



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 **6** 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 2108

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

### **Editörler / Editors**

Prof.Dr. Ali KAYGISIZ (Başkan/Editor in Chief)  
Zootekni 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

Doç.Dr. Tugay AYŞAN  
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 Stanslaw 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

- Bazı Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinde Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi  
Sevda KILINÇ, Çetin KARADEMİR, Zehra EKİN 808-816
- Safranbolu -Tokatlı Kanyonu'nun Floristik Kompozisyonu, Hayat Formu ve Korotip Özellikleri  
Sevda TÜRKİŞ, Emire ELMAS 817-824
- Osmaniye Koşullarına Uygun Yeni Yerfıstığı Çeşitleri İle Bunların Önemli Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi  
Ferrin Ferda AŞIK, Reşat YILDIZ, H. Halis ARIOĞLU 825-836
- H2O2'nin Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinde Bazı Fide Dönemi Özelliklerine Etkisi  
Alpay BALKAN, Sefer DEMİRBAŞ, Şahsine GÖK 837-845
- Linkage Disequilibrium (LD) Analysis in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Populations Spreading in Different Geographies of the World  
Doğan İLHAN 846-853
- Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Avşar Yerleşkesi Tohumlu Bitkilerinin Çeşitliliği ve Sistematiği  
Alper UZUN, Seyran PALABAŞ UZUN, Sibel Yağmur KORKMAZ 854-874
- Tıbbi Bitki *Lysimachia nummularia* L.'nin Boğum Eksplantlarından In Vitro Mikroçoğaltımı  
Muhammet DOĞAN 875-881
- Kentsel Arıtma Çamur Uygulamalarının Etkisi : I. Mısır Bitkisi ve Topraktaki Bazı Besin Maddesi (N, P, K, Ca, Mg) İçerikleri Üzerine Etkisi  
Hüda Nur ÇAKIR, Kerim Mesut ÇİMRİN 882-890
- Kentsel Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi; II. Mısır Bitkisi ve Toprağın Mikro Besin Element ve Ağır Metal İçerikleri Üzerine Etkisi  
Hüda Nur ÇAKIR, Kerim Mesut ÇİMRİN 891-901
- Estimation of Nitrogen Levels By Remote Sensing Method in Alfalfa (*Medicago sativa* L.)  
Yaşar ÖZYİĞİT, Mehmet BİLGİN 902-907
- Studies on the Fauna of Crabronidae Family (Insecta: Hymenoptera) in Tokat Province  
Yaşar GÜLMEZ, Faruk Tolga ÇUBUK 908-915
- Kuzuların Gelişimi Üzerine Koyunların Doğum Dönemindeki Vücut Kondisyonu ve Canlı Ağırlığın Etkisi  
Mehmet KOYUNCU, Şeniz ÖZİŞ ALTINÇEKİÇ, Serdar DURU, Yağmur DUYMAZ, Merve KARACA 916-925
- Kahramanmaraş-Elmalar Yeşil Kuşak Ek-3 Plantasyon Sahasında Görülen Biyotik ve Abiyotik Zararlıların Tespiti  
Bülent LAZ, Emre BABUR, Durdu Mehmet AKPINAR, Sakine Serap AVGIN 926-935
- Examination of Some Biochemical Properties of Honeys in Mutki (Bitlis-Turkey)  
Oğuz Ayhan KİREÇCİ, Ayşe Dilek ÖZŞAHİN 936-943



