraklarının % 65.11' inin killi, % 27.35' inin killi tınlı, % 7.54' ünün kumlu-killi-tınlı bünyeye sahip olduğu, toprakların büyük bir çoğunluğunun hafif alkalın ve alkalın reaksiyonlu, toprakların organik madde içeriklerinin yetersiz olduğu ve yaklaşık yarısının tuzlu sınıfta yer aldıkları belirlenmiştir. Toprakların % 55.65' inin azot, % 35.86' sının fosfor, % 39.63' ünün potasyum, % 29.24' ünün demir, % 43.40' ının çinko ve % 2.8' inin bakır bakımlarından yetersiz olduğu belirlenmiştir. Eskişehir ili meralarından alınan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analizleri sonucunda meraların azot ve fosfor gübre gereksinimlerini belirleyen Aygün ve ark. (2017), yaptıkları çalışma sonucuna göre; verilmesi gereken saf fosfor; 19 merada yeterli, 3 merada 0.06-0.50 kg da<sup>-1</sup>, 9 alanda 1.0-1.90 kg da<sup>-1</sup>, 12 merada 2.0-2.78 kg da<sup>-1</sup>, 18 alanda 3.06-3.97 kg da<sup>-1</sup> arasında, 22 merada 4.11-4.99 kg da<sup>-1</sup>, 22 merada 5.08-5.99 kg da<sup>-1</sup>, 22 merada 6.16-6.95 kg da<sup>-1</sup> arasında, 8 merada 7.16-7.82 kg da<sup>-1</sup> arasında, 7 alanda ise 8.04-9.80 kg da<sup>-1</sup> ihtiyaç olduğu, azot olarak verilmesi gereken saf azot ise; 9 merada 2.3-2.9 kg da<sup>-1</sup>, 24 merada 3.0-3.9 kg da<sup>-1</sup>, 33 merada 4.0-4.9 kg da<sup>-1</sup> arasında, 40 merada 5.0-5.9 kg da<sup>-1</sup> ve 37 merada 6.0-7.0 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlemişlerdir. Aydın ve Başbağ (2017) yaptıkları

çalışmada Diyarbakır-Şanlıurfa illeri arasındaki Karacadağ'ın sekiz farklı yükseltisinde yer alan meralardan aldıkları toprak örneklerinde analiz gerçekleştirmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre; genel olarak toprakların tuzsuz (<2 dS m<sup>-1</sup>), pH değeri nötr (6.92), kireç içeriklerinin ortalama % 3.73 (kireçli), organik madde içeriklerinin az seviyede (% 1.79), azot içeriği ortalama 1.06 g kg<sup>-1</sup> (yeterli), fosfor miktarı ortalama 5.0 kg da<sup>-1</sup> (az), potasyum miktarı ortalama 67 kg da<sup>-1</sup> (yeterli) olarak belirlemişlerdir.

Çalışmada Hatay iline bağlı Kırıkhan-Reyhanlı bölgesi çayır mera topraklarının makro ve mikro besin elementleri içeriklerinin belirlenmesi ve bunların bazı toprak özellikleri ile olan ilişkilerini ortaya koyarak, çayır meraların topraklarının verimlilik durumlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

### MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada yöreyi temsil edecek şekilde Hatay ili Kırıkhan-Reyhanlı bölgesindeki köylerin çayır mera alanlarından 40 noktadan, 0-20 ve 20-40 cm derinliklerinden toplamda 80 toprak örneği usulüne uygun olarak alınmıştır (Şekil 1; Çizelge 1).

Aynı gün laboratuvara getirilen toprak örnekleri gölgede hava kurusu olacak biçimde kurutulmuş ve 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir.

Toprakların toplam çözünebilir tuz içerikleri saturasyon çamuru ekstraktında elektiriksel iletkenlik aletinde ve pH değerleri ise pH metre aletinde ölçülmüştür (Richards, 1954). Kireç (CaCO<sub>3</sub>) içerikleri Scheibler kalsimetresi ile (Allison ve Moode, 1965), Bünye hidrometre yöntemi ile (Bouyoucos, 1952), organik madde Jackson (1960) tarafından bildirildiği şekilde modifiye edilmiş Walkley-Black yöntemiyle ve katyon değişim kapasitesi Chapman (1965)'a göre belirlenmiştir. Toprakların toplam azot içerikleri Bremner (1965)' e; yarayışlı fosfor içerikleri Olsen ve ark. (1954), alınabilir potasyum Carson (1980)'ın bildirildiği gibi ve değişebilir kalsiyum Knudsen ve ark. (1982)'a göre belirlenirken, toprakların yarayışlı Cu, Fe, Mn ve Zn Lindsay ve Norvell (1978)'e göre belirlenmiştir.

Toprak özellikleri ile besin elementleri arasındaki korelasyon ve regresyon analizleri SPSS 17 istatistik programında yapılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

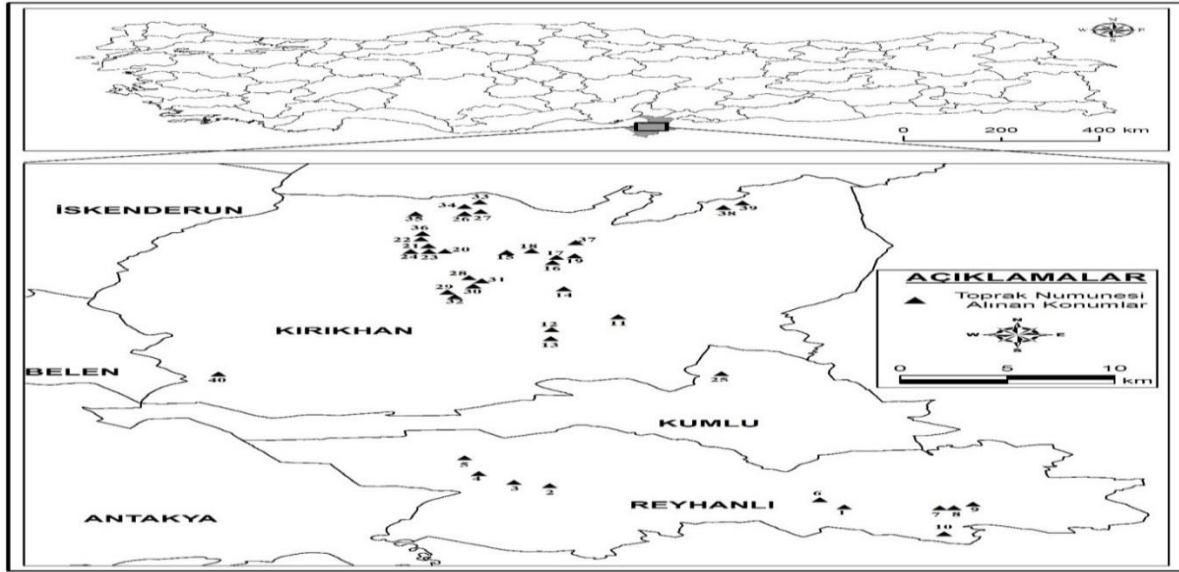
### BULGULAR VE TARTIŞMA

#### Toprakların bünye, kireç, pH, tuz, organik madde ve KDK durumları

Araştırmada kullanılan toprak özelliklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait bulgular Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Toprak Örneklerinin Alındığı Yerlerin Koordinatları

Toprak No	Örnek Yeri	GPS ile N/E Koordinatları	Toprak No	Örnek Yeri	GPS ile N/E Koordinatları
1	Terzihöyük	(36.2685-36.5675)	21	Kodallı-2	(36.5449-36.4139)
2	Suluköy	(36.3237-36.4093)	22	Kodallı-3	(36.5373-36.4130)
3	Cumhuriyet-1	(36.2943-36.4291)	23	Kodallı-4	(36.5272-36.4042)
4	Cumhuriyet-2	(36.2933-36.4301)	24	Kodallı-5	(36.5239-36.4052)
5	Cumhuriyet-3	(36.2929-36.4313)	25	Torun	(36.4283-36.5173)
6	Reyhanlı Merkez	(36.2686-36.56689)	26	Karaçağul-1	(36.5802-36.3968)
7	Çakıryiğit-1	(36.2613-36.6088)	27	Karaçağul-2	(36.5798-36.3934)
8	Çakıryiğit-2	(36.2617-36.6148)	28	Güzelce-1	(36.5791-36.4270)
9	Çakıryiğit-3	(36.2626-36.6186)	29	Güzelce-2	(36.5805-36.4011)
10	Kavalcık	(36.2294-36.6108)	30	Güzelce-3	(36.5957-36.3910)
11	Gölbaşı	(36.4992-36.4739)	31	Güzelce-4	(36.6024-36.3916)
12	Çiloğlan höyüğü-1	(36.4801-36.4466)	32	Güzelce-5	(36.5872-36.3942)
13	Çiloğlan höyüğü-2	(36.4792-36.4461)	33	Saylak	(36.6272-36.4094)
14	Abalakh	(36.5338-36.4511)	34	Taşoluk	(36.6269-36.3888)
15	Çamsarı-1	(36.5665-36.4463)	35	Balarmudu-1	(36.6404-36.5260)
16	Çamsarı-2	(36.5914-36.4560)	36	Balarmudu-2	(36.6366-36.5223)
17	Çamsarı-3	(36.5732-36.4523)	37	Dedeçinar-1	(36.6322-36.4141)
18	Çamsarı-4	(36.5729-36.4480)	38	Dedeçinar-2	(36.6311-36.4132)
19	Çamsarı-5	(36.5809-36.4374)	39	Dedeçinar-3	(36.6290-36.4125)
20	Kodallı-1	(36.5437-36.4166)	40	Topboğazı	(36.4278-36.3059)



Şekil 1. Alınan Toprak örneklerinin Kırıkhan-Reyhanlı İlçe Haritası Üzerindeki Gösterimi

Araştırma topraklarının pH içeriği 6.85 ile 8.16 arasında değişerek ortalama olarak 7.44 olup toprak örneklerinin pH'ları nötr ile hafif alkalın reaksiyonlu olduğu görülmüştür. Çalışmada bulunan sonuçlar, bölge topraklarında çalışan Yalçın ve Ağca (2005)'nin Amik ovası topraklarında belirledikleri pH, kireç ve organik madde içerikleri ile uyumludur.

Toprakların tuz içeriği % 0.01-0.21 arasında farklılık gösterirken ortalama olarak % 0.06 olup 1 ve 15 nolu örnekler haricinde toprakların hemen hemen hepsinin tuzsuz sınıfa ait oldukları bulunmuştur. Çayır-Mera topraklarının sırasıyla kil, kum ve silt miktarları

ortalama olarak % 33.10, 40.30 ve 26.50 bulunmuştur. Araştırma topraklarının kireç içerikleri % 3.40-53.95 arasında değişirken ortalama % 16.78 olarak genellikle orta kireçli topraklar olarak belirlenmiştir. Topraklarının organik madde içeriği % 0.29-5.52 olarak belirlenirken ortalama organik madde % 2.78 bulunmuştur. Topraklarda katyon değişim kapasitesi (KDK) incelendiğinde; toprak örneklerinin 2.98-185.30 me/100 g olarak bulunmuş olup ortalama KDK içeriği ise 84.29 me/100 g olarak bulunmuştur (Çizelge 2). Amik ovası topraklarının temel kimyasal ve fiziksel özelliklerini belirlenmesi isimli çalışmada Yalçın, (2004) benzer sonuçları bildirmiştir.

Çizelge 2. Hatay İli Kırıkhan-Reyhanlı Çayır Mera Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Toprak No	Derinlik	pH	Tuz %	Kil %	Kum %	Silt %	Bünye Sınıfı	Kireç %	O.M. %	KDK me/100g
1	0-20	7.62	0.21	8.60	41.40	50.00	SiL	53.95	2.15	26.63
	20-40	7.52	0.11	19.30	38.70	42.00	L	51.95	1.16	64.93
2	0-20	7.09	0.02	24.60	17.40	58.00	SiL	52.95	2.90	75.25
	20-40	7.38	0.09	45.30	16.70	38.00	C	48.95	1.86	91.30
3	0-20	7.20	0.06	34.60	21.40	44.00	CL	43.96	2.32	90.20
	20-40	7.92	0.05	59.30	14.70	26.00	C	40.96	1.05	122.83
4	0-20	7.10	0.08	52.60	17.40	30.00	C	46.96	3.20	94.45
	20-40	7.39	0.07	63.30	8.70	28.00	C	44.36	2.03	124.98
5	0-20	7.85	0.05	54.60	13.40	32.00	C	45.96	2.27	104.60
	20-40	8.00	0.05	65.30	10.70	24.00	C	41.96	1.74	139.93
6	0-20	7.61	0.03	38.60	33.40	28.00	CL	32.77	1.74	99.18
	20-40	8.16	0.03	57.30	22.70	20.00	C	19.58	1.10	138.58
7	0-20	7.46	0.08	42.60	29.40	28.00	C	12.99	5.00	163.03
	20-40	7.80	0.05	49.30	24.70	26.00	C	5.20	3.14	176.63
8	0-20	7.19	0.06	38.60	31.40	30.00	CL	27.97	4.36	135.05
	20-40	7.68	0.04	51.30	20.70	28.00	C	10.99	4.18	173.35
9	0-20	7.38	0.06	40.60	27.40	32.00	C	8.59	4.36	140.48
	20-40	7.77	0.04	41.30	32.70	26.00	C	7.79	3.08	169.55
10	0-20	7.10	0.07	38.60	33.40	28.00	CL	6.99	4.94	120.65
	20-40	7.55	0.05	47.30	28.70	24.00	C	5.99	5.23	149.18
11	0-20	7.11	0.08	48.60	27.40	24.00	C	10.99	5.35	119.83
	20-40	7.39	0.14	23.30	34.70	42.00	L	9.39	3.20	139.65
12	0-20	7.67	0.05	40.60	33.40	26.00	CL	11.19	1.45	72.00
	20-40	8.05	0.03	45.30	30.70	24.00	C	10.59	0.99	81.50
13	0-20	7.68	0.09	34.60	37.40	28.00	CL	13.99	0.87	61.40
	20-40	7.79	0.10	27.30	36.70	36.00	CL	11.79	0.46	65.20
14	0-20	7.50	0.06	42.60	25.40	32.00	C	6.39	3.49	70.90
	20-40	7.38	0.06	49.30	26.70	24.00	C	5.79	2.61	87.75
15	0-20	7.44	0.17	58.60	31.40	10.00	C	12.99	3.49	152.15
	20-40	7.42	0.16	61.30	28.70	10.00	C	10.99	2.90	185.30
16	0-20	7.60	0.10	54.60	25.40	20.00	C	9.99	2.03	122.00
	20-40	7.80	0.07	61.30	30.70	8.00	C	8.99	1.74	161.13
17	0-20	7.47	0.06	48.60	25.40	26.00	C	12.99	1.68	97.83
	20-40	7.86	0.06	59.30	26.70	14.00	C	16.78	1.39	116.03
18	0-20	7.51	0.04	40.60	31.40	28.00	C	9.79	2.03	66.83
	20-40	7.35	0.04	45.30	28.70	26.00	C	9.99	1.74	76.63
19	0-20	7.80	0.03	36.60	25.40	38.00	CL	13.19	1.16	62.23
	20-40	8.00	0.03	45.30	30.70	24.00	C	9.79	0.81	86.95
20	0-20	7.72	0.03	14.60	57.40	28.00	SL	14.99	1.51	26.90
	20-40	7.97	0.02	19.30	58.70	22.00	SL	11.39	1.16	29.88
21	0-20	7.16	0.07	24.60	55.40	20.00	SCL	14.19	5.23	100.25
	20-40	7.20	0.06	15.30	42.70	42.00	L	13.59	5.29	121.73
22	0-20	7.38	0.06	28.60	35.40	36.00	CL	15.98	4.66	56.50
	20-40	7.50	0.05	29.30	32.70	38.00	CL	12.79	3.83	59.78
23	0-20	7.10	0.08	36.60	31.40	32.00	CL	13.99	4.53	55.98
	20-40	7.66	0.05	41.30	18.70	40.00	SiC	12.99	2.61	66.83
24	0-20	7.30	0.06	30.60	35.40	34.00	CL	14.09	3.43	58.68
	20-40	7.35	0.05	31.30	30.70	38.00	CL	9.59	3.25	75.53
25	0-20	7.28	0.04	22.60	41.40	36.00	L	7.99	2.67	24.18
	20-40	7.33	0.03	27.30	40.70	32.00	CL	6.19	2.27	52.70
26	0-20	7.24	0.12	16.60	53.40	30.00	SL	5.99	5.17	133.40
	20-40	7.37	0.07	29.30	40.70	30.00	CL	4.00	5.35	145.65



Çizelge 2. (Devam)

Toprak No	Derinlik	pH	Tuz %	Kil %	Kum %	Silt %	Bünye Sınıfı	Kireç %	O.M. %	KDK me/100g
27	0-20	7.61	0.03	10.60	59.40	30.00	SL	7.99	2.90	30.98
	20-40	7.15	0.03	17.30	68.70	14.00	SL	6.59	2.21	41.58
28	0-20	6.94	0.05	18.60	51.40	30.00	L	12.79	4.42	66.30
	20-40	7.04	0.04	19.30	50.70	30.00	L	9.99	4.30	79.88
29	0-20	7.03	0.05	36.60	35.40	28.00	CL	28.97	4.36	81.50
	20-40	7.46	0.05	39.30	28.70	32.00	CL	27.77	3.20	94.55
30	0-20	7.17	0.08	18.60	43.40	38.00	L	4.20	5.23	105.15
	20-40	7.08	0.06	33.30	30.70	36.00	CL	4.00	5.29	122.83
31	0-20	6.91	0.09	40.60	31.40	28.00	C	32.97	5.05	125.25
	20-40	6.85	0.09	45.30	20.70	34.00	C	34.97	5.52	142.38
32	0-20	6.95	0.09	46.60	23.40	30.00	C	39.96	5.40	121.73
	20-40	7.00	0.09	51.30	18.70	30.00	C	37.56	4.59	139.40
33	0-20	7.65	0.03	8.60	77.40	14.00	LS	5.39	1.05	11.95
	20-40	8.09	0.01	13.30	78.70	8.00	SL	4.50	0.76	16.30
34	0-20	7.31	0.02	10.60	75.40	14.00	SL	4.50	0.87	12.23
	20-40	7.25	0.01	15.30	76.70	8.00	SL	4.00	0.29	12.75
35	0-20	7.82	0.01	8.60	75.40	16.00	SL	4.20	0.81	2.98
	20-40	7.58	0.01	5.30	84.70	10.00	LS	5.00	0.70	6.23
36	0-20	7.28	0.01	4.60	85.40	10.00	LS	5.39	1.86	11.13
	20-40	7.09	0.01	9.30	80.70	10.00	LS	3.80	1.68	13.30
37	0-20	7.70	0.01	6.60	81.40	12.00	LS	4.50	2.09	10.85
	20-40	7.13	0.01	13.30	76.70	10.00	SL	4.00	1.63	15.20
38	0-20	7.46	0.01	4.60	79.40	16.00	LS	4.00	2.21	15.75
	20-40	7.54	0.01	17.30	74.70	8.00	SL	3.60	1.80	28.80
39	0-20	7.19	0.01	4.60	83.40	12.00	LS	5.20	0.58	8.40
	20-40	7.19	0.01	7.30	82.70	10.00	LS	3.40	0.41	9.50
40	0-20	7.86	0.07	38.60	25.40	36.00	CL	36.17	3.66	89.13
	20-40	7.14	0.06	47.30	24.70	28.00	C	32.97	3.60	92.93
Min		6.85	0.01	4.60	8.70	8.00		3.40	0.29	2.98
Max		8.16	0.21	65.30	85.40	58.00		53.95	5.52	185.30
Ort.(Av.)	0-20	7.38	0.06	30.30	41.70	28.10		17.95	3.06	75.60
Ort.(Av.)	20-40	7.50	0.05	36.10	38.90	25.00		15.61	2.50	92.98
	Ort.(Av.)	7.44	0.06	33.10	40.30	26.50		16.78	2.78	84.29

### Toprak Örneklerinin Bazı Besin Elementi İçerikleri

#### Azot

Araştırmada kullanılan toprak özelliklerinin bazı besin elementi özelliklerine ait bulgular Çizelge 3'de verilmiştir. Araştırma topraklarının toplam azot içerikleri örneklerde en düşük % 0.01 iken, en yüksek azot içeriği % 1.34 olarak belirlenmiştir. Toprakların 0-20 cm derinliğindeki örneklerinin ortalama azot içeriği % 0.32 iken 20-40 cm derinlikteki örneklerde ise % 0.15 olup iki derinlikte ortalama olarak % 0.24 bulunmuştur. Toprak örneklerinin toplam azot içerikleri Kovancı (1969)'nın verdiği sınıflandırmaya göre toprakların % 11.25'i azotça çok düşük (<0.05), % 17.50'si düşük (0.05-0.09), % 26.25'i orta (0.09-0.17), % 20.00'si yüksek (0.17-0.32) ve % 25.00'i ise çok yüksek (>0.32) olduğu görülmüştür (Çizelge 3). Turan ve ark., (2010) Bursa ili alüvyial tarım topraklarının verimlilik durumları ve potansiyel beslenme sorunlarını belirlemek için farklı bir bölgede yaptıkları çalışmada benzer sonuçları ortaya koymuşlardır. Aynı zamanda

farklı bir bölgede yaptıkları çalışma ile Başaran ve Okant (2005) Eldivan yöresindeki kiraz yetiştirilen toprakların makro ve mikro besin elementleri bakımından beslenme durumlarını belirlemeyi amaçladıkları çalışmada paralel sonuçlar ortaya koymuşlardır.

#### Fosfor

Çayır-Mera topraklarının alınabilir fosfor içerikleri en düşük 0.35 ppm iken, en yüksek 8.41 ppm olarak belirlenmiştir. Toprakların 0-20 cm derinliğindeki ortalama fosfor içeriği 1.67 ppm iken 20-40 cm derinlikteki örneklerde ortalama ise 1.13 ppm olup ortalama olarak 1.40 ppm bulunmuştur. Çayır-Mera toprakları Yurtsever (1974)' in bildirdiği sınır değerlerine göre % 95.00 fosfor içeriği çok düşük (<3 ppm), % 1.00 düşük (3-7 ppm), % 3.75 orta (7-12 ppm) düzeyde fosfor bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Hatay İli Kırıkhan-Reyhanlı Çayır Mera Topraklarının Toplam N, Alınabilir P, K, Ca, Cu, Fe, Mn, Zn İçerikleri

Toprak No	Derinlik	N %	P ppm	K ppm	Ca ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm
1	0-20	0.18	2.27	1040.0	1030.0	2.86	14.0	54.0	1.38
	20-40	0.15	1.17	755.0	1117.5	1.80	7.0	18.0	0.63
2	0-20	0.17	2.41	705.0	1110.0	5.22	40.0	114.0	1.89
	20-40	0.13	1.47	732.5	1112.5	3.31	13.0	21.0	0.77
3	0-20	0.17	1.38	582.5	1082.5	3.93	17.0	84.0	0.99
	20-40	0.05	0.50	265.0	1127.5	3.43	13.0	10.0	0.30
4	0-20	0.17	1.14	702.5	1112.5	3.14	12.0	18.0	0.79
	20-40	0.15	0.92	537.5	977.5	3.36	14.0	14.0	0.87
5	0-20	0.13	0.81	360.0	1162.5	3.88	18.0	15.0	0.46
	20-40	0.09	0.70	342.5	975.0	2.97	13.0	5.0	0.25
6	0-20	0.01	0.50	422.5	1115.0	2.45	10.0	24.0	0.42
	20-40	0.05	0.60	395.0	1097.5	2.48	7.0	15.0	0.29
7	0-20	0.38	1.13	1057.5	1115.0	2.59	17.0	53.0	1.46
	20-40	0.25	0.77	735.0	1065.0	1.75	7.0	10.0	0.47
8	0-20	0.48	1.02	1000.0	1017.5	2.49	22.0	94.0	1.71
	20-40	0.35	0.57	510.0	1095.0	1.95	8.0	10.0	0.46
9	0-20	0.30	0.66	700.0	817.5	3.13	13.0	65.0	1.38
	20-40	0.29	0.57	412.5	935.0	1.95	6.0	12.0	0.43
10	0-20	0.45	1.42	715.0	800.0	5.17	21.0	217.0	8.52
	20-40	0.34	0.75	405.0	902.5	4.97	7.0	32.0	1.22
11	0-20	0.44	1.71	722.5	837.5	3.89	21.0	40.0	1.60
	20-40	0.29	0.98	385.0	1015.0	1.98	6.0	6.0	0.52
12	0-20	0.07	0.71	227.5	817.5	2.34	18.0	39.0	0.48
	20-40	0.07	0.64	152.5	750.0	1.76	9.0	10.0	0.47
13	0-20	0.05	0.54	132.5	865.0	2.14	17.0	23.0	0.35
	20-40	0.10	0.35	120.0	662.5	1.48	12.0	11.0	0.28
14	0-20	0.34	1.12	1040.0	635.0	4.43	25.0	122.0	1.46
	20-40	0.21	1.10	1015.0	610.0	3.16	11.0	23.0	0.86
15	0-20	0.31	2.10	700.0	965.0	3.59	26.0	33.0	1.46
	20-40	0.25	1.45	597.5	885.0	3.13	28.0	18.0	1.05
16	0-20	0.13	1.14	217.5	792.5	4.13	44.0	26.0	0.84
	20-40	0.13	0.93	227.5	837.5	3.45	30.0	13.0	0.71
17	0-20	0.12	1.04	390.0	695.0	4.24	34.0	51.0	0.74
	20-40	0.05	0.57	322.5	802.5	2.91	17.0	15.0	0.42
18	0-20	0.07	0.92	222.5	607.5	2.87	22.0	33.0	0.83
	20-40	0.07	1.33	255.0	747.5	3.06	25.0	20.0	1.15
19	0-20	0.06	0.62	170.0	667.5	2.06	16.0	24.0	13.52
	20-40	0.01	0.39	137.5	812.5	1.68	10.0	11.0	5.36
20	0-20	0.11	0.80	50.0	635.0	0.94	24.0	15.0	0.49
	20-40	0.02	0.44	35.0	705.0	0.68	14.0	7.0	0.35
21	0-20	1.09	7.14	1000.0	567.5	2.47	25.0	64.0	9.67
	20-40	0.25	7.18	960.0	765.0	2.02	22.0	37.0	4.51
22	0-20	0.44	2.65	337.5	620.0	3.03	37.0	31.0	1.38
	20-40	0.17	3.58	335.0	790.0	2.45	29.0	23.0	0.90
23	0-20	0.36	2.64	750.0	635.0	2.93	22.0	31.0	1.15
	20-40	0.10	1.01	322.5	867.5	2.41	18.0	11.0	0.52
24	0-20	0.34	1.50	147.5	647.5	7.48	29.0	26.0	1.64
	20-40	0.16	1.09	172.5	905.0	5.36	21.0	23.0	1.38
25	0-20	0.15	2.69	705.0	487.5	2.71	12.0	33.0	1.50
	20-40	0.11	2.34	727.5	712.5	2.13	9.0	23.0	1.38
26	0-20	1.34	8.41	1125.0	575.0	3.38	61.0	87.0	7.40
	20-40	0.30	2.98	1050.0	800.0	2.46	43.0	42.0	2.65
27	0-20	0.08	2.21	472.5	432.5	2.86	19.0	27.0	1.58
	20-40	0.11	2.12	365.0	722.5	4.45	29.0	21.0	2.30

Çizelge 3. (Devam)

Toprak No	Derinlik	N %	P ppm	K ppm	Ca ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn Ppm
28	0-20	0.45	1.39	252.5	595.0	4.61	28.0	28.0	1.83
	20-40	0.23	0.94	210.0	1002.5	4.02	18.0	14.0	1.31
29	0-20	0.41	2.00	230.0	670.0	5.74	25.0	17.0	1.11
	20-40	0.18	0.78	187.5	1092.5	4.31	12.0	7.0	0.51
30	0-20	1.02	2.55	702.5	540.0	3.36	20.0	44.0	3.22
	20-40	0.39	1.53	540.0	947.5	2.78	10.0	26.0	1.70
31	0-20	0.96	1.39	132.5	682.5	6.76	43.0	18.0	1.18
	20-40	0.32	0.52	97.5	1197.5	6.17	34.0	8.0	0.43
32	0-20	0.61	0.91	87.5	702.5	7.05	38.0	12.0	0.37
	20-40	0.37	0.40	80.0	1147.5	5.88	31.0	7.0	0.30
33	0-20	0.09	1.17	92.5	500.0	2.53	8.0	19.0	1.53
	20-40	0.02	0.79	92.5	675.0	3.42	5.0	14.0	1.41
34	0-20	0.13	0.82	117.5	442.5	2.96	12.0	49.0	0.88
	20-40	0.03	0.42	122.5	500.0	1.92	8.0	41.0	0.64
35	0-20	0.08	1.06	62.5	380.0	0.26	4.0	13.0	0.54
	20-40	0.02	0.57	57.5	465.0	0.33	4.0	19.0	0.75
36	0-20	0.20	0.95	150.0	292.5	0.61	12.0	38.0	2.06
	20-40	0.04	0.57	92.5	350.0	0.58	10.0	29.0	1.41
37	0-20	0.19	1.48	195.0	292.5	1.18	12.0	80.0	1.62
	20-40	0.04	0.73	145.0	350.0	1.25	14.0	74.0	1.08
38	0-20	0.18	1.01	155.0	1000.0	2.88	8.0	42.0	1.39
	20-40	0.05	0.57	57.5	1105.0	2.84	9.0	64.0	1.73
39	0-20	0.12	0.94	117.5	950.0	0.79	11.0	21.0	1.37
	20-40	0.02	0.42	220.0	1000.0	0.50	7.0	11.0	0.70
40	0-20	0.48	0.51	620.0	1140.0	3.30	17.0	11.0	0.47
	20-40	0.16	0.40	545.0	1057.5	2.58	12.0	6.0	0.31
Min		0.01	0.35	35.0	292.5	0.26	4.0	5.0	0.25
Max		1.34	8.41	1125.0	1197.5	7.48	61.0	217.0	13.52
Ort. (Av.)	0-20	0.32	1.67	465.3	750.8	3.25	22.0	46.0	2.07
Ort. (Av.)	20-40	0.15	1.13	367.9	867.1	2.73	15.0	20.0	1.07
	Ort. (Av.)	0.24	1.40	416.60	808.95	2.99	18.5	33.0	1.57

Bu sonuçlara göre yöredeki çayır-meraların topraklarının çok büyük bir kısmında fosforlu gübreleme yapılması gerekmektedir. Genelde ülkemizin farklı bölgelerinde yapılan birçok çalışmada; Van yöresi buğday yetiştirilen topraklarda (Çimrin ve Boysan, 2006), Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi topraklarında (Özyazıcı ve ark. 2016), Aydın yöresi topraklarında (Seferoğlu ve Ertan, 2009), Diyarbakır-Şanlıurfa arasındaki Karacadağ bölgesi topraklarında (Aydın ve Başbağ, 2017), Bingöl ili Merkez ilçesi tarım topraklarında (Ateş ve Turan, 2015) ve Eskişehir yöresi topraklarında (Aygün ve ark., 2017) yaygın olarak fosfor noksanlığına rastlanmaktadır.

### Potasyum

Araştırma topraklarının bütününe değişebilir potasyum içeriği en düşük 35.00 ppm iken, en yüksek 1125.00 ppm olarak belirlenmiştir. Toprakların 0-20 cm derinliğindeki örneklerinin ortalama değişebilir potasyum içeriği 465.30 ppm iken 20-40 cm derinliklerde ise 367.90 ppm olup, her iki derinlikte

ortalama 416.60 ppm olarak bulunmuştur. Toprak örneklerinin değişebilir potasyum içerikleri Pizer (1967)'in verdiği sınır değerlere göre, %13.75'i potasyum açısından çok düşük (<100 ppm), % 20.00'si düşük (100-200 ppm), % 8.75'i orta (200-250 ppm), % 3.75'i yüksek (250-320 ppm) ve % 53.75'i çok yüksek (>320 ppm) düzeyde potasyum içerdiği belirlenmiştir (Çizelge 3). Ülkemiz topraklarının potasyumca zengin kabul edilmesine rağmen farklı bölgelerde yapılan çalışmalarda; Aydın ili Nazilli ilçesi Kestane plantasyonlarının verimlilik durumlarının belirlenmesi Seferoğlu ve Ertan (2009), Bursa ili alüvyial tarım topraklarının verimlilik durumları ve potansiyel beslenme sorunlarını belirlemek için Turan ve ark., (2010) ve Bingöl ili merkez ilçesi tarım topraklarının bazı özellikleri ve verimlilik düzeylerinin belirlenmesinin amaçlandığı (Ateş ve Turan, 2015) çalışmalarda yaklaşık olarak analiz edilen toprakların % 25 ile % 40 oranında potasyum noksanlığına rastlanmaktadır. Bu nedenle potasyum gübrelemesi akıldan çıkarılmamalıdır.

### Kalsiyum

Toprakların kalsiyum içeriği örneklerde en düşük 292.50 ppm iken, en yüksek kalsiyum 1197.50 ppm olarak belirlenmiştir. Toprakların 0-20 cm derinliğindeki örneklerinin ortalama kalsiyum içeriği 750.80 ppm iken 20-40 cm derinlikteki örneklerde ise 867.10 ppm olup iki derinlikte ortalama olarak 808.95 ppm bulunmuştur. Toprak örneklerinin kalsiyum içeriği Loue (1968)'e göre sınıflandırılmıştır ve toprakların kalsiyum içeriği % 37.50'si çok düşük (<715 ppm) ve % 62.50'si ise düşük (715-1440 ppm) seviyede kalsiyum içerdiği belirlenmiştir (Çizelge 3). Genelde nötür reaksiyon veren bu toprakların büyük bir kısmında yarayışlı kalsiyum açısından noksanlık gözlenmektedir. Farklı bölgelerde yapılan; Özyazıcı ve ark., (2013) Doğu Karadeniz bölgesi kırmızı-sarı podzolik toprakların temel karakteristik özellikleri ve verimlilik durumlarının belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, Yağmur ve Okur (2011)'un İzmir'in Kemalpaşa ilçesi topraklarının verimlilik durumunu belirlemeyi amaçlayan çalışmada, yine Yağmur ve Okur (2015)'un Manisa ili Salihli ilçesinde ki şeftali topraklarında yapılan beslenme durumu çalışmalarında benzer şekilde kalsiyum noksanlıklarına rastlanmaktadır.

### Bakır

Toprakların bakır içeriği örneklerde en düşük 0.26 ppm iken, en yüksek bakır 7.48 ppm olarak belirlenmiştir. Toprakların 0-20 cm derinliğindeki örneklerinin ortalama bakır içeriği 3.25 ppm iken 20-40 cm derinlikteki örneklerde ise 2.73 ppm olup iki derinlikte ortalama olarak 2.99 ppm bulunmuştur. Toprak örneklerinin bakır içeriği Lindsay ve Norvell (1978) bildirdiği sınır değerler ele alındığında toprakların bütününe alınabilir bakır içeriği bakımından yeterli düzeyde (>2 ppm) olduğu görülmüştür (Çizelge 3).

### Demir

Çalışma alanının topraklarının alınabilir demir içerikleri örneklerde en düşük 4.00 ppm iken, en yüksek demir içeriği 61.00 ppm olarak belirlenmiştir. Toprakların 0-20 cm derinliğindeki örneklerinin ortalaması demir içeriği 22.00 ppm iken 20-40 cm derinlikteki örneklerde ise 15.00 ppm olup her iki derinliğin ortalaması olarak 18.50 ppm olarak bulunmuştur. Toprak örneklerinin Viets ve Lindsay (1973)'in ortaya koyduğu sınır değerlere göre net bir şekilde demir noksanlığı (<2.5 ppm) gösteren topraklar belirlenmemiştir. Kritik demir noksanlığı gösterme olasılığı bulunan (2.5-4.5 ppm) topraklar % 2.50 iken % 97.50'si ise alınabilir demir açısından iyi (>4.5 ppm) durumda topraklardır (Çizelge 3).

### Mangan

Çalışma alanının topraklarının alınabilir mangan içeriği örneklerde en düşük 5.00 ppm iken, en yüksek

mangan içeriği 217.00 ppm olarak belirlenmiştir. Toprakların 0-20 cm derinliğindeki örneklerinin ortalaması mangan içeriği 46.00 ppm iken 20-40 cm derinlikteki örneklerde ise 20.00 ppm olup her iki derinliğin ortalaması olarak 33.00 ppm olarak bulunmuştur. Çayır mera topraklarının hepsinin alınabilir mangan içerikleri Viets ve Lindsay (1973)'e göre yeterli düzeyde (>1 ppm) olduğu görülmüştür (Çizelge 3).

### Çinko

Çayır-Mera topraklarının alınabilir çinko içerikleri en düşük 0.25 ppm iken, en yüksek 13.52 ppm olarak belirlenmiştir. Toprakların 0-20 cm derinliğindeki ortalama çinko içeriği 2.07 ppm iken 20-40 cm derinlikteki örneklerde ortalama ise 1.07 ppm olup ortalama olarak 1.57 ppm bulunmuştur. Çayır-Mera toprakları alınabilir çinko içerikleri Sillanpää (1990)'da belirlenen sınır değerlerine göre sınıflandırıldığında % 33.75'inde noksanlık (0.2-0.7 ppm), % 56.25'inde kritik (0.7-2.4 ppm), % 10.00'unda ise yeterli (2.4-8.0 ppm) düzeyde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Aydın ili Nazilli ilçesi Kestane plantasyonlarının verimlilik durumlarının belirlenmesi amacıyla farklı bir bölgede yapılan çalışmada Seferoğlu ve Ertan (2009) yakın sonuçları ortaya koymuşlardır. Farklı bir bölgede yapılan çalışmada Çetin ve Eraslan (2015) Afyonkarahisar ilinin Dinar ilçesinde aldıkları toprak örneklerinde verimlilik durumunu belirlemeyi amaçladıkları çalışmada destekleyici sonuçları elde etmişlerdir. Yine farklı bir bölgede yapılan çalışmada Saraçoğlu ve ark., (2014) Şanlıurfa ili halfeti ilçesi topraklarının bazı özellikleri ve verimlilik durumlarını belirlemeyi amaçladıkları çalışmada paralel sonuçlara ulaşmışlardır.

### Toprakların bazı özellikleri ile alınabilir besin maddeleri arasındaki

Araştırma konusu toprak özelliklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile makro ve mikro besin elementleri arasındaki ilişkiler Çizelge 4'de verilmiştir. Tablonun incelenmesinden de anlaşılacağı gibi toplam azot ile pH içeriği arasında negatif önemli ( $r: -0.45^{***}$ ) ilişki belirlenir iken toplam azot ile tuz ( $r: 0.40^{***}$ ), KDK ( $r: 0.38^{***}$ ), organik madde ( $r: 0.74^{***}$ ) ve silt ile ise ( $r: 0.22^*$ ) pozitif önemli ilişkiler belirlenmiştir. Farklı bir bölgede yapılan çalışmada, Turan ve ark., (2010) Bursa ili alüvyial büyük toprak gurubu tarım topraklarının verimlilik durumunu ortaya koymayı amaçlamış ve sonuç olarak çalışmada, toplam azot ile silt, kil ve organik madde özellikleri arasında pozitif önemli benzer sonuçları belirlemiştir. Ayrıca toprakların alınabilir fosfor içeriği ile pH içeriği ( $r: -0.29^{***}$ ) ve kil ile ise ( $r: -0.22^*$ ) arasında negatif önemli ilişki ortaya konulur iken alınabilir fosfor ile tuz ( $r: 0.25^{***}$ ), organik madde ( $r: 0.46^{***}$ ) ve silt ile ise ( $r: 0.24^*$ ) pozitif önemli ilişkiler saptanmıştır.

Çizelge 4. Hatay İli Çayır Mera Topraklarının Besin Elementleri ile Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki Korelasyon Katsayıları (r)

	pH	Tuz (%)	Kil (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kireç (%)	OM (%)	KDK (me/100g)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	
Tuz (%)	-0.15															
Kil (%)	0.19	0.36***														
Kum (%)	-0.07	-0.48***	-0.87***													
Silt (%)	-0.17	0.37***	0.13	-0.60***												
Kireç (%)	-0.08	0.37***	0.37***	-0.56***	0.52***											
OM (%)	-0.57***	0.38***	0.19	-0.36***	0.40***	0.07										
KDK (me/100g)	-0.01	0.52***	0.78***	-0.74***	0.24*	0.24*	0.55***									
N (%)	-0.45***	0.40***	0.02	-0.13	0.22*	0.02	0.74***	0.38***								
P (ppm)	-0.29***	0.25***	-0.22*	0.06	0.24*	-0.08	0.46***	0.09	0.60***							
K (ppm)	-0.19	0.47***	0.18	-0.36***	0.41***	0.17	0.49***	0.42***	0.44***	0.55***						
Cu (ppm)	-0.41***	0.32***	0.39***	-0.47***	0.32***	0.36***	0.53***	0.37***	0.39***	0.06	0.05					
Fe (ppm)	-0.40***	0.37***	0.18	-0.26***	0.24*	0.13	0.50***	0.30***	0.54***	0.49***	0.19	0.56***				
Mn (ppm)	-0.28***	0.02	-0.17	0.08	0.11	-0.09	0.24*	-0.03	0.28***	0.27**	0.41***	0.15	0.23*			
Zn (ppm)	-0.11	0.02	-0.15	0.07	0.09	-0.19	0.21	0.02	0.39***	0.50***	0.26*	0.01	0.21	0.43***		
Ca (ppm)	0.08	0.32***	0.50***	-0.58***	0.35***	0.58***	0.54***	0.54***	-0.08	-0.22*	0.21	0.24*	-0.07	-0.15	-0.22*	

\*, \*\*\* ; ile gösterilen korelasyon değerleri sırasıyla P<0.05 ve P<0.001 düzeyinde önemlidir.

Değişebilir potasyum içerikleri ile kum içeriği arasında negatif önemli ( $r: -0.36^{***}$ ) ilişki belirlenir iken ile değişebilir potasyum ile tuz ( $r: 0.47^{***}$ ), silt ( $r: 0.41^{***}$ ), organik madde ( $r: 0.49^{***}$ ) ve KDK ( $r: 0.42^{***}$ ) pozitif önemli ilişkiler belirlenmiştir. Toprakların alınabilir bakır ile pH içeriği ( $r: -0.41^{***}$ ) ve kum içeriği arasında negatif önemli ( $r: -0.47^{***}$ ) ilişki belirlenir iken toprakların alınabilir bakır ile tuz ( $r: 0.32^{***}$ ), kil ( $r: 0.39^{***}$ ), silt ( $r: 0.32^{***}$ ), kireç ( $r: 0.36^{***}$ ), organik madde ( $r: 0.53^{***}$ ) ve KDK ile ise ( $r: 0.37^{***}$ ) pozitif önemli ilişkiler bulunmuştur. Farklı bir bölgede yaptıkları çalışmada Parlak ve ark., (2008) çalışma sonucuna göre alınabilir bakır ile kum içeriği arasında negatif ve bakır ile kil içeriği arasında pozitif ilişki belirleyerek benzer sonuçlar ortaya koymuştur. Toprakların alınabilir demir ile pH içeriği ( $r: -0.40^{***}$ ) ve kum içeriği arasında negatif önemli ( $r: -0.26^{***}$ ) ilişki belirlenir iken toprakların alınabilir demir ile tuz ( $r: 0.37^{***}$ ), KDK ( $r: 0.30^{***}$ ), organik madde ( $r: 0.50^{***}$ ) ve silt ile ise ( $r: 0.24^*$ ) pozitif önemli ilişkiler saptanmıştır.

Toprakların alınabilir mangan ile pH içeriği arasında negatif önemli ( $r: -0.28^{***}$ ) ilişki belirlenir iken alınabilir mangan ile organik madde ( $r: 0.24^*$ ) pozitif önemli ilişkiler belirlenmiştir. Ayrıca toprakların kalsiyum ile kum içeriği ( $r: -0.58^{***}$ ) arasında negatif önemli ilişki ortaya konulur iken kalsiyum ile tuz ( $r: 0.32^{***}$ ), kil ( $r: 0.50^{***}$ ), silt ( $r: 0.35^{***}$ ), kireç ( $r: 0.58^{***}$ ), organik madde ( $r: 0.54^{***}$ ) ve KDK ile ise ( $r: 0.54^{***}$ ) pozitif önemli ilişkiler saptanmıştır. Turan ve ark., (2010) farklı bir bölgede yaptıkları çalışmada değişebilir Ca ile kil içerikleri arasında pozitif ve Ca ile kum içerikleri arasında ise negatif önemli ilişki belirlemişlerdir.

## SONUÇ

Hatay ili Kırıkhan-Reyhanlı bölgesi çayır-mera topraklarının bazı makro ve mikro besin elementlerinin içerikleri belirlenmiş ve bazı toprak özellikleri ile olan ilişkisi saptanarak verimlilik durumlarının belirlenmesi çalışılmıştır. Ayrıca, Çayır-mera topraklarının toprak reaksiyonu yönünden genelde bitki yetiştirmeye elverişli nötür ile hafif alkalın olduğu, tuzluluk yönünden bakıldığında ise toprakların tuzsuz sınıfa sahip olması nedeniyle tuz bakımından herhangi bir problemin bulunmadığını göstermektedir.

Çayır mera topraklarının 8 farklı bünye sınıfına sahip olduğu ve toprakların genelinde ise % 62.50'sinin kil ile killi tın içerikli toprakların bulunduğu belirlenmiştir. Araştırma yapılan toprakların kireç yönünden orta kireç ile çok kireçli olduğu, yüksek oranda organik madde içeriğine sahip olduğu görülmüştür.

Çalışma alanı topraklarının verimlilik bakımından incelendiğinde toplam azot yönünden oldukça yeterli değerlere sahip olmasına rağmen, toprakların büyük bir kısmında yarıyıllı fosfor ve alınabilir çinko, daha

az bir kısmında ise alınabilir potasyum ve kalsiyum yönünden noksanlık değerlere sahip olması bakımından toprakların gübrelemeye ihtiyaçları olacaktır. Ayrıca alınabilir bakır, demir ve mangan açısından hiçbir noksanlığa rastlanmamıştır.

## TEŞEKKÜR

Çalışmanın yürütülmesinde maddi destek sağlayan Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne (BAP-16807) desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Allison LE, Moode CD 1965. Carbonate. (ed: C.A. Black), Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy Series, No. 9, ASA, 1379-1396, Wisconsin.
- Ateş K, Turan V 2015. Bingöl İli Merkez İlçesi Tarım Topraklarının Bazı Özellikleri ve Verimlilik Düzeyi. Türkiye Tarımsal Araştırma Dergisi, 2 (2): 108-113.
- Aydın A, Başbağ M 2017. Karacadağ'ın Farklı Yükseltilerindeki Meraların Durumu ve Ot Kalitesinin Belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 32, 74-78.
- Aygün C, Kara İ, Sever AL, Erdoğan İ, Atalay AK, Özaydın KA, Yıldız H, Urla Ö, Aydoğdu M, Ünal E, Aydoğmuş O, Dedoğlu F, Tuğaç MG, Torunlar H, Cebel H, Başkan O, Keçeci M, Bozkurt M 2017. Eskişehir İli Meralarının Azotlu ve Fosforlu Gübre Gereksinimlerinin Belirlenmesi. Toprak Su Dergisi, 6(1): (44-51).
- Başar H 2001. Bursa İli Topraklarının Verimlilik Durumlarının Toprak Analizleri ile İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi, 15: 69-83.
- Başaran M, Okant M 2005. Bazı Toprak Özelliklerinin Eldivan Yöresinde Yetiştirilen Kirazların Beslenme Durumu Üzerine Etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 11(2) 115-119.
- Bouyoucos GJ 1952. A Recalibration of The Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soil. Agronomy Journal, 43 (9): 434-438.
- Bremner JM 1965. Methods of Soils Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Ed. CA Black, Amer. Soc. Agr. Inc, Publisher Agro, Series No: 9. Madison, USA.
- Carson PL 1980. Recommended potassium test. In: Recommended Chemical Soil Test Procedures for the North Central Region. Rev.Ed. North Central Region Publication, No: 221. North Dakota Agric.Exp. Stn., North Dakota State University, Fargo, USA.
- Chapman HD 1965. Cation Exchange Capacity. In: C.A. Black et al. (ed.), In: Methods of Soil Analysis, ASA, Inc, Agronomy, 9: 891-901, Wisconsin.
- Çetin E, Eraslan F 2015. Afyonkarahisar İli Dinar İlçesi Patates Ekim Alanlarında Toprakların Verimliliği ve Bitkilerin Beslenme Durumlarının Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(2): 123-145.

- Çimrin KM, Boysan S 2006. Van Yöresi Tarım Topraklarının Besin Elementi Durumları ve Bunların Bazı Toprak Özellikleri İle İlişkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, (J. Agric. Sci.), 16(2): 105-111.
- Demirekin H, Erdal İ 2015. Hakkari-Çukurca Yöresi Topraklarının Verimlilik Durumlarının Belirlenmesi. YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi, 25(2): 140-147.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F 1987. Araştırma Deneme Metotları (İstatistik metotları-II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1021, Ankara, 381s.
- Karaduman A, Çimrin KM 2016. Gaziantep Yöresi Topraklarının Besin Elementi Durumları ve Bunların Bazı Toprak Özellikleri İle İlişkileri. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 19(2), 117-129.
- Karaman, M.R. (Editör) 2012. Bitki Besleme, GÜBRETAS Rehber Kitaplar Dizisi:2, ISBN: 978-605-87103-2-0.
- Karaman MR, Brohi AR, Müftüoğlu NM, Öztaş T, Zengin M 2012. Sürdürülebilir Toprak Verimliliği. Genişletilmiş ve Gözden Geçirilmiş 3. Baskı, Koyulhisar Ziraat Odası Kültür Yayınları No:1, Pelin Ofset Matb. ISBN: 978-605-86684-0-9.
- Knudsen D, Peterson GA, Pratt PF 1982. Lithium, Sodium, and Potassium. In: A.L. Page (editor). Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Second edition, ASA, Inc., 9: 225-246, Wisconsin.
- Kovancı İ 1969. İzmir Bölgesi Tarla Topraklarında Nitrifikasyon Durumu ve Bunların Bazı Toprak Özelliği ile Olan İlişkisi Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Besleme Kürsüsü (basılmamış doçentlik tezi), İzmir.
- Lindsay WL, Norwel WA 1978. Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese and copper. J. Soil Sci. Am., 42, 421-428.
- Loue A 1968. Diagnostic Petiolaire De Prospection. Etud sur la nutrition et., La fertilisation potasigues de la vigne, Societe commerciale des potasses d'al sace services agronomiques, 31-41.
- Jackson ML 1960. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood, Cliffs, NJ.
- Olsen SR, Cole CV, Watanable FS, Dean LA 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction With Sodium Bicarbonate. U. S. Dept. of Agric. Cir. 939, Washington D. C.
- Özdoğan N, Seferoğlu S 2015. Aşağı Büyük Menderes Havzasında Sanayi Domatesi Yetiştiriciliği Yapılan Arazilerin Toprak Özellikleri. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(2): 109-115.
- Özyazıcı MA, Aydoğan M, Bayraklı B, Dengiz O 2013. Doğu Karadeniz Bölgesi Kırmızı-Sarı Podzolik Toprakların Temel Karakteristik Özellikleri ve Verimlilik Durumu. Anadolu Tarım Bilim Dergisi, 28(1): 24-32.
- Özyazıcı MA, Dengiz O, Aydoğan M, Bayraklı B, Kesim E, Urla Ö, Yıldız H, Ünal E 2016. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi Tarım Topraklarının Temel Verimlilik Düzeyleri ve Alansal Dağılımları. ve Potansiyel Beslenme Problemlerinin Ortaya Konulması. Anadolu Tarım Bilim Derg, 31,136-148.
- Parlak M, Fidan A, Kızılıçık İ, Koparan H 2008. Eceabat İlçesi (Çanakkale) Tarım Topraklarının Verimlilik Durumlarının Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 2008, 14(4): 394-400.
- Pizer NH 1967. Some Advisory Aspects Soil Potassium and Magnesium. Tech. Bult., N. 14-184.
- Richards LA 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Handbook, 60 p.
- Saraçoğlu M, Sürücü A, Koşar İ, Taş MA, Aydoğdu M, Kara H 2014. Şanlıurfa İli Halfeti İlçesi Topraklarının Bazı Özellikleri ve Bitki Besin Elementi Kapsamlarının Belirlenmesi. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 2 (2): 38-45.
- Seferoğlu S, Ertan E 2009. Aydın İli Nazilli İlçesi Kestane Plantasyonlarının Verimlilik Durumları. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 6(2): 17-24.
- Sillanpää M 1990. Micronutrient assessment at the country level: An international study. In : FAO Soils Bulletin, N. 63.
- Turan MA, Katkat AV, Özsoy G, Taban S 2010. Bursa İli Alüviyal Tarım Topraklarının Verimlilik Durumları ve Potansiyel Beslenme Sorunlarının Belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24, (1): 115-130.
- Viets FG, Lindsay WL 1973. Testing Soils for Zinc., Copper, Managanese and Iron. Soil Soc. Of Amer. Inc., Madison Wisconsin, USA. 153-172.
- Yağmur B, Okur B 2011. İzmir Kemalpaşa İlçesi Kiraz Bahçelerinin Verimlilik Durumları ve Ağır Metal İçerikleri. Batı Akdeniz tarımsal araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 28 (29): 1-13.
- Yağmur B, Okur B 2015. Salihli (Manisa) Yöresindeki Şeftali (Prunus Persica L.) Bahçelerinin Beslenme ve Kirlilik Durumları. Meyve Bilimi Meyvecilik Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, 2(1): 16-26.
- Yalçın M, Ağca N 2005. Amik Ovası Topraklarında pH, Kireç ve Organik Maddenin Profildeki Dağılımı. GAP IV. Tarım Kongresi 21-23 Eylül 2005 Şanlıurfa, 967-974 s.
- Yalçın M 2004. Amik Ovası Topraklarının Temel Kimyasal ve Fiziksel Özelliklerinin belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 118 s.
- Yurtsever N 1974. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Topraklarının Fosfor İhtiyaçlarının Tayininde Kullanılan Olsen Metodunun Kalibrasyonu ve Buğday Bitkisine Verilecek Ekonomik Gübre Miktarları Üzerinde Bir Araştırma. Köy. İşleri Bakanlığı, Toprak ve Gübre Araştırma Enst., Yay. No: 49, 1-63.