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Renal İskemi-Reperfüzyon ile İndüklenmiş Oksidatif Stres Hasarının Pankreas Üzerine Etkisi: Doza Bağımlı Borik Asitin Rolü 944-949  
Hakan ŞENTÜRK, Fatih KAR, Ceyhan HACIOĞLU, Güngör KANBAK
- Cytotoxic Effect of Rhododendron luteum Leaf Extract on Human Cancer Cell Lines 950-956  
Selim DEMİR, İbrahim TURAN, Yüksel ALIYAZICIOĞLU
- Phenotypic and Genotypic Analysis of Gentamicin, Penicillin, Methicillin, Vancomycin, Linezolid and Tetracycline Resistance in Clinical Isolates of Staphylococcus aureus 957-965  
Zerife ORHAN, Arzu KAYIŞ, Esra KAYA, Murat ARAL
- The common bird composition, abundance and distribution in the most developed and industrialized provinces of Turkey 966-975  
Esra PER
- Kırşehir ve Antalya İlleri İçin Seraların Isı Gereksiniminin Belirlenmesi ve Isıtmada Kullanılan Enerji Kaynaklarının Karşılaştırılması 976-986  
Sedat BOYACI
- DERLEME MAKALE - REVIEW ARTICLE***
- Importance of Melatonin on Poultry 987-997  
Süleyman ÇALIŞLAR, Beyhan YETER, Ahmet ŞAHİN



**HAKEMLER/Referenes\***

Doç. Dr. Hakan ADANACIOĞLU,  
Prof. Dr. Aydın AKKAYA,  
Prof. Dr. Gönül ASLAN,  
Prof. Dr. Mahmut Murat ASLAN,  
Dr. Öğr. Üye. Levent ATATANIR,  
Dr. Tugay AYASAŞAN,  
Dr. Öğr. Üyesi  
Prof. Dr. Ayhan CEYHAN,  
Prof. Dr. Meryem EREN,  
Prof. Dr. Ümran ERTÜRK,  
Prof. Dr. Zekiye Ayşe EVEREST,  
Prof. Dr. Fatmagül GEVEN,  
Dr. Öğr. Üye. Aziz GÜL,  
Doç. Dr. Ebubekir GÜNDOĞDU,  
Prof. Dr. Leyla İDİKUT,  
Prof. Dr. Necmi İŞLER,  
Prof. Dr. Mehmet Rüştü KARAMAN,  
Prof. Dr. Mehmet Rüştü KARAMAN,  
Doç. Dr. Muharrem KAYA,  
Prof. Dr. Ahmet KAYRALDIZ,  
Prof. Dr. Fatih KILLI,  
Dr. Öğr. Üye Oğuz Ayhan KİREÇÇİ,  
Doç. Dr. Mehmet Ali KIRPIK,  
Prof. Dr. H. Rüştü KUTLU,  
Prof. Dr. Yeşim Yalçın MENDİ,  
Doç. Dr. İbrahim Mete MISIRLIOĞLU  
Prof. Dr. İrfan ÖZBERK,  
Prof. Dr. Hasan ÖZCAN,  
Prof. Dr. Canan ÖZDEMİR,  
Prof. Dr. Fazlı ÖZTÜRK,  
Doç. Dr. Özgür ÖZYİĞİT,  
Prof. Dr. Mehmet Ali SAKİN,  
Prof. Dr. Zerrin SÖĞÜT,  
Prof. Dr. Hüseyin SÜZEK,  
Doç. Dr. Şerife Evrim ARICI ŞENKAYNAĞI,  
Prof. Dr. Ziya ŞİMŞEK,  
Prof. Dr. Bahattin TANYOLAÇ,  
Dr. Öğr. Üyesi Gani Erhan TAŞAR  
Dr. Öğr. Üye. Hidayet TUTUN,  
Dr. Öğr. Üye. Yasin ÜNAL,  
Prof. Dr. Halil YENİNAR,  
Prof. Dr. Nesrin YILDIZ,  
Prof. Dr. Nesrin YILDIZ,  
Prof. Dr. Uğur ZÜLKADİR

Ege Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. İzmir  
KSÜ Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Kahramanmaraş  
Mersin Üniv. Tıp Fak. Temel Tıp Bilimleri Böl. Mersin  
KSÜ Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Kahramanmaraş  
ADÜ. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Aydın  
Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-Adana  
Adem BARDAK, KSÜ Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Kahramanmaraş  
OHU. Bor MYO. Veterinerlik Laborant ve Vet. Sağlık ABD. Bor-Niğde  
ERÜ Veteriner Fakültesi Biyokimya AD. Melikgazi, Kayseri  
Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bursa  
Mersin Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Böl. Adana  
Ankara Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Ankara  
MKÜ. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Hatay  
KTÜ Orman Fak. Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi Böl. Trabzon  
KSÜ Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Kahramanmaraş  
MKÜ Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Hatay  
Afyon Kocatepe Üniv. Sultandağ MYO. Tıbbi Aromatik Bitkiler Böl. Afyon  
Afyon Kocatepe Üniv. Sultandağ MYO. Tıbbi Aromatik Bitkiler Böl. Afyon  
SDÜ. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Isparta  
KSÜ Fen Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Kahramanmaraş  
KSÜ Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Kahramanmaraş  
Bitlis Eren Üniv., Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Böl. Bitlis  
Kafkas Üniv. Fen Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Kars  
Çukurova Üniv., Ziraat Fak., Zootečni Böl., Adana  
Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Balcalı /Adana  
Eskişehir Osmangazi Üniv. Fen Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Eskişehir  
Harran Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Şanlıurfa  
ÇOMÜ, Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Çanakkale  
Celal Bayar Üniv. Fen Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Manisa  
Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl. Ankara  
Uludağ Üniv. Veteriner Fak. Klinik Öncesi Bilimler Böl. Bursa  
GOP Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Tokat  
Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Peyzaj Mimarlığı Böl. Adana  
Muğla Sıtkı Koçman Üniv. Sağlık Bilimleri Fak. Hemşirelik Böl. Muğla  
SDÜ Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Isparta  
Çankırı Karatekin Üniv. Orman Fak. Orman Müh. Böl. Çankırı  
Ege Üniv. Mühendislik Fak. Biyomühendislik Böl. Bornova İzmir  
Adıyaman Üniv., Kahta MYO, Bitkisel Hayvansal Üretim Böl. Adıyaman  
Mehmet Akif Üniv. Veteriner Fak. Klinik Öncesi Bilimler Böl. Burdur  
SDÜ Orman Fak. Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi Böl. Isparta  
KSÜ Ziraat Fak. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Kahramanmaraş  
Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Erzurum  
Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Erzurum  
Selçuk Üniv., Ziraat Fak., Zootečni Bölümü, Konya

\* Soyada göre sıralanmıştır.

## Bazı Mısır (*Zea mays L.*) Çeşitlerinde Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Sevda KILINÇ<sup>1</sup> , Çetin KARADEMİR<sup>2</sup> , Zehra EKİN<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Diyarbakır, <sup>2</sup>Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt, <sup>3</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Van  
✉: cetinkarademir@siirt.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışma, farklı özelliklere sahip tane mısır çeşitlerinde kalite, verim ve verim unsurlarının belirlenmesi ve bölgeye uygun tane mısır çeşidinin önerilmesi amacıyla 2015 yılında Diyarbakır GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim merkezi Müdürlüğü deneme alanında, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada materyal olarak 6 mısır çeşidi (PR31D24, Kalipso, 70MAY82, Suerto, P1921, DKC6724) kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre çeşitler arasında, koçan uzunluğu, koçan kalınlığı, sap kalınlığı, bitkide koçan sayısı, tane/koçan oranı, 1000 tane ağırlığı, tane nemi, nişasta oranı, ham yağ oranı, hektolitreye ağırlığı özellikleri yönünden istatistiksel farkların önemli olduğu belirlenmiştir. En yüksek tane verimi 1518.10 kg da<sup>-1</sup> ile P1921 çeşidinden elde edilmiştir.