## Kavar Depresyonu'nda (İran) Arazi Kullanımındaki Değişimler ile Kuraklık Arasındaki İlişkiler

Ali Torabi HAGHIGHI<sup>1</sup>, Mehmet Emin SÖNMEZ<sup>2</sup>, Nasim FAZEL<sup>1</sup>, Bjorn KLOVE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Water Resources and Environmental Engineering Research Group, University of Oulu, Oulu/Finland, <sup>2</sup>Gaziantep Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Gaziantep/Türkiye

✉ : ali.torabihaghighi@oulu.fi

### ÖZET

Çok boyutlu olan kuraklık her ne kadar temelde meteorolojik kökenli ise de insan faaliyetlerinin de önemli ölçüde etkilediği bir olaydır. Özellikle yüksek miktarda su isteyen bitkilerin düşük yağış ve yüksek sıcaklık değerlerinin olduğu alanlarda sulama yöntemiyle üretime başlanması, öncelikle yer altı suyu seviyesini düşürmekte ardından tarımsal kuraklığa neden olmaktadır. Çalışmaya konu olan Kavar depresyonu (İran) hatalı ürün seçimi ve su noksanlığı nedeniyle günümüzde benzer sorunlarla karşı karşıyadır. Bunu belirlemek amacıyla öncelikle çalışma sahasının 1975-2017 yılları arasındaki arazi kullanımındaki değişimleri ele alınmıştır. Landsat uydu görüntülerinden elde edilen veriler işlenerek çalışma sahasında sulama ile üretimi gerçekleştiren alanların zamansal değişimi ortaya konulmuştur. Öte yandan yörenin yağış, sıcaklık, buharlaşma ve su noksanlığı da belirlenmiştir. Ayrıca bölgede ürünlerin hektar başına su kullanım değerlerine de ulaşılmıştır. Böylece arazi kullanımındaki değişimlerin yanında depresyonun iklim elemanlarındaki değişimler de ortaya konulmuştur. Sonuçta 1975'ten günümüze hızla artan sulu tarım alanlarının toplam su istekleri ile depresyonun mevcut su potansiyeli arasındaki ilişki ele alınmış ve bu bağlamda çeşitli çıkarımlarda bulunularak geleceğe yönelik tahminler ve çözüm önerilerinde bulunulmuştur. Çalışmada Landsat 4, 5 ve 8 verileri uzaktan algılama teknikleriyle işlenirken, iklim verileri için nonparamedik Mann-Kendall test korelasyonu ve Thornthwaite Metodu kullanılmıştır.

DOI:10.18016/ksudobil.343124

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 12.10.2017

Kabul tarihi : 05.12.2017

### Anahtar Kelimeler

kuraklık,  
arazi kullanımı,  
uzaktan algılama,  
Kavar (İran),  
Mann-Kendall.

### Araştırma Makalesi

## Relations Between Land Use Changes and Drought in Kavar Depression (Iran)

### ABSTRACT

The multidimensional drought is primarily a meteorological origin. But human activities are also main concern for this scenario, especially in case of irrigation methods when agricultural crops require high amount of water in areas with low rainfall and high temperature. Because of this increasing water demand, primarily the groundwater level starts to decrease and hence agricultural drought occurs. The Kavar depression in Iran which is the subject of this study also faces problems such as water shortage and the wrong selection of agricultural crop production. In order to determine the facts, the land use changes of the corresponding study area has been taken into account from 1975 to 2017. Different version of Landsat satellite images including Landsat 4, 5 and 8 have been processed by remote sensing techniqueto revealing the temporal variation of the area where the crop was produced by irrigation. However, based on the available rainfall and temperature data, water shortage has been calculated by using Thornthwaite Method. On the other hand, for nonparametric Mann-Kendall test correlation analyses, evaporation data has been used along with other climate data. In addition, water demand per hectare has also been collected for specific crop of Kavar

### Article History

Received : 12.10.2017

Accepted : 05.12.2017

### Keywords

drought,  
land use,  
remote sensing,  
Kavar (Iran),  
Mann-Kendall

### Research Article



depression. As a continuation of the analysis based on the natural and artificial elements, finally the relation between the total water demand of irrigated agriculture field and the water potential of depression from 1975 has been found.

**To Cite :** Haghghi, AT, Sönmez ME, Fazel N, Klove B 2018. Kavar Depresyonu'nda (İran) Arazi Kullanımındaki Değişimler ile Kuraklık Arasındaki İlişkiler KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(3): 397-406.. DOI:10.18016/ksudobil.343124

## GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artması tarım alanlarına duyulan ihtiyacı ve bu alanlarda daha fazla tarımsal üretimi zorunlu kılmaktadır. Çalışmaya konu olan Kavar depresyonunda olduğu gibi dünyanın birçok yerinde mevcut mera ve orman alanları tarım arazilerine dönüştürülmekte ve sulama başta olmak üzere modern tarım tekniklerine tabi tutulmaktadır. Bu durum olumsuz iklim senaryolarının gölgesinde büyük bir hızla artmaktadır. Dolayısıyla tarımsal kuraklık başta olmak üzere çeşitli sorunların gündeme gelmesi de kaçınılmaz olmaktadır. Gerçekten de kuraklık yavaş gelişen kronik bir doğal afetdir ve ileride yaşanacak büyük bir tehlikenin de habercisidir (Avcı, 2001). Özellikle yoğun tarım yapılan sahaların temel geçim kaynağının en büyük düşmanıdır.

Meteorolojik, tarımsal, hidrolojik ve sosyo ekonomik kuraklık çeşitleri olmakla beraber (Wilhite ve Glantz, 1985) bu çalışmada meteorolojik ve tarımsal kuraklık üzerinde durulmuştur. Yağış esash olan meteorolojik kuraklık uzun bir süre yağışın normal değerlerinin altına düşmesi ile gerçekleşmektedir. Toprakta bitkinin ihtiyacını karşılayacak miktarda su bulunmaması durumunda ise tarımsal kuraklık gerçekleşmektedir. Fakat tarımsal kuraklık hiçbir zaman yağış azlığı olarak tanımlanamamaktadır. Bir bölgede yağış az olsa bile, bitki kök bölgesi içerisindeki toprakta bitkinin gelişmesini sürdürebilecek kadar su varsa tarımsal kuraklıktan söz edilemez (Pamuk Mengü ve ark. 2011, s. 176). Tarımsal kuraklık her ne kadar toprak nemliliği ile ilgili olsa da meteorolojik kuraklıkla paralellik gösterdiği de bir gerçektir. Nitekim İran ile ilgili yapılan genel bir çalışmada her ikisinin de zamansal olarak bir birine paralel olarak artış ve azalışlar gösterdiği belirlenmiştir (Golian ve ark. 2015, s. 683-686). Burada önemli olan toprakta suyun mevcudiyetidir. Bu ise yağış miktarıyla da alakalı olmakla beraber daha çok yağışın aylara dağılışı, sıcaklık, yer altı suyu seviyesi, toprak nemi, ekilen ürünün su isteği, buharlaşma ve en önemlisi toprakta su noksanlığının başladığı dönem ile ekim zamanı arasındaki ilişki ile alakalıdır.

Genel olarak yazları kurak ve sıcak, kışları ılık ve yağışlı geçen İran'da morfolojik yapı gereği nemlilik büyük ölçüde değişmekte ve farklı iklim tipleri görülmektedir (Madani, 2014). Örneğin Zağros dağları ve denizel alanlarda yağış değerleri 2000 mm ye yaklaşırken, Kavar depresyonunda 500 mm civarındadır (Raziei ve ark. 2008, s. 1309, 1313). Yıllık

ortalama sıcaklık değerleri 15 °C, yaz dönemi ortalaması 24 °C ve kışın 4 °C civarındadır. Tipik yarı kurak iklim şartlarının yaşandığı bölgede yazlar oldukça kurak geçmektedir. Son dönemlerde yapılan çalışmalarda Akdeniz kuşağında yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde 3-3,5 °C lik artış, yıllık toplam yağış miktarında ise %15-30 oranında azalma beklenmektedir (Christensen ve ark. 2007). Bu durum ister istemez aynı kuşak içerisinde yer alan İran'ı da büyük ölçüde etkileyecektir.

İran'da kuraklık ve su kaynaklarının kullanımı zaten önemli bir problemdir. Kuraklığa bağlı olarak göllerin kuruması (Eimanifar ve Mohebbi 2007; Hassanzadeh ve ark. 2012; Mohebbi ve ark. 2011; Zeinoddini ve ark. 2015), tuzlanma, erozyon ve ekosistemde bozulmalar (Abbaspour ve ark. 2012; Garousi ve ark. 2013) tarım alanlarının verimsizleşmesine neden olarak tarımla geçinen halkın ekonomik düzeyini de doğrudan etkilemektedir (Madani, 2014). Ayrıca yüzeysel suların tarımda kullanımı ve sulama için yapılan barajların akarsu ve göl rejimine etkileri de sorun teşkil etmektedir (Fazel ve ark. 2017; Torabi Haghghi ve Klöve, 2017). İran genelinde önemli bir sorun olan kuraklık, çalışmaya konu olan Kavar depresyonu için de büyük sorun teşkil edecektir. Depresyon genelinde kurak dönemde su isteği yüksek bitkilerin tercih edilmesi ve bu bitkilerin ekim alanlarının gün geçtikçe hızla artması tarımsal kuraklığı önemli ölçüde tetikleyecektir. Bu çalışmada İran'ın güneybatısında yer alan Kavar depresyonunun arazi kullanımındaki değişimler ile kuraklık arasındaki ilişki ve gelişmesi muhtemel problemler ele alınacaktır.

## MATERYAL ve METOT

29°05'-29°21' kuzey enlemleri ve 52°37'-52°52' doğu boylamları arasında yer alan çalışma sahası, İran'ın güneyinde, Fars eyaleti sınırları içinde yer almaktadır. Zağros dağlarının doğu kesiminde bir tektonik depresyon olan çalışma sahası aynı zamanda önemli bir tarım alanıdır. Depresyonun en önemli yerleşmesi Kavar'dır. Dolayısıyla çalışmada çalışma sahasını tanımlarken Kavar Depresyonu tanımı kullanılmıştır. Kavar depresyonu kabaca 1450-2850 metreler arasında yer almakla beraber çalışmanın amacına uygun olarak tarım yapılan sahalar çalışma alanının sınırını oluşturmaktadır. Kavar depresyonunda şu anda tarım yapılan sınır 1650 metrelere kadar çıkmaktadır. Buna göre çalışma alanının sınırı kabaca

1450-1650 metreler arasında tarım yapılan sahalardan meydana gelmektedir (Şekil 1).

Çalışma sahası Tornthwaite metoduna göre yarı kurak ikinci dereceden mezotermal ve kış mevsiminde çok kuvvetli su fazlası olan iklim tipine girmektedir. Behman istasyonunu verilerine göre depresyonun yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçen tipik Subtropikal Akdeniz iklim özelliği göstermektedir. Yıllık ortalama yağış değerleri kabaca 450-500 mm arasındadır.

Depresyonun yerleşme tarihi çok daha eski olmakla beraber buradaki yerleşmeler ciddi anlamda MS 500'lerde ortaya çıkmıştır. Depresyonda Sasaniler tarafından bu tarihlerde kurulan Kavar aynı zamanda İran'ın tahıl ve meyve talebini karşılayan önemli bir merkez olmuş ve hala önemini korumaktadır. Nitekim Kavar kelimesi farsça meyve dolu sepet anlamına gelmektedir (Ahmad ve Abu Mansour 1940, Khalaf Tabrizi, 1963). Günümüzde çevresindeki köylerle beraber nüfusu 100 binin üzerindedir. Ayrıca dağlarla çevrili depresyonun yaklaşık 40 km kuzeybatısında 1,5 milyon nüfuslu Şiraz gibi önemli bir yerleşmenin yer alması tarımsal potansiyeli yüksek olan depresyonun önemini daha da arttırmıştır. Bu durum çalışma sahasında tarımsal yoğunluğu da beraberinde getirmiştir.

Çalışmada Kavar depresyonunda (İran) tarım alanlarındaki değişim ile su kaynakları arasındaki ilişki ele alınmıştır. Tarım alanlarındaki değişimi belirlemek için 1975 yılına ait Landsat MSS, 1996 yılına ait Landsat TM ve 2017 yılına ait Landsat OLI/TIRS uydu görüntülerinden faydalanılmıştır. Çalışma kuraklık ve su kullanımı ilişkilerine odaklandığından, çalışmada kullanılan uydu görüntülerinin kuraklığın en şiddetli olduğu Temmuz ve Ağustos ayı olmasına özen gösterilmiştir. Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri uzaktan algılama yöntemlerinden kontrollü sınıflandırmaya tabi tutulmuş ve Maximum Likelihood sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Son derece kullanışlı ve doğrulama özelliği olan bu yöntem günümüzde sık olarak kullanılmaktadır (Samaniego ve Schulz, 2009; Ahmad, 2012). Nadaslı, sulu, hasatlı tarım alanları, mera alanları, yerleşme, bağ-bahçe ve sanayi alanları olmak üzere 7 farklı sınıflandırmaya tabi tutulmuştur.

Üretilen arazi kullanım haritalarının Kappa İstatistiğine göre doğruluk analizleri yapılmıştır. Buna göre 1975 yılına ait arazi kullanım haritasının doğruluk oranı % 93,83, 1996 yılının % 86,21 ve 2017 yılının doğruluk oranı % 95,46 olarak belirlenmiştir. Bu durum haritaların doğruluğunun neredeyse mükemmel yakın olduğunu göstermektedir. Ayrıca çalışma sahasında bahçe ve yerleşim alanları hızlı bir şekilde genişlemektedir. Bu nedenle özellikle bahçe ve yerleşim alanlarının hangi araziler üzerinde genişlediğini belirlemek önem kazanmaktadır. Dolayısıyla arazi sınıfları arasındaki değişim de

ortaya konulmuştur. Bu ilişkiyi saptamak için ArcGIS programı kullanılmıştır. Böylece bahçe ve yerleşim alanlarının hangi araziler üzerinde genişlediği ve bunu tetikleyen faktörler daha iyi anlaşılmıştır.

Çalışmada kuraklık ile ilgili çıkarımlarda bulunmak için iklim verilerinden faydalanılmıştır. Bunun için depresyonun 10 km kadar batısında bulunan ve depresyon tabanı ile aynı yükselti değerlerine sahip olan Bahman Meteoroloji İstasyonu verileri kullanılmıştır. Bu veriler kullanılarak çalışma sahasının 43 yıllık yağış, sıcaklık, buharlaşma trend analizleri ile su noksanlığının yaşandığı dönem ve boyutu belirlenmiştir.

Yağış, sıcaklık ve buharlaşma trend analizleri için Mann-Kendall trend analiz yöntemi kullanılmıştır. Mann-Kendall sıra korelasyon testi, doğrudan veri değerlerine bağlı olmayan verilerin sıra numarasının önemli olduğu bir yöntemdir (Şen, 2002). Hesaplanan  $u(t)$  değeri  $\pm 1,96$  kritik değerini aşıyorsa % 95,  $\pm 2,58$  değerini aşıyorsa % 99 güven aralığında anlamlı sonuçlara ulaşıldığını göstermektedir (Kum, 2011, s. 70).  $u(t) < 0$  ise azalan yönde bir eğilim olduğu kabul edilir. İklim elemanlarının trend analizinde son derece kullanışlı olan bu yöntem dünyanın farklı yerlerinde yürütülen bir çok bilimsel çalışmada (Longobardi ve Villani, 2010; Al Buhairi, 2010; Danneberg, 2012; Mondal ve ark. 2012; Türkes, 1996) kullanılmıştır.

Buharlaşma ve su noksanlığı için birçok farklı metod bulunmakla beraber bu çalışmada su noksanlığının boyutu ve yaşandığı dönemleri belirlemek için ise Thornthwaite metodundan faydalanılmıştır. Bazı eksiklikleri olmakla beraber bu yöntem hala dünyada en çok kullanılan (Xu ve Singh, 1998; van der Schrier ve ark. 2011; Das, 2015) yöntemlerin başındadır.

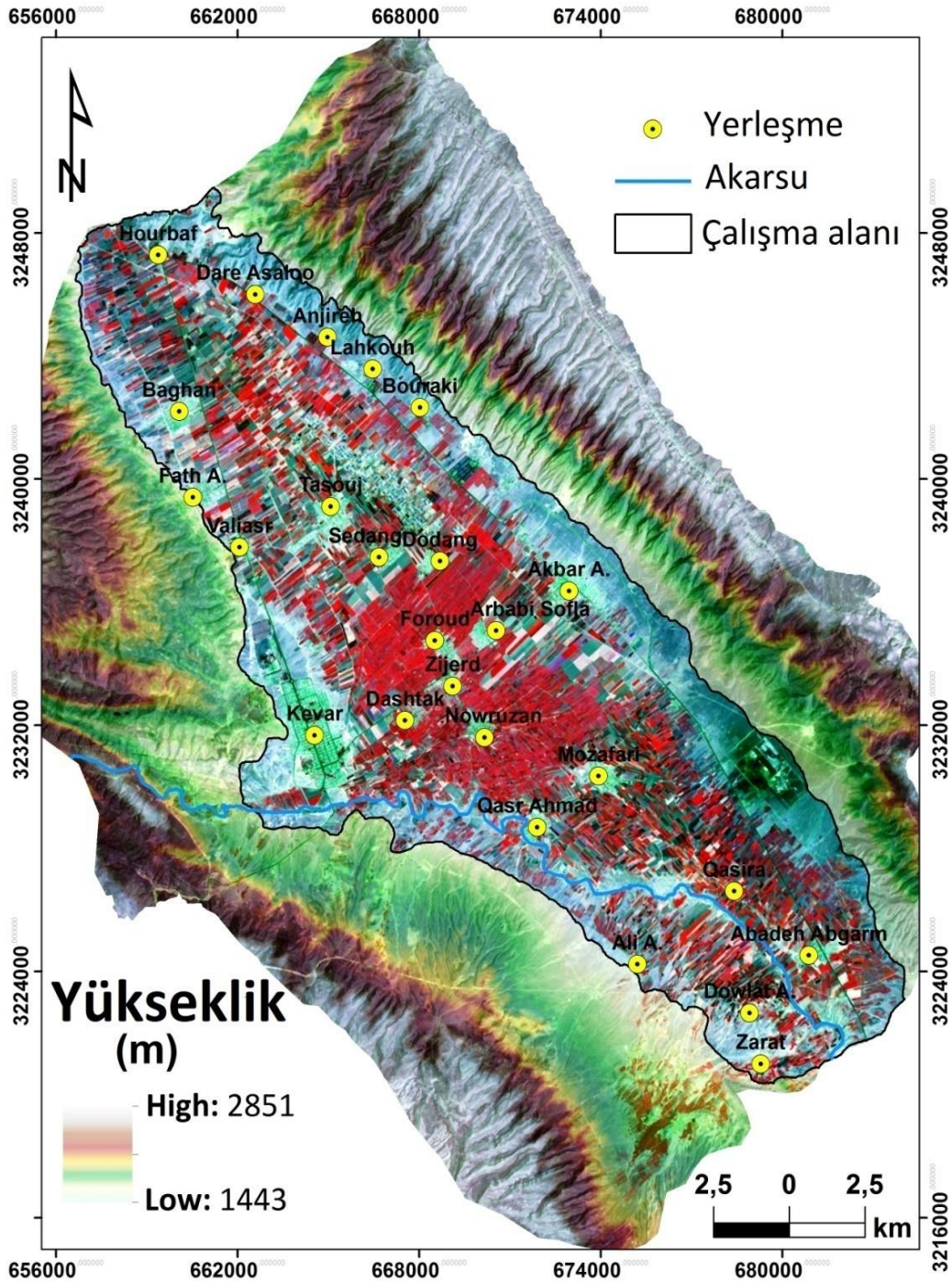
Ayrıca çalışma sahasının toplam su potansiyeli için; çalışma alanı ( $\text{km}^2$ )\*yıllık ortalama yağış değeri (mm) (1) formülü kullanılmıştır.

Daha sonra;

toplam su potansiyelinden ( $\text{m}^3/\text{km}^2$ )-buharlaşmaya uğrayan su miktarı ( $\text{m}^3/\text{km}^2$ ) (2)

çıkılarak çalışma sahasının net su potansiyeli ortaya konulmuştur.

Çalışma sahasında verimli ve kaliteli ürün almak için üretilen ürünlerin su istekleri ile ilgili veriler İran Tarım Bakanlığı'ndan alınmıştır. Buna göre çalışma sahasında su noksanlığının mevcut olduğu Haziran-Eylül aylarında sulama ile yetiştirilen ürünlerin  $\text{m}^3/\text{hektar}$  cinsinden su istekleri verileri elde edilmiştir. Uzaktan algılama yöntemi ile belirlenen sulu tarım alanlarının büyük kısmı şekerpancarı, mısır, kavun, karpuz ve yoncadan meydana gelmektedir. Sulamalı bahçe tarımı yapılan alanlarda ise en önemli ürünler üzüm, erik, nar, elma, şeftali ve turuncgillerdir.



Şekil 1. Çalışma Alanı

Bu ürünlerin Haziran-Eylül ayları arasındaki toplam su isteklerinin ortalaması tarla ürünleri için ayrı, bahçe ürünleri için ayrı ele alınmış ve  $m^3/km^2$  cinsinden değerleri ortaya konulmuştur. Devamında uzaktan algılama ile 1975, 1996 ve 2017 yıllarına ait belirlenmiş alanlardan sulmuş tarım alanlarının toplamı ile sulamalı tarım ürünlerinin hektar başına su istekleri ve sulamalı bahçe tarımı yapılan alanların toplamı ile bahçe ürünlerinin hektar başına su istekleri çarpılmıştır. Elde edilen sonuç toplanarak Kavar depresyonunun mevcut tarım alanlarında

verimli üretim yapılabilmesi için Haziran-Eylül ayları arasındaki gerekli su miktarı belirlenmiştir.

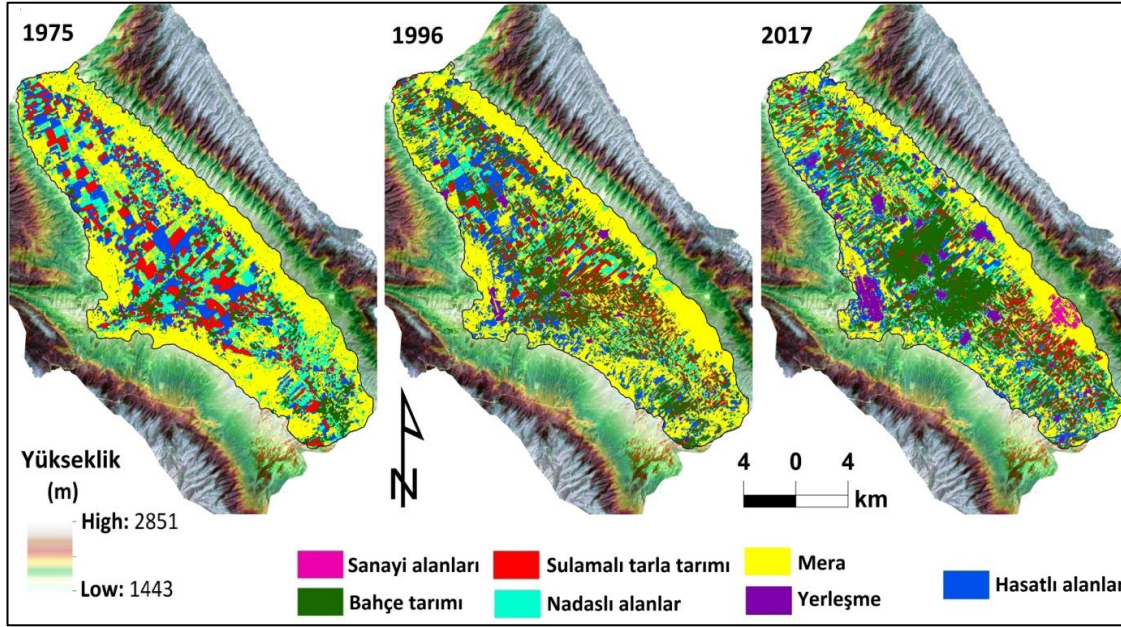
Yukarıdaki verilerden hareketle çalışma sahasının tarımsal açıdan su ihtiyacı belirlenmiş ve bu bağlamda gelişebilecek olası durumlar tartışılmıştır.

### BULGULAR

Çalışmada uydu görüntülerinin sınıflandırılmasıyla elde edilen bulgulara göre tarım sahaları ile yerleşme alanlarının sürekli arttığı görülmektedir. Buna

karşılık mera sahaları sürekli gerilemektedir. Tahıl tarımı yapılan sahalar ile nadasa bırakılan alanlar dönemsel olarak değişse de 1975-2017 yılları arasında alansal olarak çok ciddi değişimler yaşanmamıştır. (Şekil 2). Çalışmanın konusu ile ilgili olarak en fazla dikkat çeken sulu tarım yapılan sahalarda ciddi bir daralmanın yaşandığı ve bahçe tarımının giderek

önem kazandığıdır. 1975-2017 yılları arasında sulu tarım sahaları aşamalı olarak yaklaşık % 40 oranında alansal daralma yaşarken, bahçe tarımı yapılan alanlar yaklaşık 3 katı artmıştır (Tablo 1). Bu durum doğal olarak depresyonun tarımsal su ihtiyacını da arttırmıştır.



Şekil 2. Çalışma Sahasının Arazi Kullanımında Meydana Gelen Değişimler (1975-2017).

Çalışma sahasında bahçe tarımı yapılan alanlar mevcut olanların dışında en fazla mera alanları üzerinde genişlemiştir. 1996 yılında mevcut bahçe alanlarına eklenmiş olan alanların % 55,2'si mera alanlarını işgal ederken, % 19,8'i hasatlı alanları, % 12,9'u sulamalı tarım alanlarını ve % 12,1'i ise nadasa bırakılan tarım alanları üzerinde genişlemiştir. 2017 yılındaki yerleşim alanları da benzer şekilde büyük oranda (% 75,3) mera sahalarına doğru genişlemiştir. Bu genişlemeden az bahçe (% 2) ve sulamalı tarım yapılan alanlar (% 6) etkilenirken, nadasa bırakılan (% 8,1) ve hasatlı tarım yapılan alanlar (% 15,8) bunları

takip etmektedir. Buna karşılık 1975 yılından 1996 yılına kadar olan süreçte ise daha farklı bir tablo karşımıza çıkmaktadır. Bahçe tarımının neredeyse doygunluğa ulaştığı bu dönemde, bahçe tarımı mevcut alanların yanında en fazla nadasa bırakılan tarım alanları (% 38,7) üzerinde genişlemiştir. Bu alanları % 29,1 oranında sulu tarım yapılan alanlar, % 21,4 ile mera alanları ve % 10,8 ile hasatlı tarım alanları takip etmiştir. Aynı dönemde yerleşim alanları ise % 87,5 oranında mera alanları, % 7,2 oranında nadasa bırakılan tarım alanları, % 3,9 oranında hasatlı tarım alanları ve % 1,4 oranında sulamalı tarım yapılan alanlar üzerinde genişlemiştir.

Tablo 1. Çalışma Sahasında Yıllara Göre Arazi Kullanımı Değerleri (1975-2017).

Arazi kullanım şekli	1975		1996		2017	
	Alan (hektar)	Oran (%)	Alan (hektar)	Oran (%)	Alan (hektar)	Oran (%)
Yerleşme	130	0,4	520	1,6	1520	4,7
Sanayi alanları	0	0	0	0	210	0,6
Mera	14640	45,9	13520	42,3	10260	32,1
Nadaslı alanlar	5720	17,9	2930	9,2	4490	14
Hasatlı alanlar	4460	13,9	4910	15,3	4150	13
Sulamalı tarla alanları	4010	12,6	2960	9,3	2530	7,9
Bahçe tarımı	2990	9,3	7110	22,3	8790	27,7

Çalışma sahasında arazi kullanımındaki değişimler yanında diğer önemli değişimlerden biri de iklimsel olanadır. Sahada yağış, sıcaklık, buharlaşma ve su

noksanlığında dönemsel değişimleri görmek mümkündür. Nonparametrik Mann-Kendall sıra

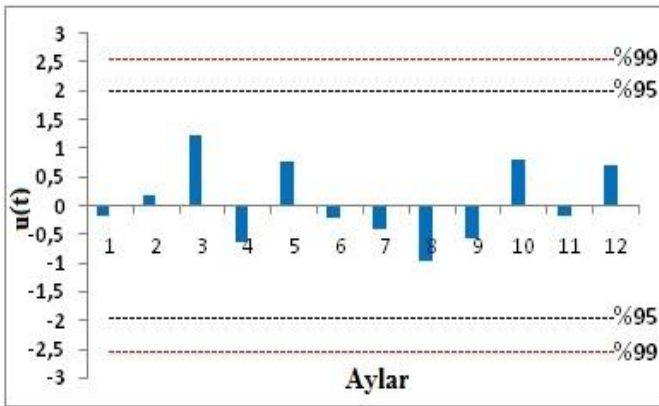
korelasyon testine göre buharlaşmanın eğilimi aylara göre hesaplanmış ve Şekil 3-5'te gösterilmiştir.

Mann-Kendall sıra korelasyon testine göre çalışma alanının yağış değerleri yılın büyük çoğunluğunda azalma eğilimindedir (Şekil 3). Azalma eğiliminin özellikle suya ihtiyaç duyulan Haziran-Eylül dönemleri arasında en yüksek seviyelerde olduğu görülmektedir. Buna karşılık yağış değerleri 2,3,5,10 ve 12. aylarda artma eğilimi göstermektedir.

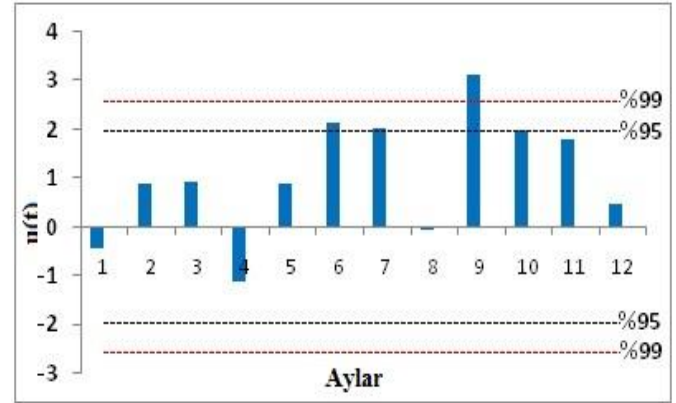
Çalışma sahasında sıcaklık trendinde ise yağışın tam tersine bir eğilim görülmektedir (Şekil 4). Sulamalı tarımın başladığı Mayıs ayından itibaren yüksek artış eğilimi göstermektedir. Haziran, Temmuz ve Ekim aylarında %5 seviyesinde artı yönlü bir eğilim gösterirken, Eylül ayında %1 seviyesinde pozitif yönlü eğilim görülmektedir. Bu artış anlamlı olmamakla 11 ve 12. aylarda da devam etmektedir. Sıcaklıkta yıl içindeki bu yüksek artış değerlerine karşılık sadece 1,4 ve 8. aylarda düşük seviyede bir azalma eğilimi görülmektedir.

Buna göre Temmuz ayında %5 seviyesinde negatif yönlü bir eğilim görülmektedir. Yine aynı şekilde Haziran ayında da azalma eğilimi görülmekle birlikte anlamlılık seviyesi %10'da kalmıştır. Yılın büyük bölümünde buharlaşmada genel azalma eğilimi görülür ancak 1,2, 10 ve 11. aylarda artma eğilimi olsa da istatistiksel olarak anlam ifade etmemektedir (Şekil 5).

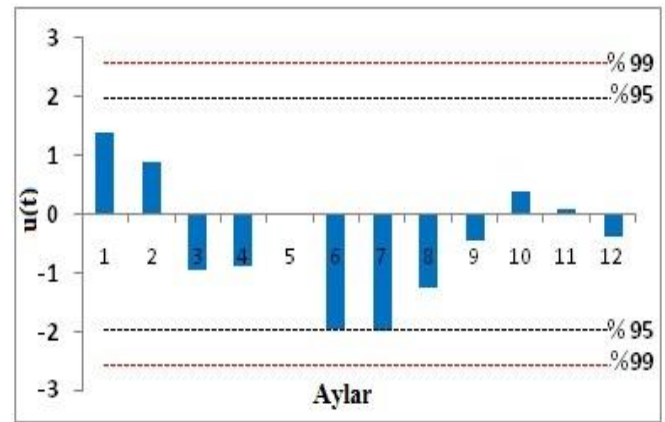
Buna karşılık topraktaki su noksanlığı aynı aylarda periyodik olarak artma eğilimindedir. Topraktaki su noksanlığı Haziran ayında  $65 \text{ mm}^3$  ten  $85 \text{ mm}^3$  küpe çıkarken kuraklığın en yüksek olduğu Temmuz ayında  $135 \text{ mm}^3$ 'ten  $145 \text{ mm}^3$  seviyelerine çıkmıştır (Şekil 6).



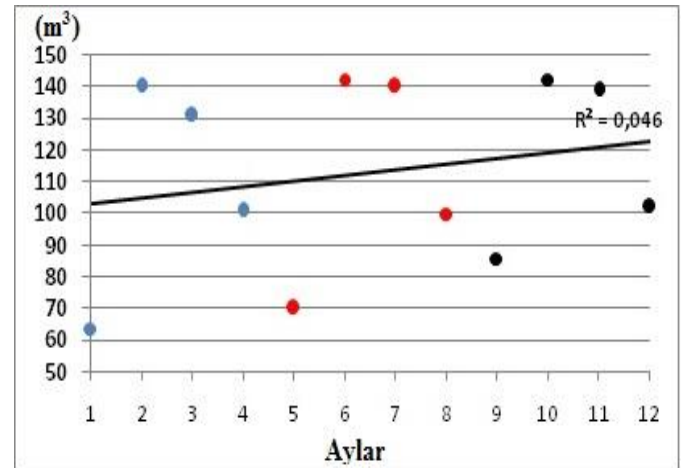
Şekil 3. Çalışma Sahasının 1973-2011 yılları arasındaki Mann-Kendall Yağış Trend Analizi.



Şekil 4. Çalışma Sahasının 1973-2011 yılları arasındaki Mann-Kendall Sıcaklık Trend Analizi.



Şekil 5. Çalışma Sahasının 1973-2011 yılları arasındaki Mann-Kendall Buharlaşma Trend Analizi.



Şekil 6. Tohrnwaite metoduna göre su noksanlığı ( $\text{m}^3$ ). Mavi noktalar 1969-1976 Haziran-Eylül aylarını, Kırmızı noktalar; 1977-1996 Haziran-Eylül aylarını, Siyah noktalar ise 1997-2013 Haziran-Eylül aylarını göstermektedir.

Çalışma sahasında elde edilen diğer bir sonuçta ekili dikili alanların Haziran-Eylül ayları arasındaki su istekleridir. Çalışmada elde edilen veriler göre Kavar depresyonunda uygun şartlarda ürün yetiştirmek ve daha fazla ürün almak için gerekli olan su miktarının dönemsel olarak gittikçe arttığı görülmektedir. Çalışma sahasında 1975 yılı verilerine göre ihtiyaç duyulan su miktarı 43 bin m<sup>3</sup>'tür. Bu değer bahçe tarımının hızla genişlemesine bağlı olarak günümüzde 75 bin m<sup>3</sup> seviyelerine yükselmiştir. Ayrıca göze çarpan bir diğer durumda Haziran ayında ihtiyaç duyulan su miktarının giderek artmasıdır. 1975 yılında Haziran ayında ihtiyaç duyulan su miktarı Temmuz ayı seviyesindeyken bu miktar günümüzde Temmuz ayı seviyesini geçmiştir.

Bunun yanında ortalama 484,2 mm yağış alan istasyonun verilerine göre çalışma sahasının toplam

su potansiyeli 278463,4 m<sup>3</sup> tür. İran ile ilgili böyle bir hesaplama rastlanmadığından, çalışma sahasının net su potansiyelini belirlemek için Kuzey Yarımkürede bulunan ve çalışma alanıyla benzer iklim özelliklerine sahip Türkiye'de uygulanan oranlar dikkate alınmıştır. Türkiye'de yapılan çalışmalarda yüzeye düşen toplam suyun yaklaşık % 54 ü buharlaşmaktadır (Çiçek ve Ataol, 2009: 58). Bu oran dikkate alındığında çalışma sahasına düşen suyun 150370,2 m<sup>3</sup> ü buharlaşırken yüzeyde akışa geçen, kullanılan ve sızmaya uğrayan toplam su miktarı 128093,2 m<sup>3</sup> tür. Çalışma sahasında yaz yağışlarının yok denecek kadar az olması ve dolayısıyla yüzeysel akışa geçen suyun düşük olması nedeniyle tarımsal suyun büyük kısmı yer altı suyundan ve akarsulardan karşılanmaktadır. Yine Türkiye'ye uygulanan oranlar dikkate alınarak yapılan hesaplamada çalışma sahasında net kullanılabilir su miktarı 62097,3 m<sup>3</sup> tür.

Tablo 2. Çalışma Sahasında Ekili Ürünlerin Yıllara Göre Kurak Dönemdeki Su İstekleri (m<sup>3</sup>).

		Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam
1975	Sulu tarım	6536,3	6640,5	5581,9	4114,2	42912
	Bahçe tarımı	5991,9	5573,3	4861,7	3611,9	
	<b>Toplam</b>	<b>12528,2</b>	<b>12213,9</b>	<b>10443,6</b>	<b>7726,1</b>	
1996	Sulu tarım	4824,8	4901,7	4120,3	3036,9	64535,6
	Bahçe tarımı	14248,4	13253,1	11560,8	8588,8	
	<b>Toplam</b>	<b>19073,2</b>	<b>18154,8</b>	<b>15681,1</b>	<b>11625,7</b>	
2017	Sulu tarım	4123,9	4189,6	3521,7	2595,7	73341,7
	Bahçe tarımı	17615,2	16384,6	14292,6	10618,4	
	<b>Toplam</b>	<b>21739,1</b>	<b>20574,2</b>	<b>17814,3</b>	<b>13214,1</b>	

## SONUÇ ve TARTIŞMA

Çalışma sahasının ikliminde önemli sayılabilecek değişimler yaşandığı görülmektedir. Özellikle sıcaklık değerlerindeki anlamlı artışlar, yağış değerlerindeki negatif yönlü eğilimler ileride su sıkıntısının artacağını göstermektedir. Nitekim yapılan çalışmalarda da geçmişte tahmin edilenin tersine İran'da tarımsal üretimdeki artışa bağlı olarak su yetersizliğinin hızla sorunlara yol açtığını ve bunun göçler başta olmak üzere çeşitli sosyal sorunlara da sebep olduğu belirtilmektedir (Madani ve ark. 2016). Buharlaşmadaki nispi azalış ise büyük ölçüde yağış değerlerindeki azalışa bağlı gerçekleşmektedir. İran genelindeki 145 istasyon verileri baz alındığında, İran genelinde aylık yağış değerlerinde azalma eğilimi olduğu tespit edilmiştir (Modarres ve Sarhadi, 2009). Bunun yanında topraktaki su noksanlığı gün geçerek artmaktadır. Bu artışın son dönemde Haziran ayında yüksek seviyelere çıkması su noksanlığının yakın dönemde Mayıs ayına da kayabileceğine işaret etmektedir. Gerçekten de İran geneli ile ilgili yapılan bir çalışmada aylık yağışlarda negatif yönlü eğilimin en yüksek olduğu ay Nisan (29 istasyon) ve Mayıs (21 istasyon) ayları olarak belirlenmiştir (Soltani ve ark. 2012). Bu ise çalışma sahasında yer altı su seviyesini olumsuz yönde etkileyecek ve kuraklığın daha geniş

bir zaman dilimine yayılması anlamına gelecektir. Kuraklığın daha erken dönemde başlaması aynı zamanda kuru tarım yöntemiyle yetiştirilen ve Haziran başında hasadı yapılan buğday ve arpa gibi ürünlerin verimini de olumsuz etkileyebilecektir. Bu durum aynı zamanda kışlık ekimi yapılan bu ürünlerin ekim tarihinin de daha doğru belirlenmesini de zorunlu kılmaktadır. Ortalama yağış değerlerindeki nispi düşüşe karşılık sıcaklıkların anlamlı bir şekilde artması yaz kuraklığına dayanıklı ve su isteği düşük ürünlerin tercih edilmesini gerektirmektedir.

Çalışma sahasının net su potansiyelinin günümüzde sulamalı üretim yapılan alanlarda istenilen verimi elde etmede yetersiz kaldığı görülmektedir. Özellikle bahçe tarımı yapılan alanların hızla artması su isteğini de arttırmıştır. Nitekim depresyonun net su potansiyeli 1975 yılındaki alanları beslemede yeterli iken, 1996 yılındaki alanları bile beslemede yetersiz kalmıştır. 2017 yılındaki sulamalı alanlarda kullanılması gereken su miktarının ise yaklaşık 11 bin m<sup>3</sup> altında kalmıştır. Kaldı ki toprakta su noksanlığının yaşandığı Haziran-Eylül aylarında sulama gerektiren ürünlerin alansal olarak hızla arttığı görülmektedir. Bu durum topraktaki su noksanlığının giderek artacağını dolayısıyla Kavar

depresyonunda yer altı suyu seviyesinin giderek düşeceğini göstermektedir. Gerçekten de İran'da kullanılan tarım suyunun % 55'i derin yeraltı kuyulardan elde edilmektedir. Bu durum İran'daki önemli ovalarda yer altı suyu tablasının düşmesine ve arazide birçok çöküntü ve obruğun meydana gelmesine neden olmaktadır. Nitekim İran ovalarının % 50'si kritik durumda olup, yeraltı suyu seviye değişimine bağlı olarak gelişen olumsuz olaylarla karşı karşıyadır (Madani ve ark. 2016). Benzer sorunlar Kavar depresyonu ve yakın çevresinde de görülmektedir. Depresyonda yoğun sulamalı üretimin devamı durumunda ileriki yıllarda bu tür çöküntü alanlara ilaveten erozyon, kuraklık ve tuzlanma gibi sorunların baş göstereceği söylenebilir. Açıkçası bugüne kadar depresyonda ciddi çevresel sorunların yaşanmamış olması kullanılan düşük su miktarıyla bağlantılıdır. Bu durum Kavar depresyonunda yetiştirilen ürünlerin yeterli düzeyde sulanmaması ile ilişkili görünmektedir.

Erozyon ve kuraklık ile ilgili ciddi problemlerin gündeme gelmemiş olmasının diğer bir nedeni de depresyonda nadas sisteminin uygulanıyor olmasıdır. Nitekim günümüzde nadasa bırakılan arazi miktarı toplam arazinin yaklaşık % 14'üdür. Dolayısıyla tarım arazilerinin bir kısmının nadasa bırakılıyor olması erozyon ve tarımsal kuraklığı düşürmede önemli bir etkidir. Fakat tarım alanlarının hızla bahçe alanlarına dönüştürülmesi, toprağın nadasa bırakılmasını da ortadan kaldırmaktadır. Dolayısıyla kuraklığa karşı önlem almada son derece etkili olan nadas yöntemi de kısıtlı alanlarla sınırlı kalacaktır.

Çalışma sahasını besleyen küçük bir akarsu ve birkaç kaynak bulunmaktadır. Su potansiyelleri düşük olmakla beraber yakın çevreleri için önemlidir ve bu alanlar sulamalı bahçe ve tarla tarımı yapmaya en ideal yerlerdir. Bu alanlar dışında çalışma sahasında tarım amaçlı kullanılan su yer altından karşılanmaktadır. Dolayısıyla benzer sulamalı üretimin uzun süre devam etmesi ve bahçe alanlarının artmaya devam etmesi durumunda yer altı suyu seviyesinde ciddi değişimler olması kaçınılmazdır. Bu ise toprağın kuraklıkla karşı karşıya kalmasına ve erozyonun şiddetlenmesine neden olacaktır.

Çalışma sahasında sulamalı bahçe tarımı yapılan alanların hızla arttığı görülmektedir. Özellikle 1996 yılına kadar olan dönemde daha yüksek bir artış olduğu göze çarpmaktadır. İran'da devrim sonrasında ülkeye uygulanan ambargolar ve İran-İrak savaşı İran'ın kendi kendine yetebilen bir tarım ülkesi olması için daha fazla çaba harcamasına neden olmuştur. Ucuz işgücü ve geniş arazilerin varlığı petrol endüstrisi dışında tarımın en önemli ekonomik kaynak olmasını sağlamıştır (Madani Larijani, 2005). Bu ise tarımda çalışan işgücünü arttırdığı gibi çok daha geniş alanların sulamalı tarıma açılmasını beraberinde getirmiştir. Bu durum, bu dönemde özellikle kuru

tarım yöntemi ile üretim yapılan tarım alanları ve sulama imkânlarının yüksek olduğu sulamalı tarım yapılan alanların hızla bahçe alanlarına dönüştürülmesine neden olmuştur. Dolayısıyla çalışma sahasında suya duyulan ihtiyaç giderek artmıştır. 2000'li yılların başına kadar sulamalı tarım yapılan alanların genişlemesini İran'ın genelinde görmek mümkündür. Nitekim İran'da 2003 yılında, mevcut kullanıma hazır su kaynaklarının % 92,8'i tarım amaçlı kullanılmıştır (Ardakanian, 2003). Fakat İran'da su kaynaklarının kısıtlı olması, İran'ın çeşitli ovalarında kuraklığın şiddetli şekilde üretimi etkilemesi nedeniyle sulu tarım arazilerindeki artış 1990'ların sonunda yavaşlamış ve hatta bazı kesimlerde gerilemeye başlamıştır. Bu nedenle çalışma sahasında da görüldüğü gibi 1996 yılına kadar daha hızlı artan sulamalı bahçe alanları bu süreçten sonra yavaşlama eğilimine girmiştir. Böylece başlangıçta daha çok mevcut tarım alanları üzerinde genişleyen bahçe tarımı, bu alanların daralmasına bağlı olarak günümüzde mera alanları üzerinde genişleme eğilimindedir. Bu durum yeni tarım alanlarının ortaya çıkması ve su ihtiyacının giderek artması anlamına gelmektedir. Özellikle kuru tarım yapılan alanların hızla sulamalı tarım alanlarına dönüştürülmesi ve bahçe tarımının son yıllarda su kaynaklarından uzak meralara doğru kayması yer altı suyunun daha fazla kullanılmasına neden olmuştur. Böylece çalışma sahasında arazi kullanımındaki değişimden dolayı yer atı suyu seviyesi başta olmak üzere kuraklıkla ilgili birçok problemin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Dolayısıyla İran'ın tarım politikalarını yeniden gözden geçirmesi ve başta yakın çevresindeki ülkeler olmak üzere tarımsal üretimi yüksek ülkelerle daha sıkı ekonomik işbirliğine gitmesini gerektirmektedir. Bu durum İran'ın ileride yaşayabileceği kuraklık temelli sorunlarına ve su kaynaklarını daha idareli kullanmasına çözüm üretebilecektir.

Çalışma sahasında sulamalı tarım alanlarının bu kadar hızla artmasında nüfus artışının ve gıda ihtiyacının büyük rolü bulunmaktadır. Depresyonun çok yakınında bulunan 1,5 milyon nüfuslu Şiraz kentinin meyve ihtiyacı depresyonda bahçe tarımının alansal olarak genişlemesini tetiklemiştir. Bu durum mera alanlarının hızla tarım alanlarına dönüşmesine neden olurken, nüfusu artan yerleşmelerin de tarım sahalarını işgal etmesini beraberinde getirmiştir. Nitekim mera alanları 42 yıllık süreçte % 45 seviyelerinden % 32 seviyelerine gerilerken, 130 hektar civarında olan yerleşme alanları 1500 hektarın üzerine çıkmıştır.

Bütün bunların yanında depresyonda baş gösteren meteorolojik kuraklık yanında hatalı ürün seçimi tarımsal kuraklık sinyalleri de vermektedir. Tarımsal kuraklık çok tehlikeli bir hastalık olup gerçekleştiğinde çeşitli sosyal ve ekonomik sorunlar

doğurur ve yaşam sürekliliğini düşürür. Dolayısıyla çalışma sahasındaki tarımsal üretimin şekli ve boyutu aynı zamanda bölge insanının geleceğini de belirleyecektir.

Sonuç olarak çalışmada elde verilere göre çalışma sahasının doğal iklim koşullarının hızla artan sulu tarım alanlarını beslemede yetersiz kaldığı ve büyük ölçüde kuru tarım yapmaya elverişli olduğunu göstermektedir. Aksi takdirde yakın zamanda başta erozyon olmak üzere ciddi çevresel sorunlarla karşı karşıya kalacaktır. Bu nedenle çalışma sahasında akarsu boyları dışında sulu tarımın yerine kuru tarım teknikleri ile yetiştirilecek ürünler seçilmeli ve buna göre politikalar geliştirilmelidir.

### KAYNAKÇA

- Abbaspour M, Javid AH, Mirbagheri SA, Ahmadi Givi F, Moghimi P 2012. Investigation of Lake Drying Attributed to Climate Change. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* (9): 257-266.
- Ahmad A 2012. Analysis of Maximum Likelihood Classification on Multispectral Data. *Applied Mathematical Sciences*, 6(129): 6425-6436.
- Al Buhairi MH 2010. Analysis of Monthly, Seasonal and Annual Air Temperature Variability and Trends in Taiz City-Republic of Yemen. *Journal of Environmental Protection* (1): 401-409.
- Ahmad AT, Abu Mansour A 1940. *Loqat Fors* (Persian Dictionary), Tehran, Majles.
- Ardakanian R 2003. An Overview of Water Management in Iran. *Dushanbe International Fresh Water Forum*, Tajikistan.
- Avcı M 2001. Kuraklık Etkilerinin Azaltılmasında Kuraklığa Dayanıklı Bitki Çeşit İslahı ve Kurak Koşullarda Yetiştirme Teknikleri. (Orta Anadolu'da Kuraklık Şartlarında Yetiştirme Stratejileri, TEMA yayınları, Ankara: T. Vakfı içinde) 74-97.
- Christensen JH, Hewitson B, Busuioic A, Chen A, Gao X, Held R, Jones R, Kolli RK, Kwon WK, Laprise R, Magana Rueda V, Mearns L, Menendez CG, Räisänen J, Rinke A, Sarr A, Whetton P, Arritt R, Benestad R, Beniston M, Bromwich D, Cay, D, Comis, J, de Elia R, Dethloff K 2007. Regional Climate Projections. (Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution Of Working Group I To The Fourth Assessment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK: Ed. Solomon S, Qin D, Manning M, Marquis M, Averyt K, Tignor MMB, LeRoy Miller Jr H, Chen Z).
- Çiçek İ, Ataoğlu M 2009. Türkiye'nin Su Potansiyelinin Belirlenmesinde Yeni Bir Yaklaşım. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7(1): 51-64.
- Danneberg J 2012. Changes in Runoff Time Series in Thuringia, Germany-Mann-Kendall Trend Test and Extreme Value Analysis, *Advances in Geosciences*, (31): 49-56.
- Das Y 2015. Water Balance and Climatic Classification of a Tropical City Delhi India. *American Journal of Water Resources*, 3(5): 124-146.
- Eimanifar A, Mohebbi F 2007. Urmia Lake (northwest Iran): a Brief Review. *Saline System*, (3):1-8.
- Fazel N, Torabi Haghighi A, Klöve B 2017. Analysis of Land Use and Climate Change Impacts by Comparing River Flow Records in Headwater and Lowland Streams of Lake Urmia Basin, Iran, *Global and Planetary Change*, (158): 47-56.
- Garousi V, Najafi A, Samadi A, Rasouli K, Khanaliloo B 2013. Environmental Crisis in Lake Urmia, Iran: a Systematic Review of Causes, Negative Consequences and Possible Solutions. *6th International Perspective on Water Resources and the Environment (IPWE)* Izmir, Turkey.
- Golian S, Mazdiyasnı O, AghaKouchak A 2015. Trends in Meteorological and Agricultural Droughts in Iran. *Theor Appl Climatol*, (119): 679-688.
- Hassanzadeh E, Zarghami M, Hassanzadeh Y 2012. Determining the Main Factors in Declining the Urmia Lake Level by Using System Dynamics Modeling. *Water Resource Management*, (26):129-145.
- Khalaf Tabrizi MH 1963. *Borhan Qaate* (Persian dictionary), second ed. Tehran, Rashidieh.
- Kum G 2011. İklim Değişikliğinin Türkiye'nin Güneybatı Kıyılarında Turizm Konfor Şartlarına Etkileri. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- Longobardi A, Vllani P 2010. Trend Analysis of Annual and Seasonal Rainfall Time Series in the Mediterranean Area. *International Journal of Climatology*, (30): 1538-1546.
- Madani Larjani K 2005. Iran's Water Crisis; Inducers, challenges and Counter-Measures. *ERSA 45<sup>th</sup> Congress of the European Regional Science Association*, Amsterdam, Netherlands.
- Madani K 2014. Water Management in Iran: What is Causing the Looming Crisis?. *Journal of Environmental Studies Science*, 4(4): 315-328.
- Madani, K, AghaKouchak A, Mirchi A 2016. Iran's Socio-economic Drought: Challenges of a Water-Bankrupt Nation, *Iranian Studies*, 49(6), 997-1016.
- Modares, R, Sarhadi, A 2009. Rainfall Trends Analysis of Iran in the Last Half of the Twentieth Century, *Journal of Geophysical Research*, (114): 1-9.
- Mohebbi F, Ahmadi R, Azari AM, Esmaili L, Asadpour Y 2011. On the red coloration of Urmia Lake (Northwest Iran). *International Journal of Aquatic Science*, (2):88-92.
- Mondal A., Kundu S, Mukhopadhyay A 2012. Rainfall Trend Analysis by Mann-Kendall Test: A Case Study of North-Eastern Part of Cuttack District, Orissa. *International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences*, 2(1): 70-78.



- Pamuk Mengü G, Anaç S, Özçakal E 2011. Drought Management Strategies. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 48(2): 175-181.
- Raziei T, Bordi I, Pereira LS 2008. A Precipitation-Based Regionalization Forwestern Iran and Regional Drought Variability. Hydrol. Earth Syst. Sci., (12): 1309–1321.
- Samaniego L, Schulz K 2009. Supervised Classification of Agricultural Land Cover Using a Modified k-NN Technique (MNN) and Landsat Remote Sensing Imagery. Remote Sensing, (1): 875-895.
- Soltani, S, Saboohi, R, Yaghmaei L 2012. Rainfall and Rainy Days Trend in Iran, Climatic Change, 110(1-2): 187-213.
- Şen Z. 2002. İstatistik Veri İşleme Yöntemleri (Hidroloji ve Meteoroloji). Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Torabi Haghighi A, Kløve B 2017. Design of Environmental Flow Regimes to Maintain Lakes and Wetlands in Regions with High Seasonal Irrigation Demand, Ecol.Eng., (100): 120-129.
- Türkeş M 1996. Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey. International Journal of Climatology, (16): 1057-1076.
- van der Schrier G, Jones PD, Briffa KR 2011. The Sensitivity of the PDSI to the Thornthwaite and Penman-Monteith Parameterizations for Potential Evapotranspiration. Journal of Geophysical Research, (116): 1-16.
- Wilhite DA, Glantz MH 1985. Understanding the Drought Phenomenon: the Role of Definitions, Water International, (10): 111–120.
- Xu CY, Singh VP 1998. A Review on Monthly Water Balance Models for Water Resources Investigations. Water Resources Management, (12): 31-50.
- Zeinoddini M, Bakhtiari A, Ehteshami M 2015. Long-term Impacts from Damming and Water Level Manipulation on Flow and Salinity Regimes in Lake Urmia, Iran. Water and Environ Journal, 29(1): 71-87.

## Türkiye'nin Siyahi Yediveren Güllerinin Tanıtımı

Hasan ÖZÇELİK 

Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Isparta  
✉: hasanozcelik@sdu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışma, Türkiye'deki siyahi yediveren güllerin yerel adlarını, genel sistematik özelliklerini, grup özelliklerini, genotip sayısını, ayırt edici karakterlerini, ekolojik isteklerini ve ekonomik önemini belirlemek amacıyla 2013-2017 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. "Siyahi gül" siyah ve siyaha yakın çiçek renkleri olan güllerin grup adı olarak ilk kez kullanılan bir terimdir. Siyah güllerle yakın akrabalarını birlikte ifade eder. İncelenen bitki materyalleri Süleyman Demirel Üniversitesi'ndeki GUL Herbaryumu ve Botanik Bahçesi'nden elde edilmiştir. Türkiye'deki yerel, kokulu, siyahi yediveren güller genellikle *R. odorata*; az miktarda da *R. borboniana* ve *R. chinensis* türlerine aittir. Genotip sayısı 20 civarındadır. Bunlardan 5'i; Bursa (Kestel), Isparta (Atabey) ve Şanlıurfa'dan (Halfeti) belirlenmiş, ticari değeri yüksek, yerel genotiplerdir. Siyahi güllerin yetiştirme ortamlarına ve yayılış alanlarına bakıldığında; habitatı ışık şiddeti, yıllık güneşli gün sayısı ve sıcaklığın fazla olduğu ortamlar olduğu görülür. Bu nedenle uzun gün bitkileri olarak değerlendirilmişlerdir. Siyahi güllerin ekolojik isteklerini en iyi karşılayan Güneydoğu Anadolu bölgesidir. Bunu Akdeniz ve Ege bölgeleri takip eder. Karadeniz ve Trakya ise en az uygun coğrafi alanlardır. Yayılış alanlarına ve ekolojik isteklerine bakılarak; siyahi güllerin gen merkezi Güneydoğu Anadolu bölgesi ve çevresi olarak tahmin edilmiştir. Serada perlit ortamında gövde çeliklerinden köklendirilmesinde başarı % 15, toprakta % 5 civarındadır. Bakımı diğer güllerden daha zordur. Bunun esas sebebi, Güneydoğu Anadolu bölgesi dışında ekolojik isteklerinin yeterince karşılanamayışıdır. Bu çalışmada siyahi güllerle ilgili 3 hipotez ileri sürülmüştür.

DOI:10.18016/ ksudobil.332070

### MakaleTarihçesi

GelişTarihi : 01.08.2017

Kabul tarihi : 13.11.2017

### AnahtarKelimeler

Siyahi/ Kara gül,  
Halfeti gülü,  
Kadife gül,  
Minyatür gül,  
Yediveren gül

### AraştırmaMakalesi

## Presentation of the Black Always Blooming Roses of Turkey

### ABSTRACT

This study was carried out between 2013-2017 years to determine the local names, general systematic characteristics, group characteristics, genotype number, distinguishing characteristics, ecological requirements and economic importance of blackish roses in Turkey. "Blackish roses" are a term used for the first time as a group name for roses that are black and close flower colors. It refers black and its allied roses. The studied plant materials were obtained from GUL Herbarium and Botanical Garden at SüleymanDemirel University. Always blooming roses in Turkey are generally *R. odorata*; and in small amounts to *R. borboniana* and *R. chinensis* species. The genotype number of them is around 20 in Türkiye. Five of these; Bursa (Kestel), Isparta (Atabey) and Şanlıurfa (Halfeti) are in high importance commercially and as local genotypes. When looked at the growing environments and spreading areas of black roses; light intensity, number of sunny days in year, and high temperatures are becoming important criteria. For this reason, they were considered as long day plants. Southeast Anatolian region meets the best ecological demands of these roses. This area is followed by the Mediterranean and Aegean regions. Black Sea and Thrace are the least suitable

### Article History

Received : 01.08.2017

Accepted : 13.11.2017

### Keywords

Blackish rose,  
Halfeti rose,  
Velvet rose,  
Miniature rose,  
Always blooming roses

### Research Article

geographical areas. Considering the distribution areas and ecological requirements; the gene center of blackish roses was estimated as the Southeast Anatolian region and its environs. Successful rooting of stem steel in perlite environment is 15% and 5% in soil. The caring and growing of these roses is more difficult than others. The main reason for that is the ecological demands can not be met adequately by any regions, except for the Southeastern Anatolia region of Turkey. In this study; three hypotheses have been proposed about blackish roses.

**To Cite :** Özçelik H 2018. Türkiye'nin Siyahi Yediveren Güllerinin Tanıtımı KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(3): 407-423. DOI:10.18016/ksudobil.332070

## GİRİŞ

Siyahi Yediveren güller Türkiye'nin eski bahçe güllerindedir. Türkiye'de en çok dikkat çeken ve tercih edilen gül grubudur. Ancak bu güne kadar genotipik çeşitliliği, ekolojik istekleri ve ekonomik önemi üzerine bir çalışma yapılmamıştır.

“Kara gül,siyah gül”denince akla ilk gelen Halfeti ilçesidir. “Kara gül/Siyah Gül” Halfeti'nin sembolüdür ve yörede çok eski zamanlardan bu yana yetiştirilmektedir. Bu güller Halfeti ilçesi ile adeta özdeşleşmiştir. **Siyah gül grubu Güneydoğu Anadolu bölgesi için bir coğrafi işaret** değerindedir (Özçelik ve Orhan, 2014). Halfeti gülü “*Louis XIV*” adıyla (Baytop 2001) Avrupa'da tescil ettirilerek ticarileştirilmiştir. Bu hak Türkiye'nin, çeşidin adı da “**Halfeti gülü**” olmalıydı.

“Siyahi Güller” güllerin efendisi olarak bilinir. “**Güllerin efendisi**” demenin bir başka anlamı vardır; siyah renk tüm renklerin bileşiminden oluşur, açıldıkça diğer renkler ortaya çıkar. Güllerde her rengin bir anlamı vardır; genel olarak mutluluk simgesidir, aşk, huzur ve güzelliştir. Ancak siyah renk genel olarak hüznü ve asaleti temsil eder. Matemin, hüznün ve duygusallığın ifadesidir.

Türkiye'de gül çeşitliliğinin yüksek olmasında siyahi yediveren güllerin genotipik çeşitliliğinin önemi azımsanamaz. Gül cinsinin gen merkezi Türkiye olarak belirlenmiştir (Özçelik ve ark.2012; 2013). Siyahi güller Türkiye için sadece bir biyolojik çeşitlilik grubu değil; aynı zamanda diğer güllerin atasal soyları olma ihtimalinin yüksek olmasıdır. Bu çalışma, Türkiye'nin siyahi yediveren güllerinin sistematüğini, habitat isteklerini, genotipik çeşitliliğini ve ekonomik önemini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonunda 3 iddia ortaya atılmıştır; “siyah güller tüm bahçe güllerinin atalarıdır ve ilk ortaya çıktığı yer Güneydoğu Anadolu bölgesidir” vs. Çalışmamızın gülcülük sektörüne, araştırmacılarına ve meraklılarına bir fikir vermesi beklenmektedir.

## MATERYAL ve METOT

Çalışmanın materyalini Türkiye'nin siyah/kara gülleri ve akrabası olan grupların canlı ve kuru örnekleri

oluşturmaktadır. İncelenen örnekler tarafımızdan gerçekleştirilen projeler kapsamında Türkiye genelinde ev bahçelerinden, çiçek/fidan satıcılarından, meraklılarından vs. köklü fidan, gövde çeliği gibi farklı canlı materyaller temin edilip SDÜ. Botanik Bahçesi'ne dikilen ve tekniklerine göre SDÜ. GUL Herbaryumu'na konulan örneklerden sağlanmıştır. Kullanılan bitki numaraları ilgili proje çalışmaları sırasında verilmiştir. Örneklerin çoğu Güneydoğu illerinden toplanmıştır. Ayrıca bölgenin komşusu olan diğer iller ve ülkeler gezilmiş, gözlemlerde bulunulmuş ve bulgular kaydedilmiştir. Batı Anadolu'dan özellikle Isparta, Bursa, İzmir ve kısmen de diğer illerimiz gezilmiştir. Türkiye genelinde yaklaşık 70 örnek incelenmiştir. Değerli kuru bitki örnekleri **GUL Herbaryumu**'nda muhafaza edilmektedir.

Satın alınan gül fidanları uygun saksıya/toprağa şaşırtılmıştır. Gelişim evresinde ortaya çıkan yabancı otlar yetiştirme ortamından uzaklaştırılmış; hastalık ve zararlılara karşı ilaçlama yapılmıştır. Isparta şartlarına uyum sağlayanlar SDÜ. Botanik Bahçesi'ndeki Rosaryum parseline dikilmiştir. İncelenen örneklerin klasik yöntemlerle botanik karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir (Nilsson1972). Bu özellikler Çizelge 1. ve 2'de belirtilmiştir. Gövdelerinden çelik alınanlar serada perlit ortamında köklendirilmeye çalışılmıştır. Çelikler 20-25 cm uzunlukta kesildikten sonra musluk suyu ile yıkanmış; fungusit eriyiğine daha sonra 2/1000 ml dozunda IBA hormonuna alt ucu daldırılıp çıkarılmıştır. IBA hormonu katı (toz) halde 5 gr'lık satın alınmış, alkol ile çözülmüş, istenen doza getirilinceye kadar su eklenmiştir. Daha sonra serada içinde tarım perlitli bulunan kasalara 2 göz perlit içinde, 1-2 göz (nodyum) dışarda kalacak şekilde dikilmiştir. Bazı gövde çelikleri ve serada köklendirilen çelikler torf + bahçe toprağı + dere kumu ve bahçe toprağı (3:1:1) bulunan saksı veya tüplere dikilmiştir.

İncelenen örneklerin lokaliteleri, güllere verilen yerel isimler, bilimsel teşhis sonucu elde edilen latince adları (Nilsson 1972; Robert ve ark. 2003) ve karakterizasyonları Çizelge 1 ve 2'de belirtilmektedir.

Çizelge 1. İncelenen siyahi yediveren güllerin bazı sistematik ve tarımsal özellikleri

Bitki No	Takson	Lokalite	Özellikleri
646	<i>xR. borboniana</i> Desp.	Aydın, Köşk, ev bahçesi	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Bakara tipi, yalnızca yediveren çeşididir. Eski bahçe güllerindedir. Çiçeğinin katmer yapısı ilginçtir.
652	<i>xR. x odorata</i> (Andrews) Sweet	Aydın, Sultanhisar, Uzunlar köyü, Meslek Yüksek Ok. karşısı, çiçekçiden satın alındı.	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Eski bahçe güllerindedir. Bitki boyu 120-150 cm. Taze gövdeleri yeşil renkli, yaşlı gövdeleri grimsi yeşil, gövde üzerinde gri boyuna çizgiler mevcuttur. Gövde çapı 1,5-2,5 cm. Gövdeleri yağ gülüne benzer. Yaprakları nispeten geç dökülür; kenarları serrat dişli, hafifçe kırmızı şeritlidir. Taze yaprakları bordo renkli, rakis üst yüzeyi pembemsi; 3-5 yaprakçıklı; stipül uçları aristalıdır. Gövdenin alt kısımları iki tip dikenli, alt kısımları sık dikenli, genç sürgünler seyrek, büyük, tek tip dikenli, iri dikenler yanlardan basıktır. Dikenler tedricen inceler, bazı dikenler ikili çıkar, iri dikenlerin tabanı boyundan daha uzundur. Yaşlı dikenler gri renklidir. Pediseller 5-6 cm, kalın, salgi (hirsut) tüylü, kırmızı renklidir. Çiçekler tekli çıkar. Sepaller geriye kıvrık, 3+2, pinnat olanlar diğerlerinden daha uzun ve uçta genişlemiş, iç yüzeyi lanat tüylü, yaklaşık horizontaldır. Petaller çabuk dökülüdür. Stamenler çok sayıda, lanat tüylü, ovaryum yarı küresel şekillive tüysüzdür. Meyva yaklaşık küresel, 1,5-2 cm çapına kadardır. Gövdelerinde gövde kurdu görülür. Odunu orta sertlikte, kışa dayanıklıdır.
1004	<i>xR. borboniana</i> Desp. <i>R. x odorata</i> (Andrews) Sweet arasında bir genotip. Teşhisi yetersiz	İstanbul, Hadımköy, Baba nakkaş köyü, Hadım köy'den giriş, ev bahçesi	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Eski bahçe güllerindedir. Az kokuludur. 3-5 yaprakçıklı, uç yaprakçık büyük, kenarı kırmızı bantlıdır. Çiçekler tek tek, pediseller kalın, salgi tüylü, uzun ve kırmızımsıdır. Çiçek tomurcukları kırmızı renklidir. Sepaller 3+2, çiçekte kıvrık (geriye dönük), 3'ü uzun dişli, diğer 2'si düz, ortası çukur, tüm sepallerin arkası tüylüdür. Petaller kısa, az katmerli, kırmızı (solunca sarı-beyaz), 4-5 katmerli, uçta kıvrık, kuruyunca donuk kan rengine ya da siyaha döner. Anterler yeşilimsi sarıdır. Stigma dışarı çıkmış, tüylüdür. Meyva tutmaz. <b>Kırmızı gül</b> adıyla bilinir.
1005	<i>xR. borboniana</i> Desp.	İstanbul, Hadımköy, Babanakkaş köyü Hadımköy'den giriş, ev bahçesi	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Eski bahçe güllerindedir. Çok az kokuludur. Gövdeler üstte sık ve küçük dikenlidir. Yaprakta alt ve üst yüzey tüysüzdür. Sepal pozisyonu ve şekli muhtemelen değişken; ancak meyvelenmenin başında sepaller kıvrıktır. Ovaryum tüysüzdür. Meyve tutar. <b>Ateşgülü</b> adıyla bilinir.
2179	Hibrit, Modern gül?	Erzincan, Üzümlü, Beşiktaşlar Vakfi Camii bahçesi	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Modern gül olabilir. 100-130 cm kadar boyunda, kokusuzdur. Kaliks düz, geriye az dönüktür. Tomurcukları siyah, açılınca koyu kırmızıya dönüşür. Çiçekler az katmerli ve kırmızıdır. Az meyva tutar. Meyvaları iridir.
2334	<i>xR. borboniana</i> Desp.	İzmir- Edremit yolu, İzmir- Balıkesir kavşağı. Çiçekçiden satın alındı.	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Modern güller grubundan. Kesme çiçek için uygundur. Yapraklar üstte 3 yaprakçıklı. Çiçekleri gövdede tek tek, pediselleri uzun ve tüylüdür. Sepaller geriye dönük, loblu, ortasında çıkıntı gibi bir yapı olabilir. Petalleriloblu, ortasışişkin, siyahımsı, koyu kırmızıdan normal kırmızıya kadar değişir ve kokuludur. Uzun süre çiçeklenir. Mantar hastalıklarına direnci az. <b>Kadifegül</b> adıyla bilinir.
3657	<i>xR. borboniana</i> Desp.	Konya, şehir merkezi. Çiçekçiden satın alındı.	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Gövdeleri yeşil, yumuşak odunlu, narin dikenlidir. Yaprakları derimsi, (3)-5-(7) yaprakçıklı; çiçekler tek tek, pedisel 5 cm boyunda, dikensi tüylü; sepaller kıvrık 3/2 şeklinde; petaller vişne rengindedir. Ovaryumu tüsüz, huni şeklindedir. Kokulu ?
2475	<i>R. x odorata</i> (Andrews) Sweet	Bursa çıkışı (İnegöl taraf), Fidancıdan satın alındı.	<b>Peyzaj gülü.</b> Çiçekleri iri ve uzun süre dökülmez. Koyu kırmızı çiçekli, kadife güllere benzer. Alt kısım yabancı formda, üst kısmı aşıllı. <b>Siyah gül</b> adıyla bilinir.

Çizelge 1. İncelenen siyahi yediveren güllerin bazı sistematik ve tarımsal özellikleri

2834	<i>R. x odorata</i> (Andrews) Sweet	KKTC. Kantara tarafı, Ergazi köyü, ev bahçesi Tümgeneral Ali Fikret Atun Cad. No: 3.	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Tomurcukta iken siyah ve az kokulu, açtığında koyu kırmızı renkli ve kokusuzdur. Çiçekler katmerli, petalleri kadifemsi. <b>Siyah gül</b> adıyla bilinir.
2860	<i>R. x odorata</i> (Andrews) Sweet	Denizli, Acıpayam yolu, şehrin çıkışına doğru, Ebubekir Sıddık Camii karşısı, ev bahçesi	<b>Peyzaj amaçlıdır.</b> Az kokuludur. <b>Siyah gül</b> adıyla bilinir.
2934	<i>R. chinensis</i> Jacq.	Suriye: Halep, Fidancı'dan gözlem	<b>Peyzaj amaçlı, sarmaşık gül.</b> Çiçekleri kırmızı, kısmen iridir. Sarmaşık tipindedir. Halfeti gülüne benzer, çiçekleri biraz daha açık renklidir. Çok üretilir, hızlı büyür ve az kokuludur.
3006	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet ' <i>Louis XIV</i> ' Martyn Rix	Şanlıurfa, Halfeti ilçesi, eski Halfeti, ev bahçesi	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Halfeti'nin sembolü olarak yetiştirilir. Çok eski ve yerel bir çeşittir. Halfeti'nin sembolü olarak yetiştirilen siyah gül bu genotiptir. <b>Siyah gül</b> adıyla bilinir.
3522	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	Isparta, Eğirdir, Mehmet Akif Ersoy Lisesi, Caminin güneyi, ev bahçesi	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Yerli, gösterişli eski bahçe gülü. Gövdeleri kalın, uzun boylu, 1-2(-39 m. Ana gövdeler zarar görmezse dallanmaz, kışın gövde uçlarındaki yapraklar dökülmez. Daimi yeşil (kısmen yaprak döker), taze yapraklar kırmızimsi ve iridir. Tomurcuk halinde iken çiçekler siyah, açılınca koyu kırmızıdır. Çiçek solduğunda rengi bordo rengine dönüşür. Hoş kokuludur. Meyve tutar ve meyveler iri, dilimlidir. Sepalleri meyvede irileşir, boyu yaklaşık meyve boyu kadar, tabanda geniş, uca doğru giderek incilir ve horizontal duruşludur. Uzun süre bitki üzerinde kalır. Eğirdir'e özgüdür, gövde kurdu çok, odunu yumuşak (soğuğa direnci az), gevrek, tabandan dallıdır. <b>Siyah gül</b> adıyla tanınır.
3557		Isparta, Merkez, Şehit Komiser Muhsin Kiremitçi İmam Hatip Orta Okulu bahçesi.	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Yerli peyzaj gülüdür. Modern oturak güllere benzer. 1 m kadar boyda, gösterişli, daimi yeşil, kısmen yaprak döker. Taze yapraklar kırmızimsi, iri, gövdeleri kalındır. Tomurcuk halinde siyah, açılınca koyu kırmızı, çiçek tam açılmaz, yaklaşık küresel şekilli. Meyve tutar ?
3656	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet?	Konya, şehir merkezi. Çiçekçiden satın alındı.	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Gövdeleri yumuşak odunlu, az dikenli, yeşil renklidir. Dikenleri narin; yaprakları derimsi, üst yaprakçıklarda rakis pembe; çiçekler tek tek, sepaller horizontal, 3/2; petalleri vişne renginde, yaklaşık 4 cm çapındadır. Pediselleri kısa 2-2,5 cm dikensi tüylü ve kalın. Az kokuludur.
3663	<i>x R. borboniana</i> Desp.	Konya, şehir merkezi, Çiçekçiden satın alındı	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Gövdeleri yeşil; yapraklar derimsi, 5 yaprakçıklıdır. Pediselleri dikenli tüylü, kalın, yaklaşık 4-5 cm boyunda; petaller vişne rengindedir. Kokulu ?
3672	<i>x R. borboniana</i> Desp.	Balıkesir- Edremit, Havran yolu, Çiçekçiden satın alındı.	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Dikenleri iki çeşittir. Çiçek sürgünlerinde dikenler sıklaşır ve çeşitlenir. Ana gövdede diken seyrelir ve tek tip olur. Üst kısımda dikenler sıklaşır. Yaprakları derimsi. Çiçekler tekli. Çiçek tomurcukları siyah, çiçekleri koyu vişne renginde ve kokulu; petalde ana damar beyazımsı (bu özellik Halfeti gülünün ayırt edici karakteridir); ovariumu tüsüz veya hafif dikensi tüylü, çiçeğin ortası görülür. Meyve tutmaz. <b>Halfeti gülü</b> adıyla satılır.
3673	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	Balıkesir- Edremit, Havran yolu, Çiçekçiden alınan peyzaj gülleri.	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Yapraklar derimsi, üst yapraklarda yaprakçık kenarları ve rakis pembemsi. Çiçekler tek tek, meyve üstte genişleyen bir huni gibi, sepaller meyvede dökülücü değildir. Çiçekler kokulu; sepaller kıvrık, 3/2, 3'lüler yaprak gibi, çiçeğin ortası görülür. Petallerin tabanı kalın beyaz, damarlı, gevşek katmerli, meyve oluşturur. <b>Kadife gülü</b> adıyla satılır.

Çizelge 1. İncelenen siyahi yediveren güllerin bazı sistematik ve tarımsal özellikleri

3674	<i>x R. borboniana</i> Desp.	Balıkesir- Edremit, Havran yolu, Çiçekçiden satın alındı.	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Tomurcukta iken çiçekler ilginç görünümlü; koyu kırmızı renktedir. Meyvesi 3673 no.lu güle benzer. Çiçekler tek tek veya 2'li, kokulu; ovaryum tüysüz; pediselleri kalın, pembemsi tüylüdür. Sepalleri kıvrık, 3/2. <b>Kadife gülü</b> adıyla satılır.
3675	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	Balıkesir- Edremit, Havran yolu, Çiçekçiden satın alındı.	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Çiçek sürgünleri sık ve 2 çeşit dikenli. Ana gövdede dikenler tek tip ve seyrek. Yapraklar derimsi, 5-7 adet. Çiçekler tek tek çıkar ve kokuludur. Pediseller kalın tüylü veya dikensi tüylü. Çiçekler koyu vişne rengidir. Ovaryum tüysüz ve huni şeklindedir. Sepaller 3/2. Meyve basık, eni boyundan yaklaşık 1,5 kat fazla, dilimli. <b>Siyah gül</b> adıyla satılır.
3676	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	Balıkesir- Edremit, Havran yolu, Çiçekçiden satın alındı.	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Gövdesinin alt tarafında dikenler 2 çeşit olabilir. Bu nedenle <i>R. borboniana</i> ile karışabilir. Yapraklar derimsi, 3-5 yapraklıdır. Çiçekler tek tek çıkar. Pediseller uzun, dikenimsi tüylerle kaplı. Sepaller birbirine benzer. Çiçekleri kokulu. <b>Ateş gülü</b> adıyla satılmaktadır.
3678	<i>R. borboniana</i> Desp.?	Balıkesir- Edremit, Havran yolu, Çiçekçiden satın alındı.	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Gövdeler ince dallıdır. Dikenleri narin. Yaprakları küçüktür. Çiçekler kokulu, koyu vişne rengindedir. Petal tabanları kalın, etli ve beyaz, üst kısmı koyu vişne renginde. Tomurcukta iken kesme çiçek gibi, çiçeğin ortası görünür. Çiçekleri kokulu.
3685	<i>R. borboniana</i> Desp.?	Burdur-Örencik Köyü Cami avlusu	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Gövdeleri iki tip dikenli. Yaprakları iri ve gösterişli; (3-) 5-7 yapraklı. Sepalleri geriye kıvrık, alar çiçekli (çiçek sapı yok denecek kadar kısa). Petaller koyu vişne renginde, çiçekleri kokuludur. <b>Halfeti gülüne</b> benzer.
3694	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	Isparta, Eğirdir, Mehmet Akif Ersoy Lisesi, Camii'nin güneyi, ev bahçesi.	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Taze gövdeler yeşil veya vişne kırmızısı, dikenler seyrek, iri ve deltoid şekilli. Stipüller iri, dişlerin tabanı doğru ince dişlidir. Yaşlı gövdelerinde kabuklu bit var. Çiçekleri siyaha yakın renktedir. Kokulu bir gül. <b>Kırmızı gül</b> adıyla bilinir.
3696	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	Isparta, Eğirdir, Mehmet Akif Ersoy Lisesi, Caminin güneyi, ev bahçesi.	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Taze gövdeler vişne renginde. Dikenler dar ve alternat dizilişli. Stipül tabanı geniş, uçları deltoid ve ince dişli. Siyah veya kızıl-kırmızı güllerden. Kabuklu bit hastalığı çok var.
3698	<i>R. borboniana</i> Desp.	Isparta, Eğirdir, Mehmet Akif Ersoy Lisesi, Camii'nin güneyi, ev bahçesi.	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Ana gövdede dikenler tek tip, uçlarda çeşitli, gövde çapı normal. Kadifegül veya siyah güle benzer. Yaşlı gövdelerde kabuklu bit hastalığı çok görülür. Kadifegül veya Siyahgüle benzer.
3764	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	İzmir, Ödemiş, Bayındır'a doğru, çiçekçiden satın alındı.	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Az kokulu, koyu kırmızı çiçekli. <b>Siyah gül</b> adı ile satılmaktadır.
3787		Torbalı-Ödemiş (İzmir) yolu. Torbalı'ya yaklaşık 2-5 km, Çiçekçiden satın alındı.	<b>Peyzaj amaçlı, Sarmaşık gül.</b> Gövdelerinde dikenleri çok seyrek ve tek tip. Gövdeler tek çiçekli (bakara). Çiçekler kuruyunca siyah renge dönüşür.
3805		Torbalı-Ödemiş (İzmir) yolu. Torbalı'ya yaklaşık 2-5 km, Çiçekçiden satın alındı.	<b>Peyzaj amaçlı, Sarmaşık gül.</b> Pediselleri sık tüylü. <b>Siyah gül</b> adıyla satılmaktadır.
3806	<i>R. borboniana</i> Desp.	Torbalı-Ödemiş (İzmir) yolu. Torbalı'ya yaklaşık 2-5 km, Çiçekçiden satın alındı.	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Katmer yapısı farklı.
3807	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	Ödemiş (İzmir), Çiçekçiden satın alındı	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Kokusuz, tek çiçekli (bakara tipi); çiçekler kırmızı.
3814			<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Gövdeleri dikensiz. Çiçekler pembe, tek çiçekli, çiçekler iri ve kokulu
3815			<b>Peyzaj amaçlı gül.</b> Az kokulu, katmer yapısı farklı. <b>Siyah gül</b> adıyla satılır.

Çizelge 1. İncelenen siyahi yediveren güllerin bazı sistematik ve tarımsal özellikleri (Devam)

3864	<i>R. borboniana</i> Desp.	Edirne, şehir merkezi, çiçekçiden satın alındı	<b>Peyzaj amaçlı, oturak gül.</b> Daimi yeşil, aşılı. Orijinal ve yerli bir gül. Kadife gülüne benzer. Halfeti gülü tipinde. Koyu kırmızı çiçekli, çiçekler tekli (bakara tipi). Petaller arasında beyaz çizgiler var (bu karakter çok önemli). Çiçekleri çok kokulu ve kokusu aşırı cezbedici.
2591	<i>R. noisettiana</i> Thory	Isparta, Merkez, Şehit Komiser Muhsin Kiremitçi İmam Hatip Orta Okulu bahçesi.	<b>Peyzaj amaçlı, sarmaşık gül.</b> Ana gövdeler yumuşak ve yan gövdelere hakim, tabandan dallı. Gövdeler seyrek dikenli, gövdeler aşağı sarkar. Kısmen yaprak döker. Çok çiçekli (Floribunda tipi), siyahi, katmerli. Tomurcuk halinde iken kırmızıdır. Çiçekler açtıkça ve yaşlandıkça vişne rengine yönelir. Katmer ve yaprakları cezbedici. Az kokulu, pembemsi beyaz, az katmerli, az kokulu, çok çiçekli, çok meyva tutar, çiçek dökülücü. Ilıman bölgelerde daimi yeşildir. Budama ile oturak gül tipine çevrilebilir. Kuru çiçek üretimine uygundur. <b>Kadife gül</b> adıyla bilinir.
3762	<i>R. chinensis</i> Jacq.	İzmir, Ödemiş ilçe merkezi. Çiçekçiden satın alındı.	<b>Peyzaj amaçlı, Minyatür gül.</b> Kısa boylu, yayvan. Kırmızı çiçekli, Kokusuz. Soğuğa dayanıksız. İç mekan bitkisi olarak kullanımı daha uygundur.
3770	<i>R. chinensis</i> Jacq.	İzmir, Bayındır, şehir merkezi, Çiçekçiden satın alındı.	<b>Peyzaj amaçlı, Minyatür gül.</b> Kısa boylu, yayvan. Kırmızı çiçekli, Kokusuz. Soğuğa dayanıksız. İç mekan bitkisi olarak kullanımı daha uygundur.
3771	<i>R. chinensis</i> Jacq.		<b>Peyzaj amaçlı, Minyatür gül.</b> Kısa boylu, yayvan. Kırmızı çiçekli, Kokusuz. Soğuğa dayanıksız. İç mekan bitkisi olarak kullanımı daha uygundur.
3773	<i>R. chinensis</i> Jacq.	İzmir, Bayındır, şehir merkezi. Çiçekçiden satın alındı.	<b>Peyzaj amaçlı, Minyatür gül.</b> Kısa boylu, yayvan. Pembe çiçekli, Kokusuz. Soğuğa dayanıksız. İç mekan bitkisi olarak kullanımı daha uygundur.
3776	<i>R. chinensis</i> Jacq.	İzmir, Bayındır, şehir merkezi. Çiçekçiden satın alındı.	<b>Peyzaj amaçlı, Minyatür gül.</b> Modern güldür. Pembe çiçeklidir. Kokusuz. Soğuğa ve sıcağa az dayanıklıdır. İç mekan bitkisi olarak kullanımı daha uygundur. <b>O., Sihirbaz gülü, Yanardöner</b> adıyla satılır.
3767	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	İzmir, Bayındır, şehir merkezi. Çiçekçiden satın alındı.	<b>Peyzaj amaçlı, Oturak gül.</b> Kırmızı çiçekli kokulu. <b>Aşı gülü, Kadife gül</b> adıyla satılır.
3779	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	Torbalı-Ödemiş kara yolu. Torbalı'ya 2-5 km	<b>Peyzaj amaçlı, Oturak gül. Yediveren</b> adıyla bilinir. Kırmızı çiçekli, kokulu.
3780	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	Torbalı-Ödemiş Yolu. Torbalıya yaklaşık 2-5 km	<b>Peyzaj amaçlı, Oturak gül. Yediveren</b> adıyla bilinir. Yumuşak gövdeli, çok dallı.
3781	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	Torbalı-Ödemiş Yolu. Torbalıya yaklaşık 2-5 km.	<b>Peyzaj amaçlı, Oturak gül. Yediveren</b> adıyla bilinir. Yumuşak gövdeli, çok dallı.
3694, 3696, 3698	<i>x R. borboniana</i> Desp. / <i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	Isparta, Eğirdir, ilçe merkezi, ev bahçesi	<b>Peyzaj amaçlı, Oturak gül. Kadife gülü</b> adıyla bilinir. <b>Kırmızı gül</b> adıyla bilinir.
3673	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	Balıkesir, Edremit ilçe merkezi, Havran yolu, Fidancidan satın alındı	<b>Peyzaj amaçlı, Oturak gül.</b> Yaprakları derimsi, üst yapraklarda yaprakçık kenarları ve rakis pembemsi. Dallarda çiçekler tek tek. Sepaller kıvrık, 3/2, 3'lüler yaprak gibi parçalı. Çiçeğin ortası görülür. Petallerin tabanı kalın, beyaz damarlı, gevşek katmerli. Meyve oluşturur. Meyve üstte genişleyen bir huni şeklinde. Sepaller meyvede dökülücü değil. Kokulu. <b>Kadife gülü</b> adıyla satılır.
3674	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	Balıkesir, Edremit ilçe merkezi, Havran yolu, Fidancidan satın alındı	<b>Peyzaj amaçlı, Oturak gül.</b> Tomurcuktayken çiçekler ilginç, koyu kırmızı, meyvesi 3673'e benzer. Çiçekler tek tek veya 2'li, kokulu, ovaryum tüsüz, pedisel kalın, pembemsi tüylü. Sepaller kıvrık, 3-2. <b>Kadife gülü</b> adıyla satılır.

Çizelge 1. İncelenen siyahi yediveren güllerin bazı sistematik ve tarımsal özellikleri (Devam)

3676	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	Balıkesir, Edremit ilçe merkezi, Havran yolu, Fidancıdan satın alındı	<b>Peyzaj amaçlı, Oturak gül.</b> Gövdenin alt tarafta dikenler 2 çeşit olabilir. Bu özelliğiyle <i>R. borboniana</i> ile karışabilir. Yaprakları derimsi, 3-5 yaprakçıklı. Dallarda çiçekler tek tek. Pedisel uzun, dikensi, tüylü. Sepaller birbirine benzer. Kokulu. <b>Ateş gülü</b> adıyla satılır.
3678	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	Balıkesir, Edremit ilçe merkezi, Havran yolu, Fidancıdan satın alındı	<b>Peyzaj amaçlı, Oturak gül.</b> Gövdeler ince dallı, dikenleri narin, küçük. Yapraklar küçük. tomurcukta iken kesme çiçek gibi. Çiçeğin ortası görünür, Koyu vişne petalli, petal tabanları kalın, etli ve beyaz. Kokulu.
1580	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	Muğla, Ula, şehir merkezi, PTT arkası, ev bahçesi	<b>Peyzaj amaçlı, Oturak gül.</b> Kadife gül gibi, kırmızı çiçekli, hafif kokulu, yerli gül. <b>Yediveren</b> adıyla bilinir.

Çizelge 2. Siyahi yediveren güllerin genotipleri, lokaliteleri, adları ve özellikleri

Genotip	Bitki No:	Lokalite	Latince Adı	Yerel Adı ve Botanik Özellikleri
1	3006	Şanlıurfa, Halfeti ilçe merkezi.	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet 'Louis XIV' Martyn Rix	<b>Siyah gül, Halfeti gülü, Arap kıızı, Arap gelini.</b> Oturak peyzaj gülüdür. Çiçekleri büyük, genelde teklidir. Petallerin ortasında beyaz çizgi vardır. Bu çizgi karakteri çeşidin ayırt edici özelliğidir. Çiçekler yaşlandıkça rengi açılır. Tomurcuk halinde rengi en koyudur. Hoş kokuludur. Kokusu zamanla azalır. Başka bölgelerde/ illerde yetiştirildiğinde çiçek rengi açılır. Gövde çeliklerinden çoğaltılır. Halfeti'nin Sembolü olarak önerilen siyah gül. 1981 de TRT GAP TV'de tanıtılmıştır Plastik tüplüsü Fidanları 30 TL, anaçları 75-100 TL. den satılmaktadır. <b>Fot. 1.</b>
2	3522	Isparta, Eğirdir ilçe merkezi	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	<b>Siyah gül.</b> Oturak peyzaj gülüdür. 1 m kadar boyda, gövdeler kalın. Taze yapraklar kırmızımsı renkte ve iri. Yaşlı gövdelerde çok az miktarda kabuklu bit hastalığı var. Gövdenin bazı kısımları sarmaşık güller gibi gri renkte. Grileşen alanda gövde yumuşak, yaşlı ve diğer kısımlardan farklı görünüyor. Kısmen yaprak döker kışlar ılık geçerse daimi yeşil olabilir, gösterişli. Çiçekleri küme halindedir (Floribunda tipi). Çiçeklerin hepsi birlikte açılmaz. Çiçekleri büyük, açıldıkça rengi koyulaşır. Çiçeklenme süresi çok uzundur. Meyve tutar, meyveleri iri yaklaşık küresel şekilli. Gölge yerleri pek tercih etmez. Hoş kokuludur, kokusu çiçek açıldıkça artar. Yetiştirildiği alanda havanın nisbi nemi yüksek olmalıdır. Eğirdir'e özgü bir genotip olduğu değerlendirilmektedir. Eski bahçe güllerindedir. Ticari satışı yoktur. <b>Fot. 2.</b>
3	3557	Isparta, Merkez, Şehit Komiser Muhsin Kiremitçi İmam Hatip Orta Okulu bahçesi	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	<b>Siyah gül.</b> Oturak peyzaj gülüdür. Gösterişlidir. Az kokuludur. Ancak genotipin modern gül mü, yerli gül mü olduğu anlaşılamamıştır. Önemli bir genotiptir. Gövde çeliğinden çoğaltılabilir. Ekonomik değeri bilinmemektedir.
4	2475	Bursa çıkışı (İnegöl taraf), Fidancıdan satın alındı	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	<b>Siyah gül.</b> Oturak peyzaj gülüdür. Boyu yaklaşık 1 m, tabandan ve üstten dallı, gövdeleri kalın, dikenli. Çiçekleri tekli (bakara tipi), katmerli ve çok gösterişlidir. Tomurcuk halinde açık renkli, giderek koyu renge dönüşür. Çiçekleri çok iri, koyu kırmızı renkte ve uzun süre dökülmez. Kadife güllerine benzer. Yabani anaca aşılansarak çoğaltılmaktadır. Siyahi güller içerisinde çiçeği en iri ve kokulu; ticari önemi yüksek olan yerli bir genotiptir. Plastik tüplü fidanı 20-40 TL.dir. <b>Fot. 3.</b>



Çizelge 2. Siyahi yediveren güllerin genotipleri, lokaliteleri, adları ve özellikleri

5	3881	Isparta, merkez, Çiçekçiden satın alındı	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet x <i>R. chinensis</i> Jacq.	<b>Siyah gül.</b> Oturak peyzaj gülüdür. Boyu ilk 4 genotipten daha kısa, yaklaşık 50 cm, büyüme hızı diğerlerine göre daha yavaş. Tabandan dallı, gövdeler pek dallanmaz. Narin dikenli. Çiçekler tekli veya ikili, orta büyüklükte, koyu vişne renginde, kokulu ve gösterişli. Çiçeklerin yeni açılmış hali ile yaşlanmış hali arasında yaptığı kıvrımlar farklıdır. Çiçek açıldıkça rengi koyulaşır, renk bozulmaz. Boya gülü olabilecek önemli bir değerdir. Plastik tüplü fidanı 10-15 TL.dir. <b>Fot. 3.</b>
6	3675	Balıkesir, Edremit ilçe merkezi, Havran yolu, çiçekçiden satın alındı.	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	<b>Siyah gül.</b> Oturak peyzaj gülüdür. Halfeti gülüne benzer. Bazı farkları vardır. Çiçek sürgünleri sık, 2 dikenli, ana gövdede dikenler tek tip ve seyrek. Yapraklar derimsi, 5-7 adet. Çiçekler tek tek, pedisel kalın tüylü veya dikensi tüylü. Çiçekler koyu vişne siyah gül, ovaryum tüsüz huni şeklinde. Sepal 3/2, sepaller uzun meyveye basık, eni boyundan yaklaşık 1,5 kat fazla, dilimli. Çiçekler kokulu. Plastik tüplü 10-15 TL.dir.
7	3787	Torbalı-Ödemiş yolu. Torbalı'ya yaklaşık 2-5 km, Çiçekçiden satın alındı	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	<b>Siyah gül.</b> Sarmaşık tipinde. Çok seyrek dikenli, dikenler tek tip. Dallar tek çiçekli (Bakara tipi), çiçekler kuruyunca siyah renge döner. Plastik tüplüsü 10-15 TL. dir.
8	3814	İzmir, Bayındır, ilçe merkezi, çiçekçiden satın alındı	<i>R. odorata</i> (Andre ws) Sweet	<b>Siyah gül.</b> Oturak gül. Dikensiz, tek çiçekli, çiçekleri iri, pembe renkli ve kokulu. Plastik tüplü fidanı 10-15 TL. dir.
9	3815	İzmir, Bayındır, ilçe merkezi, çiçekçiden satın alındı	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	<b>Siyah gül.</b> Oturak gül. Çiçekçiler "Kadife kırmızı" demektedir. İlginç bir siyah gül. Gösterişli. Çiçeklerinde katmer yapısı farklı. Çiçekleri az kokulu. Plastik tüplüsü 10-20 TL. dir. <b>Foto. 3.</b>
10	3743 3764	İzmir, Bayındır ve Ödemiş, ilçe merkezi, Çiçekçiden satın alındı.	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	<b>Siyah gül.</b> Peyzaj amaçlı oturak gül. Kadife güllere benzer. Az kokulu. Koyu kırmızı çiçekli. Ticari önemi yüksek olan bir genotiptir. Plastik tüplü fidanı 10-20 TL. dir.
11	3805 3807 3806	İzmir, Bayındır, ilçe merkezi, çiçekçiden satın alındı İzmir, Bayındır, ilçe merkezi, çiçekçiden satın alındı	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet <i>xR. borboniana</i> Des p.	<b>Siyah gül.</b> Peyzaj amaçlı. Kokusuz, tek çiçekli. Kırmızı çiçekli. Pediselleri sık tüylü. Plastik tüplüsü 10-15 TL.dir.
12	2860	Denizli, Acıpayam yolu, Ebubekir Sıddık Camii karşısı, ev bahçesi	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet	<b>Siyah gül.</b> Oturak peyzaj gülüdür. Az kokulu, peyzaj gülü.
13	3656, 3657, 3663	Konya, Merkez ilçe (Çiçekçiden satın alma)	<i>R. odorata</i> (Andrews) Sweet ?	<b>Siyah gül.</b> Oturak peyzaj gülüdür. Az kokulu, peyzaj gülü. Plastik tüplü fidanı 10-15 TL. dir.
14	3672	Balıkesir, Edremit ilçe merkezi, çiçekçiden satın alındı	<i>xR. borboniana</i> Desp.	<b>Halfeti gülü.</b> Oturak peyzaj gülüdür. 1. genotipe (No: 3006) benzer. Aynı isimle anılmasına rağmen türü farklıdır.
15	3685	Burdur, merkez ilçe, Örencik köyü Camii bahçesi	<i>x R. borboniana</i> Des p.	<b>Halfeti gülü.</b> Oturak peyzaj gülüdür. Kokulu. Plastik tüplü fidanı 10-20 TL. dir.
16	3864	Edirne, Merkez ilçe, fidancıdan satın alındı.	<i>x R. borboniana</i> Des p.	<b>Halfeti gülü ?</b> Oturak peyzaj gülüdür.6. genotipe (No: 3675) yakındır. Ticari önemi yüksek olan bir genotiptir. Plastik tüplü fidanı 10-15 TL. dir.

Çizelgelerde incelenen güller tanıtılırken benzer veya akraba güller birlikte tanıtılmıştır. Bu nedenle bazen farklı toplama numaraları ve lokaliteleri biraraya gelmiştir. Ekonomik önemi, eko-fizyolojik istekleri arazi gezilerinde yapılan gözlemler ışığında belirtilmiş, literatür (Dubois ve ark. 1996; Antonelli ve ark. 1997; Baytop 2001; Özçelik 2010; Baktır 2015) ışığında tartışılmış ve yorumlanmıştır. Takson yazılışlarında **x** melez anlamındadır. **x** işareti cins adı ile tür epiteli arasına konulmuş ise türü çibrit taksonu/genotipi/çeşidi; cins adının önüne konmuşsa türler arası hibrit türü/genotipi/çeşidi ifade eder. Eklenen fotoğraflar (şekil) yazarın orijinal çekim ve tasarımlarıdır. Tür ve alt grupların tekrar yazımında kısaltma baş harfi ile yapılmış, otörleri belirtilmemiştir.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Türkiye'nin her tarafında siyahi yediveren grubu güllere rastlanabilir. Çoğunluğu yerel, oturak, yediveren; birkaçı ise sarmaşık tipinde olup toplam genotip sayısı 20 civarında bulunmuştur. Genotipik çeşitlilikte ilk sırayı Güneydoğu Anadolu bölgesi almaktadır. Yerel adları, toplama numaraları, önemli botanik ve tarımsal özellikleri Çizelge 1'de belirtilmektedir.

Çizelgelerdeki bilgiler ilk kez literatüre girmiştir. Güllerin çeşidini ve genotip sayısını belirlemek kadar özelliklerini ve kullanım amaçlarını da bilmek önemlidir. Böylelikle kokunun ve görşelliğın nedenleri kolayca açıklanabilir (Guterman ve ark. 2002). Çizelge 1'den elde edilen bulgular ışında Türkiye'deki siyah güller ve akrabaları olanların genotipleri önem sırasına göre Çizelge 2'de belirtilmektedir.

Çizelge 2'den anlaşıldığı gibi Türkiye'den 16 siyah gül genotipi belirlenmiştir. Bu güllerden en önemlisi Halfeti gülüdür. Bu çeşit tescillidir, Şanhurfa'dan Suriye'ye yani güney istikametinde gidildikçe rengi koyulaşmakta, siyaha doğru gitmekte, koku üretimi artmaktadır. Gaziantep, Kahramanmaraş, Diyarbakır, Batman ve Siirt'e doğru gidildikçe çiçek rengi açılmaktadır. Batı ve Kuzey Anadolu bölgelerine doğru gidildikçe de rengi açılmaktadır.

Koyu pembe, vişne çürüğü, kırmızı renge dönüşmekte ve kokusu azalmaktadır. Bu gözlemlerden iklimle koku ve iklimle renk arasında bir ilişkinin var olduğu kanaatine varılmıştır. Rengi koyu olanlarda koku fazladır. Sıcaklığın arttığı ve su kaybını önlemeye yönelik uçucu yağ sentezinin arttığını göstermektedir. Suriye, Gürcistan, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti, Yunanistan, Bulgaristan vs. yapılan gezilerden elde edilen gözlemlere göre; siyahi güllerde renk en çok iklimsel faktörlerden, özellikle de ışıklanma süresi ve sıcaklıktan etkilenmektedir. Bazılarında çiçek rengi sıcaklık ve ışıklanma arttıkça çiçek rengi siyaha; ışıklanma süresi ve sıcaklık azaldıkça vişne rengine ve kırmızıya dönüşmektedir. Türkiye'nin muhtelif yerlerinde "Halfeti gülü" adıyla birkaç genotip

yetiştirilmekte ve satılmaktadır (No: 3006, 3672, 3864, 3685 gibi). "Siyah gül" adıyla ise 20'den fazla gül genotipi bulunmaktadır (No: 2475, 3675, 3743, 3764, 3787, 3805, 3807, 3806, 3814, 3815, 3764, 2860, 3656, 3657, 3663 gibi). Bu koleksiyonlar arasında tür ve genotip düzeyinde önemli farklılıklar olmasına rağmen isimleri aynıdır. Ticaretini ve üretimini yapanlarda genel olarak siyahi kokulu yediveren güllerin çoğu "Halfeti gülü" adıyla işlem görmektedir. Bu durum satıcıların genotipler arasındaki farkı çok iyi bilmedikleri anlamına gelir. Diğer genotipler de önem sırasına göre Çizelge 2'de sıralanmıştır. Kestel (Bursa), Ödemiş, Bayındır (İzmir) tarafında modern, kokulu/kokusuz, yerli ya da ithal çok sayıda siyahi peyzaj gülü genotipi yetiştirilmektedir. Siyah güllerden 3522, 3006 ve 2475 no.lu güller en önemlileridir. Fizyolojik açıdan siyahi güllerin Türkiye'de 3 grubu tespit edilmiştir:

#### Tomurcuk halinde siyah iken çiçekte rengi açılan güller

Çiçek büyüyüp açılınca hücrelerin direnci artmaktadır. Tomurcuk halindeki petallerin yanması ya da proteinlerinin pıhtılaşması sebebiyle ergin çiçek haline gelememekte ya da çiçek rengi açılmakta, siyahtan koyu vişne ya da kırmızıya dönüşmektedir. Halfeti'nin siyah gülü (3006 no.lu) böyledir. Ancak 2834 no.lu gül tomurcukta iken siyah ve az kokulu, açtığında koyu kırmızı ve kokusuz, katmerli, petalleri kadifemsi bir siyahi güldür (Şekil 1).

#### Tomurcuk halinde kırmızı, vişne rengi vs. iken çiçekte siyahi olan güller

Bu güllerde çiçek rengi sıcaklık ve ışıklanma arttıkça muhtemelen protein pıhtılaşmasına bağlı olarak çiçek rengi siyaha dönüşmektedir. Çiçek yaşlandıkça yani kurudukça siyah renge dönüşüm artmaktadır (Şekil 2, 3).

#### Hem tomurcukta hem de çiçekte siyahi güller:

*R. odorata* ve kısmen de *R. borboniana* türlerine ait genotiplerdir. Bu güllerde ışıklanma ve ısının etkisi daha az görülmektedir. Adaptasyon başarısı, renk düzeni ve koku üretme kabiliyeti diğerlerinden daha yüksektir. Bu özellik genetik yapıdan kaynaklanıyor olabilir. Güllerin adaptasyonda en güçlü grup olarak düşünülmektedir. Bu nedenle de bu gruptaki eski bahçe gülleri diğer güllerin ataları olabilirler. Bu grupta modern güller de bulunur. Genetiği değiştirilmiş, böylelikle gerçek siyah renge bürünmüş bu güllerin fidancılarda/çiçekçilerde bol miktarda satılmasına rağmen sadece görsel açıdan önemli oldukları söylenebilir. Çiçekte katmer yapısı ve rengi kısa sürelerde bile değiştiği için "yanardöner, sihirbaz, o.pu" gibi isimler verilmektedir. Bu gruptaki güllere siyahi değil, siyah güller demek daha doğrudur. Habitüsleri da oturak veya sarmaşık tipinde olabilir (Şekil 4).



Şekil 1. Halfeti gülünün (*R. odorata* 'Louis XIV' kokulu çeşidi, peyzaj amaçlı. Tomurcukta siyah iken çiçek açıldığında koyu vişne rengine dönüşür. (No: 3006).



Şekil 2. Eğirdirde yetiştirilen yerel bir siyah gül (*R. odorata*). Tomurcuk halinde iken kırmızı, çiçekte siyaha dönüşür. Peyzaj amaçlı, eski bahçe gülü (No: 3522).