DOI:10.18016/ksutarimdog.a.vi.463813

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 20.02.2018  
Kabul Tarihi : 19.04.2018

### Anahtar Kelimeler

Mısır,  
verim,  
kalite,  
adaptasyon

### Araştırma Makalesi

## Determination of Yield and Quality Characteristics in Some Maize (*Zea mays L.*) Varieties

### ABSTRACT

This study was carried out to determine quality, yield and yield components and suggesting suitable maize varieties for the region. The research was laid out as randomized complete block design with four replications in 2015 maize growing season in Diyarbakır GAP International Agricultural Research and Training Center. PR31D24, Kalipso, 70MAY82, Suerto, P1921, DKC6724 grain maize varieties with different properties were used as material. According to the obtained results, there were significant differences among varieties in terms of ear length, ear diameter, stem diameter, the number of ear per plant, kernel/ear rate, 1000 kernel weight, grain moisture at harvesting, starch rate, crude fat rate and hectoliter. The P1921 variety sustained the highest yield of 1518.10 kg da<sup>-1</sup>.

### Article History

Received : 20.02.2018  
Accepted : 19.04.2018

### Keywords

Adaptation,  
maize,  
quality,  
yield

### Research Article

**To cite:** Kılınç S, Karademir Ç, Ekin Z Ö 2018. Bazı Mısır (*Zea mays L.*) Çeşitlerinde Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. KSÜ Tar Doğa Derg 21(6) : 809-816, DOI:10.18016/ksutarimdog.a.vi.463813

### GİRİŞ

Mısır insan gıdası ve hayvan yemi olarak kullanılmasının yanı sıra, sanayide de alkol, ispiroto, yağ, irmik vs. gibi ürünlerin üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır. Dünya tahıl üretiminde mısır, 183 milyon hektar ekim alanı ile buğdaydan sonra ikinci, 1.021 milyon ton üretim ve ortalama 502 kg/da verimle birinci sırada yer almaktadır (Anonim, 2016a).

Ülkemizde mısır üretim açığının bulunması, mısır kullanım alanlarının genişliği, mısıra dayalı sanayinin gelişen bir sanayi olması ve bu sanayi ürünlerinin diğer sektörler için ara hammadde olması, Türkiye'nin coğrafi konumu nedeniyle mısır ve mısıra dayalı ürünlerde ihracat potansiyelinin bulunması, mısıra dayalı sanayi sektörünün büyük oranda yabancı sermayeye bağımlı olması ve Türkiye'ye yabancı

sermaye akışını sağlayacak sektörlerden birisi olması gibi temel nedenlerle, ülkemiz açısından mısır tarımının önemi her geçen gün artmaktadır. (Vartanlı ve Emeklier, 2007).

Türkiye'de tarımsal sanayinin ihtiyacını karşılamak için mısırın yeterli miktarda ve uygun kalitede üretilmesi gerekmektedir.

Mısır üretimini artırmak için yapılması gereken çalışmaların başında bölgenin ekolojik koşullarına uygun, çevresel faktörlere dayanıklı çeşitlerin seçimi, kaliteli tohumluk kullanımı ve üretimde melez çeşitlerin yaygınlaştırılması gelmektedir.

Ülkemiz 2015 yılı tane mısır ekim alanı 6.881.699 da, üretimimiz 6.400.000 ton ve verim ortalaması ise 933 kg da<sup>-1</sup>'dir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ise tane mısır ekim alanı 2.027.000 da, üretim 1.916.125 ton ve verim ortalaması ise 952 kg da<sup>-1</sup> 'dir. Ülkemizdeki

üretimin %31'i bu bölgeden karşılanmaktadır (Anonim, 2016b).

Ülkemizde mısır üretimin alan dağılımında yıllara göre hızlı değişimler yaşanmaktadır. 2015 yılı verilerine göre, mısır ekiliş alanı yönünden Güneydoğu Anadolu bölgesi birinci sırada yer almıştır. Güneydoğu Anadolu bölgesi mısırın ekim alanı yönünden en hızlı artış gösterdiği bölgedir. Bölgede pamuğa alternatif mısır ekilişinin artması, ikinci ürün mısır üretiminin bölgede gelişmesi ve yüksek sıcaklığa dayanıklı, dik yapraklı çeşitlerin geliştirilmesi üretimi önemli derecede arttırmıştır.