#### Sistemantik açıdan siyah güller:

Türkiye'de siyah yediveren güllerin ait olduğu türler genotipik çeşitlilik sayısı ve önem sırasına göre; *R. odorata*, *R. borboniana*, *R. chinensis* ve *R. noisettiana* türlerine aittir. En çok genotipik çeşitlilik *R. odorata*'da; en az ise *R. noisettiana*'da görülmüştür. *R. odorata* ve *R. borboniana*'ya ait hem oturak hem de sarmaşık güller bulunur. *R. borboniana*'ya ait sarmaşık güllerin sayısı daha azdır. *R. chinensis*'e ait herhangi bir sarmaşık gül tespit edilmemiştir. *R.*

*noisettiana*'da ise genellikle sarmaşık yediveren güller bulunmakla beraber az miktarda oturak peyzaj gülleri de bulunur. *R. chinensis* hariç diğer türlerde budama ile bitkinin formu değiştirilebilir. Ana gövde teke düşürülür ve ışık üstten verilirse sarmaşık gül, dallanma teşvik edilir ve üst kısmı kesilirse oturak güle dönüştürülebilir. Bu türlerden *R. odorata* ve *R. chinensis* eski bahçe gülleri olarak belirtilmiştir (Baytop 2001). *R. noisettiana* ve *R. borboniana* ise Türkiye'nin eski bahçe güllerine yeni kayıt olarak eklenmiştir (Özçelik 2010).



Şekil 3. Kırmızı ve kadife güllerin yüksek ısı ve ışık karşısında kırmızıdan siyaha dönüşümü.



Şekil 4. Tomurcukta ve çiçekte renk değişimine uğramayan siyah güller.  
İnegöl ve Kestelde (Bursa) yetiştirilen bakara tipi, katmerli siyah gül (*R. odorata*, No: 2475, solda).  
İki ya da çok çiçekli katmerli siyah gül (*R. odorata*, No: 3881, sağda).

#### Türkiye'deki siyahi güller orijin açısından da 3 grupta toplanabilir:

Eski bahçe gülleri: Yerli siyahi güller çoğunlukla eski bahçe güllerimizdendir. Yediveren grubudur. Yani yılda bir kaç kez çiçeklenir ve kokuludur. Ağırlıklı olarak *R. odorata*'ya aittir. Kokuları genelde çay kokusunu andırır. Çiçek örtü yaprakları ipeksi yani

yumuşaktır. Kokusu ve zarafeti ile tanınırlar. Çiçeklerinden kuru çiçek, reçel, gülsuyu; petallerinden gıda boyası vs. yapılabilir. Çiçeklenmeyi arttırmak ve çiçeklenme süresini uzatmak için yediveren güllerde yaz budaması yapılır. Böylelikle bitki gücünü yaşlı çiçeklere değil, yeni çiçek oluşturmaya harcar. Dalda bir, nadiren iki çiçek

açanları kesme çiçekçilikte kullanılır (Şekil 5).

### Minyatür güller

Siyahi güllerden bir kısmı minyatür güller grubundandır. Genelde kısa boylu, küçük ve çok

çiçekli, sık dallı, az kokulu ya da kokusuzdurlar. Uç yaprakçıkları büyük, 3-5 yaprakçıklı, kenarı kırmızı bantlı; çiçekleri az katmerli, petalleri kısa ve meyva tutmazlar. Çiçekler tek tek, sepaller çiçekte kıvrık, 3'ü uzun ve dişli, 2'si düzdür.



Şekil 5a. Kesme çiçek amaçlı siyahi katmerli yediveren güller.

Çiçeklenme süreleri uzundur. “Çardak gül, Çardavan gül, Çıtır gül, Minyatür gül, Japon gülü” gibi isimlerle anılırlar. *R. chinensis* türüne ait olan bu güller soğuk iklime uyum sağlamakta zorlanmaktadır. Serada veya salonlarda yetiştirilebilirler. Ancak soğuk iklimlerde dış mekân bitkisi olamazlar. Bu güllerin köklendirilmesi soğuk iklimlerde genelde zor olduğundan göz aşısı ile yabani anaçlara aşılansarak baston güller oluşturulabilmektedir. Baston güllerde iri çiçekli güller pek tercih edilmez. Anaçtan çok su ve besin çektiğinden baston güllerin ömrü uzun olmaz. Bu nedenle minyatür güllerden aşı yapılarak uzun ömürlü olması tercih edilmektedir. Bir baston gül 40-70 (-90) 1 den satılmaktadır. Çoğunlukla da Hollanda'dan ithal edilmektedir.

2934 no.lu herbaryum örneği *R. chinensis* Jacq. türüne

aittir. Suriye'nin Halep şehrinde görülüp incelenmiştir. Halep şehrinde çok üretilirdi. Kırmızı ve iri çiçekli, sarmaşık tipi olup Halfeti gülüne benzer. Katmerlidir. Halfeti gülünden daha açık renkli, hızlı büyür, daha az kokuludur.

### Modern güller

Bu gruppüller ağırlıklı olarak *R. odorata* türünden olup ıslah edilmiştir. Avrupa menşelidir. Koyu siyah güller genellikle bu gruptandır. Metalik siyah boya görünümündedirler. Bir kısmı kısa sürede renk değişimine uğrar. Cezbedici renkleri vardır. Bu nedenle “sihirbaz, yanardöner” gibi isimler verilir. Üretim sırasında bazı kimyasal maddelerin renklendirici amacıyla kullanıldığı ve gen mutasyonları ile ıslah edildiği tahmin edilmektedir. Kokusuz, nadiren az kokulu olabilirler.



Şekil 5b. Tomurcukta kırmızı, çiçek yaşlandıkça siyaha dönüşen katmerli yediveren güller (Kesme çiçek, kuru çiçek ve boya amaçlı).



Şekil 5c. Bakara tipi siyah ve yarı katmerli oturak güller.



Şekil. 5d. Floribunda tipi siyah, katmerli sarmaşık güller(No: 2591 solda, 1045 sağda).

Çok çiçekli veya tek çiçekli olabilirler, çiçekleri uzun süre dökülmez, çiçeklenme süresi uzundur. Çiçek örtü yaprakları özellikle petalleri sert, kokusuz, gösterişli, genellikle aynı çiçekte bile renk bozuklukları vardır. Pediselleri uzun, kalın, salgı tüylü, kırmızımsıdır. Sepalleri geriye dönük, 3/2, ortası çukur, arkası tüylü. Petaller 4-5 katmerli, uçta kıvrık, kırmızı, kuruyunca donuk kan rengine ya da siyaha döner. Anterler yeşilimsi sarı. Tomurcukları kırmızı, stigma dışarı çıkmış, meyve tutmaz, tutanlarda da tohum oluşturamazlar. Baston güllerde aşı olarak tercih edilirler. Kuraklığa dayanıklıdır. Bu nedenle kesme çiçekçilikte tercih edilebilir.

Isparta koşullarında yetiştirilmesi için toprakta ya da perlitte dikimleri yapılmış ve adaptasyonları gözlenmiştir. Ancak üretim materyali standart ve yeterli olmadığından her genotipin köklenme başarısı verilememiş; yetersiz de olsa bazı bilgiler elde edilmiştir. 2015-2016 yıllarında Gaziantep'ten getirilerek Isparta il merkezinde bir evin bahçesinde Nisan ayında çeşitli genotiplerden toprağa 240 çelik dikilmiştir. Dikilen yer gölgelik olduğundan köklenme başarısı % 8-10 civarında kalmıştır. Eğirdir ilçesinden gelen 3522 no.lu siyah gülden (*R. odorata*) ise 80 çelik dikilmiş, bunlardan sadece 4'ü köklenmiştir. Köklenme başarısı %5 civarında kalmıştır.

Köklenenlerin de 2016 yılı Mayıs ayında çıplak köklü olarak alınıp tarla ortamına şaşırtıldığında tamamına yakını kurumuştur. Sera ortamında perlit içerisinde çeliktan köklendirmede başarı % 15 civarında tahmin edilmiştir. Bu sonuçlardan elde edilen genel kanaat; siyahi güllerin çelikle üretimi diğer güllere göre daha zordur. Muhtemelen çiçekçiler bu nedenle aşı ile çoğaltma metodunu tercih etmektedirler. Büyüme hızları yaştır. Yetiştirilmesi çok itina ister ve ömrü kısadır.

Bu konuda yeni üretim teknikleri arayışları sürmektedir. Geleneksel yöntemlerin her bitkide ihtiyaca kâfi gelmediği görülmektedir (Arslan ve ark. 2015).

### SONUÇLAR ve ÖNERİLER:

Siyah güller en çok ilgi gösterilen gül grubudur ve hakkında araştırma yok denecek kadar azdır. Buna siyah halfeti gülü (*R. odorata* 'Louis IV') en tipik örnektir. Bu gül ayrıca siyahi güllerin en önemlisidir. Bazı yayınlarda *R. chinensis* 'Louis IV' olarak belirtilmektedir. Bu yayınlar sistematik açıdan hatalıdır. Türkiye'de "Halfeti gülü" adıyla bilinen birkaç genotip vardır. Siyahi güllerin anavatanının Güneydoğu Anadolu, Suriye, Irak, Filistin, Lübnan gibi ülkelerin yani Mezopotamya uygarlığının hüküm sürdüğü bir coğrafi alan olduğu; ancak ortaya çıktığı yerin Türkiye olduğu kanaatine varılmıştır. Siyah gül adıyla ise çok sayıda genotip bulunmaktadır. Bazı genotipleri sadece tomurcukta iken siyah, bazıları ise açıldığında siyah olabilmektedir. Bazıları ise değişikliğe uğramamaktadır. Halfeti gülü Batı Anadolu'da yetiştirildiğinde kokusu azalmakta, rengi açılmaktadır. Böyle bir durumda "Kadife gül" adı verilmektedir. Kadife güller, koyu pembeden koyu kırmızıya kadar rengi değişen yerli, kokulu; sarmaşık ya da oturak Anadolu güllerinin genel adıdır. Siyahtan ziyade koyu kırmızı ve vişne rengidir. Tam siyah çiçekli güller ise yerli değil, genleriyle oynanmış modern güllerdir, Avrupa'dan ithaldir.

Güller süs bitkilerinin kraliçesi olarak bilinir. Türk halkının güllere karşı ilgisi diğer millet ve kültürlerden daha ziyadedir. "Yediveren, onbiray gülü" gibi terimler Türk kültürüne hasır ve çiçeklenmenin çokluğuna vurgudur. Türkiye'de siyahi güllerin mazisi çok eskilere dayanır. Çoğunluğu eski bahçe güllerindedir ve park/bahçelerde dekoratif amaçlı olarak en çok dikkat çeken, aranan güllerdir (Baytop 2001). En çok ilgi duyulan grup siyah güller olduğuna göre bu gülleri üretip satmanın ekonomik değerinin fazla olacağı açıktır.

Anadolu halkının ve çiçekçilerinin gül yetiştirmede ve bakımında hatırı sayılır denemeleri, bilgi ve tecrübeleri vardır. Yediveren güllerde çiçeklenme süresinden sonra kuruyan çiçekler genellikle koparılmakta; güllerin gücünü boşa harcaması engellenmekte ve yediveren güllerin ortak özelliği olan

uzun süre çiçeklenmesi gerçekleştirilmektedir. Ayrıca yaz mevsiminde eski bahçe güllerinde zayıf ve kuru dalların budaması yapılır ki bu da çiçeklenmeyi artırır ve bitkinin genç kalmasını sağlar.

Güller zehirsiz bitkiler olduğundan nispeten kısa ömürlüdürler ve hayvanlardan dikenleri ile korunurlar. Güllerin hayvanlar için yuva, barınak vs. olduğu bilinmektedir. Dikensiz siyah güller kokusuzdur. "Dikensiz gül bahçesi" anlamlı değildir. Diken ile kokuyu oluşturan genlerin aynı olduğu tahmin edilmektedir. Yetiştirdiği toprağın kimyasal bileşimi de çiçek rengini az çok etkiler. Toprağın asitlik derecesi yani pH daha çok etkilidir. Asidik topraklarda çiçek renginin koyu kırmızıya gittiği bilinmektedir. Ancak en çok renk etkeni iklimdir, özellikle de sıcaklık, ışık şiddeti ve güneşli gün sayısı çok etkilidir.

Hediye çiçeklerin başında gelen gülün görünüşündeki güzelliğinin yanında insanı cezbeden hoş bir kokusu da vardır. Siyah güllerde çiçek rengi sıcaklık faktöründen çok fazla etkilenmektedir. Sıcaklık ve kuraklığa bağlı olarak güllerde koku/uçucu yağ sentezi artar. Bu olayın bitkide su kaybını önlemek amaçlı olarak yağ ürettiği düşünülmektedir. Türkiye'nin en sıcak ve kurak bölgesi Güneydoğu Anadolu olduğuna göre en çok kokulu ve siyah güllerin bu bölgede görülmesi beklenen bir sonuçtur.

Halfeti ilçesinin ve çevresinin iklimi ile siyah renk arasında bir etkileşim olduğu açıktır. Gonca halinde kadife gülü andıran bu güllerin bir kısmı çiçek açtıkça koyu vişne rengine ya da kırmızı renge dönüşebilmektedir. Bu bilgilere dayanarak ilk kez bu çalışmada; siyah güllerin anavatanı; "Güneydoğu Anadolu bölgemizdir" tezi ileri sürülmüştür. Son 50 yılda iklimsel özelliklerdeki küresel değişme dikkate alınırsa bu günkü Akdeniz iklimi, eski Mezopotamya iklimidir. Güllerin bu gün istediği iklim ise Akdeniz iklimidir. Siyasi bölgelerimizde güllerin yayılışına bakıldığında renginin iklimle ilişkili olduğu kolayca anlaşılır. Bu nedenle Güneydoğu Anadolu bölgemizde güllerin rengi ekseriyetle koyu kırmızı, vişne ve kadife gül tipindedir. Adana, Hatay ve Kahramanmaraş illerimiz için de bu durum geçerlidir. Sıcaklık arttıkça canlılarda siyah renk oluşumu artar. Sıcak iklimlerde protein pıhtılaşmasına bağlı olarak güller siyah renge dönüşmektedir. Bu durum bir kalıtsal özellikten ziyade ısı etkisiyle meydana gelen bir fenotipik modifikasyon olarak değerlendirilebilir. Soğuk bölgelerde mesela Karadeniz bölgesi içerisinde yer alan Bursa ilimizde Kestel tarafında çiçekçilerde görülen siyah güllerin, Balıkesir ilimizde görülen Halfeti güllerinin çiçek rengi halfeti gülünden daha açıktır.

Bu araştırmanın sonuçlarına dayanarak 3 hipotez ileri sürülmektedir:

Hipotez 1. Siyahi güller ilk kez Mezopotamya'da ortaya çıkmıştır. Yani ana vatanı Güneydoğu Anadolu bölgesi ve civarındır. Mezopotamya; Güneydoğu Anadolu, Suriye, Filistin gibi sıcak ülkeleri içine alır. Çünkü siyah güllerin en iyi geliştiği yer bu bölgenin iklimidir. En çok siyahi gül genotipinin bu bölgede bulunması da bu hipotezi doğrulamaktadır.

Hipotez 2. Kırmızı renkli kadife güller sıcak bölgelerde koyulaşarak siyaha dönüşmüş olmalıdır. Yani siyah çiçek rengi kırmızı ve kahve rengin fenotipik bir modifikasyonudur. Atasal soy olan kırmızı renkli güllerden bazıları aşırı sıcak ve kuraklık altında proteinleri pıhtılaşarak koyu renge dönüşmesi ile siyah gülleri oluşturmuştur.

Hipotez 3. Şayet siyah çiçek rengi irsi karakter ise siyahi güller bahçe güllerinin atasal soylarıdır. Güllerde kırmızı ve sarı ana renktir. Renksizlik beyaz gülleri oluşturmaktadır. Siyah renk tüm renklerin toplamı olduğundan renk açıldıkça vişne, kadife, kırmızı, pembe vb. renge dönüşmektedir.

Son iki hipotez birbiri ile çelişmektedir. Bu çelişki daha detaylı araştırmalarla açıklığa kavuşturulacaktır. Halfeti gülü, marka değeri olan kokulu, gösterişli ve Türkiye'de tanınan bir oturak peyzaj gülüdür. Ancak siyah güllerin tamamı Halfeti gülünden veya oturak güllerden ibaret değildir. Siyah güller Halfeti (Şanlıurfa) ilçemize özgü veya endemik de değildir. Ancak siyah güllerin en iyi yetiştirileceği bölgemiz Güneydoğu Anadolu'dur. Bu nedenle coğrafi işaret değeri bulunmaktadır. Güneydoğu Anadolu'da siyah güller ekseriyetle peyzaj amaçlı oturak güllerden oluşurken Suriye tarafında sarmaşık güller daha çoktur. Bursa, Kestel tarafındaki fidancılarda ıslah edilmiş, çok koyu siyah renkte adeta metalik boya gibi sert ve koyu renkli siyahi güller vardır. Ancak bu güllerin çoğu kokulu değildir. Sadece görüntü güzelliği vardır.

Geleneksel Türk el sanatlarında güllerin model olarak önemi çok fazladır. Özellikle gonca gülün ve siyah renkli güllerin önemi çoktur. Türkiye'de camilerde gül motifi son zamanlarda artmıştır. Ebru ve kaligrafi sanatında da bu durum böyledir. Siyah güller üzerine çok sayıda şiir, film, tiyatro, edebi eser (roman, şiir vs.) yazılmış/yapılmıştır. Bunların çoğu dini ağırlıklıdır. Diğer taraftan gül, HZ. Muhammed'i temsil eder, kokusu da HZ. Muhammed'in terinin kokusudur. Bu nedenle güller en çok mezarlıklara dikilir. Bu itibarla güller ekonomik açıdan oldukça önem kazanmıştır.

Ekolojik ürünler laboratuvarımızda güllerden boya elde etme çalışmalarımız devam etmektedir. Siyahi güllerden boya elde edilmesi çalışmaları daha başarılı olmuştur. Gül boyasından mürekkep yapıp Kuran-ı Kerim vs. kutsal ve önemli eserler yazılabilirse güllerin ekonomik önemi daha da artacaktır. Halkımız reçel, şurup, gülsuyu, gülbeşeker, gıda boyası gibi evsel ihtiyaçlarını da bu siyah güllerden

giderebilmektedir (Fot.6). Çiçeklerini kurutup vazolara koymakta, evini kokulamaktadır. Son zamanlarda gül çiçeklerini kurutmada, kırmada, öğütüp toz hale getirmede, kozmetik ve gıdada özellikle şekerlemede kullanımda endüstriyel anlamda önemli mesafe alınmıştır. Isparta gıda ürünlerini kurutmada önemli atılımlar yapmaktadır. Ata kültürümüz olan kurutmanın endüstrileştirilmesinden tarım sektörü önemli bir kazanç elde etmektedir. Kuru gülde ve boya elde etmede siyahi güller daha önceliklidir.

Gül kokusunun sakinleştirici etkisi vardır. Hafızayı güçlendirir. Muhtelif önemli hastalıkların oluşmasına engel olur (habis tümör vs. gibi). Tüm kokulu güllerin tıbbi değerinin olduğu unutulmamalıdır. Önemli devlet adamları özellikle eşleri için belki de bu amaçla gül bahçeleri kurdurmuşlardır. Pek çok faydası bilinen güllerin bu özellikleri sebebiyle "Türkiye siyah gülleri koleksiyon bahçesi" oluşturulmalıdır. Bu tesis için en uygun alan Güneydoğu Anadolu bölgesi veya SDÜ. Botanik Bahçesi'dir. Tesisin turizme ve araştırmalara büyük hizmet edeceği açıktır.

2016 yılı Haziran ayı ortalarında İngiltere'de güller üzerinde çalışan bir araştırma ekibinin kokuya neden olan genleri tespit ettikleri öğrenilmiştir. Araştırma projesinden amaç; kokusuz güllere koku genlerini aktararak yağ gülü ve kokulu modern peyzaj gülleri üretmektir. Mevcut durumda kokulu güller sıcak ve kurak bölgelerde daha kolay yetiştirilebilmektedir. Bu nedenle Avrupa'da yağ gülü, kokulu peyzaj gülü vb. yetiştirilememektedir. Öte yandan GDO'nun doğal bir proses olmadığı bilinmektedir. GDO'nun doğaya ve insanlığa vereceği zararı gelecekte çok ağır bedeller ödeyerek öğrenmek ve telafi etmek zorunda kalabiliriz. Ancak bu gün tehlikenin boyutu yeterince anlaşılabilmiş değildir. Güllerin ıslahı ve çeşitlendirilmesinde en çok uygulanan metod; mutasyon ıslahıdır.

Yalova Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü'nden alınan bilgilere göre; IAEA (Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı) Mutant Çeşitler Veri Tabanı'nda; mutasyonla geliştirilen gül) çeşidi 67'dir. Toplam 170 türden 3088 mutant çeşit bulunmaktadır. Güllerin bir kısmı nötr, siyah güller ise uzun gün bitkileri olduklarından uygun koşullar sağlandığında yıl boyu çiçeklenebilirler. Gül ıslahında çimlenmeden çeşit tanıtımına kadar geçen süre genellikle 7-10 yıl arasındadır. Bu nedenle güllerin tescili uzun zaman almaktadır. Ancak Türkiye'de tescili yaptırılacak çok sayıda gül genotipi belirlenmiş ve DNA parmakizleri çıkartılmıştır (Talaş Oğraş ve ark. 2017). Siyahi güller, yağ gülleri bunların başında gelir.

Karakterizasyon çalışmaları mevcut literatür (Özçelik 2010; Özçelik ve ark. 2011; Guterman ve ark. 2002; Roberts ve ark. 2003) ışığında bazı morfolojik/taksonomik karakterler belirlenmiştir. Bu



karakterlerin standart halde incelenemeyişinin en önemli sebebi; örneklerin yetersiz oluşudur.

Makalede halktan ve çiçekçilerden alınan güllerin Türkçe bitki adları derlenmiştir. Bu isimler güllerin tescilinde önemli olacaktır. Halkın bitkilere verdiği

isimlerin bir hikayesi, bir gerekçesi vardır. Verilen isimler de anlamlıdır. Çiçekçilerin gülleri adlandırma ve sınıflandırmaları belirli bir kurala bağlıdır. Öte yandan her bitkiye bir Türkçe isim bulmak zorunda değiliz. Adı bilinmeyenlere Türkçe adlar uydurulması bilimsel etik açıdan doğru değildir.



Şekil 6. Kadife/siyahi gül çiçeklerinin sanayi fırınlarında kurutulması: Çiçekler kurutulur, kırılır ve öğütülür. Gıda ve kozmetik ürünlerine koku ve renk amaçlı katılır. Kurutma işlemi renkte koyulaşma sağlar.

Siyah güller halk tarafından en çok ilgi çeken güllerdir. Sembol değeri ile de bu güller insanların adeta ruh halini temsil ederler ve bu nedenle siyah güle olan rağbet diğer güllerden daha fazladır. Satış hacmi üzerinde kesin bir bilgimiz olmamakla beraber en çok satılan gül grubu olduğu tahmin edilmektedir. Buradan hareketle modern siyah güller ıslah edilmiştir. Ancak modern güller genellikle kokusuzdur, sadece görsel açıdan önemli, ancak fonksiyonel değildir. Güllerin çoğu dış mekân bitkileridir. Siyah güller de dış mekân gülleri grubunda yer alır. Minyatür siyah güller iç mekân bitkileri olmaya daha meyillidir. Zira soğuğa dayanıksızdır. Bu durum siyahi güllerin ana vatanının Güneydoğu Anadolu olduğuna bir ispattır.

“Siyahi gül” terimi ilk kez bu makalede kullanılmıştır. Siyah güller ve yakın akrabalarını içine alan bir grup adıdır.

Siyahi güllerin çelikle üretimi diğer güllere göre daha zordur. Genel köklenme başarısı %15 civarında tahmin edilmiştir. Siyahi gülleri çoğaltmada aşı tekniği tercih edilmelidir. Diğer güllerde bu durum ortalama %35'tir. Dallarını kesmeden yağ gülü üretimindeki gibi yatırtma usulü ile siyah güllerin daha kolay çoğaltılabileceği düşünülmektedir. Yakın tarihe kadar Gaziantep ilimizde Antep Fıstığı Araştırma Enstitüsü'nde de siyah güller (Halfeti gülü) yetiştirilmekte idi. Ancak 2016 yılında gül

üretiminden vazgeçildiği belirtildi. Güneydoğu Anadolu bölgesinde siyah gülü üreten ve araştıran bir resmi kurum/birim olmalıdır. Çiçekçiler her ne kadar bu gülleri üretseler de böyle bir kuruma ihtiyaç şeditir. Çünkü köklenme ve kök sürgünü verme kabiliyetleri zayıftır. Aşı ile çoğaltmanın da riskli tarafları vardır. Birkaç yıl içinde aşı ile anaç uyumsuz hale gelmekte, büyüme hızları farklı olduğundan doku uyumsuzluğu görülmektedir. Bunun sonucunda anaç gelişmekte, aşı ise kurumaktadır. Ayrıca aşılı güller nakliye ve pazarlama sırasında çok zarar görebilirler. Yetiştirme ortamı seçiminde gevşek yapılı, drenajı iyi topraklar ve bol güneşli ortamlar tercih edilmelidir. Modern siyah güller ortam seçiminde hassas değildirlere. 2006 yılında başlayan çalışmalarımız önemli mesafe almış olsa da daha güller ve gülcülük üzerine pek çok sorun bilimsel çözüme kavuşturulmayı beklemektedir. Güller ve gülcülük Türkiye'nin öz değerlerindedir. Bir ülkenin kalkınmasında ve tanıtılmasında kendi öz değerleri her zaman öncelikli olmuştur.

### TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK TOVAG 105O627; SDÜ. BAPYB 3958-M-14; SANTEZ 01177.STZ.2011-2 no.lu proje ile ve İstanbul Ağaç, Peyzaj, Eğitim Hizmetleri ve Hayvanat Bahçesi İşletmeciliği San. Tic. A.Ş. Genel

Müdürlüğü tarafından desteklenmiştir. İlgili kurumlara ve çalışma ekiplerine teşekkür ederim.

#### KAYNAKLAR

- Antonelli A, Fabbri C, Giorgioni ME, Bazzocchi R. 1997. Characterisation of 24 Old Garden Roses from Their Volatile Compositions. *J. Agric. Food Chem.* 45: 4435.
- Arslan N, Baydar H, Kızıl S, Karık Ü, Şekeroğlu N, Gümüşçü A, 2015. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Üretiminde Değişimler ve Yeni Arayışlar. TMMOB Türkiye Ziraat Mühendisliği 8. Teknik Kongresi, 12-16 Ocak 2015, Ankara.
- Baktır İ, 2015. Her Yönüyle Gül ve Gül Yetiştiriciliği. Hasad Yayıncılık, Ankara.
- Baytop T, 2001. Türkiye’de Eski Bahçe Gülleri. T.C. Kültür Bakanlığı Yayınları, Yayın No, 2593, Sistem Ofset Basım Yayın Sanayi Ticaret Ltd. Şti. Ankara, 149 s.
- Nilsson O, 1972. Rosa in P.H. Davis (ed.), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 4, pp. 106–128, Edinburgh University Press.
- Dubois LA, De Vries DP, Koot A, 1996. Genetic Variation of Rose Cultivars for Direct Shoot Organogenesis. In III International Symposium on in Vitro Culture and Horticultural Breeding 447: 79-86.
- Guterman I, Shalit M, Menda N, Piestun D, Yelin MD, Shalev G, Bar E, Davydov O, Ovadis M, Emanuel M, Wang J, Adam Z, Pichersky E, Lewinsohn E, Zamir D, Vainstein A, Weiss D, 2002. Rose Scent: Genomics approach to discovering novel floral fragrance-related genes. *The Plant Cell*, 14, 2325–2338.
- Özçelik H, 2010. Türkiye Bahçe Güllerine (Rosa L.) Sistematik Katkılar ve Yeni Kayıtlar. *OT Sistematik Botanik Dergisi*, 17(1): 9-42.
- Özçelik H, Korkmaz M, Özgökçe F, Ünal M, Yıldırım B, 2011. Isparta Gülcülüğünde Yeni Alternatifler. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4(2): 123-130.
- Özçelik H, Özgökçe F, Ünal M, Korkmaz M, 2012. The Diversity Centers and Ecological Characteristics of Rosa L. (Rosaceae) Taxa in Türkiye. *International Research Journal of Plant Science*, 3(10): 230-237.
- Özçelik H, Özgökçe F, Ünal M, Korkmaz M, Sakçalı S, 2013. Türkiye Güllerinin (Rosa L. spp.) Ekolojik ve Coğrafi Karakteristikleri. *SDU Journal of Science (E- Journal)*, 8 (1): 9-21.
- Özçelik H, Orhan H, 2014. Türkiye'nin Gülleri. *SDU J. of Science (E-Journal)*, 9 (1): 43-55.
- Roberts A.V, Debener T, Gudin S (Edts), 2003. *Encyclopedia of Rose Science*. Vol. I-III, Elsevier Academic Press, Spain.
- Talas Oğras T, Koban Baştanlar E, Karakaş Metin Ö, Kandemir İ, Özçelik H, 2017. Assessment of Genetic Diversity of Rose Genotypes Using ISSR Markers, *TUBİTAK Turk J Bot.* 41: 347-355.
- Zlesak, DC, (Edt. Anderson O.). 2007. Rose. In *Flower breeding and genetics*, Springer Netherlands, 26: 695-740.

## Earthworm (Clitellata, Annelida) Records From Eskişehir, Sakarya and Düzce Provinces, Turkey

Mete MISIRLIOĞLU<sup>1</sup>, Osman ŞEN<sup>1</sup>, Veli TEMEL<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Science and Letters, Department of Biology, Eskişehir  
✉: metem@ogu.edu.tr

### ABSTRACT

In this study, earthworm samples collected from four different localities were examined. At the end of the study, 6 species belonging to 5 genus were identified: *Aporrectodea rosea* (Savigny, 1826), *Aporrectodea trapezoides* (Dugès, 1828), *Dendrobaena veneta* (Rosa, 1886), *Lumbricus rubellus* Hoffmeister, 1843, *Eisenia fetida* (Savigny, 1826), *Octodrilus transpadanus* (Rosa, 1884).

DOI:10.18016/ksudobil.346295

### Article History

Received : 24.10.2017

Accepted : 04.12.2017

### Keywords

Earthworms,  
Lumbricidae,  
Annelida,  
Fauna of Turkey

### Research Article

## Türkiye'nin Eskişehir, Sakarya ve Düzce İllerinden Topraksolucanı (Clitellata, Annelida) Kayıtları

### ÖZET

Bu çalışmada, dört ayrı lokaliteden toplanan topraksolucanı örneklerinin determinasyonu yapılmıştır. Çalışma sonunda 5 cinse ait 6 tür tespit edilmiştir. Bunlar, *Aporrectodea rosea* (Savigny, 1826), *Aporrectodea trapezoides* (Dugès, 1828), *Dendrobaena veneta* (Rosa, 1886), *Lumbricus rubellus* Hoffmeister, 1843, *Eisenia fetida* (Savigny, 1826), *Octodrilus transpadanus* (Rosa, 1884)'dur.

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 24.10.2017

Kabul tarihi : 04.12.2017

### Anahtar Kelimeler

Toprak solucanları,  
Lumbricidae,  
Annelida,  
Türkiye Faunası

### Araştırma Makalesi

**To Cite :** Mısırlıoğlu M, Şen O, Temel V 2018. Earthworm (Clitellata, Annelida) Records From Eskişehir, Sakarya and Düzce Provinces, Turkey. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(3): 424-427. DOI:10.18016/ksudobil.346295

### INTRODUCTION

Turkey is one of the richest countries in terms of earthworm species in the region by sustaining up to 80 registered taxa till now. Albeit having relatively a high number of species for the country, it is still believed that even more number of species yet to be discovered. Besides, the distribution of the species can give useful sign about zoogeography of the region. So, all earthworm records are valueable for the country and region.

Unfortunately, available knowledge is yet not sufficient about the distribution of earthworm species (Mısırlıoğlu, 2011; Mısırlıoğlu and Szederjesi, 2015). Therefore, objective of this study was to present some

results which could help to understand the diversity of some earthworm species.

### MATERIAL and METHODS

The samples were collected by digging and hand-sorting. Earthworms were fixed in 85% and preserved in 96% ethanol.

### RESULTS

Collecting sites and finding species:

1. Sakarya, Ferizli Town, Konuklu Village, Stream edge, Area like slime, stony and planted area, 03.10.2016.

*Dendrobaena veneta* (Rosa, 1886) 13 exemplars  
*Lumbricus rubellus* Hoffmeister, 1843 2 exemplars

2. Eskişehir, Sultandere, left side of the high-way in entrance of the quarter, 23.05.2016.

*Aporrectodea rosea* (Savigny, 1826) 3 exemplars

3. Eskişehir-Türkmentokat Village, near the of ground water, 27.11.2016.

*Octodrilus transpadanus* (Rosa, 1884) 1 exemplar

*Aporrectodea trapezoides* (Dugès, 1828) 3 exemplars

4. Düzce- Emiral street 2527 way. Sancaklar-Düzce, 06.11.2016.

*Eisenia fetida* (Savigny, 1826) 15 exemplars

#### ***Aporrectodea rosea* (Savigny, 1826)**

*Enterion roseum* Savigny, 1826: 182.

*Eisenia rosea* f. *acystis*: Omodeo 1952: 9.

*Allolobophora rosea* f. *balcanica*: Omodeo 1955: 2.

*Allolobophora rosea*: Zicsi 1973: 229; Omodeo & Rota 1991:177.

*Allolobophora rosea* complex: Omodeo & Rota 1989: 183.

*Aporrectodea rosea*: Mısırlıoğlu 2002: 18; Csuzdi et al. 2007: 349; Mısırlıoğlu 2007: 354 ; Mısırlıoğlu 2008b: 469; Pavlíček et al. 2009: 119; Szederjesi et al. 2014: 557; Mısırlıoğlu & Szederjesi 2015: 100.

**Distribution in Turkey:** Distributed in all regions of Turkey (Csuzdi et al. 2006; Mısırlıoğlu, 2011).

**Zoogeographical distribution type:** A common peregrine species, native to the Palearctic (Csuzdi and Zicsi, 2003).

#### ***Aporrectodea trapezoides* (Dugès, 1828)**

*Lumbricus trapezoides* Dugès, 1828: 289.

*Allolobophora caliginosa* subsp. *trapezoides*: Omodeo 1952: 9.

*Allolobophora caliginosa* f. *trapezoides*: Omodeo 1955: 2.

*Allolobophora caliginosa*: Zicsi 1973: 229.

*Nicodrilus caliginosus trapezoides*: Omodeo & Rota 1989: 181.

*Nicodrilus caliginosus* complex: Omodeo & Rota 1991: 176.

*Aporrectodea trapezoides*: Mısırlıoğlu 2002: 18. Mısırlıoğlu 2004: 2; Mısırlıoğlu 2007: 353.

*Aporrectodea caliginosa trapezoides*: Mısırlıoğlu 2008a: 474; Mısırlıoğlu 2008b: 470.

*Aporrectodea caliginosa trapezoides*: Mısırlıoğlu 2008b: 470; Mısırlıoğlu & Szederjesi 2015: 101.

**Distribution in Turkey:** Distributed in all regions of Turkey (Csuzdi et al. 2006; Mısırlıoğlu, 2011).

**Zoogeographical distribution type:** One of the most widely distributed peregrine earthworms (Csuzdi and Zicsi, 2003).

#### ***Dendrobaena veneta* (Rosa, 1886)**

*Allolobophora veneta* Rosa, 1886: 674.

*Allolobophora (Notogama) veneta* Rosa, 1905: 5.

*Allolobophora (Notogama) veneta succinta* Rosa, 1905: 5.

*Dendrobaena veneta* var. *concolor*: Pop 1943: 22.

*Dendrobaena veneta* var. *zebra*: Pop 1943: 22.

*Eisenia veneta typica*: Omodeo 1952: 6.

*Dendrobaena veneta typica*: Omodeo 1955: 7.

*Dendrobaena veneta*: Zicsi 1973: 225; Omodeo & Rota 1989: 187, 1991: 179; Mısırlıoğlu 2002: 18 , 2004: 2, 2008a: 474, 2008b: 469; Szederjesi et al. 2014: 560; Mısırlıoğlu & Szederjesi 2015: 100.

*Dendrobaena veneta veneta*: Csuzdi et al. 2007: 354.

**Distribution in Turkey:** Distributed in all regions of Turkey (Csuzdi et al. 2006; Mısırlıoğlu, 2011).

**Zoogeographical distribution type:** This is a peregrine species introduced worldwide due to vermicomposting (Sims and Gerard, 1999; Csuzdi and Zicsi, 2003; Csuzdi et al., 2006). It is probably Eastern Mediterranean origin (Perel 1997).

#### ***Lumbricus rubellus* Hoffmeister, 1843**

*Lumbricus rubellus*: Rosa 1905: 7.

*Lumbricus rubellus*: Omodeo 1952: 14.

*Lumbricus rubellus*: Zicsi 1973: 231.

*Lumbricus rubellus*: Omodeo & Rota 1989: 183.

*Lumbricus rubellus*: Omodeo & Rota 1991: 178.

*Lumbricus rubellus*: Mısırlıoğlu 2002: 18.

*Lumbricus rubellus*: Mısırlıoğlu 2004: 2.

*Lumbricus rubellus*: Mısırlıoğlu 2007: 354.

*Lumbricus rubellus*: Mısırlıoğlu 2008b: 470.

*Lumbricus rubellus*: Mısırlıoğlu & Szederjesi 2015: 100-101.

*Lumbricus rubellus*: Szederjesi and Mısırlıoğlu, 2017: 59.

**Distribution in Turkey:** Prinkipo im Marmarameere (Rosa 1905); Polonezköy (Omodeo 1952); Abant Mountains near of Bolu, Abant Mountains Gölü, Uludağ near of Bursa, İstanbul Belgrad Forest, İstanbul Kalender, Alemdağ near of İstanbul, Rize, Kandilli, Zigana Dağı near of Trabzon, Mudanya, Yalova, Kilyos, Kazdağı-Mount Ida, İstanbul Kadıköy and Karaköy, Kızılcahamam Ankara, Namrun, Yamanlar İzmir (Zicsi 1973); Bursa Uludağ, Ordu River Bolaman, Giresun, Görele, Artvin Çiftköprüler, Artvin Cankurtaran pass, Ordu Caca Gölü, Bolu-Boludağı Geçidi, Bolu Konuralp, İstanbul Belgrad Ormanı (Omodeo & Rota 1989); Bilecik 75 km E. of Bursa, Bursa N. face of Uludağ (Omodeo & Rota 1991); Eskişehir Sarıcakaya, Eskişehir Alpagut Village (Mısırlıoğlu 2002); Kütahya Çerte (Mısırlıoğlu 2004); Kocaeli-Kocatepe, Kocaeli-Yenikent, Kocaeli-Çınarlı Village, Kocaeli-Altımeşverler, Kocaeli-Kuruçeşme, Kocaeli-Yenidoğan, Kocaeli-Kirkikievler (Mısırlıoğlu 2007); Karabük (Mısırlıoğlu 2008b); Konya-Ereğli,

İstanbul-Yakacık, Edirne-Havsa, Kastamonu-Senpazar (Mısırlıoğlu & Szederjesi 2015).

**Zoogeographical distribution type:** A widely introduced peregrine species, native to the Palearctic (Perel, 1997, Sims & Gerard, 1999, Csuzdi & Zicsi 2003).

***Eisenia fetida* (Savigny, 1826)**

*Eisenia foetida*: Omodeo 1956: 329.  
*Eisenia foetida*: Omodeo & Rota 1989: 180.  
*Eisenia foetida*: Mısırlıoğlu 2002: 18.  
*Eisenia foetida*: Mısırlıoğlu 2004: 3.  
*Eisenia fetida*: Mısırlıoğlu 2008b: 470.  
*Eisenia fetida*: Pavlíček et al. 2009: 119-120.  
*Eisenia fetida*: Szederjesi et al. 2014,: 565.  
*Eisenia fetida*: Mısırlıoğlu & Szederjesi 2015: 101.  
*Eisenia fetida*: Mısırlıoğlu and Valchovski 2017:387.  
*Eisenia fetida*: Szederjesi and Mısırlıoğlu, 2017: 59.

**Distribution in Turkey:** İstanbul Şile (Omodeo 1955); Bolu-Boludağı Geçidi, İstanbul Belgrad Ormanı (Omodeo & Rota 1989); Eskişehir Mihalçıcık, Eskişehir Karagözler Village (Mısırlıoğlu 2002); Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Meşelik Kampüsü (Mısırlıoğlu 2004); Antalya-Manavgat, Antalya-Meltem District (Mısırlıoğlu 2008b); Diyarbakır-Betw. Ergani and Maden, Soğuksu, cultivated slope with a spring 5 km south of Maden (Pavlíček et al. 2009); Istranca Mts., Alabalık stream and its gallery along the Pınarhisar-Demirköy road, Diyarbakır, Ergani Maden arası Soğuksu, 5 km S of Maden (Szederjesi et al. 2014); Aydın-Didim (Mısırlıoğlu & Szederjesi 2015).

**Zoogeographical distribution type:** A common peregrine species introduced by human all over the world. However, according to Perel (1997) it is probably originate from the Caucasus region in Russia (Perel 1997, Sims & Gerard 1999, Csuzdi & Zicsi 2003).

***Octodrilus transpadanus* (Rosa, 1884)**

*Octolasion (Octodrilus) transpadanum*: Zicsi 1973: 226.  
*Octodrilus transpadanus*: Omodeo & Rota 1989: 183.  
*Octodrilus transpadanus*: Omodeo & Rota 1991: 178.  
*Octodrilus transpadanus*: Mısırlıoğlu 2002: 18.  
*Octodrilus transpadanus*: Mısırlıoğlu 2002: 2.  
*Octodrilus transpadanus*: Csuzdi et al. 2007: 357.  
*Octodrilus transpadanus*: Mısırlıoğlu 2007: 353-354.  
*Octodrilus transpadanus*: Mısırlıoğlu 2008b: 469-470.  
*Octodrilus transpadanus*: Pavlíček et al. 2009: 119-120.  
*Octodrilus transpadanus*: Szederjesi et al. 2014: 567.  
*Octodrilus transpadanus*: Mısırlıoğlu & Szederjesi 2015: 100.

**Distribution in Turkey:** Marmara (Zicsi 1973, Omodeo & Rota 1989, Csuzdi et al. 2007, Mısırlıoğlu 2007, Mısırlıoğlu & Szederjesi 2015); North Anatolia

(Omodeo & Rota 1989, Omodeo & Rota 1991); Aegean (Omodeo & Rota 1991, Mısırlıoğlu 2008b); Inner Anatolia (Mısırlıoğlu 2002); Mediterranean (Csuzdi et al. 2007, Mısırlıoğlu 2008b); South-East Anatolia (Pavlíček et al. 2009, Szederjesi et al. 2014).

**Zoogeographical distribution type:** A widely distributed trans-aegean species recorded from Switzerland to Turkey (Csuzdi and Zicsi, 2003; Szederjesi 2017).

**DISCUSSION**

In this study, earthworm samples collected from four different localities were determined. At the end of the study, 6 species belonging to 5 genus were identified: *Aporrectodea rosea* (Savigny, 1826), *Aporrectodea trapezoides* (Dugès, 1828), *Dendrobaena veneta* (Rosa, 1886), *Lumbricus rubellus* Hoffmeister, 1843, *Eisenia fetida* (Savigny, 1826), *Octodrilus transpadanus* (Rosa, 1884).

Five of them are peregrine: *Aporrectodea rosea*, *Aporrectodea trapezoides*, *Dendrobaena veneta*, *Lumbricus rubellus* and *Eisenia fetida*.

*Octodrilus transpadanus* is a widely distributed Trans-Aegean species It lives from Switzerland, to Turkey in Europe and also North and South America. So, in our present knowledge, Turkey is easternmost country where the species was found up until now (Csuzdi and Zicsi, 2003; Szederjesi, 2017).

Knowledge about the diversity of earthworms is insufficient because of the majority of the country yet to be studied (Mısırlıoğlu and Szederjesi, 2015). Therefore, all results could be helpful to understand the distribution of the earthworm species. So, we hope that these results will help to understand Turkey's earthworm species diversity.

**REFERENCES**

- Csuzdi Cs, Zicsi A, (2003). Earthworms of Hungary (Annelida: Oligochaeta; Lumbricidae). Hungarian Natural History Museum, Budapest, Hungary. 271 p.  
 Csuzdi Cs, Zicsi A, Mısırlıoğlu M (2006): An annotated checklist of the earthworm fauna of Turkey (Oligochaeta: Lumbricidae). Zootaxa, 1175: 1–29.  
 Csuzdi Cs, Pavlíček T, Mısırlıoğlu M (2007). Earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae, Criodrilidae and Acanthodrilidae) of Hatay Province, Turkey, with description of three new lumbricids, Acta Zool Hung 53: 347–361.  
 Duges A (1828): Recherche sur la circulation, la respiration, et la reproduction des Annélides sétigères abranches. Annales des Sciences Naturelles Paris, 15: 284–336.  
 Mısırlıoğlu M (2002). The earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae) of Eskişehir City, Turkey. Megadrilogica 9: 17–20.

- Mısırhoğlu M (2004). Earthworm Records From Different Parts of Anatolia. *Megadrilogica* 10: 1–4.
- Mısırhoğlu M (2007). The Earthworm Fauna of the Kocaeli (İzmit) City Centre (Oligochaeta, Lumbricidae). *Turk J Zool* 31: 353-356.
- Mısırhoğlu M (2008a) A Preliminary Study of Earthworms (Oligochaeta, Lumbricidae) from the City of İzmir, Turkey, *Tr. Jr. of Zool.* 32: 473–475.
- Mısırhoğlu M. (2008b) Some Earthworm Records From Anatolia (Oligochaeta, Lumbricidae), *Tr. Jr. of Zool.* 32: 469–471.
- Mısırhoğlu M, 2011. Topraksolucanları, Biyolojileri, Ekolojileri ve Turkey Türleri, Ankara: Nobel yayıncılık, 92 p.
- Mısırhoğlu M, Szederjesi T (2015). Contributions to the Earthworm Fauna of Turkey, *Megadrilogica* 18: 99-102.
- Mısırhoğlu M. & Valchovski H. (2017) Preliminary Research on the Earthworm (Clitellata: Lumbricidae) Fauna of Eskişehir Beşik Deresi and Eskişehir-Mihalıççık Gürleyik Village. *KSU J. Nat. Sci.* 20(4), 398-401, 2017. DOI : 10.18016/ksudobil.286036.
- Mısırhoğlu M, Pavlíček T, Csuzdi Cs. 2008. Earthworm Biodiversity in Turkey: An Overview, In: T. Pavliceck & P. Cardet (Eds), *Advances in Earthworm Taxonomy III (Annelida: Oligochaeta)*. Platres, Cyprus –Proceedings of the 3rd International Oligochaeta Taxonomy Meeting (3<sup>rd</sup> IOTM), 2-6 April, Platres, Cyprus, 139-161.
- Omodeo P. (1952) Oligocheti della Turchia. *Annuario Dell'istituto Museo Dı Zoologia Della Universita Dı Napoli*, 4, 1–20.
- Omodeo P (1955). Lombrichi cavernicoli di Grecia e Turchia. Raccolti dal Dr. K. Lindberg. *Annuario Dell'istituto Museo Dı Zoologia Della Universita Dı Napoli*, 7: 1–16.
- Omodeo P (1956): Oligocheti dell'Indochina e del Mediterraneo Orientale. *Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, 5: 321–336.
- Omodeo P, Rota E, (1989). Earthworms of Turkey. *Boll. Zool.*, 56: 167-199.
- Omodeo P, Rota E, (1991). Earthworms of Turkey II. *Boll. Zool.*, 58: 171-181.
- Pavlíček T, Csuzdi Cs, Coşkun Y (2009) First earthworm records in Mesopotamia (Oligochaetae), *Zoology in the Middle East*, 48:1, 119-120.
- Perel T. S. V. (1997) The Earthworms of the Fauna of Russia, *Cadaster and Key*, (Ed. Prof. N. M. Chernova), *Academia Nauka, Moscow*, 101 p.
- Pop V (1943). *Einheimische und ausländische Lumbriciden des ungarischen National Museums in Budapest.* *Ann Hist Nat Mus Hung* 36: 12-24.
- Rosa D. (1886): Note sui lombrici del Veneto. *Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze*, 4: 673–687.
- Rosa D (1905). Terricolen. In: “Ergebnisse einer naturwissenschaftlichen Reise zum Erdschias-Dag”. *Ann Naturhist Hofmus Wien* 20: 104–106.
- Savigny J. C. (1826): In. Cuvier, G.: *Analyse des Travaux de l'Academie royale des Sciences*, pendant l'année 1821, partie physique. *Mémoires de l'Académie des Sciences de l'Institut de France Paris*, 5: 176–184.
- Sims, R.W. and Gerard, B.M. 1999. Earthworms. *Syn. Br. Fauna No. 31.* Linn. Soc. Lond., London.
- Szederjesi T. (2017). The first combined checklist of earthworms of the Northeastern Mediterranean region (Clitellata: Megadrili). *Opusc. Zool. Budapest*, 48(2): 77-116.
- Szederjesi T. & Mısırhoğlu M. (2017): New earthworm records from Turkey (Clitellata: Lumbricidae, Megascolecidae). *Opusc. Zool. Budapest*, 2017, 48(1): 55-60.
- Szederjesi T, Pavlíček, T, Coşkun Y, Csuzdi Cs (2014). New earthworm records from Turkey, with description of three new species (Oligochaeta: Lumbricidae). *Zootaxa* 3764: 555–570.
- Zicsi A (1973). Regenwürmer (Oligochaeta: Lumbricidae) aus der Türkei. *Acta Zool Hung* 19: 217–232.

## Alman Hamamböceği *Blatella germanica* (L.)'nın Erginlerinde İki Fungal İzolata Karşı Eikosanoidlerin Nodülasyon Reaksiyonları Üzerine Olan Fonksiyonu

Hasan TUNAZ<sup>ID</sup>, Ali Arda IŞIKBER<sup>ID</sup>, M. Kubilay ER<sup>ID</sup>  
KSÜ, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş  
✉ : htunaz@ksu.edu.tr

### ÖZET

Böceklerde mikrobiyal enfeksiyonlara karşı hücrel savunma reaksiyonlarından biri nodülasyon reaksiyonlarıdır. Bu çalışmada, Alman hamamböceği, *Blatella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae)'nın erginlerinde eikosanoidlerin, iki fungal izolata (*Beauveria bassiana*'nın 1512 ve *Metarhizium anisopliae*'nin S8-2) nodülasyon reaksiyonları üzerindeki rolü test edilmiştir. Ergin böcekler 1512 ve S8-2 ile enfekte edildiğinde, böcekler bu enfeksiyona karşı nodülasyon reaksiyonu göstermişlerdir. Ergin hamamböceklerine fungal izolatlarla enfekte edilmeden hemen önce eikosanoid biyosentez inhibitörleri enjekte edilmesi, fungal izolatlara karşı nodülasyon tepkisini azaltmıştır. Eikosanoid biyosentezindeki enzimlerin inhibitörlerinden deksametazon (bir fosfolipaz A<sub>2</sub> inhibitörü), indometasin, naproksen, ibuprofen (siklooksijenaz inhibitörleri), esculetin (bir lipoksijenaz inhibitörü) ve fenidon (hem siklooksijenaz / hemde lipoksijenaz inhibitörü) de dahil olmak üzere spesifik inhibitörlerle yapılan ayrı uygulamalar, *B. germanica*'nın fungal enfeksiyona karşı nodül oluşturmasını azaltmıştır. Bu bulgular, eikosanoidlerin *B. germanica*'nın erginlerindeki fungal enfeksiyonlara karşı nodülasyon reaksiyonlarında rol aldığı hipotezini desteklemektedir..

DOI:10.18016/ ksudobil. 346498

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 25.10.2017  
Kabul tarihi : 12.12.2017

### Anahtar Kelimeler

Böcek hücrel bağışıklığı  
Nodülasyon  
*Beauveria bassiana*;  
*Metarhizium anisopliae*;  
*Blatella germanica*

### Araştırma Makalesi

## The Functions of Eicosanoids on Nodulation Reactions to Two Fungal Isolates In Adults of The German Cockroach, *Blatella germanica* (L.)

### ABSTRACT

One of the cellular defense reactions to microbial infections in insects is nodulation reactions. In this study, the role of eicosanoids on nodulation reactions to two fungal isolates (*Beauveria bassiana* 1512 and *Metarhizium anisopliae* S8-2) in adults of the German cockroach, *Blatella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae) was tested. Treating adult of German cockroach with *Beauveria* 1512 and *Metarhizium* S8-2 induced nodulation reactions. Injecting adults of *B. germanica* with eicosanoid biosynthesis inhibitors, immediately before intrahemocoelic injections of the fungal isolates reduced the nodulation response to fungal challenges. Separate treatments with specific inhibitors including dexamethasone (a phospholipase A<sub>2</sub> inhibitor), indomethacin, naproxen, ibuprofen (cyclooxygenase inhibitors), esculetin (a lipoxygenase inhibitor) and Phenidone (dual cyclooxygenase/lipoxygenase inhibitor) also impaired the ability of *B. germanica* to form nodules in reaction to fungal challenge. These findings support the hypothesis that eicosanoids has a role on nodulation reactions to the fungal infections in adults of *B. germanica*.

### Article History

Received : 25.10.2017  
Accepted : 12.12.2018

### Keywords

Insect immunology;  
Nodulation;  
*Beauveria bassiana*;  
*Metarhizium anisopliae*;  
*Blatella germanica*

### Research Article

To Cite : Tunaz H, Işıkber AA, Er MK 2018. Alman hamamböceği *Blatella germanica* (L.)'nın erginlerinde iki fungal izolata karşı eikosanoidlerin nodülasyon reaksiyonları üzerine olan fonksiyonu. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(3). 428-432. DOI:10.18016/ ksudobil. 346498

## GİRİŞ

Böcekler, enfeksiyonlara karşı fizyolojik olarak, hümmoral ve hemositik olmak üzere iki kategoride bağışıklık geliştirirler (Gillespie ve ark., 1997; Rosales, 2017). Hümmoral bağışıklık birkaç saat içinde oluşur ve bunlar cecropins, attacins, dipterisinler ve defensinler gibi antibakteriyel proteinlerin indüklenmiş sentezini içerir (Stanley ve Miller, 2006). Bu proteinlerin varlığında, bakteriler bu peptidlerin deterjan özelliklerinden dolayı hümmresel bütünlüklerini kaybederler. Böcekler aynı zamanda lizozem enzimi salgılar ve peptidoglikan bakterilerin hümmre duvarlarını hidrolize ederek etkisini gösterirler (Dunn, 1986; Russell ve Dunn, 1996).

Hemositik (hümmresel) bağışıklık reaksiyonları ise böcek kan dolaşımındaki hemocytes'ler ile enfekte mikroplar arasında doğrudan etkileşimleri içermektedir (Stanley ve Miller, 2006). Hümmresel bağışıklık reaksiyonları fagositoz, nodülasyon ve kapsüllendirmeyi içerir. Nodülasyon böceklerde mikrobiyal enfeksiyona karşı baskın hümmresel savunma reaksiyonudur (Stanley ve Miller, 2006; Satyavathi ve ark., 2014).

Eikosanoidler, araşidonik asit (AA) ve diğler iki C20 çoklu doymamış yağ asidi enzimatik oksijenasyonu ile üretilir. Eikosanoidlerin iki önemli grubu prostaglandinler ve birçok lipoksigenaz ürünüdür. Neredeyse tüm hayvanlar eikosanoidleri sentezler ve eikosanidler, moleküler, fizyolojik ve ekolojik olarak canlıda görev almaktadır (Stanley, 2000; Stanley ve Kim, 2014). Önemli biyolojik görevlerinin arasında eikosanoidlerin böcek bağışıklığındaki rolüdür.

Miller ve ark.,(1994) böceklerde bakteriyel enfeksiyona karşı oluşturulan nodülasyon reaksiyonlarında eikosanoidlerin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Eikosanidlerin böcek bağışıklığındaki görev aldığı ile ilgili günümüze kadar bir çok çalışma yapılmıştır (Stanley ve Miller, 2006; Satyavathi ve ark., 2014). Bu çalışmalar eikosanoid biyosentez inhibitörlerinin bakteriyel ve diğler enfeksiyonlara karşı nodülasyon tepkisini inhibe edebildiğini göstermektedir. Bu durum, eikosanoidlerin böceklerin hümmresel bağışıklığında önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir. Bu çalışmada Alman hamamböceği, *Blatella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae) erginlerine uygulanan iki fungus izolatına karşı ergin böceklerin nodülasyon reaksiyonu göstermesi ve nodülasyon reaksiyonunda eikosanidlerin etkisi test edilmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Organizma

*Blatella germanica* kolonileri plastik kaplarda (60 litre) yetiştirilmiş ve oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Hamamböceklerine ağzı pamuk tıpalı tüplerde su ve besin olarak kuru köpek maması sağlanmıştır. Çalışmada 5-10 günlük ergin Alman

hamamböcekleri kullanılıp  $25 (\pm 2) ^\circ\text{C}$  sıcaklık ve %50 ( $\pm 5$ ) nisbi nemli odada muhafaza edilmiştir.

Laboratuvarımızda bulunan entomopatojen fungus stok kültürleri (*Metarhizium anisopliae* ve *Beauveria bassiana* türlerine ait izolatlar) çalışmalarda kullanılmıştır. Fungus kültürleri  $25\pm 2^\circ\text{C}$ 'de karanlık koşullarda hassas inkübatörlerde çoğaltılmış ve sporları bu şartlarda elde edilmiştir. Çoğaltma işleminde PDA ve SDA ortamları kullanılmıştır. Kültüre alınan fungus kültürlerinin sporulasyonu tamamlamasını (yaklaşık 4 hafta) takiben sporlar %0.02'lik Tween 80 solüsyonlarına aktarılmıştır. Çalkalayıcı kullanılarak homojen dağılım sağlandıktan sonra haemocytometer kullanılarak konsantrasyonu belirlenmiş ve denemelerde gerekli olan konsantrasyonlara seyreltme yolu ile ulaşılmıştır. Tüm spor konsantrasyonları denemelerden hemen önce hazırlanarak bekletilmeden kullanılmıştır. Kullanılacak olan spor süspansiyonlarından %1.5'lük WA ortamına ekimi yapılarak  $25\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 24 saatteki (entomopatojen fungus, *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson için 48 saat) çimlenme oranları tespit edilmiştir.

### Eikosanoid İnhibitörleri Kimyasallar

Çalışmada bağışıklık sistemini engelleyici kimyasal inhibitörler olan dexamethasone ((11 $\beta$ , 16 $\alpha$ )-9- fluoro-11,17,21-trihydroxy-16-methylpregna-1,4-dione), phenidone (1-phenyl-3-pyrazolidinone), indomethacin (1-P-(chlorobenzyl)-5-methoxy-2-methyl-3-indolyl-acetic acid), esculetin (6,7-dihydroxycoumarin), piroxicam (3,4-benzothiazine-3-carboxamid 1,1-dioxide), naproxin(O-2-(6-methoxy-naphthyl) propionic acid ), ibuprofen ( $\alpha$ -methyl-4 (2-methylpropyl) benzeneacetic acid) sigma kimyasal firmasından temin edilerek kullanılmıştır.

### Eikosanoidlerin Rolü ve Eikosanoid İnhibitörlerinin Etkisi

Alman hamamböceği erginlerine *Beauveria*'nın 1512 nolu izolatu, *Metarhizium*'un S8-2 nolu izolatu test edilmiştir. Denemeler üç tekerrürlü olarak düzenlenmiş olup her uygulamada 10 birey bulunmaktadır. Eikosanoid biyosentezi inhibitörleri (Dexamethasone, Indomethacin, Esculetin phenidone ibuprofen ve Naproxen) ise 0.026  $\mu\text{g/ml}$  şeklinde stok kültür hazırlanmıştır. Eikosanoid biyosentezi inhibitörleri Alman hamamböceği erginlerinin her birine 104  $\mu\text{g/4}\mu\text{l}$  uygulandıktan sonra; aynı böceklere fungusların  $1 \times 10^7$  spor/ml konsantrasyonundan 5  $\mu\text{l}$  uygulanmıştır. Uygulama yapılan böcekler Alman hamamböceği kültürlerinin bulunduğu şartlarda inkübe edilerek 6 saat sonra yüksek büyütme kapasiteli bir steromikroskop (45x) altında kesilerek (dissection) iç organları nodül oluşumu yönünden incelenmiştir (Tunaz, 2006). Böylece zararlıların kullanılan fungusu karşı hümmresel savunma olarak



nodül oluşturup oluşturmadığı, oluşturduğu takdirde bunun boyutları ve nodül olumunda eikosanoidlerin rolü ortaya konmuştur.

### Verilerin Değerlendirilmesi

Nodülasyon dataları SAS istatistik programı (SAS Ins., 1989), kullanılarak tek yönlü varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Ortalama nodül sayıları arasındaki farklılıklar ise LSD testi uygulanarak ortaya konulmuştur.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

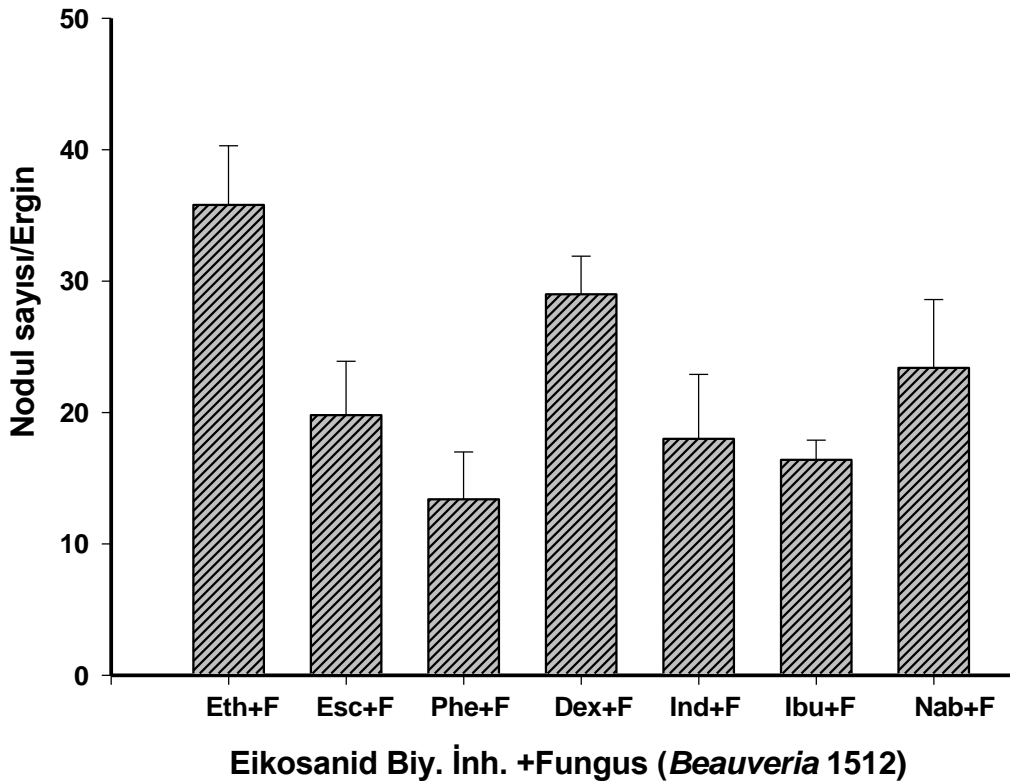
#### Alman Hamamböcekleri Erginlerinde *Beauveria*'nın 1512 nolu izolatına Karşı Oluşturulan Nodülasyon Reaksiyonunda Eikosanoidlerin Rolü

Fungal enfeksiyonlara tepki olarak eikosanoid biyosentezin altı farmasötik inhibitörünün nodülasyon üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Şekil 1'de görüldüğü gibi fungal enfeksiyona (*Beauveria*'nın 1512 nolu izolatı) nodül oluşturma tepkisi olayında altı tane eikosanoid biyosentez inhibitörlerinin etkisine bakıldığında; kontroldeki böceklerle (EtOH) karşılaştırdığımızda ortalama nodül sayısını önemli ölçüde azaltmıştır (LSD,  $P \leq 0.01$ ). İnhibitörler arasında nodül sayısını azaltma bakımından önemli bir fark

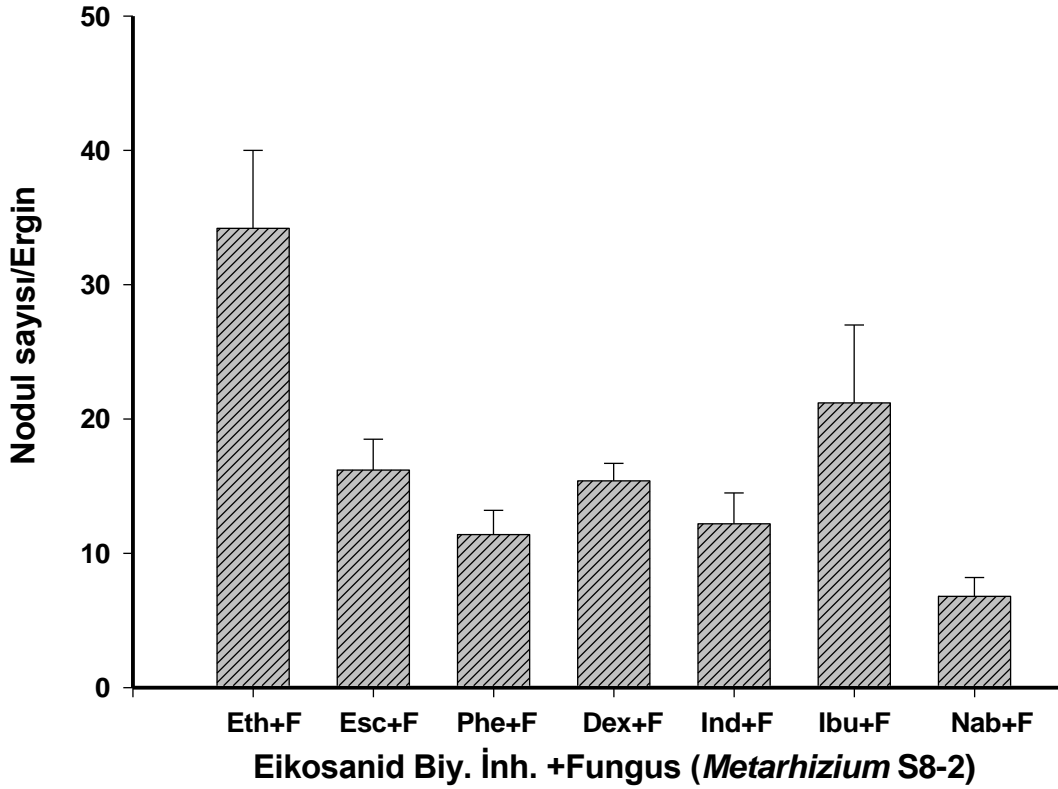
görülmemiştir. Böylece zararlıların kullanılan fungusa karşı hücrel savunma olarak nodül oluşturduğu ve bu oluşturma eikosanoidlerin rol aldığı ortaya çıkmıştır.

#### Alman Hamamböcekleri Erginlerinde *Metarhizium*'un S8-2 izolatına Karşı Oluşturulan Nodülasyon Reaksiyonunda Eikosanoidlerin Rolü

Bir önceki çalışmada olduğu gibi fungal enfeksiyonlara tepki olarak eikosanoid biyosentezi altı farmasötik inhibitörünün nodülasyon üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Şekil 2'de görüldüğü gibi fungal enfeksiyona (*Metarhizium*'un S8-2 nolu izolatı) nodül oluşturma tepkisi olayında altı tane eikosanoid biyosentez inhibitörlerinin etkisine bakıldığında; kontroldeki böceklerle (EtOH) karşılaştırdığımızda nodülasyon oluşumunu en fazla Nabroxen inhibitörü azaltmıştır (LSD,  $P \leq 0.01$ ). Diğer inhibitörler de kontrolle karşılaştırdığında nodül sayısını azaltmıştır (LSD,  $P \leq 0.01$ ). İnhibitörler arasında nodül sayısını azaltma bakımından farklılıklar ortaya çıkmıştır. Böylece zararlıların kullanılan fungusa karşı hücrel savunma olarak nodül oluşturduğu ve bu oluşturma eikosanoidlerin rol aldığı ortaya çıkmıştır.



Şekil 1. Farklı eikosanoid biyosentez inhibitörlerinin Alman hamamböceği erginlerinin fungus sporlarına (*Beauveria*'nın 1512 nolu izolatı) karşı oluşturduğu nodülasyon reaksiyonundaki etkisi.



Şekil 2. Farklı eikosanoid biyosentez inhibitörlerinin Alman hamamböceği erginlerinin fungus sporlarına (*Metarhizium*'un S8-2 nolu izolatu) karşı oluşturduğu nodülasyon reaksiyonundaki etkisi.

Çalışmada, sonuçlar eikosanoidlerin, Alman hamamböceği erginlerinde fungal enfeksiyonlara tepki olarak nodül oluşumuna aracılık ettiği hipotezini desteklemiştir. Altı farklı eikosanoid biyosentez inhibitörü, kontrol uygulamalarına kıyasla nodülasyonu önemli ölçüde azaltmıştır. Benzer olarak Tunaz, (2009) yaptığı çalışmada, eikosanoidlerin süne erginlerinde bakteriyel enfeksiyona tepki olarak nodül oluşumuna aracılık ettiğini test etmiştir. Bizim yaptığımız bu çalışmada olduğu gibi o çalışmada da yedi farklı eikosanoid biyosentez inhibitörü (Dexamethasone, Indomethacin, Esculetin Phenidone Ibuprofen Piroxicam ve Naproxen), kontrol uygulamalarına kıyasla nodülasyonu önemli ölçüde azaltmıştır. Diğer yandan Tunaz ve ark., (2008) yaptıkları çalışmada yine eikosanoidlerin patates böceği larvalarında fungal (*Beauveria bassiana* HRI-215 izolatu) enfeksiyona tepki olarak nodül oluşumuna aracılık edip etmediğini test ettiklerinde; kullandıkları yedi farklı eikosanoid biyosentez inhibitöründen (Dexamethasone, Indomethacin, Esculetin Phenidone Ibuprofen Piroxicam ve Naproxen) sadece Phenidone inhibitörü kontrol uygulamalarına kıyasla larvalarda nodül sayısını önemli ölçüde azaltmıştır. Bu çalışma gösteriyor ki eikosanoid biyosentez inhibitörlerinin nodül oluşumunu engellemesi böcek türünden böcek türüne farklılık arz edebiliyor. Bu çalışmada

kullandığımız altı farklı eikosanoid biyosentez inhibitörü etkisini ayrıntılı olarak incelersek; Alman hamamböceğindeki eikosanoid sentezini inhibe etmesi için bu çalışmada kullanılan kimyasallar eikosanoid biyosentez yolundaki farklı enzimleri inhibe etmektedir. İnhibitörlerden dexamethason biyosentez yolundaki fosfolipaz A<sub>2</sub> enzimini; yine inhibitörlerden naproxen, indomethacin, ibuprofen biyosentez yolundaki siklogenaz (cyclooxygenase) enzimini; inhibitörlerden esculetin biyosentez yolundaki lipoksinaz (lipoxigenase) enzimini; inhibitörlerden phenidone biyosentez yolundaki hem siklogenaz hem de lipoksigenaz enzimini inhibe etmektedir (Stanley, 2000). Bu bilgilerden yola çıkarak hem siklogenaz hem de lipoksigenaz sentez yolu bu böceklerin bağışıklıklarında eikosanoidlerin biyokimyasal etkisini ortaya koymaktadır.

Ayrıca bu çalışma böcek patolojisi ve dolayısıyla mikrobiyal mücadele ile son zamanlarda ilişkilendirilmiş olan eikosanoidlerin inhibe edilmesinin böcek bağışıklık sistemini baskı altına alarak özellikle entomopatojen fungus uygulamaları sonucundaki biyolojik etkinliğin hızlanmasına ve ölüm oranlarının yükselmesine neden olabileceğini ortaya koymuştur. Eikosanoid inhibitörleri, entomopatojen fungus izolatları (*Beauveria*'nın 6646 nolu izolatu ve *Metarhizium*'un 3293) birlikte Alman hamamböceği

erginlerine uygulandığında böceklerde hücrel bağışıklıklardan biri olan nodül oluşumuna neden olduğu görülmüş ve buradan yola çıkarak bu etmenler eikosanoid inhibitörleri ile beraber uygulanmıştır. Eikosanoid inhibitörlerinin fungus izolatları ile birlikte uygulanması eikosanoid inhibitörü uygulanmayan denemelerden daha yüksek oranda ölüm oranına sahip olabilir.

### TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından 110O159 nolu proje olarak desteklenmiştir.

### KAYNAKLAR

- Dunn, P.E. 1986. Biochemical aspects of insect immunology. *Annu Rev Entomol*, 31: 321-339.
- Gillespie, J.P., Kanost, M.R., Trenczek, T. 1997. Biological mediators of insect immunity. *Annual Review of Entomology*, 42: 611-643.
- Miller, J.S., Nguyen, T., Stanley-Samuels, D.W. 1994. Eicosanoids mediate insect nodulation responses to bacterial infections. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 91: 12418-12422.
- Rosales, C. 2017. Cellular and Molecular Mechanisms of Insect Immunity. In: Shields, V.D.C. Ed. *Insect Physiology and Ecology*. InTeach Publication. CCBY. Pp. 179-212.
- Russell, V., Dunn, P.E. 1996. Antibacterial proteins in the midgut of *Manduca sexta* during metamorphosis. *Journal of Insect Physiology*, 42: 65-71.
- SAS Institute Inc. 1989. *SAS/STAT<sup>R</sup> User's Guide, Version 6, 4<sup>th</sup> Ed., vol 2*. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Satyavathi, V.V., Minz, A., Nagaraju, J. 2014. Nodulation: An unexplored cellular defense mechanism in insects. *Cellular Signalling*, 26: 1753-1763.
- Stanley, D.W. 2000. *Eicosanoids in Invertebrate Signal Transduction Systems*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Stanley, D.W., Kim, Y. 2014. Eicosanoid Signaling in Insects: from Discovery to Plant Protection. *Plant Sciences*, 33:20-63.
- Stanley, D.W., Miller, J.S. 2006. Eicosanoid actions in insect cellular immune functions. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 119: 1-13.
- Tunaz, H. 2009. Eicosanoids act in nodulation reactions to bacteria *Serratia marcescens* in hemipteran pest, *Eurygaster integriceps* *Turkish Journal of Biology* 33: 301-309.
- Tunaz, H., Bengin, C., Er, M.K. 2008. Nodulation reaction to fungal infections in larvae of *Leptinotarsa decemlineata*(Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) mediated by eicosanoids. *Turkish Journal of Agricultural Forestry* 32: 11-18.
- Tunaz, H. 2006. Influence of Eicosanoids in nodulation reactions against bacteria, *Serratia marcescens* in larvae of *Leptinotarsa decemlineata*. *KSU Fen Mühendislik Dergisi*, 9:159-163.

## Macroscopic and Histological Structures of Testes in Three Different *Tentyria* Species

Gamze Turgay İZZETOĞLU<sup>ID</sup>✉ Mehtap GÜLMEZ<sup>ID</sup>  
Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Zooloji Ana Bilim Dalı, İzmir  
✉ : gamze.turgay@hotmail.com

### ABSTRACT

The male reproductive organs in insects are typically composed of a pair of seminal vesicles and a pair of test tubes joined to the excretion channel on the median line. The samples used in the study were collected from İzmir Bozdağ region and from Turkish Republic of Northern Cyprus. All testis samples were fixed in Bouin's solution and Mayer's Haematoxylin-Eosin (H&E) was used to stain for tissue section. As a result of the macroscopic examinations, it was determined that the testis appearance of *Tentyria cypria* is different from other species used in the study. At the end of the histological examinations, the general appearance of the *T. cypria*'s testis was similar to a four-leafed clover. In all three species, spermatogonia, primary spermatocytes, secondary spermatocytes, spermatids, and spermatozoa, which are the stages of spermatogenesis in all follicles, are clearly visible. In this study, morphological and histological differences in male reproductive organs were demonstrated for the first time in three different *Tentyria* species belonging to Tenebrionidae family.

DOI:10.18016/ ksudobil. 358556

### Article History

Received : 28.11.2017  
Accepted : 20.12.2017

### Keywords

*Tentyria*,  
testes,  
histology

### Research Article

## Üç Farklı *Tentyria* Türünün Makroskopik ve Histolojik Testis Yapıları

### ÖZET

Böceklerde erkek üreme organları tipik olarak bir çift seminal vezikül ve medyan hatta bulunan boşaltım kanalıyla birleşen bir çift testisten oluşmaktadır. Araştırmada kullanılan örnekler İzmir Bozdağ bölgesinden ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nden toplanmıştır. Disekte edilen testisler Bouin solüsyonunda fikse edilip, doku kesitlerinin boyanması için Mayer's Hematoksilen-Eozin kullanıldı. Makroskopik incelemeler sonucunda, *Tentyria cypria*'ya ait testis görünüşünün çalışmada kullanılan diğer türlerden farklı olduğu belirlenmiştir. Histolojik incelemeler sonunda *T. cypria*'ya ait testisin genel görünümünün 4 yapraklı bir yoncaya benzediği tespit edilmiştir. Her üç türde de bütün foliküllerde spermatogenezin safhalarına ait yapılar olan spermatogonyumlar, primer spermatositler, sekonder spermatositler, spermatidler ve spermiler oldukça belirgin bir şekilde görülmektedir. Bu çalışmayla, Tenebrionidae familyasına ait üç farklı *Tentyria* türünde, erkek üreme organlarında morfolojik ve histolojik yapılar ilk kez gösterilmiştir.

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 28.11.2017  
Kabul tarihi : 20.12.2017

### Anahtar Kelimeler

*Tentyria*,  
testis,  
histoloji

### Araştırma Makalesi

**To Cite** : Turgay İzzetoğlu G, Gülmez M 2018. Macroscopic and Histological Structures of Testes in Three Different *Tentyria* Species. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(3) : 433-437. DOI:10.18016/ ksudobil. 358556

### INTRODUCTION

The male reproductive system consists of a pair of testes with sperm tubes or follicles in most insect species (Omura, 1936; Resh and Cardé, 2009; Wu et al., 2017).

Towards the end of each follicle there are root cells called spermatogonium. These root cells undergo mitosis and increase their size and form sperms. Because of the mitotic spermatogonia, sperms are pushed towards the end of the follicle, the mature sperms pass through the

testis via short channels (vasa efferentia) and are deposited in the seminal vesicles, a somewhat wider region of the channels. Similar channels in vasa deferentia form an "ejaculatory" channel in the middle of the body. This channel opens to the male reproductive organ called "aedeagus". The male reproductive system may have one or more auxiliary glands (Jose et al., 2008). Some are located directly adjacent to the testis or reproductive vesicles, while others may be connected to the ejaculatory duct. These glands have two functions in general; formation of sperm fluid and the formation of spermatophore (Sehna, 1985; Kılınçer and Bayram, 1999; Gillott, 2005; Klowden, 2008).

In this study, it is aimed to investigate whether there are morphological and histological differences in male reproductive organs of three different *Tentyria* species belonging to Tenebrionidae family taken from two different localities (Turkish Republic of Northern Cyprus [TRNC] and İzmir/Bozdağ).

## MATERIAL and METHOD

### Sample collection

The samples used in the study were collected in İzmir Bozdağ region (21 individuals) and (17 individuals) from Turkish Republic of Northern Cyprus with the help of pence through the floor, from the bottom of the stone and the bottom of the tree. The specimens collected from Bozdağ were diagnosed as *Tentyria rotundata* under the Zeiss Jena stereo microscope, and 15 of them were female and 6 of them were male individuals. In TRNC, two different species were identified *T. cypria* and *T. cylindrica*, 10 male and 5 female individuals from *T. cylindrica*, and 2 male individuals from *T. cypria* (Keskin, 2003; Keskin and Üzüm, 2017) (Fig 1).

### Macroscopic Analyses

Before the samples were taken into the dissection, they were labelled containing the date, place and name of species. The samples fixed with a needle in a waxy petri dish and the dissection performed under a Zeiss Jena stereo microscope. First, the elytra lifted with the scissors, cut through to the pronotum, and with the help of pence, it was allowed to separate from the body without damaging the underlying membrane of elytra.

Later, this membrane was cut and the intestines pulled to the side, allowing the gonads to be seen more easily. At this stage, it was differentiated whether the samples are male or female. A sample of testes from each species was taken with insect physiological water and photographed with an Olympus C-7070 camera on an Olympus SZX7 stereo microscope.

### Histologic Analyses

All testis samples were fixed in Bouin's solution for 24 hours. Samples were embedded in paraffin. Tissues were

sectioned at a thickness of 5-6 $\mu$  by using the microtome. Mayer's Haematoxylin-Eosin (H&E) was used to stain for tissue section (Presnell and Schreiber, 1997; Öber, 2009). The preparations were photographed using a Zeiss Axio Scope A1 microscope and ZEN image analysis software.

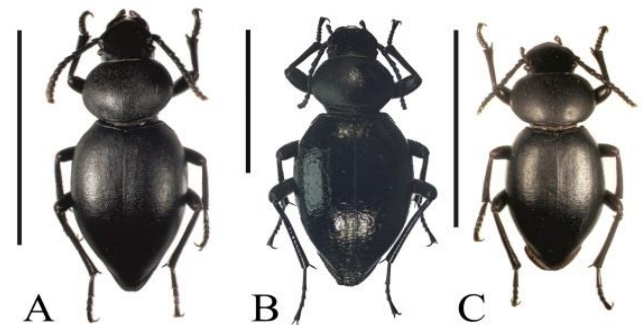


Figure 1. Species of genus *Tentyria*. A) *T. cypria*, B) *T. rotundata*, C) *T. cylindrica* (Bar: 1cm)

## RESULTS and DISCUSSION

### Macroscopy

As a result of the macroscopic examinations, it was determined *T. cypria*'s testis resembled bunch of grapes. Such a structure was not observed in *T. rotundata* and *T. cylindrical* (Fig 2).

### Histology

At the end of the histological examinations, the general appearance of the *T. cypria*'s testis was similar to a four-leafed clover (Fig 3A). Each leaf corresponds to a follicle whereas the testes of *Dendroctonus armandi*, a primitive species of the Coleoptera order, has been examined and it was seen that each of testis is constituted 20 seminiferous tubules.

Follicles of *T. cypria* at the center were not separated by a connective tissue. In general, the outer connective tissue layer is thicker than in the *T. rotundata* (Fig 3B) and *T. cylindrical* (Fig 3C).

In *T. rotundata* and *T. cylindrical*, the general appearance is lobed and each lobe corresponds to a follicle. These follicles are separated from each other by a thin connective tissue (Fig 3).

The stages of spermatogenesis in the testes follicles of three species are clearly visible (Fig. 4). In all three species testes include germ cells, spermatogonia, primary spermatocytes, secondary spermatocytes, spermatids and spermatozoa (Fig. 3 and 4). On the base of their size, nuclei and cytoplasm, different spermatogenesis stages can be distinguished in three *Tentyria* species. Primary spermatocytes are formed from spermatogonia by mitotic division and measure 5,02 ( $\pm 1,5$ )  $\mu$ m, 5,17 ( $\pm 0,71$ )  $\mu$ m and 5,02 ( $\pm 0,39$ )  $\mu$ m in *T. cypria*, *T. rotundata*, and *T. cylindrical*, respectively.

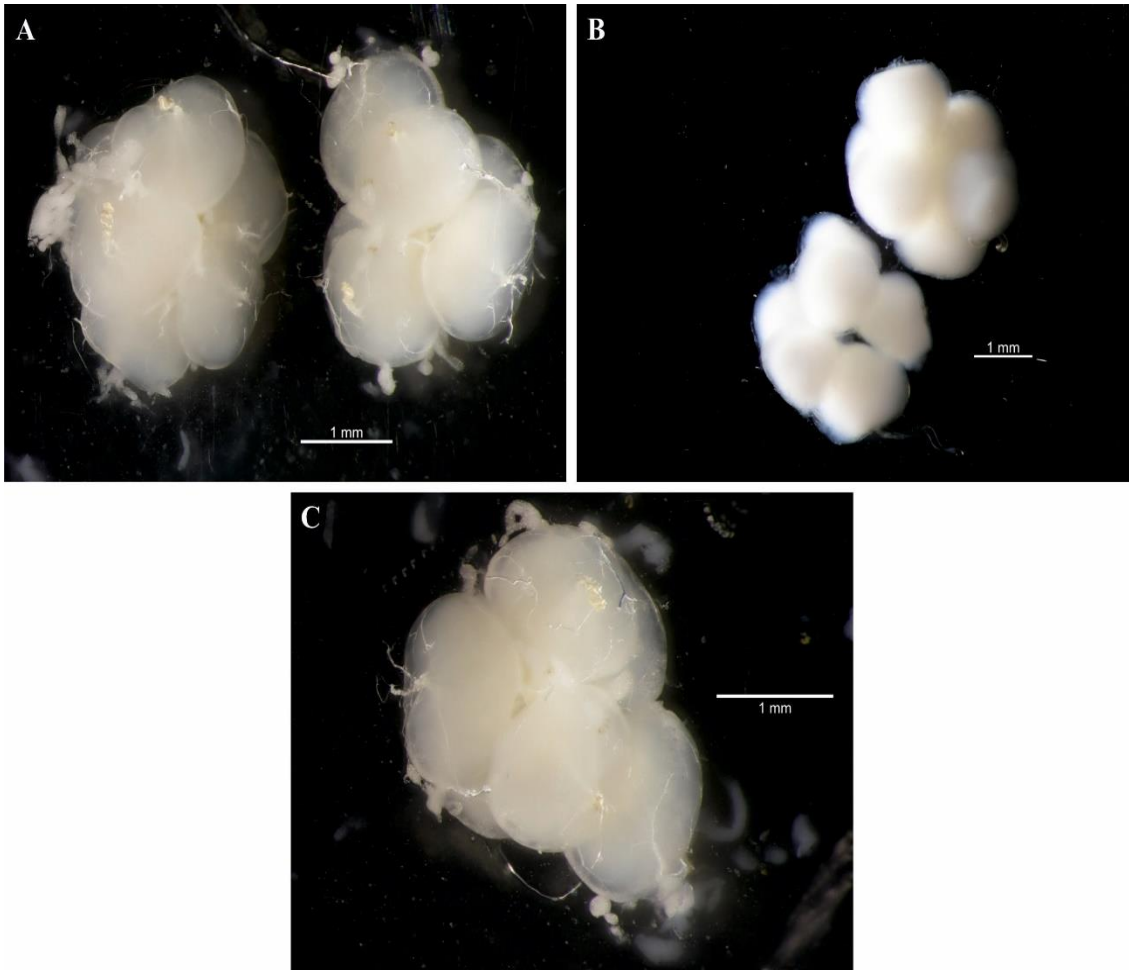


Figure 2. General morphology of testes A) *T. cypria*, B) *T. rotundata*, C) *T. cylindrica*

The secondary spermatocytes were larger than primary spermatocytes. Such *Tentyria* as *cypria* (18,13 [ $\pm 3,15$ ]  $\mu\text{m}$ ), *rotundata* (15,47 [ $\pm 0,92$ ]  $\mu\text{m}$ ), and *cylindrica* (11,73 [ $\pm 0,40$ ]  $\mu\text{m}$ ) (Fig. 4).

Similar to *T. cypria*, *T. rotundata*, and *T. cylindrica*, in most insects, testicular tubules of sexually mature individuals are full of sperm cysts where spermatogenesis occurs (Wu et al., 2017). The development of germinative cells in *D. armandi* occurs in cysts and mature sperm are stored in seminal vesicles (Phillips, 1970; Wu et al., 2017). The absence of any deterioration in sperm of mature individuals shows that sperm production may continue until mature (Wu et al., 2017).

## CONCLUSION

In this study morphology and histology of testes in *T. cypria*, *T. rotundata* and *T. cylindrica* species were determined for the first time and such studies are important because it will provide support to the basic sciences and help researchers who want to work in this area.

## ACKNOWLEDGEMENT

We are sincerely grateful to Associate Professor Dr. Bekir KESKİN for his help for identification of species and taking photographs in figure 1 and 2. We also wish to thank to Student of PhD. Dirim ŞENDOĞAN for helping dissection.

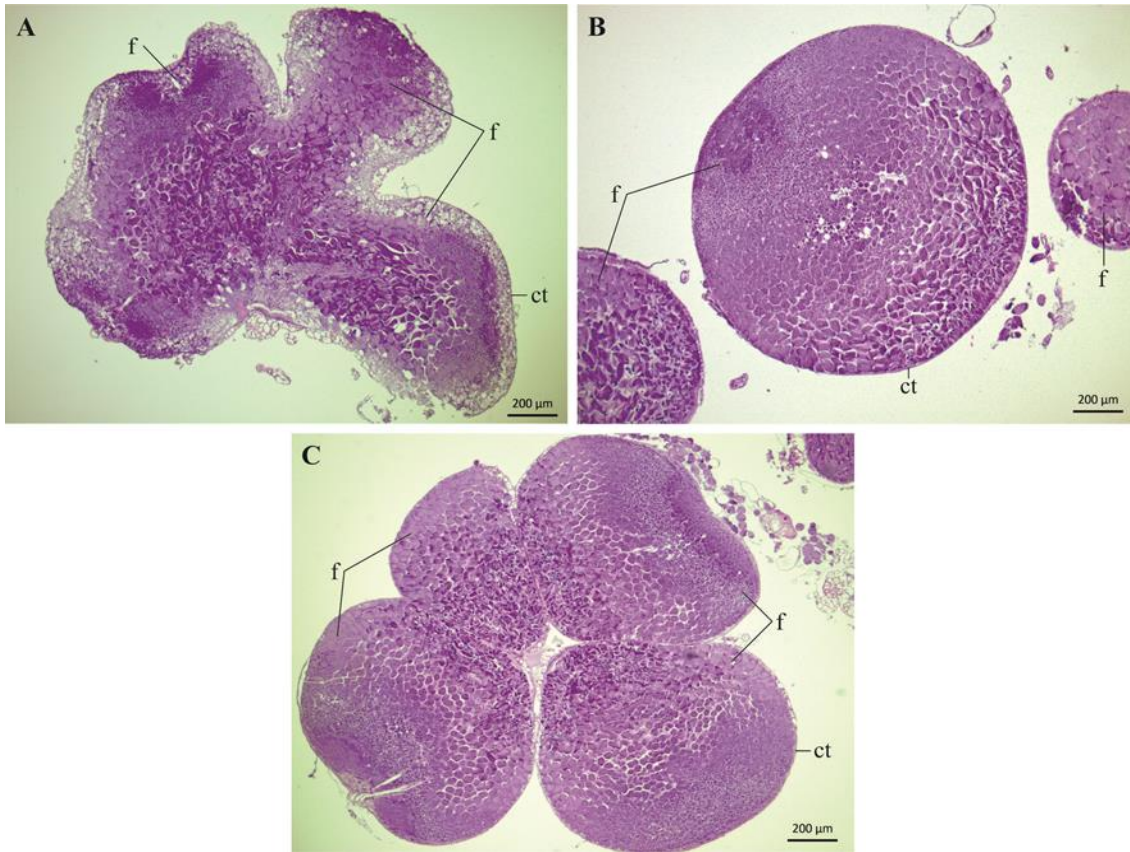


Figure 3. General histology of testes A) *T. cypria*, B) *T. rotundata*, C) *T. cylindrica*. ct: connective tissue, f: follicle.

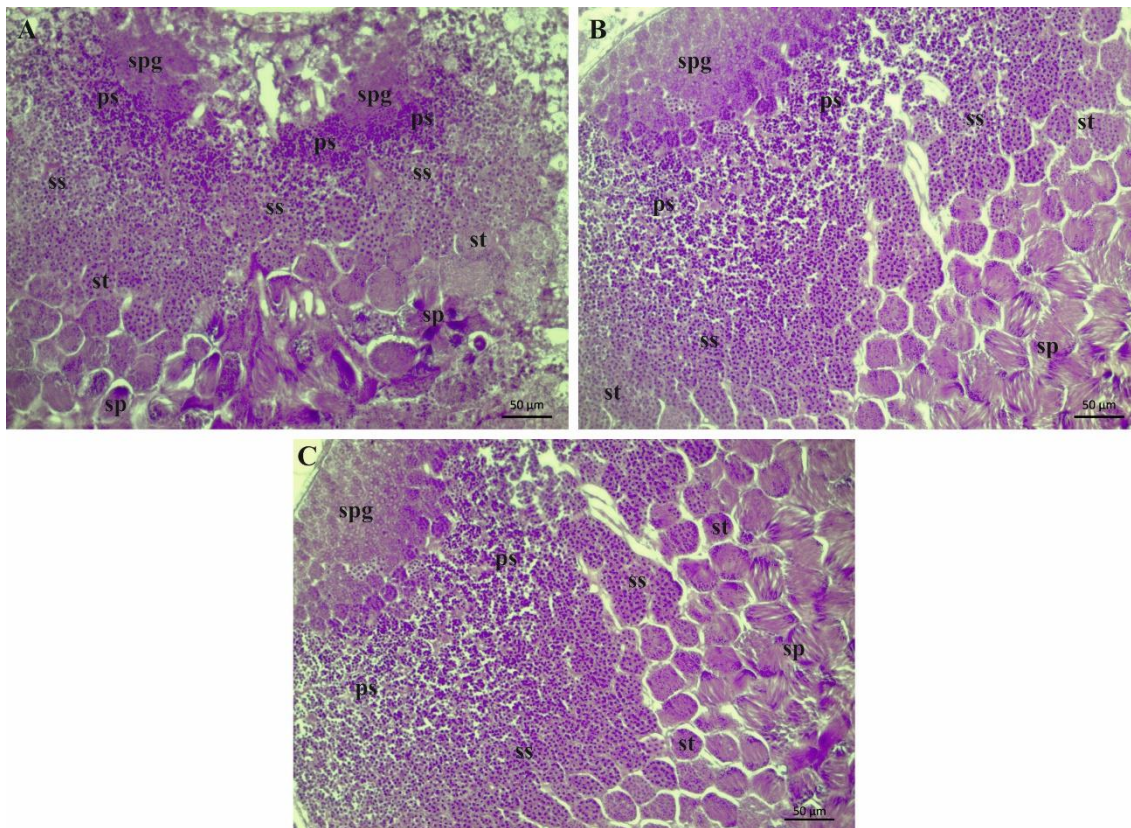


Figure 4. The stages of spermatogenesis in a follicle of testis. A) *T. cypria*, B) *T. rotundata*, C) *T. cylindrica*. ps: primary spermatocyte, sp: spermatozoa, spg: spermatogonium, ss: secondary spermatocyte, st: spermatid.

**REFERENCES**

- Gillott C 2005. Entomology. University of Saskatchewan, Third Edition, Springer, Netherlands, 834 p, ISBN-13 978-1-4020-3183-0 (e-book).
- Jose D, Rubio G, Alex E, Bustillo P, Luis F, Vallejo E 2008. Alimentary canal and reproductive tract of *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). Neotrop. Entomol. 37: 143–151.
- Keskin B 2003, Erstnachweis von *Tentyria cypria* Kraatz, 1865 (Coleoptera: Tenebrionidae) für die Türkei. Zoology in the Middle East, 29: 116-117.
- Keskin B, Üzüm A 2017. Türkiye'deki *Tentyria latreille*, 1802 (Coleoptera: Tenebrionidae, Tentyriini) Cinsinin Sistemik Durumu. Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Kesin Raporu, 79 sayfa, Bornova-İzmir.
- Kılınçer N, Bayram Ş 1999. Böceklerde Üreme Sistemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Ankara, 59s.
- Klowden MJ 2008. Physiological Systems in Insects. University of Idaho, Second Edition, Moscow Idaho, 688 p.
- Omura S 1936. Studies on the reproductive system of the male of *Bombyx mori*, I. Structure of the testis and the intra testicular behaviour of the spermatozoa. Jour. Facul. Agr. Hokkaido Imp. Univ. Sapporo, Vol. XXXVIII, p: 151-185.
- Öber A 2009. Zoolojide Laboratuvar Teknikleri. 3. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi Bornova İzmir, No: 183, 209s, ISBN 978-975-483-824-4.
- Phillips DM 1970. Insect sperm: their structure and morphogenesis. Journal of Cell Biology, 44: 243–277.
- Presnell JK, Schreibman MP 1997. Humason's Animal Tissue Techniques. 5<sup>th</sup> edition, The Johns Hopkins University Press 572 p, ISBN 0-8018-5401-6.
- Resh VH, Cardé RT 2009. Encyclopedia of Insects. Academic Press, China, 1169 p, ISBN 9780123741448.
- Sehnal F 1985, Morphology of Insect Development. Annual Review of Entomology, 30: 89-109.
- Wu YF, Wei LS, Torres MA, Zhang X, Wu SP, Chen H 2017. Morphology of the male reproductive system and spermiogenesis of *Dendroctonus armandi* Tsai and Li (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). Journal of Insect Science, 17 (1): 1–9.



## Investigation of Symptoms and Hosts of Semi Parasite Plant Species in East Mediterranean and Central Anatolia Region of Turkey

Tamer ÜSTÜNER 

KSÜ, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş  
✉ : tamerustuner@ksu.edu.tr

### ABSTRACT

This study was carried out to determine the symptoms and hosts of the semi parasitic plant species causing problems on the forest and fruit trees in the East Mediterranean (Kahramanmaraş) and Central Anatolia region (Niğde) in 2012-2016. When these semi parasitic plants appear on the plants, they can cause swelling at the germinated sites of branches of their host and resulting backward tissue drying. It has also been observed to cause the host to die completely in some host such as almonds and apricot. The study was conducted in Niğde, through the Mistletoe survey performed on some fruit and park trees and the results indicated that a subspecies of semi parasitic. *Viscum album* naming *Viscum album ssp. album* was living on these trees. The whitethorn, wild pear, Ankara pear, almond, Braeburn apple, plum, apricot, sour cherry, locust, Canada poplar and willow were found to be the host for *Viscum album ssp. album*. Other mistletoe species; *Viscum album ssp. abietis* was seen on Taurus fir and Taurus cedar while *Viscum album subsp. austriacum* on *Pinus nigra subsp. pallasiana*.

In Kahramanmaraş, Dwarf mistletoe (*Arceuthobium oxycedri*) was seen on Small fruited pine (*Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus*), Crimean juniper (*Juniperus excelsa* Bieb.) and Syrian juniper (*Juniperus drupacea* Labill.); Yellow mistletoe (*Loranthus europaeus*) was seen on Turkey oak (*Quercus cerris*) and Aleppo oak (*Quercus infectoria*); White mistletoe (*Viscum album subsp. abietis*) on Taurus fir (*Abies cilicia subsp. cilicica*) and Taurus cedar (*Cedrus libani*); Pine mistletoe (*V. album subsp. austriacum*) was seen on *Pinus nigra subsp. pallasiana*. On the other hand, *Viscum album ssp. album* was not found on any host in Kahramanmaraş.

DOI:10.18016/ ksudobil.350489

### Article History

Received : 10.11.2017

Accepted : 12.12.2017

### Keywords

Arceuthobium,  
loranthus,  
viscum,  
symptom,  
fruit and pine trees

### Research Article

## Türkiye'nin Doğu Akdeniz ve İç Anadolu Bölgeler'inde Görülen Yarı Parazit Bitki Türlerinin Konakları ve Simptomlarının Araştırılması

### ÖZET

Bu çalışma 2012-2016 yıllarında Niğde ve Kahramanmaraş illerinde meyve ve orman ağaçlarında sorun olan yarı parazit bitki türlerinin, konukçuları ve simptomlarını belirlemek için yapılmıştır. Bu yarı parazit bitkiler konukçuların dallarında çimlendiği yerde şişkinliklere neden olduğu gibi sürgün uçlarından geriye doğru kurumalara da neden olmaktadır. Ayrıca kayısı ve badem gibi bazı konukçularda ağaçların tamamen kurumasına neden olduğu gözlenmiştir. Niğde ilinde; meyve ve park ağacı türlerinde yapılan ökseotu sürveyi neticesinde bu ağaçlarda yarı parazit yaşayan *Viscum album* türüne ait alt türün *Viscum album ssp. album* olduğu belirlenmiştir. Alıç, ahlat, Ankara armudu, badem, elma, erik, kayısı, vişne, akasya, kanada kavağı ve söğüt ağaçlarında *Viscum album ssp. album*'a rastlanmıştır. Diğer ökse otu türleri, *Viscum album ssp. abietis* Toros göknarı ve Toros sedirinde, *Viscum album subsp. austriacum* ise karaçamda görülmüştür.

### MakaleTarihçesi

GelişTarihi : 10.11.2017

Kabul tarihi : 12.12.2017

### AnahtarKelimeler

Arceuthobium,  
oranthus,  
viscum,  
simptom,  
meyveveçamağaçları

### AraştırmaMakalesi

Kahramanmaraş ilinde; Ardıç ökseotu (*Arceuthobium oxycedri*); küçük kozalaklı katran ardıç (*Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*), boylu ardıç (*Juniperus excelsa*) ve andızda (*Juniperus drupacea*), meşe ökseotu (*Loranthus europaeus*) saçlı meşe (*Quercus cerris*) ve mazı meşesinde (*Q. infectoria*), Gökmar ökseotu (*Viscum album* subsp. *abietis*) Toros gökmarı (*Abies cilicica* subsp. *cilicica*) ve Toros sedirinde (*Cedrus libani*) ayrıca çam ökseotu (*V. album* subsp. *austriacum*) kara çamda (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) görülmüş diğer yandan Kahramanmaraş'ta *Viscum album* ssp. *album*'a hiç bir konukçuda rastlanmamıştır.

**To Cite :** Üstüner T 2018. Türkiye'nin Doğu Akdeniz ve İç Anadolu Bölgelerinde Görülen Yarı Parazit Bitki Türlerinin Konakları ve Simptomlarının Araştırılması KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(3):438-446. DOI:10.18016/ksudobil.350489

## INTRODUCTION

Conifer trees and fruit production are among the important agro-forestry activities in Turkey. Many external factors and pests affect yield and quality of the timber production, and parasitic and semi-parasitic plants are the foremost pests among them. Miller (1982) showed that the term mistletoe was first applied to the European mistletoe (*Viscum album*). *Viscum* species include three subspecies belonging to the species of *Viscum album* in Turkey. These subspecies are *Viscum album* ssp. *album*, *Viscum album* ssp. *abietis* and *Viscum album* ssp. *austriacum*. Ball (1993) showed that three widely distributed subspecies of *V. album* that differ in host specificity have been recognised in Europe: *V. album* subsp. *album* on dicotyledonous trees, *V. album* subsp. *abietis* on *Abies* spp. and *V. album* subsp. *austriacum* on *Pinus* spp. and rarely *Larix* spp.

Mistletoe species can perform photosynthesis because of having chlorophyll. However they do not possess a root system like the other plants. Haustorium of mistletoe penetrates to xylem of host to take minerals and water. Mistletoe species have flowers and seeds and the external surfaces of the seeds are sticky, so they can easily stick on tree branches and can germinate on hosts (Hawksworth and Scharpf, 1986; Hawksworth and Wiens, 1996). *Loranthus* is a genus of parasitic plants that grow on the branches of woody trees. Modern systematists consider it as a monotypic genus with the only species *Loranthus europaeus* Jacq. the summer mistletoe or European yellow mistletoe. According to Hegi (1981) *Loranthus europaeus* Jacq. exists on oaks, mostly on downy oak (*Quercus pubescens* Willd.), Turkey oak (*Quercus cerris* L.), pedunculate oak (*Quercus robur* L.) and sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.). *Arceuthobium oxycedri* was reported in Balkan states of Slovenia, Croatia, Bosnia Herzegovina, Yugoslavia and Pakistan on *Juniperus communis*, *J. drupacea* and *J. oxycedrus* (Bondev and Lybenova, 1984; Khaldi et al., 2000; Sarangzai et al., 2010). Species of the genera *Psittacanthus*, *Phoradendron*, and *Arceuthobium* have

the greatest economic and ecological impacts in the Western United States and in Mexico (Geils et al., 2002a-2002b). *Viscum* species spread in many regions of Europe, North Africa, Austria, Asia, China, Western Europe, southern England, Scandinavia, the Balkans, Russia, Japan and Nigeria (Frohne and Pfander, 1984; Kirkup et al., 2000; Ciesla et al., 2004). The study in Kahramanmaraş showed that the ratio of existence of *A. oxycedri* on the host were determined as high dense 16.99 number/host for *J. oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, 15.33 for *J. excelsa* and 14.38 for *J. drupacea*. Also *L. europaeus* was found dense 3.32 on *Q. cerris* and 2.74 on *Q. infectoria*. Another semi-parasite plant, *V. album* subsp. *abietis* was determined as dense 9.92 on *A. cilicica* subsp. *cilicica*, while it was mid dense 0.44 on *C. libani*. Besides, *V. album* subsp. *austriacum* was found as high dense 14.53 number/host on *P. nigra* subsp. *pallasiana* (Üstüner, 2016).

To our knowledge, so far, there was no any studies related symptoms of semi parasitic plants conducted in Kahramanmaraş and Nigde.

## MATERIALS and METHODS

### Materials

The material of this research is mistletoe species, fruit and forest trees. Surveys were conducted in East Mediterranean (Kahramanmaraş province) and Central Anatolia region (Nigde province) in 2012-2016.

### Methods

Mistletoe branches were counted to using field glass for tall trees. Special coverage was calculated via formula proposed by Odum (1971), where SC= Total % coverage of each species/measuring the count of each species found

$$(1)$$

Infection severity of the semi parasites was calculated with formula proposed by Üstüner et al. (2015) with the following equations;

$$\text{Infection severity (\%)} = (a \cdot Co) + (b \cdot \text{Dried Branches Rate}) + (c \cdot T.A) + (d \cdot S.R.) \quad (2)$$

where Co= Coverage, a=1. Coefficient value, D.B.R.= Dried branches rate, b=2. Coefficient value, TA=Tree age. c= 3. Coefficient value, Swelling rate= S.R. d= 4. Coefficient value.

The presentation of infection severity scales were given in Table 1.

Table 1. Scale of infection severity of mistletoe species on hosts

Scale value	Infection rate	Scale of infection
1	0-10	Less severe
2	10-40	Moderate to severe
3	40-70	Severe
4	70-100	Very severe

## RESULTS

Symptoms and hosts of *Viscum*, *Arceuthobium* and *Loranthus* species were investigated in East Mediterranean (Kahramanmaraş province) and Central Anatolia region (Nigde province).

*V. album ssp. album* in shrub shape and 19-28 cm tall, the leaves are dark green, opposite pairs, strap-shaped, entire, leathery textured, 3-5cm long and 1-1.5 cm broad, fruits are round and white colour (Figure1). The stems length are 13-38 cm with dichotomous branches.

Based on the survey in Nigde, *V. album ssp. album* was seen on the fruit trees including almond (*Amygdalus spp.*), Ankara pear (*Pyrus communis L.*), Apricot (*Prunus armenica L.*), Braeburn apple (*Malus domestica cv Braeburn*), Plum (*Prunus spp.*), Sour cherry (*Prunus cerasus L.*), Whitethorn (*Crataegus monogyna Jacq*) and Wild pear (*Pyrus elaeagnifolia Pallas*), while also it was seen on the park trees; Locust

(*Robinia spp.*), Canada poplar (*Populus canadensis Michx*) and Willow (*Salix spp.*). Whereas, *V. album ssp. album* was not seen on any host in Kahramanmaraş.