Bu araştırma, farklı özelliklere sahip bazı tane mısır çeşitlerinde kalite, verim ve verim unsurlarının belirlenmesi, bölgeye uygun tane mısır çeşitlerinin önerilmesi amacıyla yürütülmüştür.

### MATERYAL ve METOT

Deneme GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü(GAP UTAEM) deneme alanında 2015 yılında yürütülmüştür. Deneme yeri, Dicle nehri kenarında taban arazide olup, denizden yüksekliği 500-700 metre civarındadır. Denemenin yürütüldüğü GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü deneme alanının toprakları, kırmızı-kahverengi olup, yörede büyük toprak grubunun hakim olduğu Siirt-Diyarbakır-Şanlıurfa yayı üzerinde bulunmaktadır. Bu topraklar düz ya da düze yakın eğimlerde derin veya orta derin ABC profilli horizontal topraklar olup, bunların organik madde ve fosfor kapsamları düşük, potasyum ve kalsiyum kapsamları ise yüksektir. Bu alanların

tuzluluk ve alkalilik problemleri yoktur. Toprak profilleri boyunca (0-150 cm) içerdikleri yüksek oranda kil (% 49-67) nedeniyle kışları genişleyip şişmekte, yazları ise büzülerek derin çatlaklar oluşturmaktadır (Anonim, 2011).

2015 yılı deneme alanından alınan 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Laboratuvarında yapılan analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Deneme alanının toprak özellikleri; killi ve orta alkali olup organik maddesi düşüktür.

Araştırmanın yürütüldüğü Diyarbakır ilinde, yazları sıcak, kurak ve uzun, kışları soğuk ve az yağışlı bir iklim görülmektedir. Yıllık ortalama yağış miktarı 496 milimetredir. (Anonim, 2015). Çizelge 2 incelendiğinde denemenin yürütüldüğü 2015 yılı ve uzun yıllar ortalama ve maksimum sıcaklık değerlerinin Temmuz ayında gerçekleştiği izlenebilmektedir. Ayrıca araştırmanın yürütüldüğü 2015 yılı Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarındaki maksimum sıcaklıklar uzun yıllar maksimum sıcaklıklardan daha yüksek olarak gerçekleşmiştir.

Çalışmada bölge iklim koşullarına uyum gösterebilen ve pazar değeri yüksek 6 çeşit materyal olarak kullanılmıştır (Çizelge 3).

Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülen denemede ekim, 27 Nisan 2015 tarihinde  $2.8 \times 5 \text{ m} = 14.0 \text{ m}^2$  boyutundaki parsellere, her parselde 4 sıra olacak şekilde 70 cm sıra arası ve 20 cm sıra üzeri mesafesi dikkate alınarak yapılmıştır.

Çizelge 1. Deneme alanına ait toprak analiz sonucu

Bünye Sınıfı	Toplam Tuz (%)	Ph	Kireç $\text{CaCO}_3$ (%)	Fosfor $\text{P}_2\text{O}_5$ ( $\text{kg da}^{-1}$ )	Organik Madde (%)	Su ile Doymunluk (%)
Killi	0.071	7.92	12.36	0.56	0.85	74