The infection rates by *V. album ssp. album* was high on Almond (*Amygdalus spp.*) 50.5%, Apricot (*Prunus armenica L.*) 36.90%, Pear (*Pyrus communis L.*) 29.66% and were low on plum (*Prunus spp.*) 3.60% and on apple (*Malus domestica cv Braeburn*) 3.20%. After germinating and penetrating its hostourium to host xylems, mistletoe results swelling in the germination site. As result of this infection, almond and apricot shoot tips died, and after 3 to 4 years some trees were completely dead (Figure 2). But similar symptoms were not seen on locust (*Robinia spp.*), Canada poplar (*P. canadensis Michx*) and willow (*Salix spp.*).

*V. album ssp. abietis* similar to *V. album ssp. album* but there were some differences like leaves size 2x0.8 cm and stem length 9-30 cm (Figure 3). Also the leaves were yellowish-green and fruit elliptic.

The infection severity of *V. album* subsp. *abietis* on *A. cilicica* subsp. *cilicica* was determined as moderate to severe with the ratio of 15.80%, while it was less severe on *Cedrus libani* with the ratio of 4.80% in Nigde. Simultaneously, the infection severity on *A. cilicica* subsp. *cilicica* was moderate to severe with the ratio of 10.73%, and was less severe on *C. libani* with the ratio of 3.40% in Kahramanmaraş. Two symptom case of *V. album* subsp. *abietis* infections were observed. One of which was at needle leafed. *A. cilicica* subsp. *cilicica* where shoot tips were dried (Figure 4), while the other case was on *C. libani* where no dryness were occurred. However, the swelling at branches of both mistletoe hosts were observed during the infection (Figure 5, 6 and 7).



Figure 1. White fruit of *V. album ssp. album* (Üstüner et al., 2015) and seed germination (Heide-Jørgensen, 2015)



Figure 2. *V. album* ssp. *album* caused to swelling at the germination site on the branches of the pear (left) and to dry and die back of the shoot tips of apricot (right) (Üstüner at al., 2015).



Figure 3. White fruits of *V. album* subsp. *abietis* and dichotomous branching (Üstüner at al., 2015)



Figure 4. Symptoms of *V. album* subsp. *abietis* on pine needles of *A. cilicica* subsp. *cilicica*



Figure 5. *V. album* subsp. *abietis* dried shoot tips of *A. cilicica* subsp. *cilicica*



Figure 6. *V. album* subsp. *abietis* germination sites on *C. libani* branch.



Figure 7. *V. album* subsp. *abietis* is causing clogging of xylem, resulting swelling left, drying and dying back of the shoot tips of pine needles (Üstüner et al., 2015).

*V. album* ssp. *austriacum* is similar to *V. album* ssp. *album* and *V. album* ssp. *abietis* but there are some differences like leaf size 2.80x0.70 cm and stem length 15-28 cm (Figure 8). Also the leaves are slightly yellowish-green. The ratio of infection severity of *V.*

*album* subsp. *austriacum* was 10.24% on *P. nigra* subsp. *pallasiana* in Nigde and was 16.23% in Kahramanmaraş. The symptoms of *V. album* subsp. *austriacum* resulted swelling at the germination site at branches, and needle leaf dryness. Pine trees infected by mistletoe have a tendency to live longer.



Figure 8. *V. album* subsp. *austriacum* cause swelling on the branche.

Shoots of Dwarf mistletoes (*A. oxycedri*) are mostly 5-10 cm tall, deep green and verticillate branching. The mature fruit is elips and 3.0x1.5-2.0 mm in size. *A. oxycedri* was not seen in Nigde. While in Kahramanmaras the infection severity of *A. oxycedri* was determined as moderate to severe with a ratio of

10.82% for *J. oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, as less severe with that ratio of 8.57% for *J. excelsa* and as 7.78% for *J. drupacea*. Symptoms followed at first on needle leaf then on shoot tips causing them to dry on the hosts (Figure 9 and 10), and causing shoots completely to dry at the end.



Figure 9. *A. oxycedri* on *J. oxycedrus* subsp. *oxycedrus*.



Figure 10. *A. oxycedri* on *J. excelsa* and *J. drupacea*

*L. europaeus* possess a similar branching pattern to the evergreen mistletoe *Viscum album*, but it is deciduous, yellow-berried mistletoe with dull brown twigs. *L. europaeus* was not seen in Nigde, but it was seen on two host in Kahramanmaras. Infection

severity of *L. europaeus* was less severe and was 8.69%, 7.97% for *Q. cerris* and *Q. infectoria*, respectively. Symptoms occurred resulting shoot tips and leaves of hosts to dry. In addition, *L. europaeus* caused swelling in the branches (Figure 11) resulting Oak shoots to dry completely (Figure 12).



Figure 11. *Loranthus europaeus* caused swelling on branches.



Figure 12. *L. europaeus* dried shoot tips of *Quercus cerris* and *Q. infectoria*.

*V. album* ssp. *album* was observed on 11 hosts in Center of Nigde, 10 hosts in Bor, 9 hosts in Ulukisla, 7 hosts in Altunhisar and 5 hosts in Ciftlik district and none in Camardı. *V. album* subsp. *abietis* and *V. album* subsp. *austriacum* were seen on 2 hosts in Center Nigde, Ulukisla and Camardı, 1 host in Bor district of Nigde. *V. album* subsp. *abietis* was seen on 1 host in Center, Afsin and Ekinozü, 2 in Andırın and Göksunnone in Caglayancerit, Elbistan, Nurhak, Pazarcık and Türkoglu. *V. album* subsp. *austriacum* was seen on 1 host in Center, Afsin, Andırın, Caglayancerit, Göksun, Pazarcık, Türkoglu and Ekinozü while it was not seen in Elbistan and Nurhak district of Kahramanmaras. *A. oxycedri* was not seen on hosts in Nigde, while it was seen on 3 hosts in Center, Afsin, Andırın, Caglayancerit, Ekinozü, Elbistan, Göksun, Nurhak; yet, it was not seen in Pazarcık and Türkoglu district of Kahramanmaras. *L. europaeus* was not found in Nigde but it was found on

2 hosts in Afsin, Andırın, Caglayancerit, Ekinozü, Elbistan, Göksun and Nurhak.

## DISCUSSION

Infection severity of mistletoe species were determined according to hosts in Nigde and Kahramanmaras. *V. album* subsp. *album* was found in different rate (3.2-50.50%) on host of Nigde but it was not seen in Kahramanmaras. *V. album* subsp. *abietis* was detected different rate (3.40-15.80%) on hosts; *V. album* subsp. *austriacum* was detected at different rate (10.24-16.23%) on hosts. *A. oxycedri* was not seen in Nigde. The ratio of infection severity of *A. oxycedri* on the host were determined between 7.78-0.82% in Kahramanmaras. *L. europaeus* was not seen in Nigde but infection severity of *L. europaeus* was found less severe between 7.97-8.69% on hosts of Kahramanmaras.

The rate of infection by *V. album* ssp. *album* was high on Almond 48.54%, Apricot 34.98% and on Pear 28.64%. The ratio of infection severity of *V. album* subsp. *abietis* was moderate to severe with the ratio of 2.40-9.73% on hosts. Similarly, *V. album* subsp. *austriacum* was found moderate to severe with a ratio of 15.25% on *P. nigra* subsp. *pallasiana*. Another semi parasite plant, the ratio of infection severity of *A. oxycedri* on the host were detected moderate to severe with a ratio of 7.78-10.82% for related hosts. Also infection severity of *L. europaeus* was found less severe as 7.97-8.69% on hosts (Üstüner et al., 2015; Üstüner 2016). *A. oxycedri* is widespread in Turkey, *A. oxycedri* was usually found on *J. oxycedri* and *J. drupacea* trees in Turkey (Miller, 1982; Hawksworth and Wiens, 1996).

*Arceuthobium* species were detected at various rates of 10-20% on *Juniperus* species (Lazarev and Grigorov, 1980), 3-32% on pinus (Hawksworth and Johnson, 1989), 42% on Douglas-fir (Bolsinger, 1978) and 57% on conifer (Marsden et al., 1991). *V. album* ssp. *austriacum* has killed 15-20% of *Pinus sylvestris* branches (Dobberting and Rigling, 2006). The infection severity of mistletoe was 14% in Spain (Oliva and Colinas, 2007), 30% in Croatia (Idžojtić et al., 2008) and 22% in Romania (Barbu, 2009). *V. album* ssp. *abietis* infected Silver fir at a 20-40% rate (Barbu, 2012). The infection rate of *V. album* ssp. *album* on oak was 12.9% (Matula et al., 2015). Infection severity of Mistletoe species may varies according to different host, density, region, ecology and growing conditions. The results of previous studies were partially similar with these results.

After mistletoe germination hostourium penetrated to host xylems, the swelling was formed at germination site. Mistletoe infections lower the vigor of the host, induce premature mortality, reduce the quality and quantity of wood produced. Heavily infected trees die following a few years (Bhattacharyya and Uniyal, 1982; Hawksworth, 1983). Most infected trees with *A. oxycedri* can survive for several decades; generally the smaller trees decline and die more quickly than the larger ones. The first symptom of dwarf mistletoe infection is a slight swelling of the bark at the infection site (Hawksworth and Geils, 1990; Hawksworth and Wiens, 1996; Koski et al., 2013). *L. europaeus* has a similar branching pattern to the evergreen mistletoe *Viscum album* L., infected trees with *L. europaeus* may be reduced in vigor, stunted, or even killed. On some host species large swelling occur at the infected branches where the mistletoe penetration taken place (Perry et al., 2006; Zebec and Idsotij, 2006).

Different symptoms and hosts range of mistletoe species were determined in Nigde and Kahramanmaras. Similar results reported by Miller (1982), Hawksworth and Wiens (1996), Üstüner et al. (2015) and Üstüner (2016) in Turkey. Simultaneously

Hawksworth and Johnson (1989), Dobberting and Rigling (2006), Oliva and Colinas (2007), Idžojtić et al. (2008) and Barbu (2012), Matula et al. (2015) reported partially similar results with the current study in the world.

## CONCLUSION

Infection severity of mistletoe species may be differ according to hosts, density, region and ecosystem in Nigde and Kahramanmaras.

Mistletoe species caused swelling at the germinated site in the branches of the host and caused the shoot tips of host to dry. *V. album* subsp. *abietis* caused *A. cilicica* subsp. *cilicica* needles leaves to dry first, then the shoot and finally kill the host completely. Pine trees infected by *Viscum* can live longer but apricots and almonds could not. Swellings on the branches and shoot tips of *Q. cerris* and *Q. infectoria* were killed by *L. europaeus*.

## ACKNOWLEDGEMENTS

My appreciations go to Prof.Dr. Sibel Uygur for making diagnosis of mistletoe species, from Cukurova University, Agriculture Faculty, department of Plant Protection. I also thank to the Regional Directorate of Forestry of Kahramanmaras for their help in this study.

## REFERENCES

- Ball PW 1993. *Viscum* L. In flora Europaea. p. 86. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.
- Barbu C 2009. Impact of Mistletoe Attack (*Viscum album* ssp. *abietis*) on Radial Growth of Silver fir. A case study in the North of Eastern Carpathians. *Annals of Forest Research*, 52: 89-96.
- Barbu C 2012. Impact of White Mistletoe (*Viscum album* ssp. *abietis*) Infection on Needles and Crown Morphology of Silver Fir (*Abies alba* Mill.). *Not. Bot. Horti Agrobiol*, 2012, 40(2): 152-158. Print ISSN 0255-965X; Electronic, 1842-4309.
- Bhattacharyya UC, Uniyal BP 1982. A Botanical Tour to Pangi and Triloknath in the upper Chenab. *J Bombay Natural History Society*, 79: 57-78.
- Bolsinger CL 1978. The Extent of Dwarf Mistletoe in Six Principal Soft woods in California, Oregon, and Washington, as Determined From Forest Survey Records. In *Proceedings of the Symposium on Dwarf Mistletoe Control through Forest Management*, 11-13 April.
- Bondev IA, Lyubenova MI 1984. Materials and Critical Notes on the Bulgarian Flora. *Fitologija*, 24:64-67.
- Ciesla WM, Geils BW, Adams RP 2004. Hosts and Geographic Distribution of *Arceuthobium oxycedri*. United States Department of agriculture forest service, US.



- Dobbertin M, Rigling A 2006. Pine mistletoe (*Viscum album* ssp. *austriacum*) Contributes to Scots Pine (*Pinus sylvestris*) Mortality in the Rhone Valley of Switzerland. For. Path., 36: 309-322.
- Frohne D, Pfander HJ 1984. Mistletoe. In a Colour Atlas of Poisonous Plants. 1st ed. Wolfe Pub., pp: 155-156, London, UK.
- Geils BW, Wiens D, Hawksworth FG 2002a. Phoradendron in Mexico and the United States. USDA Forest Service Gen Tech. Rep.
- Geils BW, Tovar JC, Moody B 2002b. Mistletoes of North American Conifers. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-98. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 123 p.
- Hawksworth FG 1983. Mistletoes as Forest Parasites. In: The biology of mistletoes (eds. Calder M, Bernhardt P), pp. 317-333. Academic Press Australia.
- Hawksworth FG, Scharpf RF 1986. Spread of European Mistletoe (*Viscum album* L.) in California, US. European J. Forest Pathology, 16:1-5.
- Hawksworth FG, Johnson DW 1989. Biology and Management of Dwarf Mistletoe in Lodgepole Pine in The Rocky Mountains, USDA Forest Service Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, General Technical Report Rm-169, Colorado, 38 p.
- Hawksworth FG, Geils BW 1990. How Long Do Mistletoe-Infected Ponderosa Pines Live? West. J. of App. Forestry, 5(2):47-48.
- Hawksworth FG, Wiens D 1996. Dwarf Mistletoes: Biology, Pathology and Systematics. Agric. Handb. 709. Washington DC: US Department of agriculture. 410 pp. [online] Available: [http://www.rms.nau.edu/publications/ah\\_709](http://www.rms.nau.edu/publications/ah_709).
- Hegi G 1981. Illustrierte Flora von Mittel europa, Band III, Teil 1. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 504 pp.
- Heide-jørgensen HS 2015. The Mistletoe *Viscum album*. [www.viscum.dk](http://www.viscum.dk)
- Idžojtić M, Pernar RM, Glavaš M, Zebec M, Diminić D 2008. The Incidence of Mistletoe (*Viscum album* ssp. *abietis*) on Silver Fir (*Abies alba*) in Croatia. Biologia, 63(1):81-85.
- Khaldi A, Khouja ML, Abdelmoula K, Khouaja A 2000. The Situation of *Juniperus phoenicea* and *Juniperus oxycedrus* in Tunisia. Paper presented at the international Symposium Problems of Juniper Forests, Osh, Kyrgyzstan.
- Kirkup DW, Polhill RM, Wiens D 2000. *Viscum* in the Context of its Family Viscaceae and Its Diversity in Africa. In: Mistletoe: The Genus *Viscum*, ed. A. Bussing. Harwood Academic Publishers.
- Koski RD, Jacobi, WR, Swift, CE 2013. Mistletoes in Colorado Conifers. Colorado State University Extension. 2/99. Revised 12/13.
- Lazarev MA, Grigorov AN 1980. Modern Conditions and Perspectives of Studying *Arceuthobium* M.B. parasitizing the Crimean junipers. Byull. Gos. Nikit. Bot. Sada., 1:64-67.
- Marsden MA, Filip GM, Hessburg PF 1991. Using the Forest Timber Inventory for Sampling The Occurrence of Pests on Interior Douglas-fir. In: Baumgartner, D.M.; J.E. Lotan, comp. and eds.; Symposium proceedings: Interior Douglas-fir, the species and its management. February 27-March 1, 1990. Cooperative Extension, Washington State University, Pullman, WA. p. 109-113.
- Matula R, Svátek M, Pálková M, Volařík D, Vrška T 2015. Mistletoe Infection in an Oak Forest is Influenced by Competition and Host Size Radim. PLoS ONE, 10(5): e0127055. doi:10.1371/journal.pone.0127055
- Miller AG 1982. *Arceuthobium* Bieb. and *Viscum album* L. (Flora of Turkey and the East Aegean Islands), University Press, Edinburgh.
- Odum EP 1971. Fundamentals of Ecology. W.B: Saunders company, Philadelphia, London, Toronto, p.547.
- Oliva J, Colinas C 2007. Decline of Silver fir (*Abies alba* Mill.) Stands in the Spanish Pyrenees: Role of Management, Historic Dynamics and Pathogens. Forest Ecol. Manag, 252:84-97.
- Perry J, Elmore CL, Emeritus D 2006. Mistletoe. University of California Agriculture and Natural Resources, Pest Notes, Publication, 7437, Page;1-3.
- Sarangzai AM, Khan N, Wahab M, Kakar A 2010. New Spread of Dwarf Mistletoe (*Arceuthobium oxycedri*) in Juniper Forests, Ziarat, Balochistan, Pakistan. Pakistan J. Bot., 42(6): 3709-3714.
- Üstüner T, Düzenli S, Kitis YE 2015. Determination of Infection Rate of Mistletoe (*V. album*) On Hosts in Nigde Province. J. Turkish Weed Sci., 18(1-2); 5-14.
- Üstüner T 2016. Infection Severity of Semi Parasite Species on Hosts in East Mediterranean Region of Turkey. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS), 9(11):17-25.
- Zebec M, Idžojtić M 2006. Hosts and Distribution of Yellow Mistletoe, *Loranthus europaeus* Jacq. In Croatia. Ladnikia, 19: 41-46.

## Alternatif Tahıl: Eskinin Unutulmuş Yeni Bitkisi Tef (*Eragrostis tef* [Zucc.] Trotter)

Uğur SARI<sup>id</sup>, İskender TİRYAKI<sup>id</sup>

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Çanakkale  
✉ : itiryaki@comu.edu.tr

### ÖZET

Geçmişten günümüze değişen yaşam ve beslenme alışkanlıkları, günlük diyet içerisinde hazır gıdaların giderek daha fazla yer almasına ve her geçen gün artan sağlık sorunları tüketicilerin zaman içerisinde alternatif bitkisel besin kaynaklarını aramasına neden olmuştur. Süre gelen bu arayışlar, yeni bitki çeşitlerinin geliştirilmesine ve var olan besin kaynaklarının sağlıklı beslenme ve diyet kalite kriterleri açısından tekrar ele alınması sonucunu doğurmuştur. Bu arayışlar aynı zamanda geçmişi çok eskilere dayanmasına karşın, yetiştiriciliğinin farklı nedenlerle terkedildiği ya da halen dünyanın az gelişmiş, çok marjinal alanlarında geleneksel, daha ziyade ilkel tarımsal yöntemler kullanılarak üretimi yapılan bitki tür ve çeşitlerinin tekrar gündeme gelmesine neden olmuştur. Moda-bitkiler olarak da isimlendirilebilecek bu bitkiler basın ve yayın aracılığı ile tüketicilere duyurulmakta ve tüketicilerin bu bitkileri talep etmesine ve yeni pazarların oluşmasına sebep olmaktadır. Dünya genelinde insanların günlük diyetlerinin büyük bir kısmını oluşturan temel bitki tür ve çeşitleri ile kıyaslandığında, tamamen unutulmuş gibi gözükse de bu bitki türlerinin yeniden keşfi, bu bitkilerin günümüzde farklı yönleri ile ele alınarak alternatif diyet ürünü olarak piyasadaki yerlerini almalarını sağlamıştır. Söz konusu moda-bitkilerden biri olan tef (*Eragrostis tef*) Etiyopya'nın doğal bitkisi olarak bölge insanların günlük diyetlerinde çok önemli bir yer tutmaktadır. Bitki son zamanlarda dünyanın farklı bölgelerinde de dengeli beslenme açısından alternatif karbonhidrat kaynağı olarak gösterilmektedir. Yeni bilimsel çalışmalar bitkinin daha fazla tanınmasına ve öneminin giderek artmasına neden olmaktadır. Bu çalışma, ülkemiz için önemli bir tarımsal potansiyele sahip olabilecek tef bitkisinin birçok yönü ile ele alınarak tanıtılmasını amaçlamaktadır.

DOI:10.18016/ksudobil.328540

### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 14.06.2017

Kabul tarihi : 13.11.2017

### Anahtar Kelimeler

Tef,  
diyet,  
gluten,  
tahıl,  
beslenme

### Derleme Makale

## An Alternative Cereal: Forgotten a New Plant from The Past

### ABSTRACT

Changing lifestyles and eating habits from the past to the present, and increasing availability of ready-to-eat foods in daily diet along with increasing health problems prompted consumers to look for alternative herbal nutrients over time. Such ongoing quests have led to the development of new plant varieties and the reconsidering of existing nutrients in terms of healthy nutrition and diet quality criteria. At the same time, such searches have led to the resurgence of plant species and varieties that have been produced using traditional or primitive agricultural methods in very marginal areas of the world, where cultivation has been abandoned for a variety of reasons, or which are still underdeveloped. Since such plants, which can also be called as fashion-plants, are announced to consumers by the press, those plants are demanded by the consumers and such demand creates new markets. The rediscovery of such plant species, which seem to have been completely forgotten in the past, is expected to become even more popular in the near future if they are addressed by different aspects

### Article History

Received : 14.06.2017

Accepted : 13.11.2017

### Keywords

Teff,  
diet,  
gluten,  
cereal,  
nutrition

### Review Article

of today's plants, as compared to the basic plant species and varieties that make up a large part of people's daily diet around the worldwide. As a natural plant of Ethiopia, teff [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] is also considered as one of such fashion-plants and takes place very important role in daily diet of people of the region. The plant has recently been shown as an alternative source of carbohydrates in terms of balanced nutrition in different parts of the world. New scientific studies are causing the plant to become more recognized and to increase its importance. This study has been prepared to introduce many aspects of teff plant which may have an important agricultural potential in near future for our country.

**To Cite :** Sarı U, Tiryaki İ 2018. Alternatif Tahıl: Eskinin Unutulmuş Yeni Bitkisi Tef (*Eragrostis tef* [Zucc.] Trotter). KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(3). 447-456. DOI:10.18016/ksudobil.328540

### Taksonomik Sınıflandırması

*Poaceae* familyası, *Chloridoideae* (*Eragrostoideae*) alt familyası, *Eragrostidae* takımı, *Eragrostis* cinsine dâhil olan tef bitkisinin yaklaşık 350 türü bulunmaktadır (Watson and Macfarlane, 1992). Bu türlerden tek ve çok yıllık olanlar mevcuttur (Conert, 1992; Tefera ve ark., 2003). Geçmişte *Eragrostis abyssinica* (Jacq.) ve *Cynodon abyssinicus* (Jacq.) gibi sinonim isimler (binomial nomenclature) ile isimlendirilen bitki günümüzde *Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter olarak isimlendirilmektedir (Assefa ve ark., 2011). Taksonomik sınıflandırmalardaki belirsizliklerin nedeni olarak cinsin yüksek oranda poliploidy göstermesi ve kompleks bir genom yapısına sahip olması gösterilmektedir. *E. tef* türünün cins içerisinde yer alan 14 yabancı türden progenitör olarak yararlandığı kabul edilmektedir (Ingram ve Doyle, 2003). Cins içerisinde yer alan türlerin %69 oranında ploidy gösterdiği bildirilmiştir. *E. tef*, oldukça zengin bitki topluluğuna sahip cins içerisinde tanesi için yetiştiriciliği yapılan tek tür olarak bilinmektedir. Temel kromozom sayısı 10 olan cins içerisinde diploid, tetraploid ve hexaploid genom yapılarına sahip, auto-ve allo-poliploid yapı sergileyen çok sayıda tür bulunmaktadır (Assefa ve ark., 2011). *E. tef*, allotetraploid ( $2n=4x=40$ ) bir bitkidir (Assefa ve ark., 2011). Tefin kültürü yapılan bitki türlerinden en yakın ilişkili olduğu bitki türü olarak rağı millet (*Eleusine coracana*) gösterilirken, alt familya olarak en yakın ilişkili kültür bitkileri olarak sorgum (*Sorghum bicolor*) ve mısır (*Zea mays*) gösterilmektedir. Ortolog genler kullanılarak yapılan dizi analizi sonuçları ve filogenetik çalışmalar ise tef'e en yakın bitki türlerinin cin darı (*Setaria italica*) ve sorgum (*Sorghum bicolor*) olduğunu göstermiştir (Cannarozzi ve ark., 2014).

### Botanik Özellikleri

Bir buğdaygil bitkisi olan tef toprak, iklim ve yetiştirme şartlarına göre değişmekle birlikte tarla şartlarında ortalama 4-8 cm arasında derinlere inebilen, morfolojik olarak zayıf saçak kök sistemine

sahiptir (Assefa ve ark., 2011; Ebba, 1969). Ortalama 2.3 mm olan ancak 1-5 mm arasında değişebilen gövde kalınlığına sahip olan bitkide gövde boğum ve boğum aralarından meydana gelmektedir. Gövdede boğumlar dolu, boğum araları ise boştur. Gövde çoğunlukla dik gelişmekte ancak zayıf bir gövde yapısına sahip olan bitkide boylanmaya bağlı olarak yatma durumu gözlenmektedir. Bazı çeşitlerde ise yatık büyüme formu görülebilmektedir (Assefa ve ark., 2011). Bitki boyu 25 cm ile 135 cm arasında değişmektedir (Ketema, 1997; Tadesse ve Kebede, 1995). Vejetasyon süresi 90 ile 130 gün arasında değişmekte, ortalama 100 gün civarında olmaktadır (Ketema, 1993). Etyopya'daki bazı yerel çeşitlerin düşük sıcaklık ve kuraklık nedenleri ile 85 günden daha erken bir sürede olgunlaştığı bildirilmektedir (Ketema, 1993). Yapraktaki yakacık ya belirsiz ya da dumura uğramıştır. Kulakçıklar bazı genotiplerde ince tüylerden meydana gelirken diğerlerinde belirgin bir yapı sergilememektedir. Panikula şeklinde çiçek topluluğuna sahip olan bitkide salkımlar gevşek formdan sık salkım formuna kadar değişiklik göstermektedir. Salkımlarda, salkım dalları başakçıkların katlanmasına göre birincil (primer), ikincil (sekonder) ve üçüncül (tersiyer) dallar şeklinde ayrılmaktadır. Ortalama 39 cm olan salkım boyu, 11cm ile 63 cm arasında değişiklik göstermektedir (Ketema, 1997). Başakçıkta çiçek sayısı genotiplere göre değişmekle birlikte 3-17 arasındadır (Assefa ve ark., 2011). Her bir çiçek iç kavuzlar, üç erkek organ, çoğunlukla iki parçalı, istisnai durumlarda üç parçalı tüylü bir dişi organ bulunmaktadır (Ketema, 1997). Çiçeklerde tozlanma sabahın erken saatlerinde salkım tepesinden başlamakta ve maksimum 2 saat kadar devam etmektedir (Tareke, 1981). Buna karşın her başakta çiçeklenme aşağıdan yukarı doğru seyir göstermekte, bu nedenle çiçeklenme başakta 1-2 hafta, tüm salkımda ise 4 hafta kadar sürmektedir (Tareke, 1981). Panikula başına ortalama tane verimi 0.9 g iken bitki başına tane verimi ortalama 8 g civarındadır (Ketema, 1993). Her bir başakçık, uzunlukları farklı olan dış kavuzlara (Gluma) sahiptir. Tef büyük oranda

(% 99>) kendine tozlanan bir bitkidir (Ketema, 1993). Tozlanma günün erken saatlerinde gerçekleşmektedir.

Oldukça küçük olan tef tohumları kavuzsuz, çeşit ya da hatlara göre değişmekle birlikte gelişmiş mikroskoplar altında görülebilen ağ şeklinde örülmüş liflerin meydana getirdiği düz bir tohum yüzeyine sahiptir (Kreitschitz ve ark., 2009). Tohum kabuk rengi süt beyazından koyu kahverengiye kadar değişen bitkide en yaygın tohum renkleri beyaz, süt beyazı, açık kahverengi ve koyu kahverengidir (Ketema, 1993). Tohum taneleri uzun oval biçimli olup 1.1-1.2 mm uzunluğunda ve 0.6 mm genişliğindedir (Kreitschitz ve ark., 2009). Tek bir tef tohumu tanesi genellikle 0.2-0.4 mg aralığında olup bin tane ağırlığı genelde 0.19-0.21g arasında değişmektedir. Ancak bazı iri taneli genotiplerde bin tane ağırlığının 0.3-0.5g arasında değiştiği rapor edilmiştir (Bedane ve ark., 2015). Bu nedenle tef tohumları karbonhidratça zengin tahıl bitkileri içerisinde en küçük tohuma sahip bitki olarak gösterilmektedir (Belay ve ark., 2006; Bultosa, 2007). Bitki tanelerinin yere düşürülmesi durumunda kolayca kaybolması ve bulunmasının neredeyse imkânsız olması nedeniyle yerel dilde bu bitki (Amharca Etiyopya'nın millî resmî dili) teffa (kayıp) olarak isimlendirilmektedir.

### Yetiştirilmesi Sıcaklık, Yağış ve Toprak İsteği

Tropik ve subtropik iklim bölgelerinin bitkisi olan tef her iki yarım kürede de yayılım göstermektedir. Deniz seviyesinden 2800m rakımlara kadar farklı topografyalarda yetişebilen bitki en iyi gelişimini 1800-2100m rakımlarda göstermektedir (Evert ve ark., 2009; Miller, 2010). Tef toprak sıcaklığının minimum 19°C olduğu durumlarda iyi bir çimlenme ve büyüme göstermektedir (Evert ve ark., 2009). Yıllık yağışı 750-800 mm, vejetasyon döneminde 450-550 mm yağış alan, 10-27°C arasındaki sıcaklık rejimlerine sahip bölgelerde en iyi gelişim göstermektedir. Tek yıllık sıcak iklim bitkisi olan tef diğer sıcak iklim bitkilerinin yetiştirilebildiği iklim koşulları altında ekimi yapılabilmektedir (Miller, 2010). Tef diğer tahıllar ile karşılaştırıldığında çok farklı iklim ve toprak şartlarına adapte olabildiği görülmektedir (Bekele ve ark., 1995; Jackman, 1999; Ketema, 1997). Genelde iyi drene olmuş ağır bünyeli killi, yüksek rakımlı Etiyopya topraklarına iyi adapte olduğu bildirilmiştir. Ancak, günümüzde çok daha geniş iklim ve özellikle marjinal toprak koşullarında yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bitki genel olarak kuraklık ve su basmalarına karşı toleranttır. Fakat kuru ve uzun süreli yağışlardan kaynaklı su basmalarına karşı iyi bir bitki örtüsü oluşturamaz. Çok farklı iklim ve toprak şartlarında yetiştirilebilmesi nedeni ile Amerika'nın Idaho eyaletinin kurak ve rakımı yüksek dağları yanında Kuzey İrlanda'nın ıslak, taban suyu yüksek topraklarına kadar çok farklı toprak ve iklim

şartlarında tarımının yapılabilmesi mümkün olmaktadır (Crymes, 2015). Küçük tohumları nedeni ile çok iyi hazırlanmış toprak hazırlığı gerektiren bitki, toprak yapısı, yabancı ot durumu ve drenaj sorunlarına göre 2-5 kez sürülerek iyi hazırlanmış tohum yatağı hazırlığı gerektirmektedir. Ekimi drenaj sorunu olan yerlerde tohum yatağı sırtlarına el ya da makine ile yapılabilmektedir. Çok küçük tohumlu olan tef bitkisinin ekimi genelde toprak yüzeyine yapılmaktadır. Diğer taraftan ekim derinlikleri ile yapılan bir çalışmada yüzeysel yapılan ekimlerde, 5-20 mm ekim derinliklerine göre çıkış oranlarında önemli azalmalar olduğu tespit edilmiştir (Debelo, 1992). Bu nedenle tohum ekiminde toprak-tohum temasını artıracak baskılama işleminin yapılması iyi bir tohum çimlenmesi ve iyi bir bitki örtüsünün oluşması için önemlidir. Ekim için kaplanmış tef tohumlarının kullanılması ekim derinliği ve birim alandaki bitki sayısını kontrol edebilmek açısından tavsiye edilmektedir. Elle yapılacak ekimde homojen tohum dağılımına sağlamak daha güç olduğu için 5.5 kg/da kadar tohum yeterli olmakla birlikte, makinalı ekimde bu oran 1.5 kg/da' a kadar düşebilmektedir.

### Gübreleme İsteği

Tef düşük girdili bir ürün olarak göz önüne alındığından minimal gübreleme ihtiyacı duymaktadır. Bu nedenle çok farklı iklim ve toprak şartlarına adapte olabilen bitkinin gerçek gübreleme değerleri, yetiştirildiği toprak şartlarına göre yapılacak denemeler ile belirlenmesi gerekmektedir. Ancak, genelde dekara 4-6 kg N ve 2-3 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tef yetiştiriciliği için yeterli olmaktadır. Azot gübrelemesinin bölünerek verilmesinin tane verimini artırdığı, sap verimine ise herhangi bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Alkamper, 1973). Tef üretiminde potasyum (K) gübrelemesinin hiç ya da çok az öneme sahip olduğu rapor edilmiştir (Alkamper, 1973). Yonca gibi baklagillerden sonra yapılacak tef yetiştiriciliğinde ekstra azotlu gübreye uygulamasına ihtiyaç duyulmamaktadır (Miller, 2010). Ayrıca, yüksek azot uygulamasından kaynaklanan ve diğer sıcak mevsim buğdaygillerinde gözlenen nitrat toksitesi tef bitkisi için henüz rapor edilmemiştir.

### Yabancı Ot Kontrolü

Tef ekimi uygun sezonda, yeterli sıklıkla ve gerekli aletlerle yabancı otlardan arı hale getirilmiş tarlaya yapılmalıdır (Ketema, 1997). Ekilecek tohumların saf ve yabancı ot tohumlarından arı olması, ekim sonrasında yapılacak yabancı ot mücadelesi için çok önemli katkı sağlamaktadır (Ketema, 1997). Sıcak ortam şartlarında daha hızlı çimlenebilen tef tohumları, çıkış sonrası ilk iki haftalık dönemde toprak üstü aksam yerine kök sisteminin geliştirilmesine yönelik büyüme davranışı sergilemektedir. Bu nedenle erken vejetasyon

döneminde, diğer bir deyişle bitkinin toprak üstü aksamının aktif büyümeye geçeceği evreye kadar olan dönemde yabancı ot rekabetinin azaltılması, uygun yabancı ot mücadelesinin yapılmasını gerektirmektedir. Mevsiminin erken zamanlarında, sınırlı toprak işleme tekniklerinin kullanıldığı tarlalarda daha fazla yabancı ot problemleri ile karşılaşılabilir. Yabancı ot baskısını azaltmak amacıyla tef ekiminin, toprak sıcaklığının arttığı dönemlerde yapılması tavsiye edilmektedir (Miller, 2010). Yabancı ot oranının az olduğu yerlerde, çıkıştan 25-30 gün sonra mekanik olarak yapılacak yabancı ot mücadelesi yeterli olmaktadır. Ancak, yabancı ot oranının fazla olduğu alanlarda sapa kalkmadan önceki bir dönemde ikinci bir yabancı ot mücadelesi tavsiye edilmektedir. Buna karşılık sapa kalkma sonrası bitkiye büyük zararlar vermesi nedeniyle yabancı ot mücadelesinin yapılmaması gerekmektedir (Ketema, 1997). Yabancı ot rekabeti tef tarımında %52'lere varan verim kayıplarına neden olabilmektedir (Berhanu, 1986). Mekanik yabancı ot mücadelesine karşın yabancı ot ilaçlarının ekimden 1-2 hafta önce özellikle geniş yapraklı tek yıllık yabancı ot mücadelesinde etkin olduğu belirtilmiştir (Berhanu, 1986). Kardeşlenme döneminde 4-chloro-2-butynyl3-chlorocarbanilate ve benzer etken madde içerikli yabancı ot ilaçlarının başarıyla kullanılabilirliği belirtilmiştir (Berhanu, 1986; Ketema, 1993). Tef bitkisinin herbisitlerin 2,4-D içerikli olanlarına karşı kısmen toksik etki gösterdiği, Glyphosate, terbuthryne ve primagram gibi ilaçların ise doğrudan toksik etkiye sahip oldukları rapor edilmiştir (Ketema, 1993).

### Hastalık ve Zararlılar

Tef diğer tahıllarla karşılaştırıldığında gerek bitki ve gerekse tane olarak bitki hastalıklarına karşı kısmen tolerant olarak kabul edilmektedir (Cheverton and Chapman, 1989; Stallknecht ve ark., 1993). Tef yetiştirilen bölgelerde 33 çeşit mantar ve nematod kaynaklı hastalık tespit edilmiştir (Refera, 2001). En önemli tef hastalıklarının ise pas (*Uromyces eragrostidis*) ve salkım yanıklığı (*Helminthosporium miyakei* Nisikado) olduğu, nemin yüksek seviyede olduğu bölgelerde ise bu hastalıkların daha büyük zararlara neden olabileceği rapor edilmiştir (Cheverton ve Chapman, 1989; Stewart ve Yiroou, 1967; Tareke, 1981). Diğer taraftan, pas hastalığı bitkide %10-25 oranlarında kayıplara neden olurken tane veriminde önemli bir verim kaybının meydana gelmediği, söz konusu durumun tane amaçlı yapılacak yetiştiricilik açısından büyük bir avantaja sahip olabileceği bildirilmektedir (Ketema, 1993). Fide çökerten hastalığına sebep olan *Drechslera poae* (Baudis) bitki sıklığının fazla olduğu alanlar ile geç ekim yapılan alanlarda önemli verim kayıplarına neden olabileceği belirtilmiştir (Ketema, 1997).

Tef bitkisine değişik oranlarda zarar veren çok sayıda zararlının var olduğu rapor edilmiştir (Ketema, 1993). Ancak bunlardan kırmızı tef kurdu (*Mentaxya ignicollis*) larva ve erginlerinin yaprak ve erken olum dönemindeki tanelere çok önemli zararlar verdiği tespit edilmiştir (Gebremedhin, 1987). Bu zararlıya karşı uygun zamanda (metrekarede 25> larva) yapılacak tek seferlik ilaç uygulamasının yeterli olacağı, bu uygulama sayesinde önemli verim kayıplarının ortadan kaldırılabilirliği bildirilmiştir.

### Yem Bitkisi Olarak Tef

Tef daha ziyade tanesi için yetiştirilen ve bu şekilde bilinen bir bitki olmasına karşın bitkinin yem bitkisi olarak kullanılma potansiyeli oldukça yüksektir. Özellikle Güney Afrika ve Amerika'da yapılan çalışmalar bitkinin yem bitkisi olarak değerlendirilebileceğini göstermiştir. Tef otunun besleyici ve hayvanlar tarafından sevilerek tüketildiği, yaprak/sap oranının (73/27) oldukça yüksek olduğu ve otunun %65 oranında sindirilebildiği rapor edilmiştir (National Academy of Sciences 1996). Tef bitkisinin yem kalite kriterleri açısından diğer bazı yem bitkileri ve tahıllar ile olan karşılaştırmasına ait veriler Çizelge 1'de sunulmuştur. Ham protein oranı mısır ile yulaf arasında yer alan bitkide selüloz oranı diğer tahıllardan belirgin bir şekilde yüksektir (Çizelge 1). NDF oranı, karşılaştırıldıkları diğer tahıllardan daha yüksek olurken ADF oranı yonca otuna diğer tahıllardan daha yakındır (Tablo 1). Bakım ve gübreleme işlemi olması gerektiği şekilde yapılan ve çiçeklenme öncesi dönemde hasat edilen tef otunda %13-16 civarında bulunan ham protein, tohum bağlama döneminde %6.5'lara gerilemektedir (Kaplan ve ark., 2016). Tef samanında %3.6 oranında ham protein bulunmakta, protein oranı erken çiçeklenme döneminde 121g kg<sup>-1</sup>, tam çiçeklenme döneminde ise 86 kg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir (Çizelge 1) (Mosi and Butterworth, 1985). Uygun iklim ve toprak şartlarında ekimden ilk biçime kadar geçen süre 50-55 gün olurken birinci biçimden itibaren ikinci biçime kadar geçen süre 40-45 gün olarak belirtilmektedir (Roseberg ve ark., 2005). Biçim sonrası büyümenin hızlı olduğu bitkide biçim yüksekliğinin en az 8-12 cm yüksekten yapılması tavsiye edilmektedir (Roseberg ve ark., 2005). Ancak, bitkinin zayıf kök yapısı biçim sırasında bitkinin tamamen topraktan sökülmesine neden olabileceğinden dolayı bitkinin biçilerek değerlendirilme potansiyelinin araştırılması gerekmektedir. Tef özellikle diğer sıcak iklim yem bitkileri olan millet, sorgum, sorgum-sudan otu melezi gibi bitkiler ile karşılaştırıldığında, ince-narin gövde yapısı ve bol yapraklı olması nedenleri ile hayvan beslenmesi açısından birincil derecede ot amaçlı kullanılabilirliğini, ancak silaj bitkisi olarak kullanılabilme potansiyelinin var olduğu ve araştırılması gerektiği düşünülmektedir.

Çizelge 1. Tef bitkisinin yem kalite kriterleri açısından diğer bazı yem bitkileri ve tahıllar ile olan karşılaştırması (Mosi ve Butterworth, 1985'dan uyarlanmıştır).

Bileşenler*	Yonca kuru ot	Mısır Koçanı	Yulaf Samanı	Tef Samanı	Buğday Samanı
Kuru Madde (%)	90.1	91.0	91.9	91.1	92.4
Organik madde	89.5	88.2	91.9	90.8	89.5
Ham protein	20.1	5.1	6.2	3.6	2.3
Nötral Deterjan Selülozu	44.4	75.5	71.2	77.5	76.1
Asit Deterjan Selülozu	36.6	51.3	46.6	44.3	51.7
Lignin (Odun Özü)	4.8	4.8	6.6	5.1	6.4
Hemi-selüloz	7.8	24.2	24.6	33.3	24.3
Selüloz	31.8	46.5	40.0	39.2	45.3
ADF-kül		5.2	3.6	3.4	6.9
Fosfor	0.30	0.17	0.15	0.25	0.22
Metabolik enerji (Mj/kg <sup>1</sup> )	19.0	16.7	17.9	17.6	18.8

\*kg da<sup>-1</sup>

Diğer taraftan özellikle mera bitkilerinin yaz periyodu boyunca verim yanında önemli kalite kayıplarına uğraması bu alanlarda alternatif bitkilerin ele alınmasını gerektirmektedir. Bu alanlarda yağış ve iklim şartlarının normal olması durumunda çok yıllık serin iklim yem bitkileri yüksek kalitede ürün vermelerine karşın, özellikle kuru ve yüksek sıcaklığa sahip iklim koşullarında ve özellikle de yaz aylarının ikinci yarısından sonra çok önemli verim ve kalite kayıplarına uğramaktadır. Bu nedenle sıcak iklim şartlarında, kurağa tolerant olan tek yıllık tef bitkisi bu alanlarda yetiştirilebilecek önemli bir alternatif yem bitkisi olarak öne çıkmaktadır (Hunter ve ark., 2007).

### Kimyasal Kompozisyonu

Tahıl ürünlerinin kimyasal kompozisyonu tahıl türüne göre büyük çapta değişiklik göstermektedir. Bu değişim aynı zamanda yetiştirme şartları, iklim ve toprak özellikleri ile gübreleme ve sulama gibi kültürel uygulamalara da bağlı olarak değişmektedir (Baye, 2014). Tef bitkisini buğday, arpa ve çavdar gibi diğer tahıl ürünlerinden ayıran ve öne çıkmasını sağlayan en önemli özelliği gluten içermemesidir (Baye, 2014). Gluteniz gıdalara olan talep, çölyak hastalığı tanısı ve diğer glutene hassas hastalıkların artışına bağlı olarak her geçen gün daha da artmaktadır (Bultosa ve Taylor, 2004; Hopman ve ark., 2008). Tahıllar, insan beslenmesinde karbonhidrat ve ana enerji kaynağı olduğu kadar aynı zamanda metabolizma ve hücre dengesi için de önemli bir yere sahiptir (Baye, 2014). Tef tohumlarının %73.1'i kompleks karbonhidratlardan oluşmaktadır (USDA, 2016) (Çizelge 2). Besinlerdeki karbonhidratların parçalanma oranı glisemik indeks (GI) ile karakterize edilmektedir (Harris ve Geor, 2009). Gıdaların

glisemik indeksi gıda matrisinin endojen faktörlerine bağlı olup bunlar alfa-amilaza (Nişasta) duyarlılık, protein, yağ içeriği ve gıdanın makroskobik yapısına bağlı kalmaktadır (Fardet ve ark., 2006). Tefin glisemik indeksi 74 ile buğdaydan (beyaz) önemli derecede düşük iken sorgum ve çavdar ile benzerlik göstermektedir (Wolter ve ark., 2013). Aminoasit bileşimi bakımından dengelenmiş bir yapı sergileyen tanedeki ham protein miktarının diğer tahıllara göre daha yüksek olduğu (13.3g/100g) rapor edilmiştir (Çizelge 2) (Baye, 2014). Tef tohumlarının ham yağ içeriği buğday arpa ve çavdar gibi gluten içeren tahıllardan daha yüksek olmasına karşın ham yağ oranı glutensiz tahıllardan olan mısır, çeltik ve sorgumdan daha düşüktür (Çizelge 2). Ayrıca, tef tohumları insan beslenmesi için önemli olan esansiyel doymamış yağ asitleri bakımından da zengindir (Gebremariam ve ark., 2012). Diğer taraftan tef tohumları, bira üretiminde çok önemli olan yüksek ham lif oranı (8g/100g) ile glutensiz diğer tahıllar arasında dikkat çekmektedir (Çizelge 2). Çoğu glutensiz gıdalar nişastalarla veya rafine edilmiş unlarla tüketildiğinde muhtemelen yetersiz lif alımına sebep olabilmektedir (Thompson, 2000). Bunun en önemli nedeni rafine işlemleri sırasında lif oranı yüksek meyve ve tohum kabuğu (karyopsis) kısmının tohumdan ayrılarak geriye nişasta oranı yüksek un elde edilmesidir. Buna karşın çok küçük olan tef tohumları herhangi bir rafine işlemine tabi tutulmadan tam tahıl olarak (karyopsis, endosperm ve embriyo) doğrudan kullanılabilir. Bu yüzden diğer tahıllar kullanılarak hazırlanan besinlerle karşılaştırıldığında, içeriğinde tef bulunan gıdaların yüksek lif ve besin içeriğine sahip olduğu gözükmektedir (Vinning ve McMahon, 2006).

Çizelge 2. Tef (*Eragrostis tef*) bitkisinin diğer glutensiz ve glutence zengin tahıl bitkileriyle besin bileşenleri açısından karşılaştırılması (USDA, 2016)'dan alıntılanmıştır.

Bileşen Değerleri (gram / 100 gram)	Glutensiz Tahıllar				Glutence Zengin Tahıllar		
	Tef	Mısır	Çeltik	Sorgum	Buğday	Arpa	Çavdar
Su	8.8	10.4	9.4	12.4	13.1	9.6	10.6
Enerji (kcal)	367.0	365.0	354.0	329.0	327.0	342.0	338.0
Protein	13.3	9.4	7.5	10.6	12.6	12.5	10.3
Karbonhidrat	73.1	74.3	76.3	72.1	71.2	73.5	75.9
Toplam yağ	2.4	4.7	3.2	3.5	1.5	2.3	1.6
Ham Lif	8.0	7.3	3.6	6.7	12.2	17.3	15.1
Şeker	1.8	0.6	0.7	2.5	0.4	0.8	1.0

### Amino asit kompozisyonu

Tef tohumları besin değerleri açısından buğday ile benzerlik göstermekle beraber Amerika Ulusal Bilimler Akademisi'ne (National Academy of Sciences, 1996) göre buğdaydan daha besleyici ve içerik olarak temel amino asit miktarı bakımından daha değerlidir (Çizelge 3). Jansen ve ark. (1962)'nin araştırma bulgularına göre, tef'in gerekli amino asitler açısından mükemmel bir dengeye sahip olduğunu ve bunun yumurta ile karşılaştırılabileceği rapor edilmiştir (Jansen ve ark., 1962). Çizelge 3'de tef'in amino asit kompozisyonu bakımından mükemmel bir içeriğe

sahip olduğu, bu nedenle genel amino asit çeşitliliği bakımından diğer tahıllar ile kıyaslandığında dengeli bir yapı sergilediği kabul edilmektedir. Özellikle, lizin içeriğinin arpa ile beraber diğer hububatlarla kıyasla daha yüksek olduğu, izolizin, serin, valin, tirozin, treonin, metiyonin, fenilalanin, alanine, aspartik asit ve histidin içeriğinin ise arpa, buğday ve diğer pek çok tahıldan daha yüksek olduğu görülmektedir. Tef tohumlarının bu içeriği, alkollü içecekler için önemli kriterlerden biri olan stabilite özelliklerinin yüksek olduğunu göstermektedir (Gebremariam ve ark., 2012).

Çizelge 3. Tef (*Eragrostis tef*) bitkisinin diğer glutensiz ve glutence zengin tahıl bitkileriyle amino asit içerikleri açısından karşılaştırılması (USDA, 2016)'dan uyarlanmıştır.

Aminoasit Değerleri (gram/100 gram)	Glutensiz Tahıllar				Glutence Zengin Tahıllar		
	Tef	Mısır	Çeltik	Sorgum	Buğday	Arpa	Çavdar
Triptofan	0.14	0.07	0.10	0.12	0.16	0.21	0.11
Treonin	0.51	0.35	0.29	0.35	0.37	0.42	0.29
Izolösin	0.50	0.34	0.34	0.43	0.46	0.46	0.21
Lösin	1.07	1.16	0.66	1.49	0.85	0.85	0.56
Lizin	0.38	0.27	0.30	0.23	0.34	0.47	0.29
Metiyonin	0.43	0.20	0.18	0.17	0.20	0.24	0.15
Sistein	0.24	0.17	0.10	0.13	0.32	0.28	-
Fenilalanin	0.70	0.46	0.41	0.55	0.59	0.70	0.44
Tirozin	0.46	0.38	0.30	0.32	0.39	0.36	0.20
Valin	0.69	0.48	0.47	0.56	0.56	0.61	0.32
Arjinin	0.52	0.47	0.60	0.36	0.60	0.63	0.45
Histidin	0.30	0.29	0.20	0.25	0.29	0.28	0.19
Alanin	0.75	0.71	0.46	1.03	0.45	0.49	0.41
Aspartik asit	0.82	0.66	0.74	0.74	0.64	0.78	0.56
Glütamik asit	3.34	1.77	1.62	2.44	4.00	3.26	2.29
Glisin	0.48	0.39	0.39	0.35	0.53	0.45	0.42
Prolin	0.66	0.82	0.37	0.85	1.29	1.48	0.80
Serin	0.62	0.45	0.41	0.46	0.59	0.53	0.46

Çizelge 4. Tef (*Eragrostis tef*) bitkisinin diğer glutensiz ve glutence zengin tahıl bitkileriyle mineral içerikleri açısından karşılaştırılması (USDA, 2016)'dan uyarlanmıştır.

Mineral (miligram/ 100 gram)	Glutensiz Tahıllar				Glutence Zengin Tahıllar			
	Tef	Mısır	Çeltik	Sorgum	Buğday	Arpa	Çavdar	
Kalsiyum (Ca)	180.0	7.0	9.0	130.0	29.0	33.0	24.0	
Demir (Fe)	7.6	2.7	1.3	3.4	3.2	3.6	2.6	
Magnezyum (Mg)	184.0	127.0	116.0	165.0	126.0	133.0	110.0	
Fosfor (P)	429.0	210.0	311.0	289.0	288.0	264.0	332.0	
Potasyum (K)	427.0	287.0	250.0	363.0	363.0	452.0	510.0	
Sodyum (Na)	12.0	35.0	5.0	2.0	2.0	12.0	2.0	
Çinko (Zn)	3.6	2.2	2.1	1.7	2.7	2.8	2.7	
Bakır (Cu)	0.8	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.4	
Mangan (Mn)	9.2	0.5	2.9	1.6	4.0	1.9	2.6	
Selenyum (Se)*	4.4	15.5	17.1	12.2	70.7	37.7	13.9	

\* , mikrogram / 100 gram.

### Mineral İçeriği

Araştırma verileri, tef tahıllarının mineral içeriklerinin, bazı durumlarda buğday, arpa ve diğer pek çok hububattan daha yüksek olduğunu göstermektedir (Çizelge 4). Genel olarak diğer tahıllarla karşılaştırıldığında tef kalsiyum, çinko, magnezyum, demir, fosfor ve bakır gibi mineraller bakımından zengindir (Bultosa ve Taylor, 2004; Ketema, 1997). Kalsiyum vücudumuzdaki en yaygın minerallerden biri olup iskelet ve diş sağlığı açısından büyük bir öneme sahiptir. Yüksek kalsiyum içeren diyetler kilo alımı ve yağ birikimini önlemesi nedenleri ile her geçen gün önemini artırmaktadır (Teegarden, 2003; Zemel, 2003). Diğer tahıllar ile kıyaslandığında tef bitkisinin kalsiyum oranının mükemmel bir değere sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4). Bu nedenle, tef bitkisinin günlük diyetlere dahil edilmesi az kalsiyum tüketimi sonucu oluşabilecek sağlık sorunlarının giderilmesinde önemli bir yer teşkil edecektir (Çizelge 4). Diğer taraftan demir eksikliği küresel olarak en yaygın görülen mikrobeyin eksikliklerinden biri olup 2 milyardan daha fazla insanı etkilediği bildirilmektedir (Zimmermann ve Hurrell, 2007). Büyüme geriliği, bozulmuş zihinsel ve psikomotor gelişimi, çocuk ve anne ölümleri ile azalmış bağışıklık ve iş performansı, demir eksikliğinin olumsuz etkilerinden bazılarıdır (Georgie, 2011). Diğer temel tahıllar ile kıyaslandığında daha yüksek demir oranına sahip olan tef bitkisi, lokal ya da küresel boyutta demir eksikliğinin giderilmesinde önemli bir alternatif bitki olarak görülmektedir (Çizelge 4). Nitekim, Alaunyte ve ark. (2012), %30 tef unu içeren buğday ekmeğinde demir içeriğinin iki kattan daha fazla oranda arttığını tespit etmişlerdir (Alaunyte ve ark., 2012). Ayrıca,

ortalama günlük 200 gr tefce zengin ekmeğin tüketildiğinde, kadınlar ve erkekler için günlük demir ihtiyacının sırasıyla % 42-81 ve %72-138'nin karşılanabileceği belirtilmiştir (Alaunyte ve ark., 2012).

### Vitamin İçeriği

Vitaminler, kalp problemleri, yüksek kolesterol seviyeleri, göz rahatsızlıkları ve cilt bozuklukları gibi çeşitli hastalıkları önlemek ve tedavi etmek için gereklidir. Vitaminlerin çoğu vücut mekanizmasını düzenler ve başka hiç bir besin tarafından uygulanmayan işlevleri yerine getirir (WHO, 2003). Tef, her 100 gramda kolin (13.1 mg), niyasin (B3) (3.4 mg), A vitamini (9 mg), riboflavin (B2) (0.3 mg), tiyamin (B1) (0.4 mg) ve gama tokoferol (5 mg) gibi vitaminleri yüksek seviyelerde içeren önemli bir tahıldır (Çizelge 5). Bu nedenle vitamin içeriği artırılmış gıdaların üretilmesinde ve geliştirilmesinde tef önemli bir alternatif bitki olarak gözükmektedir.

### SONUÇ

Tef, diğer tahıllarla kıyaslandığında bir kaç bitki hastalığı ve depo zararlıları dışında hastalık ve zararlılardan etkilenmeden büyüme ve gelişmesini sürdürebilen, yüksek nem ve olası kuraklık stresi gibi abiyotik stress faktörlerinden etkilenmeden çok farklı ekolojilere adapte olabilen, eskinin unutulmuş yeni bitkisi olarak son zamanlarda dikkat çekmekte ve önemini her geçen gün artırmaktadır. Yetiştiricilik açısından düşük riskli bir tahıl olarak görülen bitki hububat grubu içerisinde dünyanın en küçük tohumuna sahip olup, yavaş sindirilebilen nişasta yapısı ile kompleks karbonhidratlardan oluşmaktadır.



Çizelge 5. Tef (*Eragrostis tef*) bitkisinin diğer glutensiz ve glutence zengin tahıl bitkileriyle vitamin içerikleri açısından karşılaştırılması (USDA, 2016)'dan uyarlanmıştır.

Vitamin (milligram/ 100 gram)	Değerleri	Glutensiz Tahıllar				Glutence Zengin Tahıllar		
		Tef	Mısır	Çeltik	Sorgum	Buğday	Arpa	Çavdar
Tiyamin (B1)		0.4	0.4	0.5	0.3	0.4	0.6	0.3
Riboflavin (B2)		0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3
Pantotenik asid (B5)		0.9	0.4	1.1	0.4	1.0	0.3	1.5
Niyasin (B3)		3.4	3.6	6.5	3.7	5.5	4.6	4.3
Vitamin B-6		0.9	0.6	0.5	0.4	0.3	0.32	0.29
Kolin Vitamin		13.1	-	21.5	-	31.2	-	30.4
Betain		2.3	-	-	-	-	-	146.1
Beta Karoten*		5.0	97.0	-	-	5.0	13.0	7.0
A Vitamini , IU		9.0	214.0	-	-	9.0	22.0	11.0
Lütein + Zeaksantin*		66.0	1355.0	-	-	220.0	160.0	210.0
Vitamin E		0.1	0.5	0.6	0.5	1.0	0.6	0.9
Tokoferol, gamma		5.0	-	0.2	-	-	-	-
Vitamin K *		1.9	0.3	0.6	-	1.9	2.20	5.9

\* , mikrogram/100gram.

Diğer hububatlar ile kıyaslandığında benzer bir protein içeriğine sahip olan bitkinin en önemli özelliği gluten içermemesidir. Dengelenmiş bir amino asit kompozisyonuna sahip olan bitki esansiyel amino asitler ve yağ asitleri, lif, mineraller (özellikle kalsiyum ve demir) ile polifenoller ve fitatlar gibi fitokimyasal maddelerce zengin bir besin kaynağı olarak gösterilmektedir. Bitki aynı zamanda hayvancılık açısından yaz ortasında ihtiyaç duyulan yeşil kaba yemin karşılanmasında çok önemli bir potansiyele sahip bulunmaktadır. Bitkinin sahip olduğu tüm avantaj ve kullanım potansiyellerine karşın tef tüketimi dünya genelinde Etiyopya ile sınırlı kalmıştır. Bunun temel nedeni olarak, yakın zamana kadar literatürde tef'in besin kompozisyonu ile ilgili sınırlı bilginin bulunması ve tef içeren gıda ürünlerinin uluslararası tüketicilere uyarlamada karşılaşılan zorluklar gösterilmektedir. Ancak, son zamanlarda sağlıklı gıda hammaddesine olan talebin artması tef'e olan ilgiyi artırmıştır. Bu nedenle tef, özellikle ülkemiz gibi günlük diyetde yüksek oranda karbonhidrat tüketen toplumların sağlıklı beslenme ihtiyaçlarının karşılanmasında önemli bir alternatif bitki olarak görülmektedir. Tef bitkisinin ülkemiz için olası potansiyelleri göz önüne alındığında, bu çalışmanın ülkemizde yapılacak yeni bilimsel çalışmalara ışık tutması beklenmektedir.

## KAYNAKÇA

Alaunyte I, Stojceska V, Plunkett A, Ainsworth P, Derbyshire E. 2012. Improving the quality of nutrient-rich Teff (*Eragrostis tef*) breads by combination of enzymes in straight dough and sourdough breadmaking. *Journal of Cereal Science*, 55(1):22-30.

- Alkamper J. 1973. The fertilization of teff. *J. Assoc. Adv. Agric. Sci. Africa* 1: 56–65.
- Assefa K, Yu JK, Zeid M, Belay G, Tefera H, Sorrells ME. 2011. Breeding tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter]: Conventional and molecular approaches. *Plant Breeding*, 130: 1–9.
- Baye, K. 2014. Synopsis:Teff: nutrient composition and health benefits. ESSP Research Note 34. Washington, D.C.
- Bedane GM, Saukuru AM, George DL, Gupta ML. 2015. Evaluation of teff (*Eragrostis tef*[Zucc.] Trotter) lines for agronomic traits in Australia. *Australian Journal of Crop Science*, 9: 242–247.
- Bekele E, Fido RJ, Tatham AS, Shewry PR. 1995. Heterogeneity and Polymorphism of Seed Proteins in Tef (*Eragrostis Tef*). *Hereditas*, 122: 67–72.
- Belay G, Tefera H, Tadesse B, Metaferia G, Jarra D, Tadesse T. 2006. Participatory Variety Selection in the Ethiopian Cereal Tef (*Eragrostis Tef*). *Experimental Agriculture*, 42: 91.
- Berhanu K. 1986. A review of weed control research activities on tef in Ethiopia. In *Proceedings of the First Ethiopian Crop Protection Symposium*, Addis Ababa (Ethiopia), 4-7 Feb 1986. IAR.
- Bultosa G. 2007. Physicochemical characteristics of grain and flour in 13 tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] grain varieties. *Journal of Applied Sciences Research*, 3: 2042–2050.
- Bultosa G, Taylor JRN. 2004. Teff. *Encyclopedia of grain science*, 3: 281–290.
- Cannarozzi G, Plaza-Wüthrich S, Esfeld K, Larti S, Wilson YS, Girma D, de Castro E, Chanyalew S, Blösch R, Farinelli L, Lyons E. 2014. Genome and transcriptome sequencing identifies breeding targets in the orphan crop tef (*Eragrostis tef*). *BMC genomics*, 15: 581.

- Cheverton MR, Chapman GP. 1989. Ethiopian tef: A cereal confined to its centre of variability. In: Wickens GE, Haq N, Day P (eds.) *New Crops for Food and Industry*. Chapman and Hall, New York, pp: 235-238.
- Conert HJ. 1992. *Eragrostoideae*. in Hegi G (Ed.) *Illustriert Flora von Mittel-Europa*. Band. I, Vol. 3. *Spermatophyta: Angiospermae: Monocotyledones 1(2) Poaceae* (Parey Buchverlag: Berlin). Pp. 75-120.
- Crymes AR. 2015. The International Footprint of Tef: Resurgence of an Ancient Ethiopian Grain. *Arts & Sciences, Electronic Theses and Dissertations*, 394.
- Debelo A. 1992. Germination, Yield, and Yield Components of Tef (*Eragrostis Tef* (Zucc.) Trotter) as Affected by Environment, Tillage and Weed Control Practices (Doctoral dissertation, Oklahoma State University).
- Ebba T. 1969. Tef (*Eragrostis tef*). The Cultivation, Usage and Some of its Known Diseases and Insect Pests. Part I. Expt. Sta. Bull. No. 66. Haile Sellassie I Univesity (HSIU), College of Agriculture, Dire Dawa, Ethiopia.
- Evert S, Staggenborg S, Olson BLS. 2009. Soil temperature and planting depth effects on tef emergence. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 195: 232-236.
- Fardet A, Leenhardt F, Lioger D, Scalbert A, Rémésy C. 2006. Parameters controlling the glycaemic response to breads. *Nutrition Research Reviews*, 19: 18-25.
- Gebremariam MM, Zarnkow M, Becker T. 2012. Tef (*Eragrostis tef*) as a raw material for malting, brewing and manufacturing of gluten-free foods and beverages: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 51: 2881-2895.
- Gebremedhin T. 1987. The control of red tef worm, in Ethiopia. *Trop Pest Manage*. London: Taylor & Francis. Apr/June 1987 33: 170-172.
- Georgie MK. 2011. Long-term brain and behavioral consequences of early iron deficiency. *Nutrition reviews*, 69: S43-8.
- Harris P, Geor RJ. 2009. Primer on Dietary Carbohydrates and Utility of the Glycemic Index in Equine Nutrition. *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice*, 25: 23-37.
- Hopman E, Dekking L, Blokland ML, Wuisman M, Zuijderduin W, Koning F, Schweizer J. 2008. Tef in the diet of celiac patients in The Netherlands. *Scandinavian journal of gastroenterology*, 43: 277-282.
- Hunter M, Barney P, Kilcer T, Cherney J, Lawrence J, Ketterings Q. 2007. Tef as emergency forage. *Cornell Univ. Coop. Ext., Agronomy Fact Sheet*, 24.
- Ingram AL, Doyle JJ. 2003. The origin and evolution of *Eragrostis tef* (Poaceae) and related polyploids: Evidence from nuclear waxy and plastid rps16. *American Journal of Botany*, 90: 116-122.
- Jackman N.D. 1999. Tef and finger millet, archaeobotanical studies of two indigenous East African cereals (Doctoral dissertation, Simon Fraser University).
- Jansen GR, Dimailo LR, Hause NL. 1962. Amino acid composition and lysine supplementation of tef. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 10: 62-64.
- Kaplan M, Üke Ö, Kale H, Yavuz S, Kurt Ö, Atalay AI. 2016. Olgunlaşma Döneminin Tef Otunun Potansiyel Besleme Değeri, Gaz ve Metan Üretimine Etkisi. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.*, 6: 181-186.
- Ketema S. 1993. Tef (*Eragrostis tef*): breeding, agronomy, genetic resources, utilization, and role in Ethiopian agriculture.
- Ketema, S. 1997. Tef. *Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Vol. 12 Institute of plant genetics and crop plant research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Kreitschitz A, Tadele Z, Gola EM. 2009. Slime cells on the surface of *Eragrostis* seeds maintain a level of moisture around the grain to enhance germination. *Seed Science Research*, 19: 27-35.
- Watson L, Macfarlane TD, Dallwitz MJD. 1992. Grass genera of the world-introduction. CAB international.
- Miller D. 2010. Tef grass: crop overview and forage production guide. Cal/West Seed Company. Woodland, CA 95695.
- Mosi AK, Butterworth MH. 1985. The voluntary intake and digestibility of combinations of cereal crop residues and legume hay for sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 12: 241-251.
- National Academy of Sciences. 1996. *Lost Crops of Africa*. National Academies Press.
- Refera A. 2001. TEF: Post-harvest operations. Addis Ababa, Ethiopia: Institute of Agricultural Research Organization, Holetta Agricultural Research Center (IARO).
- Roseberg RJ, Norberg S, Smith J, Charlton B, Rykbost K, Shock C. 2005. Yield and quality of tef forage as a function of varying rates of applied irrigation and nitrogen. *Klamath Experiment Station*, 1069: 119-136.
- Stallknecht GF, Gilbertson KM, Eckhoff JL. 1993. Tef: Food Crop for Humans and Animals. *New crops*. Wiley, New York, 5: 231-234.
- Stewart RB, Yiroou D. 1967. Index of plant diseases in Ethiopia. *Bull. Exp. Stn Coll. Agric. Halle Selassie Univ.* 30.
- Tadesse D, Kebede H. 1995. Germplasm collection, conservation and characterization of tef. *Plant Genetic Resources Centre/Ethiopia. Internal Report*. Addis Ababa, Ethiopia.
- Tareke B. 1981. Inheritance of lemma color, seed color and panicle form among four cultivars of *Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter. PhD thesis, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska.
- Teegarden D. 2003. Calcium Intake and Reduction in

- Weight or Fat Mass. *The Journal of nutrition*, 133(1):249-251.
- Tefera H, Assefa K, Hundera F, Kefyalew T, Teferra T. 2003. Heritability and genetic advance in recombinant inbred lines of tef (*Eragrostis tef*). *Euphytica*, 131: 91–96.
- Thompson T. 2000. Folate, iron, and dietary fiber contents of the gluten-free diet. *Journal of the American Dietetic Association*, 100: 1389–1396.
- USDA USDOARS. 2016. National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28.
- Vinning GS, McMahon G. 2006. Gluten-free Grains: A Demand-and-supply Analysis of Prospects for the Australian Health Grains Industry: a Report for the Rural Industries Research and Development Corporation. Rural Industries and Development Corporation.
- WHO. 2003. Diet, nutrition and the prevention of osteoporosis. *Public Health Nutrition*, 7: 227–43.
- Wolter A, Hager AS, Zannini E, Arendt EK. 2013. In vitro starch digestibility and predicted glycaemic indexes of buckwheat, oat, quinoa, sorghum, teff and commercial gluten-free bread. *Journal of Cereal Science*, 58: 431–436.
- Zemel MB. 2003. Role of dietary calcium and dairy products in modulating adiposity. *Lipids*, 38: 139–146.
- Zimmermann MB, Hurrell RF. 2007. Nutritional iron deficiency. *The Lancet*, 370(9586): 511-520.

## Türkiye’de Odun Dışı Orman Ürünlerinin Yönetimi

Kenan OK<sup>ID</sup>, Yusuf Ziya TENGİZ<sup>ID</sup>

Kadir Has Üniv. Kadir Has MYO, İstanbul  
✉: yusuftengiz@khas.edu.tr

### ÖZET

Odun dışı orman ürünleri, yeryüzünde doğal olarak bulunan ve odun hammaddesi dışında kalan özel ürünler veya hizmetlerdir. Bu ürünlerin bir bölümü, sahip olduğu yüksek talep nedeniyle kültüre alınmakta ve tarımsal faaliyetlerle üretilmektedir. Çay olarak içilen kekik, süs bitkisi olarak kullanılan çuha çiçeği Türkiye’de hem doğal alanlardan toplanan hem tarımsal üretimi yapılan bitkilere örnektir. Bununla birlikte, odun dışı orman ürünlerinin çoğunluğu halen doğadan toplanarak tüketilmektedir.

Türkiye yüksek biyolojik çeşitliliğin sağladığı avantajın bir sonucu olarak, odun dışı orman ürünleri alanında önemli bir kapasiteye sahiptir. Bununla birlikte, coğrafi konumu ve tarihi birikiminin bir sonucu olarak, Türkiye’deki insanların yabani bitkilerden geniş bir yararlanma deneyimi bulunmakta ve odun dışı orman ürünlerinden faydalanma çeşitliliği görülmektedir. Bu üstünlüklere rağmen odun dışı orman ürünlerinin sürdürülebilir yönetiminin, pek çok ülkede olduğu gibi, Türkiye’de de tamamen garanti altına alındığını söylemek güçtür.

Bu makalede, Türkiye’nin odun dışı orman ürünleri kapasitesi tanıtılmaktadır. Ülke idari yapısı içerisinde odun dışı orman ürünlerinin yönetiminden sorumlu kurumsal yapı açıklanmaktadır. Ülke planları içerisinde odun dışı orman ürünlerine verilen yer ile bu ürünlerden faydalanma biçimini düzenleyen mevzuat tanıtılmaktadır. Sonuç olarak, odun dışı orman ürünleri çeşitliliği anlaşılmış ve bu çeşitlilikten sorumlu bir örgüt yapısı ortaya konmuş olsa da, bu türlerin sürekliliğini sağlayabilecek planlama ve yönetim şeklinin halen tartışılır bir yapıda olduğu, özellikle türe özgü bilgi ve yönetim süreçleri konusunda eksikliklerin bulunduğu anlaşılmaktadır.

DOI:10.18016/ksudobil.342303

### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 08.10.2017

Kabul tarihi : 05.12.2017

### Anahtar Kelimeler

Odun dışı orman ürünleri,  
Türk ormancılığı,  
Kurumsal yapı,  
Orman yönetim planları

### Derleme Makale

## Management of Non-wood Forest Products in Turkey

### ABSTRACT

Non-wood forest products are specific goods or services which are considered as out of wood raw materials found in nature. Some of the products are cultivated because of their high demand and produced with agricultural practices. Thyme used in herbal teas and primrose used widely as an ornamental plant are significant examples of plants both collected from nature and have agricultural production in Turkey. However, most of the non-wood forest products are still consumed by collecting them from nature.

Turkey has a great capacity on non-wood forest products due to the advantage provided by high biodiversity. Additionally, people in Turkey has a wide range of experience on the utilization of wild plants and there is a significant diversity of use of non-wood forest products as a result of geographical location and historical heritage. Despite these advantages, it is difficult to mention that sustainable management of non-wood forest products is totally guaranteed in Turkey, as is the case in many other countries.

### Article History

Received : 08.10.2017

Accepted : 05.12.2017

### Keywords

Non-Wood Forest Products,  
Turkish Forestry,  
Institutional structure,  
Forest Management Plans

### Review Article

The capacity of non-wood forest products in Turkey was introduced in this study. Institutional structure responsible for the management of non-wood forest products has been explained. The place of non-wood forest products in country plans and legislations regulating the ways of utilizing them were presented. As a result, although richness of non-wood forest products have been discovered and an institutional structure responsible for the diversity of these products have already been established, it was found that a way of planning and management structure ensuring the sustainability for the diversity of these species is still contentious, while there are deficiencies on the species-specific information and management processes.

**To Cite :** Ok K, Tengiz YZ 2018. Türkiye’de Odun Dışı Orman Ürünlerinin Yönetimi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(3). 457-471. DOI:10.18016/ksudobil.342303

## GİRİŞ

Türkiye; 1990-2015 döneminde orman alanını artırmayı başarmış 22 ülkeden biridir (FAO, 2016). Düzenli bir orman envanterinin ilk defa tamamlandığı 1973 yılında Türkiye orman alanı **20.199.296** ha düzeyindeyken, 2015 yılında **22.342.935** ha seviyesine yükselmiştir. Odun üretimi ve kapalılık açısından bozuk ormanların tüm ormanlara oranı, 1973 - 2015 döneminde, % 56,15’den % 43,14’e gerilemiştir. Aynı dönemde Türkiye ormanlarının dikili serveti **935.512.150** m<sup>3</sup> düzeyinden, **1.611.774.193** m<sup>3</sup>e çıkmıştır. Yıllık cari artım **28.063.205** m<sup>3</sup>’den (1,389 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), **45.904.083** m<sup>3</sup>e (2,054 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) doğru yükselmiştir (OGM, 2016).

Türkiye, orman varlığı kadar, ormanlarla ilişkili biyolojik çeşitlilik açısından da dikkat çeken bir ülkedir. Kültüre alınmış pek çok bitki türüyle, evcilleştirilmiş pek çok hayvan türünün yabani ataları Türkiye’de doğal olarak yetişir. Türkiye’de yaklaşık 3.000 tanesi bu bölgeye özgü 10.000’den fazla bitki türü, tahminen 192 iç su balık türü, 22 amfibi türü, 106 sürüngen türü, 450 kadar kuş türü ve 132 yabani memeli hayvan türü bulunur. Dünya yüz ölçümünün ancak % 0,5’i kadar alana sahip Türkiye, yüzey ölçüsüne göre kendi payına düşebilecek oranın çok üstünde canlı türü çeşitliliğine sahiptir (Işık, 2014).

Türkiye’de orman alanının, kapalılığın, dikili servet veya artımın iyileşiyor olması, ülke ormancılığı açısından olumludur. Ancak, tek başına bu göstergelerdeki iyileşmeleri, ülke biyolojik çeşitliliğinin sürekliliğini teminat altına alabilen kanıtlar olarak kabul etmek güçtür. Ormanların kapalılığı artarken, tür çeşitliliğinin azalması, orman alanları genişlerken, bazı bitki çeşitlerinin yaşam alanlarının daralması gibi sonuçlar yaşanabilmektedir ve Türkiye’deki gelişimin biyolojik çeşitlilik açısından etkileri konusunda sağlam bulgular yaygın değildir.

Bu nedenle, özellikle odun dışı orman ürünü olarak adlandırılan ormancılık üretimlerinin, hem faydalanılan türün sürekliliği, hem diğer türlerle etkileşimlerinin dikkatle incelenmesi gereklidir. Bu bildirinin amacı, Türkiye’deki odun dışı orman

ürünlerinden faydalanma düzenini tanıtmak ve olası iyileştirme olanaklarını tartışmaktır.

## Odun Dışı Orman Ürünleri Konusunda Kavramsal Yaklaşım

Her ne kadar, orman denilince akla odun üretilen bir doğal varlık gelse de, insanlığın evrimi incelendiğinde, farklı mal ve hizmet üretimleri dikkat çekmektedir. İnsanlığın toplayıcılık döneminde, ormanın barınma ve beslenme fırsatları odun üretiminden daha öne çıkan ürün veya hizmetler olarak görülmüştür. Tarım devriminin ardından ormanların insanlara sunduğu beslenme fırsatlarının önemi azalmış fakat yerleşik hayata geçişin hızlanmasıyla birlikte, ormanların ürettiği odun hammaddesi öne çıkmıştır. Endüstri devrimi oduna alternatif materyalleri yaygınlaştırırken, yeşil ekonomi anlayışının gelişimi tekrar bu materyali önemli bir kaynak haline getirmiştir. Üstelik dünyanın farklı noktalarındaki farklı sosyal grupların, halen insanlığın farklı evrimsel dönemlerini yaşıyor olması, ormanlardan beklentileri daha karmaşıklaştırmaktadır. Günümüz dünyası, ormanda hayvan avlayarak ailesini beslemeye çalışan insanlarla, bu hayvanları seyrederek manevi tatmin arayanları birlikte yaşatmaktadır.

Bütün bu gelişmeler neticesinde, günümüzde ormanın ürününün ne olduğu sorusunu sadece odun hammaddesi olarak yanıtlamak olanaksızdır. Türkiye’de; en fazla talep gördüğü, sosyal ve ekonomik hayatta en üst derecede önemli kabul edildiği için odun hammaddesi genellikle ana (asli) ürün olarak nitelenmişken; reçine, ıhlamur çiçeği, meşe palamudu vb. ürünler yan (tali) ürün (Bozkurt ve ark. 1982; OGM, 1987) olarak kabul edilmiştir. Ancak toplumsal gelişmeler, yere ve zamana göre söz konusu mal ve hizmetlerin görece önem derecelerini sürekli değiştirmektedir. Günümüzde hangi ürünün ana, hangisinin yan ürün olduğu ayrımı genelleme yaparak tanımlanabilir olmaktan çıkmıştır. O nedenle bugün odunun dışında kalan fakat talebi olan mal ve hizmetleri “yan” ürün olarak kabul etmek doğru değildir (Ok ve ark. 2012).

Orman ürünlerinin tanımlanması veya nitelendirilmesi konusunda benzer durum uluslararası yazında da görülebilir. Berkes ve Davidson-Hunt'a (2010) göre; geleneksel ekoloji bilgisi ve odun dışı orman ürünleri alanındaki evrim, kaynak yönetim paradigmalarını da değiştirmektedir. Eskiden tek bir plan ile ormanın ürettiği tüm mal ve hizmetleri yönetmek sorun değilken, günümüzde her orman parçasının sahip olduğu olanaklar ile ilişkili toplumsal talepleri uzlaştırmaya dayalı, çok aşamalı bir planlama yaklaşımı tercih edilmektedir (Ok, 2000). Bu yaklaşımda, öncelikle ormanın neresinden hangi amaçlarla faydalanılacağı analiz edilmekte ve analiz bulgularına göre her amaç kendi içerisinde tekrar planlanmaktadır.

Yaşanan bu değişim, bir yandan odun dışı orman ürünleriyle ilgili daha fazla çalışmaya neden olurken, diğer yandan tanımlama, kavramlaştırma sorununu ortaya çıkarmıştır. Odunun dışında kalan bazı orman ürünlerini tanımlamak için; küçük orman ürünleri, (*minor forest products*), özel orman ürünleri (*special forest products*), alternatif orman ürünleri (*alternative forest products*) (Lynch ve Maclain, 2003) terimleri yanında, odun dışı orman ürünleri (*nontimber – nonwood forest products*), botanik ürünler (*botanical products*) ve ikincil orman ürünleri (*secondary forest products*) (Vance ve ark. 2001) terimlerinin kullanıldığı görülmektedir.

Odun dışı orman ürünü terimi konusunda uzlaşıldığı düşünülse de, bu terimin içeriği hakkında ortak bir anlayışa erişildiğini söylemek güçtür. Nitekim Davidson-Hunt, Duchesne ve Zasada (2001) bu konudaki belirsizliğe işaret ettikleri çalışmalarında, odun dışı orman ürünlerini “*odunun dışında kalan, tüketim amacı taşıyarak veya taşımadan insanlar için bir değer ifade eden, ormanlık mekanlarda farklı formlarda bulunabilen biyolojik organizmalar*” olarak tanımlamaktadır. Vance ve ark. (2001) ise odun dışı orman ürünü denildiğinde “*odunun dışında kalan, ormandan hasat edilen, bitki, liken, mantar ve diğer organizmalar*” anlaşılır demektedir.

Bu iki tanımda da odun dışı ürünün bir organizma olduğu ifade edilerek, hayvanlar da kapsam içine alınsa da gösterilen örneklerde nedense hayvana dayalı ürünlere yer verilmemiştir. Bu saptamaya ek olarak, bir canlı organizma olmayan mineraller ile ormancılık hizmetlerinin odun dışı orman ürünü tanımı dışında kaldığı düşünülebilir. Oysa Birleşmiş Milletler, Gıda ve Tarım Örgütü FAO'nun Odun Dışı Orman Ürünleri Programı incelendiğinde, ormanlardan veya orman ağaçlarından elde edilen odunsu ürünler dışında kalan bitkisel mallar ile hayvansal ürünlerin birlikte kapsandığı (Vantomme, 2001) görülmektedir.

Bitkisel, hayvansal kökenli odun dışı ürünlerle; ormanların mineral üretim yeteneklerini odun dışı orman ürünü kavramı altında görme yaklaşımı,

Türkiye'deki bazı çalışmalarda da benimsenmiştir. Örneğin Başkent ve Küçüker'e (2011) göre odun dışı orman ürünleri “*ormandan elde edilen ve odunun dışında kalan, bitkisel, hayvani ve mineral ürünlerdir*”. Topay'a (2011) göre “*rekreasyonel hizmetler de*” önemli bir odun dışı orman ürünüdür.

Odun dışı orman ürünü tanımındaki farklılıklar, bu ürünlerin sınıflandırılmasında da farklılıklar yaratmaktadır. Davidson-Hunt ve ark. (2001) ile Mohammed (2001) ve Chamberlain'in (2004) çalışmaları birlikte değerlendirildiğinde;

- a) Gıda ürünleri: meyveler, içkiler, temel yağlar, tatlandırıcılar, baharatlar, bal, şuruplar, karamelalar, tereyağları, mantarlar, tohumlar, çaylar, sebzeler
- b) Malzemeler ve imalat ürünleri: yapışkanlar, alkol, mum, kumaş, boyalar, temel yağlar, kokular, tüsüler, lignosülfonat, reçine, dolgu materyalleri, ip ve halatlar, terebentin
- c) Sağlık ve kişisel bakım ürünleri: aromatik yağlar, kozmetikler, ilaçlar, temel yağlar, bitkisel sağlık ürünleri, parfümler, kokular, hayvan bakım ürünleri, şampuanlar, sabunlar
- d) Dekoratif ve estetik ürünler: yılbaşı ağaçları, kozalak ürünler, kabuk ürünler, ahşap el ürünleri, yontular, çiçek aranjmanları, çelenkler, doğal boyalar
- e) Çevresel ürünler: biyo-yakıtlar, biyo-pestisitler, geri dönüşüm ürünleri
- f) Peyzaj ve bahçe ürünleri: peyzaj ağaçları, çalılar, yabani çiçekler, otlar, malçlar, toprak iyileştirme ürünleri şeklinde altı ayrı grupta sınıflandırmak olanaklıdır.
- g) Tüketilmeyen odun dışı orman ürünleri: doğal ve kültürel mirasa dayalı turizm ve eğitim, biyolojik çeşitliliğin korunması, rekreasyon, su kalitesi, şeklinde bir sınıflandırma ortaya çıkmaktadır. Yukarıdaki sınıflandırmadaki kapsam genişliği ve kavrama yüklenen zenginlik, Lund (1998) örneğinde görüldüğü gibi, bazı yazarların, *Odun Dışı Orman Kaynakları* terimini önermelerine neden olmuştur. Gerçekten de, bazen bir mal, bir ürün veya hizmet şeklinde karşımıza çıkabilen bu değerleri bir kaynaklar bütünü olarak görmek daha doğru bir yaklaşımdır.

Odun dışı orman ürünleri, yerel kültür ve ekonomilerden (Sisak ve ark. 2015) tüm insanlığa doğru genişleyen bir refah etkisine (Shackleton, Pandey, 2014; Mukherjee, Chaturvedi, 2017) sahiptir. Odun dışı orman ürünlerinin sürdürülebilir yönetimi gıdadan ilaca, kozmetikten endüstriyel hammaddeye kadar uzanan pek çok alanda çalışanlara ve orman sahiplerine gelir getirme, ilişkili topluluklarda işlendirme yaratma özelliklerine sahiptir. Bu ürünlerle bağımlı koparan topluluklarda önemli oranda geleneksel bilgi ve kültürel kayıplar yaşanmaktadır. Diğer yandan, Neves ve ark. (2015) belirttiği gibi, odun dışı orman ürünü üretimi amacıyla korunan alanlarda bozulmalar, tek türleşmeler veya tarımda yapısal

değişimler ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle, odun dışı orman ürünlerinin dikkat çekici özelliğinin Türkiye’de ve Dünyada uzun süre devam edeceği görülmektedir.

### Türkiye’nin Odun Dışı Orman Ürünleri Üretimi

Türkiye Ormanlık İstatistikleri ’ne (2016) göre 1988-2016 döneminde odun dışı orman ürünlerinden ağırlıkları temel alınarak yararlanılanlardan, yıllık 10 tondan fazla faydalanılan tür veya ürünler Çizelge 1’de gösterilmiştir.

Çizelge 1: 1988-2016 döneminde yılda ortalama 10 tondan fazla yararlanılan odun dışı orman ürünleri

Yararlanılan Tür ve Ürünler	Ortalama Üretim (Ton yıl <sup>-1</sup> )
Muhtelif Çalılar, ( <i>Underbrush</i> )	11.391,236
İşlenmemiş Defne yaprağı, ( <i>Laurus nobilis raw leaves</i> )	7.839,571
Çıralı çam kök odunları, ( <i>Resinous wood</i> )	5.552,000
Çırasız çam kök odunları, ( <i>Non-resinous wood</i> )	3.236,571
İşlenmemiş Kekik, ( <i>Thymus spp. raw</i> )	2.245,077
Fıstıkçamı kozalağı, ( <i>Cone of semen pine</i> )	2.005,193
Mersin yaprağı, ( <i>Folium myrti</i> )	614,571
Adaçayı, ( <i>Salvia sp.</i> )	468,815
Laden, ( <i>Cistus</i> )	453,167
Keçiboynuzu (harnup) meyvesi, ( <i>Carob</i> )	311,353
Kestane ( <i>Chestnut</i> )	257,765
Kuşdili (biberiye) ( <i>Rosmarinus officinalis</i> )	247,500
Yosun, ( <i>Moss</i> )	168,964
Çalba ( <i>Ballota cristata, B. Saxatilis</i> )	129,588
Reçine, ( <i>Resin</i> )	120,937
Tavşanmemesi, ( <i>Ruscus aculeatus</i> )	89,306
Sıklamen, ( <i>Cyclamen cilicium, C. coum, C. Hederefolium</i> )	76,106
Erika (funda-kök), ( <i>Erica arborea, ling-root</i> )	49,602
Lavanta, ( <i>Lavandula officinalis</i> )	48,250
Orman gülü, ( <i>Rhododendron</i> )	47,769
Eğrelti otu, ( <i>Dryopteris</i> )	38,542
Göl soğanı, ( <i>Leucojum aestivum</i> )	36,834
Sarmaşık, ( <i>Hedera helix</i> )	30,503
İhlamur çiçeği ve yaprağı ( <i>Tilia sp.</i> )	30,259
Kardelen soğanı, ( <i>Galanthus elwasii, galanthus woronowii</i> )	28,283
Şimşir (dal ve sürgün), ( <i>Buxus sempervirens, faggot and shoot</i> )	26,840
Gök nar dalı, ( <i>Fir faggot</i> )	23,630
Yoğurt çiçeği soğanı, ( <i>Anemone blanda</i> )	18,719

(Kaynak: Orman Su, 2016’dan düzenlenmiştir.)

Çizelge 1’den de görüldüğü gibi, Defne Türkiye odun dışı orman ürünleri içerisinde önemli bir türdür. Odun üretimi sırasında değerlendirilmeden doğada bırakılan köklerin de, odun dışı orman ürünleri alanında önemli bir faydalanma fırsatı yarattığı görülmektedir. Kekik ve Fıstık çamı diğer dikkat çeken odun dışı ürünlerdendir. Çizelge 1’de gösterilmemiş fakat Türkiye Ormanlık İstatistiğinde (2016) yer alan 26 ayrı ürün daha bulunmaktadır. Çizelge 1’deki “çalılar” veya İstatistik yıllığındaki “mantarlar” ortak başlıklarının pek çok türü topladığı dikkate alındığında, Türkiye’deki çeşitliğin daha da artacağı açıktır. Nitekim OGM’nin bir başka yayınında Türkiye’de Ayı mantarı, Meşe mantarı, Kanlıca mantarı, Kuzu göbeği mantarı ve Domalan mantarından yararlanıldığı, bu mantarlara ek olarak yılda 388 000 ton farklı mantarlardan üretim

yaşlanabileceği belirtilmektedir (OGM, 2004). İlginçtir ki, OGM 2004’de yer alan bazı türler 2016 istatistiklerinde yer almamıştır.

Ülkenin odun dışı orman ürünü durumunu değerlendirirken ürün sayısı ve miktarı kadar, bu ürünleri veren türlerin doğadaki paylarının da bilinmesi yararlıdır. Çizelge 2’den de görüldüğü gibi, 1988-2016 dönemi için hesaplanan ortalama değerlerle, tahmin edilen üretim potansiyelleri arasında farklılıklar bulunmaktadır. Örneğin, 1988-2016 döneminde 7,8 ton yıl<sup>-1</sup> Defne üretimi gerçekleşmişken, bu tür için tahmin edilen kapasite 12,2 ton yıl<sup>-1</sup> düzeyindedir.

Manisa Akhisar bölgesinde tarımı yapılan bir tür halini alan Kekik’te de tahmin edilen üretim gerçekleşenin altındadır.

Çizelge 2: Türkiye'deki Bazı Odun Dışı Orman Ürünlerinin Yayılış Alanları ve Tahmin Edilen Üretimleri

Yararlanılan Türler	Yararlanılan Parçaları	Yayılış Alanı (ha)	Tahmin Edilen Üretim Potansiyeli
Defne ( <i>Laurus nobilis</i> )	Yaprak ve tohum	131.862	12.201.326 Kg yıl <sup>-1</sup>
Kekik ( <i>Thymus serpyllum L. Thymus vulgaris L. Thymus capitatus L. Thymbrae spicata L. Origanum onites</i> )	Çiçek ve dal	602.683	5.241.458 Kg yıl <sup>-1</sup>
Fıstıkçamı ( <i>Pinus Pinea L.</i> )	Tohum, Kabuk, Reçine, Kozalak	65.914	2.545.064 Ton yıl <sup>-1</sup>
Adaçayı ( <i>Salvia officinalis L. Salvia cretica L. Salvia triloba L. Salvia sclareae L.</i> )	Yaprak	193.726	1.247.761 Kg yıl <sup>-1</sup>
Laden ( <i>Cistus</i> )	Dal ve yaprak	208.359	116.336.931 Kg yıl <sup>-1</sup>
Keçiboynuzu, Harnup ( <i>Ceratonia Siliqua L.</i> )	Meyve ve tohum	21.816	554.350 Ton yıl <sup>-1</sup>
Kestane ( <i>Castanea vulgaris</i> )	Meyve, yaprak ve kabuk	109.270	6.647.415 Kg yıl <sup>-1</sup>
Biberiye ( <i>Rosmarinus officinalis L.</i> )	Çiçekli dal ve ibreler	10.118	4.038.323 Ton yıl <sup>-1</sup>
Yosun ( <i>Homolothecium sericeum, Gimmina oxalis, Picramun scoparium</i> )	Bütün	50.323	783.650 Kg yıl <sup>-1</sup>
Çalba ( <i>Ballota cristata, Ballota saxatilis</i> )	Bütün	62.639	813.500 Ton yıl <sup>-1</sup>
Tavşan memesi ( <i>Ruscus acilaetus</i> )	Çiçekli dal ve rizöm	4.585	204.700 Ton yıl <sup>-1</sup>

Kaynak: (OGM, 2004)

Ormancılık istatistiklerinin yıllar itibariyle içerdiği odun dışı orman ürünü bilgisi artmaktadır. Her yıl daha fazla türe ve ürüne yönelik bilgilerin kayda geçtiği görülmektedir. Hal böyle olmasına rağmen, tutulan istatistiklerin odun dışı orman ürünleriyle ilgili yaşanan değişimleri yansıtmakta istenen yeterliliğe eriştiği düşünülmemektedir. Aynı türün farklı parçalarının farklı amaçlarla kullanılabilmesi veya fiili kullanımların resmiyet kazanmadığı için istatistiklere yansımadağı bilinmemektedir. Örneğin, Ok ve ark. (2012) İstanbul çiçekçilerinin 175.238,7 balya yıl<sup>-1</sup> (1.434,58 ton yıl<sup>-1</sup>) düzeyinde kocayemiş (*Arbutus unedo*) ve 164.968,3 balya yıl<sup>-1</sup> (1.136,65 ton yıl<sup>-1</sup>) Şimşir (*Buxus sempervirens*) sürgünü tükettiğini tahmin etmişken, Çizelge 1'de Şimşirin tüm ülkede 26.840 ton yıl<sup>-1</sup> tüketildiği rapor edilmektedir. Kocayemiş tüketimine yönelik bir bilgi ise Çizelge 1'de bulunamamıştır. Bu nedenle, Türkiye'nin zengin biyolojik çeşitliliğinin yarattığı geniş odun dışı orman ürünü kullanım fırsatı, bu alandaki yönetimi daha karmaşık bir hale getirmekte, ülkenin sorumluluklarını artırmaktadır.

Odun dışı orman ürünlerinin 1988-2016 dönemindeki yönelimi incelendiğinde, kök odunlarının istikrarsız üretime örnek olduğu görülmektedir (Şekil 1).

Kestane üretimi son yıllarda bir artış gösterse de, (Şekil 2) düzenli olarak arttığını söylemek güçtür. Son yıllarda Kestane ağaçlarında gözlenen kurumalara rağmen bir artışın olması ilginçtir. Kültüre alınıp tarımsal üretimi de yapılan Kekik (Şekil 2) dalgalı bir yapı göstermektedir. 1994 ve 2007 yıllarında aşırı Kekik üretimi görülürken, 2013 yılında bir dip son iki

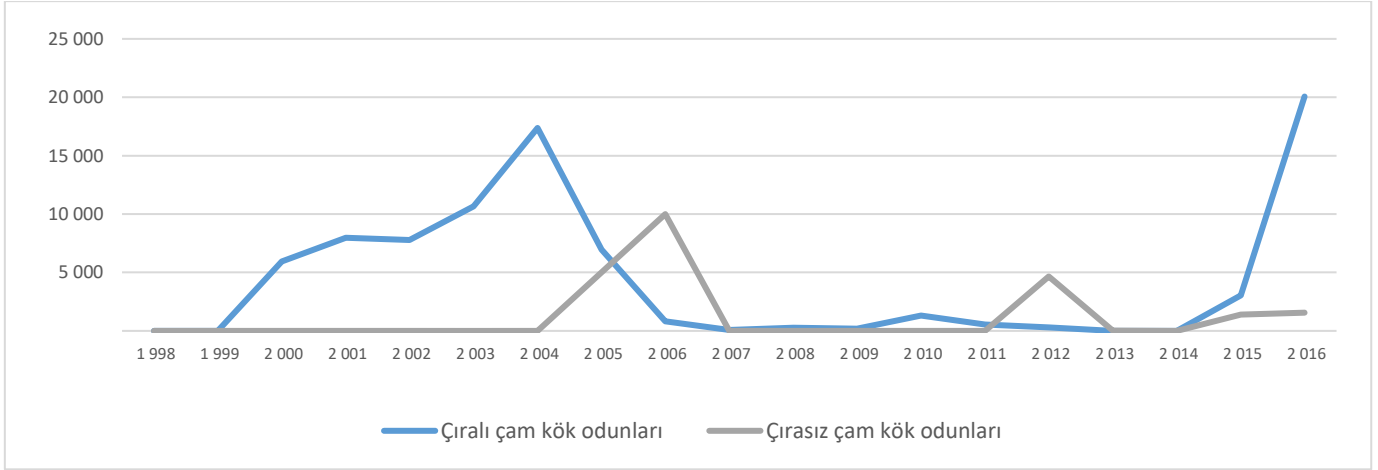
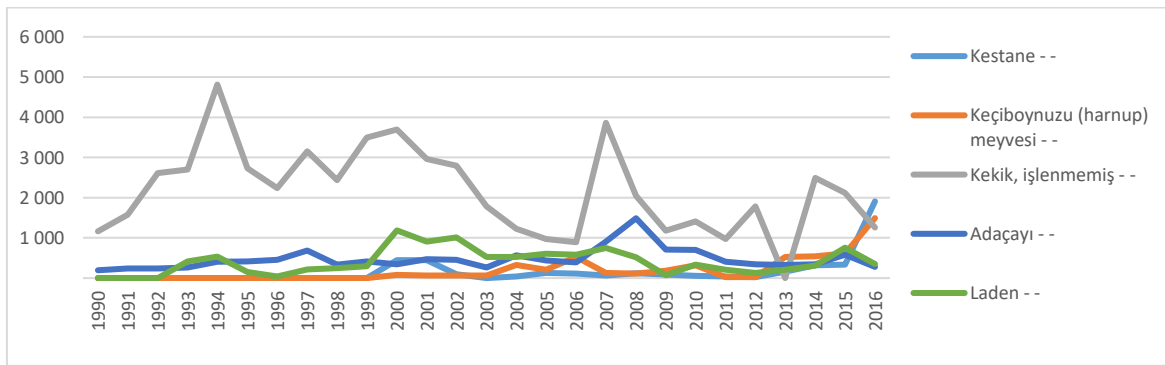
yıl yine azalış gözlenmiştir. Doğal ortamlardan gelen Kekik ile tarımsal faaliyetlerle üretilen kekiğin ayrı ayrı ve ilişkili izlenmesi, ekonomik ve sosyal boyutlarının yönetiminde önemli görünmektedir. Keçiboynuzu (harnup) üretiminin bir artış eğiliminde olduğu, Adaçayı ve Laden üretimlerinin mevcut durumu korudukları (Şekil 2) görülmektedir.

Türkiye odun dışı orman ürünleri üretiminde en hissedilir artış Defne üretimindedir (Şekil 3). 2013 yılındaki rekor düşüş dışında Defne istikrarlı bir şekilde artış gösterebilmiştir. Fıstıkçamı kozalağı ve iç fıstık üretimi uzun dönemde artış eğilimi gösteren bir diğer üründür (Şekil 3). Fıstık kozalağı üretiminde 2011 sonrası gözlenen düşüşlerin nasıl bir sonuç vereceği, Fıstık çamlarında gözlenen böcek zararının bu türün ve ürünlerinin geleceğini nasıl etkileyeceği henüz bilinmemektedir. Pazar ve taleple ilgili değişkenler de üretim isteğini etkilemektedir. Bu durum odun dışı orman ürünleri yönetimindeki değişken sayısını artırmakta ve daha karmaşık ilişkilerin analizini gerektirmektedir.

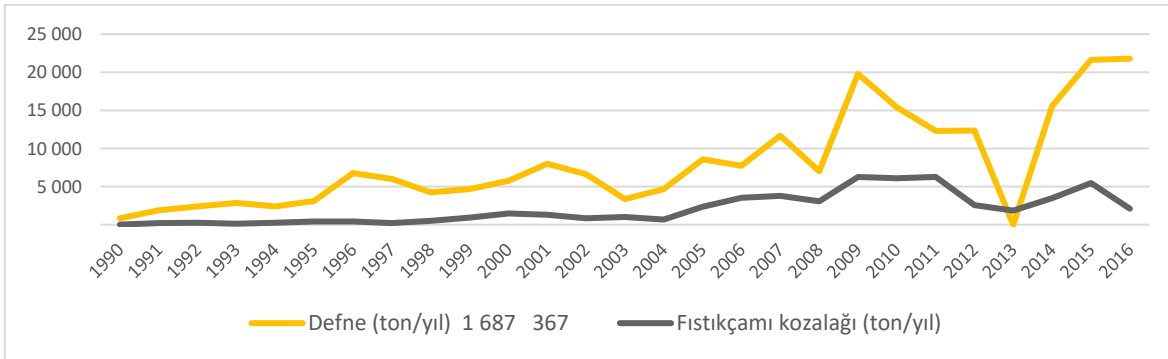
### Odun Dışı Orman Ürünleriyle İlgili Türkiye'deki Kurumsal Yapı

Türkiye ormanlarındaki odun dışı orman ürünlerinin yönetiminden, Orman ve Su İşleri Bakanlığına bağlı, Orman Genel Müdürlüğü (OGM) sorumludur. Türkiye'de, odun dışı orman ürünleri genellikle ormanlarda yetişmekte ve ormanların % 99'u devletin mülkiyeti altında bulunmaktadır.



Şekil 1: Kök odunları üretimindeki değişim (Ton yıl<sup>-1</sup>)

Şekil 2: Kestane, Keçiboynuzu, Kekik, Adaçayı ve Laden üretim yönelimleri



Şekil 3: Defne ve Fıstıkçami Kozalağı üretim yönelimleri

3234 sayılı kanuna göre OGM “Ormanları, devamlılığını sağlayacak şekilde, teknik ve ekonomik icaplara göre idare etmek ve işletmek, asli ve tali orman ürünlerinin; üretim, taşıma, depolama, iş ve işlemlerini yapmak ve yaptırmak, bu ürünleri yurt içinde ve dışında pazarlamak, ormancılık hizmetleri ile ilgili gerekli araç ve gereçleri temin ve tedarik etmek” görevindedir.

OGM'nin kurulduğu 1937 yılından, 2011 yılında 645 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile 3234 sayılı kanun ve ormancılık örgüt yapı değiştirilene kadar, odun dışı ürün veya kaynaklar “tali ürün” olarak kabul

edilmiştir. 2011 yılında ise OGM içerisinde “Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi Başkanlığı” kurulmuştur. **Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi Başkanlığı'nın görevleri;**

a) Odun dışı orman ürünlerinin ve ormanın ekosistem hizmetlerinin; envanteri, değer tespiti, teşhis, tanıtım, planlama, haritalandırma, projelendirme, üretim, taşıma, depolama ve pazarlanmasına ait iş ve işlemleri belirlemek, yapmak veya yaptırmak,

b) Orman içi su kaynaklarını korumak, geliştirmek, bu alanlarda yapılacak faaliyetleri düzenlemek, orman içi

av ve yaban hayatına, otlamaya, arıcılığa ait konuları takip etmek,

c) Uygun yerlerde eko-turizm faaliyetlerini desteklemek,

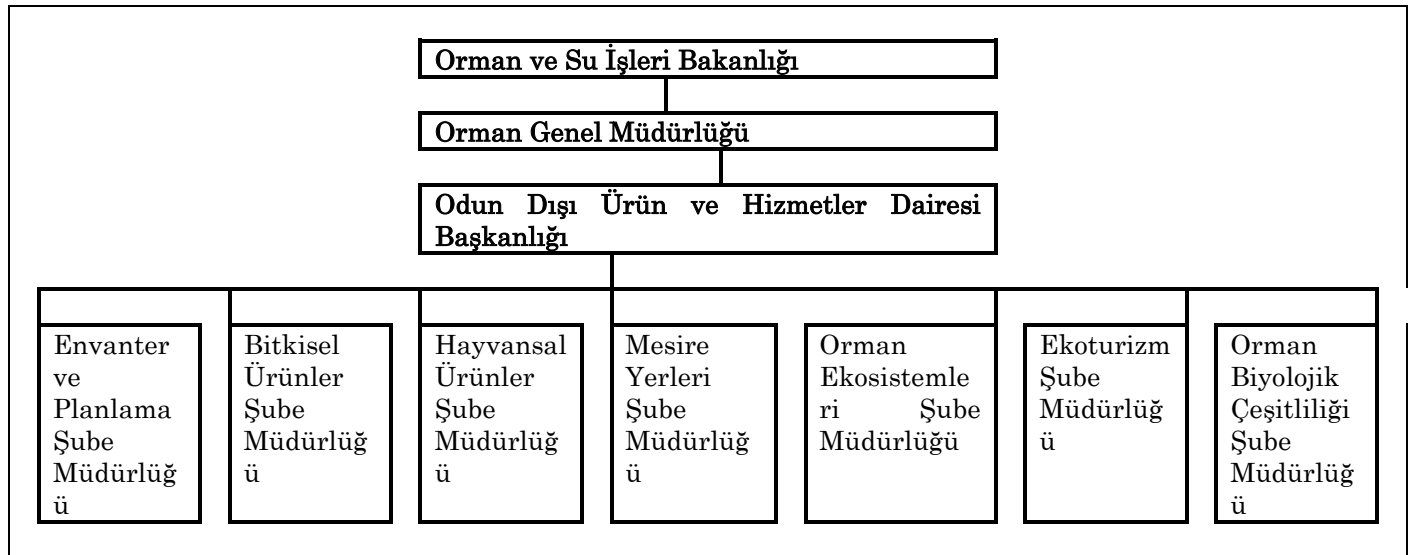
ç) Mesire yerlerinin, kent ormanlarının ve ağaç parkı sahalarının ayrılması, korunması, işletilmesi ve işlettilmesini sağlamak,

d) Genel Müdürlükçe verilecek benzeri görevleri yapmak şeklinde belirlenmiştir.

Şekil 4'den de görüldüğü gibi, Türkiye odun dışı orman ürünlerinin yönetimi, bakanlık ve OGM çatısı altında, Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Daire Başkanlığı ve yedi ayrı şube müdürlüğü tarafından yönetilmektedir.

Şekil 4'deki yapı odun dışı orman ürünleriyle ilgili merkezi örgüt oluştururken, OGM'ye bağlı 28 Orman Bölge Müdürlüğü'nün örgüt yapısı içerisinde **Odun Dışı**

**Ürün ve Hizmetler Şube Müdürlüğü** kurulmuş olup, sorumlu taşra teşkilatını oluşturmaktadır. Yerelde hizmet veren **Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Şube Müdürlüğü**'nün görevleri; Odun dışı orman ürünlerinin ve ormanın ekosistem hizmetlerinin; envanteri, değer tespiti, teşhis, tanıtım, planlama, haritalandırma, projelendirme, üretim, taşıma, depolama ve pazarlanmasına ait iş ve işlemleri belirlemek, yapmak veya yaptırmak, Orman içi su kaynaklarını korumak, geliştirmek, bu alanlarda yapılacak faaliyetleri düzenlemek, orman içi av ve yaban hayatına, otlamaya, arıcılığa ait konuları takip etmek, Uygun yerlerde ekoturizm faaliyetlerini desteklemek, Mesire yerlerinin, kent ormanlarının ve ağaç parkı sahalarının ayrılması, korunması, işletilmesi ve işlettilmesini sağlamak ve Bölge müdürünün vereceği benzeri görevleri yapmaktır.