Çizelge 2.Diyarbakır İlinin 2015 Yılı ve uzun yıllara ait iklim verileri

Aylar	Ortalama Sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ )		Maksimum sıcaklık( $^{\circ}\text{C}$ )		Yağış (mm)		Ortalama Nispi Nem (%)	
	2015	Uzun Yıllar	2015	Uzun Yıllar	2015	Uzun Yıllar	2015	Uzun Yıllar
Nisan	12.4	13.8	19.2	20.4	48.6	68.7	69.6	56.0
Mayıs	18.8	19.2	27.1	26.5	48.2	44.3	57.6	31.0
Haziran	26.1	26.3	34.4	33.6	7.4	8.8	34.5	27.0
Temmuz	31.7	31.1	40.0	38.4	0.0	0.5	21.8	28.0
Ağustos	30.9	30.4	39.3	38.2	0.0	0.4	25.5	32.0
Eylül	27.4	24.8	36.2	33.3	0.0	4.3	25.7	48.0
Ekim	18.4	17.3	25.1	25.3	84.2	32.3	58.1	56.0
Toplam	165.7	162.9	221.3	215.7	188.4	159.3	292.8	278
Ortalama	23.67	23.27	31.61	30.81	26.91	22.75	41.82	39.71



Çizelge 3. Denemede kullanılan mısır çeşitleri ve temin edilen kuruluşlar.

Çeşit adı	Olum grubu	Çeşit sahibi kuruluşlar
PR31D24	FAO 650-670	Pioneer Tohumculuk A.Ş.
P1921	FAO 700	Pioneer Tohumculuk A.Ş.
KALİPSO	FAO 650-700	KWS Türk Tarım Tic.A.Ş.
70MAY82	FAO 700	May Agro Tohumculuk San. ve Tic. A.Ş.
SUERTO	FAO 700	Polen Tohumculuk Ltd. Şti
DKC6724	FAO 700	Monsanto Gıda ve Tarım Tic.Ltd.Şti.

Denemede ekim öncesi deneme alanından alınan toprak örneğinin analiz sonuçlarına göre dekara 20 kg saf azot (N), 10 kg saf fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) verilmiştir. Ekim ile birlikte 10 kg da<sup>-1</sup> N ve 10 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 20-20-0 kompoze gübre formunda, geri kalan N ise bitkiler 40-50 cm boylandığında % 33'lük Amonyum Nitrat olarak verilmiştir. Bitkiler 10-15 cm boya ulaştığında elle çapalama ve tekleme, bitkiler 40-50 cm boylandığında traktörle ikinci çapa, boğaz doldurma ve azotlu gübreleme işlemleri yapılmıştır. Sulamalar; ekimden sonra ilk sulama yağmurlama, sonraki dönemde ise karık sulama yöntemi şeklinde 9 sulama yapılmıştır. 29.09.2015 tarihinde toplam parsel alanı 7 m<sup>2</sup> olacak şekilde ortadaki iki sıra hasat edilmiştir. Araştırmadan elde edilen verilere varyans analizi uygulanarak, önemli görülen özellikler LSD testine tabi tutulmuştur.

Araştırmada incelenen özelliklerin ölçüm ve gözlemleri Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı (2010) dikkate alınarak yapılmıştır. Araştırmada tepe püskülü çıkarma süresi, koçan püskülü çıkarma süresi, bitki boyu, ilk koçan yüksekliği, sap kalınlığı, koçan uzunluğu, koçan kalınlığı, bitkide koçan sayısı, tane/koçan oranı, 1000 tane ağırlığı, birim alan tane verimi, hasatta tane nemi, ham protein, ham yağ, hektolitreye ağırlığı, nişasta oranı gözlemleri alınmıştır.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Yapılan araştırmada; tepe püskülü çıkarma süresi, koçan püskülü çıkarma süresi, bitki boyu, ilk koçan yüksekliği, sap kalınlığı, koçan uzunluğu, koçan kalınlığına ait ortalama değerler ve LSD<sub>(0,05)</sub> testine göre oluşan gruplar Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Tepe püskülü çıkarma süresi, koçan püskülü çıkarma süresi, bitki boyu, ilk koçan yüksekliği, sap kalınlığı, koçan uzunluğu, koçan kalınlığı ortalama değerleri