Şekil 4: Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi Başkanlığı Örgütsel Yapısı

### Odun Dışı Orman Ürünleriyle İlgili Türkiye'deki Kurumsal Anlayış

Kurumsal yapıdaki değişimden de anlaşılacağı gibi, Türkiye'de odun dışı orman ürünlerine bakış zamanla değişmektedir. Bu değişimin, kurumsal yapıya ek bir diğer göstergesi, mevzuat içerisinde odun dışı orman ürünü hakkında yapılan tanımlamalardır. OGM, kuruluş kanununa ek olarak, 6831 sayılı Orman Kanunu, bu kanunla ilişkili olarak çıkarılan yönetmelik, tamim ve tebliğlere uygun çalışmak zorunda olan bir kamu kurumudur. Bu nedenle, odun dışı orman ürünlerinin yönetme şeklinin ve anlayışının bir göstergesi olarak, ilgili mevzuat incelenmelidir. Ancak bu incelemeyi, Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi Başkanlığı'nın kurulduğu 2011 yılı öncesi ve sonrası için ayrı ayrı yapmak değişimi görebilmek için gereklidir.

Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi Başkanlığı öncesinde, OGM'nin odun dışı ürünlerle ilgili çalışmaları 1995 yılında kabul edilen **283** numaralı **Orman Tali Ürünlerinin Üretim ve Satış Esasları**

**Tebliğ**'ine göre yürütülmüştür. Bu tebliğe göre “*Bazı orman ağaç ve ağaççıklarının gövdelerine tekniğine uygun metotla yara açmak suretiyle elde olunan reçine, sığla yağı vs. gibi balsamı yağlar, Defne, Okaliptüs vs. gibi ağaç ve ağaççıkların yaprakları, Mazı, Palamut, Sumak, Defne, Mahlep, Menengiç, Çam fıstığı gibi meyveler, bazı ağaç ve ağaççıkların gövde kabukları, ince dal ve sürgünleri ile gerek orman altı florayı teşkil eden gerekse orman rejimine giren sahalarda yayılış gösteren Kekik, Adaçayı, Kartal eğreltisi, Nane, Pelin otu, Hardal vs. gibi ağaççık, çalı, çalimsı görünüşteki bitkiler ile otsu, rizomlu, yumru ve soğanlı bitkiler orman tali ürünleri*” olarak adlandırılır. Bu tanıma göre, odun dışı orman ürünü denildiğinde, OGM'nin bitkisel kökenli ürünleri anladığı, halen odunu asli, odun dışı ürünleri ise tali şeklinde bir ayrıma tabi tutarak, dünyadaki kavramsal gelişimlerin gerisinde kaldığı söylenebilir. İlk bakışta, tüm orman ürünlerine yönelik hazırlandığı yönünde bir algı oluşturmasına rağmen, 1996 yılında çıkarılan 289 sayılı “**Orman Ürünlerinden**

**Faydalanmak İsteyenlere Verilecek İzinlere Ait Tebliğ**” de odun dışı ürünlere kavramsal bakışın bir göstergesidir. Bu tebliğde orman ürünleri “*her çeşit ağaç, ağaççık, mantar, tıbbi ve sınai bitkiler ile bunlardan elde edilen kök, fidan, kozalak tohumu, kabuk, meyve, çiçek, ibre, yaprak, dal, sürgün, yumru, soğan, çıra, katran, sakız, mazi, balzam, ur ve benzerleri*” şeklinde tanımlanmış ve esasen odun dışı bitkisel orman ürünleri belirtilmiştir.

OGM’deki odun dışı orman ürünü anlayışın değiştiğinin bir başka kanıtı, 2013 yılında, 297 sayılı **Odun Dışı Orman Ürünlerinin Envanter ve Planlaması İle Üretim ve Satış Esasları** isimli tebliğin yayınlanmasıdır. 297 sayılı tebliğe göre Odun dışı orman ürünleri: “*Ormanlardan elde edilen odun dışındaki tüm bitkisel ve hayvansal ürünler ile mantarları ifade etmekte, endüstriyel odun üretimi esnasında açığa çıkan ağaç kabukları, kozalaklar, çalılar, yongalar, kökler ile mantarlar, orman humusu ve örtüsü de aynı grupta yer almaktadır*”.

297 sayılı tebliğin yaptığı tanımdan da anlaşıldığı gibi; Türkiye, sadece bitkisel kökenli ürünleri odun dışı ürün olarak gören anlayışını, hayvansal ürünlerle, üretim artışı kabul edilen, kozalak, kök, orman humusu gibi değerlere doğru genişletmiştir.

Bununla birlikte, anlayış değişimini temsil edebilen tebliğlerin 2016 yılında bir defa daha yenilendiği görülmektedir. 2016 yılında OGM, 302 sayılı “**Odun Dışı Orman Ürünlerinin Envanter ve Planlaması İle Üretim ve Satış Esasları**” isimli tebliği yayınlamıştır. 302 sayılı tebliğe göre odun dışı orman ürünü denildiğinde “*ormanlardan ve ağaçlardan elde edilen odun dışındaki biyolojik ve mineral kökenli ürünler ile kabuk, yonga, çalı, kök, kütük, kozalak gibi odun üretimi sırasında açığa çıkan diğer ürünler ile mantarlar, orman humusu ve örtüsü*” anlaşılmaktadır. Aradan sadece üç yıl geçmesine rağmen, 297 sayılı tebliğde, hayvansal ürünler odun dışı orman ürünleri içerisinde kabul edilirken, 302 sayılı tebliğ ile kapsam dışında itildiği, bir başka değişle, tekrar bitkisel üretimi temel alan bir anlayışa dönüldüğü görülmektedir.

### Türkiye Ulusal Ormancılık Programında Odun Dışı Orman Ürünleri

Türkiye, 2004 - 2023 yılları için Ulusal Ormancılık Programı hazırlamıştır. Ulusal Ormancılık Programları FAO’nun dünya ülkelerini hazırlamaya teşvik ettiği önemli belgelerdir. Katılımcı bir anlayışla hazırlanan bu program, ne yazık ki, bakanlar kurulu kararı ile ormancılık kurumları için bağlayıcılığı olan bir belgeye dönüştürülmemiş fakat ormancılık sektörünün farklı noktalara bakışının sağlam bir göstergesi olmuştur.

Ulusal Ormancılık Programının ülke ormancılığının mevcut durumunu irdeleyen bölümünde, “**Odun Dışı Orman Ürünleri Faydalanması ve Odun dışı orman**

**ürünlerinden faydalanma**” (ÇOB, 2004) şeklinde iki özel başlık görülmektedir. Bu başlıklar incelendiğinde var olan potansiyelin vurgulandığı, bu kaynaklardan faydalanmanın sürdürülebilirliği konusunda kaygıların ön plana çıkarıldığı görülmektedir.

Ulusal Ormancılık Programına göre ormancılığın; Ormanların Korunması, Ormanların Geliştirilmesi ve Orman kaynaklarından faydalanma şeklinde üç ana amacı bulunmaktadır. Ormanların korunması amacının içerisinde “Orman köylülerinin odun ve **odun dışı orman ürünleri** ihtiyaçlarının, ormanların kapasitesi dahilinde yasal yollardan mümkün olduğunca karşılanması, orman köylülerinin ormanların odun dışı ürün ve hizmetlerinden faydalanma ve gelir elde etme imkanlarının geliştirilmesi” (ÇOB 2004) şeklinde bir politikaya yer verilmiştir. Bu politika odun dışı orman kaynakları konusunda üç stratejiye yer vermiştir. Bu stratejiler;

**Strateji IV.** *Ormanların biyotik ve abiyotik zararlara (yangın, kaçak odun kesimi, odun dışı orman ürünleri kaynaklarından düzensiz yararlanmalar, düzensiz / aşırı otlatma, açma / yerleşme, böcek, mantar ve diğer hastalıklar, hava kirliliği, vb.) karşı korunması alanlarında orman teşkilatının kurumsal kapasitesinin ve bu çalışmalara ayrılan kaynakların güçlendirilmesi,*

**Strateji V.** *Ormanlardan gizli/kaçak odun ve odun dışı ürün faydalanmalarının azaltılması ve verdiği zararlarının önlenmesi için: (i) orman yönetim ve faydalanma planlarının hazırlanması sırasında, yerel köylülerin odun ve odun dışı orman ürünleri ihtiyaçlarının belirlenmesi ve ormanların kapasitesi dahilinde yasal yollardan karşılanmasının geliştirilmesi, bu ürünlerin indirimli fiyatlarla karşılanmasının sürdürülmesi; (ii) orman köylerinde odun tüketiminde tasarruf sağlayıcı tedbirlerin ve alternatif enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması,*

**Strateji VI.** *Orman köylülerin yörelerindeki ormanların yönetim kararlarına katılımının ve orman kaynaklarının işlevsel (çok amaçlı) yönetiminin geliştirilmesi. Orman köylülerinin ormanların odun dışı ürün ve hizmetlerinin (yem, tıbbi-aromatik bitkiler, meyve, mantar, su kaynakları, rekreasyon, av-yaban hayatı, avcılık, vb.) gelir potansiyellerinden yararlanmalarının artırılması için uygun modellerin ve gerekli tedbirlerin orman teşkilatı, yerel halk ve diğer ilgi grupları işbirliği ile yürütülecek çalışmalarla (pilot projeler, araştırma, mevzuat ve kurumsal gelişme, vb.) geliştirilmesi ve uygulamalarının yaygınlaştırılması, şeklinde ifade edilmiştir (ÇOB 2004).*

Ulusal Ormancılık Programının ikinci amacı ormanların geliştirilmesiyle ilgilidir. Bu amaç kapsamında yer alan “mevcut ormanların geliştirilmesi” politikası, odun dışı orman ürünlerinin geliştirilmesiyle ilgili olarak “**V. Orman köyleri yakınındaki ağaçlandırma ve imar çalışmaları**

sırasında uygun alanlarda, yerel halkın odun ve **odun dışı orman ürünlerine** olan ihtiyaçlarını karşılamaya ve gelir imkanları yaratmaya uygun orman ağaç, ağaççık ve diğer bitki türlerinin kullanılmasına, uygun silvopastoral uygulamalara ve yerel halkın bu çalışmalara katılımlarının desteklenmesine ve güçlendirilmesine özen gösterilmesi” (ÇOB, 2004) şeklinde bir stratejiye yer vermektedir.

Orman kaynaklarından faydalanma konusunda ayrılan üçüncü amaç içerisinde odun dışı orman ürünlerinin daha yoğun ele alındığı anlaşılmaktadır. Nitekim bu amacın içerdiği iki ayrı politikayla ilişkilendirilebilecek dört ayrı strateji bulunmaktadır. Ulusal Ormancılık Programında amaçlar ve stratejiler yanında, politika ve eylemlere de yer verilmiştir. Faydalanma konusundaki amacın içerdiği politikalarının ilkinde **“ii. Ormanların odun dışı ürün kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ve faydalanması suretiyle toplumun odun dışı orman ürünleri** ihtiyaç ve taleplerinin, yerel ve ülkesel düzeylerde optimum şekilde karşılanması” hedeflenirken, ikinci politikada bu işin daha çok uygulama aşaması dikkate alınmakta ve **“iii. Odun ve odun dışı orman ürünlerinde standardizasyon ve sertifikalandırma sisteminin; ulusal koşullar ve uluslararası gelişmeler dikkate alınarak belli bir süreç içinde geliştirilmesi, uygulamaların yaygınlaştırılması. Odun dışı orman ürünlerinin dış ticaretinin disipline edilmesi, Bu ürünlerin hammadde yerine mamul madde olarak ihracatını teşvik etmeye yönelik tedbirlerin gerçekleştirilmesi”** şeklinde bir politika ifadesine yer verilmektedir. Bu iki politikayla ilgili olarak benimsenen stratejiler ise;

**Strateji V. Ormanlarda odun dışı ürünlerden** (tıbbi ve aromatik bitkiler, hayvan yemi, su, meyve, mantar, vb.) faydalanmanın önemi konusunda orman teşkilatı ve yerel halk arasında bilinçlenme ve ilginin artırılması. Havza bazında entegre ve katılımcı olarak hazırlanacak yönetim planlarında **odun dışı ürünün** faydalanmasına ayrılacak sahaların, ayrıntılı yönetim planlarının/projelerinin (koruma, geliştirme, faydalanma esaslarını ve faaliyetlerini belirleyen) yerel halkın katılımı ile hazırlanması ve uygulanması konularında bilgi, deneyim ve metodolojilerin geliştirilmesi, orman teşkilatının kurumsal kapasitelerin güçlendirilmesi, ilgili mevzuatın geliştirilmesi,

**Strateji VI. Orman köylülerinin odun dışı ürünlerinin** üretimi, istihsalı, işlenmesi, pazarlanması konularında bilgi ve deneyimlerin artırılması ve kapasitelerinin güçlendirilmesine yönelik eğitim ve destek programlarının orman teşkilatı, yerel halk, bilim kuruluşları, özel sektör, sivil toplum kuruluşları ve diğer ilgi grupları işbirliği ile geliştirilmesi ve sürdürülmesi,

**Strateji VIII. Odun dışı ürünlerinin dış ticaretinin** disipline edilmesi. Bu ürünlerin hammadde yerine mamul madde olarak ihracatını teşvik etmeye yönelik

mevzuat ve kurumsal gelişme tedbirlerinin gerçekleştirilmesi şeklindedir (ÇOB, 2004).

Ulusal Ormancılık Programının Faydalanma amacı kapsamında kalan “Yerel haklara saygı, orman köylülerinin yaşam şartlarının iyileştirilmesine ve yoksulluğun azaltılmasına katkı” politikası da odun dışı orman ürünleriyle ilişkilidir. Nitekim bu politikanın içerdiği stratejiler içerisinde **“iii. Orman köylülerinin ve örgütlerinin, ormanların ürünlerinden ve hizmetlerinden (odun ve odun dışı orman ürünlerinin yetiştirilmesi, hasadı, işlenmesi, pazarlanması, küçük su kaynaklarından faydalanma, uygun alanlarda çok amaçlı ağaçlandırmalar, hayvan yemi faydalanması, silvopastoral uygulamalar, ekoturizm, köy avlakları, balıkçılık, vb.) faydalanma kapasitelerinin güçlendirilmesine yönelik çalışmaların (eğitim, pilot çalışmalar, finans desteği, vb.), orman köy örgütleri, orman teşkilatı, sivil toplum örgütleri ve diğer ilgili kuruluşların ortak ve eşgüdümlü çalışmaları ile gerçekleştirilmesi”** (ÇOB, 2004) şeklinde bir strateji yer almış ve yerel halkların haklarıyla odun dışı ürünler yakın bir şekilde irtibatlandırılmıştır.

Ulusal Ormancılık Programında odun dışı orman ürünüyle ilgili sadece politika ve stratejilere yer verilmemiş, bu kapsamda eylemler (19, 24, 99, 100, 101, 102, 105, 106, 107, 108 ve 131 numaralı) de önerilerek, ilgili kurumlar sorumlu hale getirilmiştir. Toplam 11 eylemden 4 tanesi Orman ve Su İşleri Bakanlığı merkez birimlerinin uygulama sorumluluğuna bırakıldığı, diğerlerinden OGM’nin sorumlu tutulduğu görülmektedir.

### Orman Genel Müdürlüğü Stratejik Planlarında Odun Dışı Orman Ürünleri

OGM, 5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu gereği, stratejik plan hazırlamak zorunda olan kurumlar arasındadır ve stratejik planında belirtilen amaç ve hedefler doğrultusunda eylemlerini yürütmesi yasa gereğidir. Stratejik Planda yer alan amaç, hedef, strateji ve performans göstergeleri, OGM’nin kurumsal anlayışını kanıtladığından bu çalışmada odun dışı orman ürünlerinin son üç stratejik planındaki yeri incelenmiştir.

İncelenen ilk stratejik plan 2010-2014 yılları için hazırlanan plandır. Bu planda OGM’nin “Ormanların ürettiği mal ve hizmetlerden toplumun gelişen ve değişen beklentilerini en üst düzeyde karşılamak, ormanlardan çok yönlü ve sürdürülebilir şekilde faydalanmak” amacının bir parçası olarak, Hedef 3.6.’da “Odun dışı orman ürünlerinin potansiyeli tespit edilerek, faydalanma düzenlenecek ve plan döneminde ekonomik öneme sahip odun dışı ürün çeşit ve miktarı % 25 oranında artırılabilecektir” (OGM, 2009) denilmektedir.

Planın odun dışı orman ürünleriyle ilgili açıklamaları incelendiğinde, esasen 283 ve 289 sayılı tebliğdeki

odun dışı orman ürünü tanımının benimsendiği görülmektedir. Henüz odun dışı bu alanda bir daire başkanlığının kurulmamış olduğu bir döneme rastlandığı hatırlandığında, OGM'nin kavramsal bakışıyla plandaki anlayışının uyumlu olduğu görülmektedir.

Planda Hedef 3.6 ile ilgili özel stratejiler tanımlanmamış fakat “*üretilen veya toplanan bu ürünlerin ormanlık alanlardaki potansiyelinin belirlenmesi, biyolojik çeşitliliğin tespit edilmesi, korunması ve geliştirilmesi, erken toplamaların, kalite kayıplarının ve aşırı toplamaların önlenmesi ile bu türlerin devamlılığının sağlanması için gerekli tedbirlerin alınması ve sürdürülebilir faydalanmanın sağlanması, gen kaynaklarının korunması gerekmektedir* (OGM, 2009)” denilerek, süreklilik kaygıları ifade edilmiştir. Bir önlem olarak “*Plan döneminde; odun dışı orman ürünlerinin üretimi, işlenmesi, pazarlanması konularında orman köylülerinin bilgi ve deneyimlerinin artırılması ve kapasitelerinin güçlendirilmesine yönelik eğitim ve destek programları geliştirilerek sürdürülecektir*” denilerek, sürdürülebilirliğin sosyal boyutu dikkate alınmıştır.

Bu plan döneminin odun dışı orman ürünleri yönetimiyle ilişkili olarak gerçekleştirmek istediği eylemleri; “ormanlardan toplanan ürünlerin sıkı takip ve kontrollerinin yapılması, bu ürünlerin tür ve miktarının belirlenebilmesi için istatistiki bilgi ve verilerin oluşturulması, envanter metotları ve planlama tekniklerinin belirlenmesi, ülke içi tüketimin saptanması, ihracatı yapılabilecek yeni ürünlerin araştırılması, faydalanmanın devamlılığı için türleri geliştirme ve yetiştirme olanaklarının araştırılması, yarı mamul veya mamul olarak işlenmesi ve sanayinin geliştirilmesi ve yerel ekonomiye katkı sağlaması imkanlarının araştırılması, yararlanılan türlerin korunması ve gelişimlerinin izlenmesi için izleme metotlarının geliştirilmesi” (OGM, 2009) şeklinde ifade ettiği öncelikli alt hedefler olarak belirttiği görülmektedir.

2010-2014 plan döneminde OGM'nin odun dışı orman ürünleri alanındaki faaliyetlerini toplam odun dışı orman ürünü çeşidi ve sayısı (adet), odun dışı orman ürünlerinin değerlendirme şekli ve miktarı (ton) ile ticarete konu odun dışı orman ürünü çeşit sayısı ve miktarı (adet ton<sup>1</sup>) göstergeleriyle (OGM, 2009) izlemeye karar verdiği görülmektedir.

İncelenen ikinci stratejik plan; 2013-2017 yılları için hazırlanmıştır. OGM bünyesinde odun dışı orman ürünleri alanında özel bir daire başkanlığının kurulmasından sonra hazırlandığı için,

2013-2014 planında bu konu daha fazla yer bulmuştur. Planın genel bilgiler kısmında odun dışı orman ürünleri kapasitesine yönelik daha ayrıntılı bilgiler verilmiş, ülkenin sahip olduğu biyolojik çeşitliliğin bu

alanda bir kapasite sunduğu, ihraç olanaklarıyla dış ticarete üstünlükler sağladığı, kırsal fakirlik açısından değerlendirilebilecek imkânlar sunduğu belirtilmiştir. Yapılan durum analizinde ise OGM'nin **zayıf yönleri** veya geliştirmesi gereken alanlar listesinde “*Odun dışı ürün ve hizmetlerin yeterince değerlendirilememesi*” (OGM, 2012) şeklinde bir saptama yer almıştır. OGM'nin dış ortamı analiz edilirken, odun dışı orman ürünleri alanında “*Orman yangınları, orman suçları ve odun dışı orman ürün kaynaklarından düzensiz ve tahrip edici yararlanmaların azalarak da olsa halen var olması*” (OGM, 2012) kurumsal bir **tehdit** olarak belirlenmiştir.

2013-2017 Stratejik Planında “*Orman köylülerinin odun ve odun dışı orman ürünleri ihtiyaçlarının, ormanların kapasitesi dâhilinde karşılanması, orman köylülerinin ormanların odun dışı ürün ve hizmetlerinden faydalanma ve gelir elde etme imkânlarının geliştirilmesi*” OGM'nin temel stratejisi olarak ifade edilmiştir (OGM, 2012). Odun Dışı Orman Ürünleri Dairesi; Stratejik Planın özellikle 1. (*Ormanları, orman sayılan yerleri ve bu yerlerdeki biyolojik çeşitliliği, her türlü biyotik ve abiyotik zararlılara karşı korumak*) ve 3. (*ormanların ürettiği mal ve hizmetlerden toplumun gelişen ve değişen beklentilerini en üst düzeyde karşılamak, ormanlardan çok yönlü ve sürdürülebilir şekilde faydalanmak*) amaçları içerisinde yer alan Hedef 1.5., 3.4. ve 3.7'den sorumlu tutulmuştur.

Stratejik planın birinci amacı, aslında doğrudan odun dışı orman ürünlerine yönelik olmasa da, özünde odun dışı orman ürünlerinin dayandığı biyolojik çeşitlilik ve süreklilik kaygılarına yöneliktir. Bu kapsamda oluşturulan Hedef 1.5'de “*Orman alanlarındaki biyoçeşitlilik tespitleri yapılacak, biyoçeşitlilik bir fonksiyon olarak amenajman planlarına entegre edilecek, bu alanlar düzenli olarak izlenecek ve korunması gerekenler koruma altına alınacaktır*” denilerek, planlama metodolojisi açısından doğru bir yaklaşım benimsenmiştir. Bu hedefle ilgili olarak hazırlanan yedi strateji incelendiğinde; biyolojik çeşitliliğin kırsal fakirlikle ilişkisinden, farkındalık yaratmaya, envanter ve planlamadan izleme ve değerlendirmeye, korunan alan ayırımından korunan alan dışındaki ormanlarda biyolojik çeşitliliğin korunmasına, işbirliği yapılacak kurumlara kadar uzanan geniş bir ilgi alanını kapsadığı fakat odun dışı orman ürünleri kelimesinin doğrudan kullanılmadığı görülmektedir. Planda, belirtilen tüm stratejilerin biyoçeşitlilik envanteri yapılan orman alanı (ha) göstergesi ile izlenebileceği düşünülmüştür.

2013-2017 planının üçüncü amacının 3.4. numaralı hedefi, odun dışı orman ürünlerine açıkça yer veren bir hedefdir. Bu hedef “*Odun dışı orman ürünlerinin potansiyeli tespit edilerek, faydalanma düzenlenecek ve plan döneminde ekonomik öneme sahip ürün çeşit*

ve miktarı % 25 oranında artırılacaktır” şeklinde ifade edilmiş olup, aslında bir önceki planda da var olan bir hedeftir. Bir başka deyişle, OGM bu hedefini değiştirmeye gerek görmeden, uygulamakta ısrar etmiştir.

Hedef 1.5’de olduğu gibi, 3.4 numaralı hedef için de beş ayrı temel strateji belirlenmiştir. Her biri odun dışı orman ürünlerine yönelik olan bu stratejiler;

- Ormanların odun dışı ürün kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ve faydalanması suretiyle toplumun odun dışı orman ürünleri ihtiyaç ve taleplerinin optimum şekilde karşılanması,
- Odun dışı orman ürünlerinde standardizasyon ve sertifikalandırma sisteminin; ulusal koşullar ve uluslararası gelişmeler dikkate alınarak belli bir süreç içinde geliştirilmesi, uygulamaların yaygınlaştırılması,
- Odun dışı orman ürünlerinin dış ticaretinin disipline edilmesi, bu ürünlerin hammadde yerine mamul madde olarak ihracatını teşvik etmeye yönelik tedbirlerin alınması,
- Orman köylülerinin odun dışı orman ürünlerinin üretimi, istihsalı, işlenmesi, pazarlanması konularında bilgi ve deneyimlerin artırılması ve kapasitelerinin güçlendirilmesi, yeni bilgi, deneyim ve metodolojilerin geliştirilmesi, orman teşkilatının kurumsal kapasitesinin güçlendirilmesi, ilgili mevzuatın geliştirilmesi,
- Odun dışı orman ürünlerinden faydalanmaya yönelik takip ve kontrollerin artırılması şeklindedir (OGM, 2012).

Yukarıda belirtilen temel stratejilerin izleme ve değerlendirilmesinde; Odun dışı orman ürünleri envanteri yapılan alan miktarı (ha) ve değerlendirilen odun dışı orman ürünü (ton) şeklinde iki ayrı performans göstergesinin yeterli olacağı düşünülmüştür.

Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi’nin sorumluluğuna verilmiş bir diğer hedef yine üçüncü amaç kapsamında ve 3.7 numarasıyla oluşturulmuştur. Hedef 3.7’de “Ormanların sosyal, kültürel, bilimsel, sportif ve estetik hizmetlerinden toplumun daha fazla faydalanmasının sağlanması yönünde rekreasyon alanları belirlenecek, hizmet seviyesi ve kalite artırılacaktır” denilmektedir. Hedef içeriğinin bitkisel ürünlerden çok, ekoturizm ve rekreasyon temelli hizmetlere yönelik olduğu görülmektedir. Her ne kadar bu hedeften Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi sorumlu birim olarak gösterilmişse de, OGM’nin 283 ve 289 sayılı tebliğindeki odun dışı ürün tanımı hatırlandığında, bu hizmetler odun dışı ürün ve hizmet olarak kabul edilmemiştir. Bir başka deyişle, OGM tebliğlerinde yaptığı tanımdan daha geniş bir kabule göre birimleri arası iş bölümü yapmak durumunda kalmıştır.

Buraya kadar açıklanan amaç ve hedefler, 2013-2017 planında doğrudan Odun Dışı Ürün ve Hizmetler

Dairesi’nin sorumluluğuna verilmiştir. Ancak, planın ikinci (Mevcut ormanların geliştirilmesi ve verimliliğinin artırılması ile uygun arazilerde yeni ormanlar kurularak orman alanlarının genişletilmesi) ve dördüncü (sürdürülebilir orman yönetimini sağlamaya, daha hızlı ve kaliteli hizmet sunmaya, belirlenen stratejik amaçlara ulaşmaya yönelik kurumsal gelişimi sağlamak) amacı içerisinde de bu dairenin sorumluluklarıyla ilişkili iki ayrı hedef bulunmaktadır.

Ormanların geliştirilmesi şeklindeki ikinci amacın 2.2. numaralı hedefini (Verimli orman alanı 12 500 000 hektara çıkarılacaktır) de odun dışı orman ürünleriyle ilişkili düşünmek gereklidir. Nitekim bu hedefin açıklamalarında “bozuk orman alanlarındaki zengin odun dışı orman ürünleri potansiyelinin ekosistem dengesi içerisinde korunması, değerlendirilmesinde köy tüzel kişiliklerine öncelik verilmesi ve bu hususta ilgili resmi ve sivil kurumların desteklerinin sağlanmasına çalışılacaktır” denilerek, odun dışı ürünlerle ilişki açıkça ifade edilmiştir.

Planın kurumsal kapasiteyle ilgili dördüncü ve son amacının 4.1. numaralı hedefi ARGE ihtiyacı ile ilgilidir. Yapılan açıklamalardan bu hedefin içeriğinden ne anlaşıldığı görülmekte ve Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinin odun dışı orman ürünleri alanında da araştırma projeleri yaptığı ve yapması beklendiği ortaya çıkmaktadır.

2013-2017 planında OGM’nin bir süredir üzerinde çalıştığı sürdürülebilir orman yönetimi çalışmalarında kurumsal olarak kabul ettiği kriter setine de yer verilmiştir. Stratejik plan hiyerarşisi içerisinde, böylesi bir bilginin gerekli olup olmadığı tartışılabilir olsa da, verilen setin içerisinde yer alan Kriter 4, ormanların üretim kapasitesi ve fonksiyonları başlığını taşımakta ve 4.4. numaralı alt başlığında “Odun dışı orman ürünleri üretimi” alt ölçütüne yer verilmektedir. Ormanların Sosyo Ekonomik Fonksiyonları isimli 6 numaralı kriterin ikinci (6.2.) alt başlığı da “Odun dışı orman ürünlerinin değeri” konusuna ayrılmıştır. Bu nedenle OGM’nin stratejik planında da ifade ederek, sürdürülebilir orman yönetimi anlayışının odun dışı orman ürünlerini de kapsayan bir bakışa sahip olduğunu kanıtlandığı söylenebilir.

İncelenen son stratejik plan OGM’nin halen geçerli stratejik planıdır ve 2017-2021 yılları için hazırlanmıştır. Bu planda, OGM birimleri bazı hedeflerden doğrudan sorumlu tutulmuşken, bazılarında işbirliği yapacak birim olarak gösterilmiştir. Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi planın üçüncü amacının 3.3. numaralı hedefinden sorumlu tutulmuşken, Amaç 1’in 1.2 ve 1.4, Amaç 2’nin 2.1, Amaç 3’ün 3.1 ve Amaç 4’ün 4.1, 4.2 ve 4.3 numaralı hedeflerinde işbirliği yapılacak birim olarak gösterilmiştir. 2017-2021 planının içerdiği amaçlar aslında bir önceki planın içerdiği amaçlarla aynıdır.

Ancak güncel planda amaç kelimesi yerine gaye kelimesinin kullanılması tercih edilmiştir.

Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesinin sorumluluğuna verilen tek hedef olan Hedef (H3.3) “*Rekreasyon hizmetleri yaygınlaştırılacak, odun dışı orman ürünlerinin potansiyeli belirlenerek ekonomik öneme sahip ürün çeşidi % 10, üretim miktarı ise % 75 oranında artırılacaktır*” şeklindedir. Bu hedefin önceki iki plan hedefleriyle karşılaştırılmasından, OGM'nin bir anlayış değişimine gitmek zorunda kaldığı görülmektedir. Bu değişimin; yararlanılan türlerin % 25 artırılması anlayışının % 10'a indirilmesi ve üretim miktarlarına özel bir nicel hedefin konması noktalarında olduğu söylenebilir.

OGM, hedef 3.3 ile ilgili üç ayrı temel strateji belirlemiştir. Bu Temel stratejiler (OGM 2016);

- *Rekreasyon hizmetlerine yönelik toplumsal taleplerin karşılanması ve rekreasyon alanlarında hizmet çeşitliliğinin artırılması,*
- *Odun dışı orman ürünlerine yönelik bilinç ve farkındalığın artırılması,*
- *Envanter ve planlama çalışmalarında istihdam edilecek personelin deneyim kazanması, uzmanlaşması gayesiyle uygun istihdam politikaların geliştirilmesi* şeklindedir.

Hedef 3.3. kapsamında belirlenen stratejileri izlemek ve değerlendirmek için toplam beş adet performans göstergesi oluşturulmuştur. Bu göstergelerden ilk ikisi rekreasyonel hizmetlerle ilgilidir. Odun dışı orman ürünleriyle ilgili olarak; odun dışı orman ürün envanter ve planlaması yapılan alan (ha), değerlendirilen yıllık odun dışı orman ürünü miktarı (ton) ve ekonomik öneme sahip ürün çeşidi (adet) göstergeleri oluşturulmuştur.

Önceki planda olduğu gibi, 2017-2021 planında da sürdürülebilir orman yönetim ölçütlerine yer verilmiştir. Odun dışı orman ürünleri, önceki plandaki yerini koruyarak, aynen bu planda da sürdürülebilir orman yönetimi içerisinde kendine yer bulmuştur.

### **Türkiye’de Odun Dışı Orman Ürünlerinden Faydalanma Planları**

Türkiye ormanlardan faydalanma konusunda mevzuatı ve gelenekleri olan bir ülkedir. 6831 sayılı Orman Kanununun 26. Maddesi “*Orman insan ilişkilerinde, ormanın korunması, kullanma değerlerinin esas tutulması, ormancılıkta ve amenajman planlarında çok taraflı faydalanma esaslarını getirmek maksadıyla; Devlet ormanlarından yapılacak istihsal, Tarım ve Orman Bakanlığınca tespit olunacak esaslar dairesinde ve amenajman planlarına göre Devlet tarafından yapılır veya 40. madde hükümleri dairesinde yaptırılabilir*” hükmü ile faydalanmayı amenajman planlarına bağlamıştır. Bu maddede devlet ormanlarından söz edilse de, adı geçen kanunun 46. Maddesinde kamu

ormanları, 51. Maddesinde ise özel ormanlarda da Orman Amenajman Planlarına göre yararlanma yapılabileceği belirtilmektedir. Bu nedenle, ister odun hammaddesi ister odun dışı orman ürünleri söz konusu olsun, orman amenajman planlarıyla süreklilik önlemleri alınmamış bir yararlanma, yasal olarak olanaksızdır. OGM içerisinde **Orman İdaresi ve Planlama Daire Başkanlığı** orman amenajman planlarının hazırlanmasından, özel ormanlar için hazırlanan planların denetlenmesinden sorumludur.

Bununla birlikte, orman amenajman planları genellikle odun hammaddesini planlamaya odaklanmıştır. Amenajman planlarının hazırlanma esaslarını açıklayan yönetmeliklerin oduna odaklandığı, odun dışı orman ürünleri ile diğer ormancılık hizmetlerinin nasıl planlanacağı konusunda yol gösterici hükümler içermediği görülmüştür. Özellikle doksanlı yıllarda bu konu oldukça eleştirilmiş ve OGM, 2008 yılında amenajman planları hazırlama anlayışını değiştiren bir düzenleme yapmış ve yeni bir Orman Amenajman Yönetmeliği yayınlamıştır. OGM’ye göre bu yönetmelik ekosistem tabanlı, çok amaçlı ve fonksiyonel planlama anlayışına göre planlar yapmaya uygun bir yönetmeliktir.

2008 tarihli Orman Amenajman Yönetmeliğinde amenajman “*bir orman işletmesini veya onun ayrıldığı alt işletme ünitelerini tespit edilen amaçlara göre planlayan ve planın uygulanmasını izleyen bir ormancılık bilim dalı*” (OGM, 2008) şeklinde tanımlanmıştır. Bilindiği gibi odun dışı orman ürünü üretmek de bir ormancılık amacıdır ve bazı orman parçaları bu amaçla yönetilmektedir. Yönetmeliğin amenajman tanımına göre bu alanlar için de bir amenajman planı hazırlanmalıdır.

Nitekim bu anlayışa uygun olarak Orman Amenajman Yönetmeliğinin farklı maddelerinde odun dışı orman ürünlerinden söz edilmekte, envanterinin nasıl yapılacağı açıklanmakta, hatta çıkarıldığı dönemdeki kurumsal odun dışı ürün anlayışına paralel olarak, hayvansal, mineral kökenli odun dışı ürünlerden ve envanterinden söz edilmektedir. 76. Maddesinde ise “*Ana amacı odun dışı orman ürünleri, defne yaprağı, reçine, sığla yağı, kabuk, tohum, meyve ve benzeri gibi üretimi olan orman alanlarında planlama, her ürünün yetiştirme ve ormandan çıkarma yöntemlerinin gerektirdiği özel durumlara uygun olarak yapılır. Bu ürünlerin üretim planlanması, diğer fonksiyonlarla kombine edilerek yapılır. Odun dışı orman ürünlerinin üretilmesinde, küresel ve ulusal süreçlere uygun, yasal düzenlemeler de dikkate alınarak hareket edilir. Gereğinde, özel üretim planları düzenlenir*” denilerek, odun dışı orman ürünlerinin de odun üretim planlarıyla bütünleşik fakat bu alana özel planlarla yönetileceği ifade edilmektedir.

Hal böyleyken, 2011 yılında OGM örgüt yapısının değiştirilmesinin, odun dışı orman ürünlerinden yararlanmanın planlanması konusunda kurumsal

anlayış ayrılığına neden olduğu görülmektedir. Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi'nin kurulmasının da etkisiyle olsa gerek, odun dışı orman ürünleriyle ilgili tebliğlerin içeriği değişmeye başlamıştır. 2011 öncesi odun dışı orman ürünleri tebliğleri incelendiğinde, (283 sayılı Orman Tali Ürünlerinin Üretim ve Satış Esasları Tebliği, 289 sayılı Orman Ürünlerinden Faydalanmak İsteyenlere Verilecek İzinlere Ait Tebliğ) izin verme ve satış işlemini yönetme konularına odaklanıldığı görülmektedir. Oysa sonraki tebliğlerde (297 sayılı Odun Dışı Orman Ürünlerinin Envanter ve Planlaması İle Üretim ve Satış Esasları, 302 sayılı Odun Dışı Orman Ürünlerinin Envanter ve Planlaması İle Üretim ve Satış Esasları) envanter ve planlama konuları da kapsam alanına alınmıştır. Bu tebliğleri destekleyecek şekilde Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Yönetim Planı dispozisyonları hazırlanmış, planların nasıl yapılacağı, tıpkı amenajman yönetmeliğinde olduğu gibi açıklanmaya çalışılmıştır.

OGM'nin stratejik planlarında odun dışı orman ürünlerinin yeri açıklanırken “.. *biyoçeşitlilik bir fonksiyon olarak amenajman planlarına entegre edilecek, bu alanlar düzenli olarak izlenecek ve korunması gerekenler koruma altına alınacaktır*” ifadelerinin hedef 1.5'de geçtiği belirtilmiştir. Odun dışı orman ürünlerinin odun üretim alanlarından bağımsız veya biyolojik çeşitlilikle ilişkilendirilmeden yönetilemeyeceği açıktır. Bu nedenle, biyolojik çeşitlilikle orman amenajmanını bütünleştirmeye çalışan ama odun dışı orman ürünlerinin yönetimi ile bütünleşme kaygısı gütmeyen bir yapı ortaya çıkmış durumdadır. Halen orman yönetim planları ile odun dışı orman ürün ve hizmetleri yönetim planlarının hangi noktalarda birleştiği, hangi noktalarda ayrıştığı, birbirini tamamlayan yönlerinin ne olduğu bilinmemektedir.

## TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya'nın pek çok ülkesinde olduğu gibi, Türkiye'de de odun dışı orman kaynaklarına bakış zamanla gelişmektedir. Türkiye'deki ilerleyişin dünyadaki anlayışa paralel geliştiği fakat henüz arzu edilen düzeye gelinemediği söylenebilir. Bu ürünlerle ilgili süreklilik kaygıları Türkiye'de ve dünyada (Sunderland, Ndoye, 2017) devam etmektedir.

Şüphesiz odun dışı orman ürünlerinin kapsamını sadece bitkisel kökenli ürünlerle sınırlı tutmak veya hayvani ve mineral kökenli ürünlerle farklı hizmetlere doğru genişletmek de düşünülebilir. Ancak bu genişlemenin getireceği faydalar ve sakıncaları da dikkate almak gereklidir. Bir bitki bazen meyvesiyle bazen kabuğuyla değer yaratırken, hizmet de üretebilmektedir (Tomé, Faias, 2014). Sadece meyvenin üretiminin planlanmasında; meyve ile ilgili hava hallerinden, olgunlaşma zamanına kadar değişen pek çok değişkeni dikkate almak gerekirken, kabuğun da bir ürün olarak değerlendirilmesi halinde, birim

zamanda gelişen kabuk miktarından, hasat edilen kabuk miktarı ile bitkinin yaşamını sürdürülebilirliği arasındaki ilişkiye kadar çeşitlenen yeni değişkenler işin içerisine girmektedir. Bu nedenle, planlamanın dikkate alması gereken değişken sayısı, odun dışı ürün veya kaynaktan ne anlaşıldığına göre değişir. Odun dışı kaynakları bitkilerden hayvanlara, minerallerden hizmetlere doğru genişletmek planlama modellerinin içermesi gereken değişken sayısını artırmakta, ilişkileri karmaşıklştırmaktadır. O nedenle, kavramların yönetilebilir bir içerikte tutulması daha anlamlı bir yaklaşımdır. OGM'nin önce bitkisel den hayvan ve mineralleri de kapsayan geniş bir bakışa geçiş yapması, ardından bitkisel içerikle sınırlı daha dar bir içeriğe dönmesi aslında, uygulamada da bu karmaşanın görüldüğünün bir kanıtı olabilir.

Odun dışı orman ürünlerini yönetmek, bu alanda istatistik tutmakla sınırlı bir çaba değildir. İstatistik tutmak gereklidir ama yönetsel hedeflere hizmet edebilecek şekilde istatistik tutulmalıdır. Stratejik planların içerdiği performans göstergeleri aslında hangi değişkenlerle ilgilenildiğini, hangi konularda istatistik tutmak gerektiğini kanıtlamaktadır. Türkiye'deki durum incelendiğinde, henüz yararlanılan tür sayısı, elde edilen ihracat geliri, planı yapılabilen alan büyüklüğü gibi değişkenlerle ilgilenildiği görülmektedir. Sürdürülebilir bir odun dışı kaynak yönetimi isteniyorsa, yararlanılan bitkinin biyolojisiyle ilgili, ilişkili toplumsal kesimlerin sosyal yapısını tanımlayabilen, kullanılan ve elde edilen ekonomik kaynakları ifade edebilen değişkenlerin de izlenmesi, performans göstergesi haline getirilmesi gereklidir.

Ulusal Ormancılık Programındaki odun dışı kaynaklarla ilgili politika, strateji ve eylem önerilerinin bir bütün olarak ele alınmasından da görüleceği gibi, Türkiye ormancılığı bir yandan bu kaynaklardan yararlanmak isterken, diğer yandan süreklilikleri hakkında kaygılar taşımaktadır. Bu ürünler ile ilgili bilgi eksiklikleri gerek Ulusal Ormancılık Programı gerek OGM stratejik plan ifadelerinden rahatlıkla görülebilmektedir. Ulusal Ormancılık Programı'nda odun dışı orman ürünleri üretiminin sosyal ve toplumsal boyutlarının farkında olduğunu kanıtlayan ifadeler yer almaktadır. Ulusal Ormancılık Programı'nın odun dışı kaynakların sürekliliğini sağlamak için gerekli ekolojik, ekonomik ve sosyal boyutları dikkate almaya çalıştığı söylenebilir. Buna rağmen, 2011 yılında Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi Başkanlığı'nın kurulmasının, 297 ve 302 sayılı tebliğlerin yayınlanmasının Ulusal Ormancılık Programı ve OGM Stratejik Plan hedeflerinden ne kadarını karşılayabildiği tartışılmalıdır. Meksika örneğinde (Delgado ve ark. 2016) görüldüğü gibi, Türkiye'de de odun dışı ürünlerle ilgili kurumsal bir farkındalığın



oluştugu ancak pratiği yönlendirebilecek yetkinliğe henüz erişilemediği görülmektedir.

Yetiştirme çalışmalarını dışlayarak, ürünlerin hasat edilmesine odaklanmış bir üretim anlayışıyla tebliğlerin hazırlandığı anlaşılmaktadır. Nasıl ki bir odun hammaddesinin üretimi denildiğinde, kesime olgun hale gelmiş bir ağacın hasatıyla yetinilemeyeceği, bu ağacın olgun hale gelene kadar yapılması gereken, dikim veya gençleştirme, bakım, koruma ve en sonunda hasat işlerini kapsayan bir anlayışın uygulanması gerekiyorsa, odun dışı ürünlerde de daha geniş üretim bakışına sahip olunmalı, Tomé, Faias, (2014) örneğinde görüldüğü gibi, türe ve ürüne özel kılavuzların hazırlanması gereklidir. Doğanın ektiği veya diktiği, doğal süreç içerisinde kendi halinde gelişmiş bir bitkinin envanterini yapıp hasatını gerçekleştirmek üretimin sadece son adımlarına odaklanmak demektir. Oysa bir bitkinin sürekliliği için insan veya doğanın o bitkiyi orman ortamlarına nasıl getireceği (dikerek, ekerek vb.), hasata olgun hale gelene kadar doğal veya insan kaynaklı zararlara karşı kim tarafından korunacağı, süreklilik için önemli kararlardır ve bu kararları içermeyen bir üretim anlayışı eksiktir. Bu nedenle, hazırlanan tebliğlerin; ilgilenilen tür ve ürüne özgü kararları, bitkinin toprakla buluşmasından kesilerek veya sökülerek ayrılmasına kadar geçen tüm süreci kapsayacak bir anlayışla geliştirilmesi, bunun için gerekli biyolojik ve teknik bilgi eksikliklerinin acilen araştırılması gereklidir.

Bir orman alanının bir parçası odun hammaddesi üretirken, hemen yanı odun dışı kaynaklar barındırıyor olabilir. Hatta ve hatta aynı orman parçası bir yandan odun hammaddesi üretirken diğer yandan odun dışı değerlere kaynaklık yapabilir. Bu gibi durumlarda odunu planlayan birim olan Orman İdaresi ve Planlama Dairesi ile Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi'nin işbirliği kaçınılmazdır. Bu işbirliğini kurabilmenin yolu ise Orman Amenajman Yönetmeliği ile Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Yönetim Planları'na temel olan kurumsal kararların uyumunu sağlamaktan geçmektedir. Orman kaynaklarının planlanmasına aşamalı yaklaşım (Ok, 2000) bu noktada çözüm olabilecek bir bakıştır. Her düzeyde yönetsel karara yanıt verebilecek şekilde ve tek aşamada ormanların planlanabildiği iddiasından vaz geçilmelidir. Bir ormanın kim veya hangi uzmanlıklar tarafından ve nasıl; odun dışı orman ürünü üretimi, odun üretimi, su üretimi, .. vb. amaçlara tahsis edileceği mevzuat içerisinde açıklanmalı, bu karara bağlı olarak tanımlanmış alanda odun dışı orman ürünlerinin nasıl planlanacağı ayrıca açıklanmalıdır. OGM'nin stratejik planında ifade edilen biyolojik çeşitliliğin amenajman planlarıyla bütünleştirilmesi hedefi, Altunel'in (2011) belirttiğine göre orman işletme şeflerinin beklentilerine de uygundur. Ormanlar için ayrı, odun dışı ürünler için ayrı yönetim planları

hazırlamak ve bu sorumluluğu iş yükleri oldukça fazla orman işletme şeflerine yüklemek yerine, ülke orman planlama sistematigi içerisinde ve orman amenajman planlarıyla bütünleşebilen bir yapı kurmak amaçlanmalıdır.

## TEŞEKKÜR

20-23 Eylül 2017 tarihlerinde Kırgızistan, Bişkek'te yapılan Avrasya Tarım ve Doğa Bilimleri Kongresinde sunulan ve İngilizce özeti yayınlanmış bildirinin tam metnidir.

## KAYNAKLAR

- Altunel, A., T., 2011: Odun Dışı Orman Ürünlerinin Dünyada ve Türkiye'de Sosyoekonomik Boyutu, İÜ Fen Bil. Ens. Or. Ekonomisi Programı, Basılmamış Doktora Tezi, 220 sayfa.
- Başkent, E., Z., Küçüker, D., M., 2011: Inventory of Non Wood Forest Products, Proceedings of II. International Non-wood Forest Products Symposium, 8-10 September 2011. Isparta. ISBN:978-9944-452-52-6. Pages: 58-67.
- Berkes, F., Davidson - Hunt, I., 2010: Innovating through commons use: community-based enterprises, International Journal of the Commons, Vol. 4, no 1 February 2010, pp. 1-7.
- Bozkurt, Y., Yalçın, F., Özdönmez M., 1982: Türkiye'de Orman Yan Ürünleri, İ.Ü. Yayın No: 2845, OF. Yayın No: 302, İstanbul. 190 sayfa.
- Chamberlain, J. L., 2004: A Strategy for Nontimber Forest Products Research and Technology Transfer for Southern United States, Proceedings of the IUFRO Division 5 Research Groups 5.11 and 5.12, New Zealand, march 11-15, 2003. USDA, PNW GTR 604.
- ÇOB 2004: Türkiye Ulusal Ormancılık Programı 2004-2023. Ankara
- Davidson-Hunt., I., Duchesne L., C., Zasada J., C., 2001: Nontimber Forest Products: Local Livelihoods and Integrated Forest Management, (Çinde Forest Communities in the Third Millennium: Linking Research, Business, and Policy Toward a Sustainable Non-Timber Forest Product Sector, USDA, GTR- NC- 217, 2001.
- Delgado T., S., McCall, M., K., Binquist, C., L., 2016: Recognized but not supported: Assessing the incorporation of non-timber forest products into Mexican forest policy, Forest Policy and Economics 71 (2016) 36-42
- FAO 2016: *State of the World's Forests 2016. Forests and agriculture: land-use challenges and opportunities*. Rome. ISBN 978-92-5-109208-8.
- Işık, K., 2014: Biyolojik Çeşitlilik, ANG Vakfı yayın no: 2, ISBN: 978-975-01176-0-2, İstanbul, 224 Sayfa.
- Lund, H. Gyde. 1998: The non-wood forest resources mystery. In: Lund, H. Gyde; Pajari, Brita; Korhonen, Minna. eds. 1998. Sustainable

- development of non-wood goods and benefits from boreal and cold temperate forests. Proceedings of the workshop. Joensuu, Finland. 18-22 January 1998. EFI Proceedings 23. Joensuu, Finland: European Forest Institute; 29-45.
- Lynch, K. A., Maclain, R., J., 2003: Access, Labour, and Wild Floral Greens Management in Western Washington's Forests, PNW-GTR-585. 61. Pages.
- Mohammed, G. H., 2001: Recommendations for Sustainable Development of Non-timber Forest Products, (İçinde Forest Communities in the Third Millennium: Linking Research, Business, and Policy Toward a Sustainable Non-Timber Forest Product Sector, USDA, GTR- NC- 217, 2001.
- Mukherjee S., Chaturvedi, S., S., 2017: Utilization Aspects of Floral Non-Timber Forest Products: A Review, Asian Journal of Multidisciplinary Studies, 5(4) April, ISSN: 2321-8819 (Online) 2348-7186 Vol. 5, Issue 4, April 2017.
- Neves, A., C., O., Fazito, D., Fernandes, G., W., 2015: Revisiting The Paradigm and the Paradox of Non-Timber Forest Products Harvest: Perspectives in the Context of Agriculture Expansion, *Oecologia Australis*, 18: 51-54, 2015, 10.4257/oeco.2014.18.08.07
- OGM, 1987: Ülkemizdeki Bazı Önemli Orman Tali Ürünlerinin Teşhis ve Tanıtım Kılavuzu, Yayın No:659, Seri No: 18, 89 sayfa.
- OGM, 2004: Türkiye Ormanlarında Odun Dışı Ürünler, Ankara.
- OGM, 2008: Orman Amenajman Yönetmeliği, Ankara.
- OGM, 2009: 2010-2014 Orman Genel Müdürlüğü Stratejik Plan, Ankara.
- OGM, 2012: 2013-2017 Orman Genel Müdürlüğü Stratejik Plan, Ankara.
- OGM, 2016: Stratejik Plan 2017 - 2021. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/StratejikPlan/Forms/AllItems.aspx> (30.06.2017).
- OGM, 2017: <https://www.ogm.gov.tr/Baskanliklar/OdunDisiUruneveHizmetler/Sayfalar/Odun-Disi-Urun-ve-Hizmetler.aspx> (30.06.2017).
- Ok K. 2000: Orman Kaynakları Planlamasına Aşamalı Yaklaşım. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B Cilt 49 Sayı: 1-2-3-4 İstanbul.
- Ok, K., Alagöz, G. Ö., Atıcı, E., Çoban, S., Şenyurt, M., 2012: Süsleme Amaçlı Kullanılan Odun dışı Orman Ürünlerinin Sürdürülebilir Yönetimi, TÜBİTAK 109O264 Proje Sonuç Raporu, DOI: 10.13140/RG.2.1.1019.9764, <https://www.researchgate.net/publication/282845134>
- Orman Su, 2016: Ormanlık İstatistikleri 2016, <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Istatistikler/16-F6A1-40F4-BE44-7526AE967FDC> (Erişim, 31.07.2017)
- Shackleton, C., M., Pandey, A., K., 2014: Positioning non-timber forest products on the development agenda, *Forest Policy and Economics* 38 (2014) 1–7
- Sisak, L., Riedl, M., Dudik, R., 2015: Non-market non-timber forest products in the Czech Republic—Theirsocio-economic effects and trends in forest land use, *Land Use Policy* 50 (2016) 390–398,
- Sunderland T., C., H., Ndoye, O., 2017: Management and conservation of NWFP resources, (İçinde Living in and from the forests of Central Africa, 65-74, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Non-Wood Forest Products no. 21, ISBN: 978-92-5-109489-1, ISSN: 1020-9727, Rome, Italy.
- Tomé, M., Faias, S., P., 2014: State of the art, review of silviculture, models and decision support tools for multipurpose trees (MPT) and non-wood forest products (NWFP). Deliverable 2.1 of the StarTree Project.
- Topay, M., 2011: Recreation as an Important Non-wood Forest Product, Proceedings of II. International Non-wood Forest Products Symposium, 8-10 September 2011. Isparta, ISBN:978-9944-452-52-6. Pages: 58-67.
- Vance, N., C., Borsting, M., Pilz, D., Freed, J., 2001: Special Forest Products Species Information Guide for the Pacific North West, PNW-GTR-513. 169. Pages.
- Vantomme, P., 2001: FAO's Non-wood Forest Products Programme, Seminar Proceedings of Harvesting of Non-wood Forest Products, 2-8 October 2000. Izmir.