Çeşit	Tepe Püskülü Çıkarma Süresi (gün)	Koçan Püskülü Çıkarma Süresi (gün)	Bitki Boyu (cm)	İlk Koçan Yüksekliği (cm)	Sap Kalınlığı (mm)	Koçan Uzunluğu (cm)	Koçan Kalınlığı (mm)
PR31D24	68.50	72.50	273.5	100.5	21.8 ab	20.7 bc	46.0 bc
SUERTO	66.25	73.50	259.5	104.7	22.4 ab	20.0 c	46.6 b
70MAY82	67.50	72.25	272.2	100.6	22.7 a	22.0 a	44.5 c
KALİPSO	68.00	71.75	282.3	102.6	23.5 a	21.5 ab	45.7 bc
P1921	68.50	70.50	271.5	88.0	20.5 b	21.2 ab	47.1 b
DKC6724	65.25	70.50	251.8	93.5	20.7 b	19.5 c	49.0 a
ORTALAMA	67.33	71.83	268.5	98.3	21.9	20.8	46.5
LSD <sub>(0,05)</sub>	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	1.92*	1.18**	1.79**
CV(%)	2.53	3.29	7.42	8.12	5.81	3.78	2.55

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar 0.05 düzeyinde önemli değildir.

\*\*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar 0,01 düzeyinde önemli değildir

**Tepe Püskülü Çıkarma Süresi (gün):** Tepe püskülü ile koçan püskülü çıkarma süresi arasındaki geçen süre ortalama 2.00 – 7.25 gün arasında değişmiştir (Çizelge 4). Bu süre -tozlanma-döllenme ve verimi etkileyen önemli bir özelliktir. Tepe püskülü ile koçan püskülü arasındaki geçen süre bakımından en kısa süreye sahip çeşit P1921, en uzun süreye sahip çeşidin ise SUERTO çeşidi olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 4 incelendiğinde tepe püskülü çıkarma süresi (gün) bakımından çeşitler arasında önemli farklılıklar bulunmadığı izlenebilmektedir. Çizelge 4'ten tepe püskülü çıkarma süresi özelliğine ilişkin, çeşitlere ait ortalama değerlerin, 65.25 ile 68.50 gün arasında

değiştiği; çeşitler arasında tepe püskülü çıkarma yönünden önemli bir istatistiksel fark olmamasına rağmen PR31D24 çeşidi ile P1921 çeşitlerinin en yüksek değeri (68.50) gösterdiği, DKC6724 çeşidinin ise en düşük tepe püskülü çıkarma süresi değerini (65.25) oluşturduğu saptanmıştır. Bulgularımız; Cesurer (1994), Babaoğlu (2003), Vartanlı (2005), Özsisli (2010), Atakul ve ark. (2014), Erdal (2014), Kahraman ve ark. (2014), Kılınç ve ark. (2014), Kahraman (2016)'nın bulguları ile benzerlik göstermiştir. Çalışmada elde edilen bulgular Sarıkurt (2005)'un bulgularından daha düşük, İdikut ve Kara

(2013)'nın bulgularından daha yüksek değerler göstermiştir.

**Koçan Püskülü Çıkarma Süresi (gün):** Çizelge 4 incelendiğinde koçan püskülü çıkarma süresi (gün) bakımından çeşitler arasında önemli farklılıkların bulunmadığı izlenebilmektedir. Çizelge 4'ten koçan püskülü çıkarma süresi özelliğine ilişkin, çeşitlere ait ortalama değerlerin, 70.50 ile 73.50 gün arasında değiştiği; SUERTO çeşidinin en yüksek tepe püskülü çıkarma süresi değerini (73.50), DKC6724 ile P1921 çeşitlerinin ise en düşük koçan püskülü çıkarma süresi değerini (70.50) oluşturduğu saptanmıştır. Bulgularımız; Babaoğlu (2003), Kahraman (2016)'nın bulguları ile paralellik gösterirken, İdikut ve Kara (2013)'nin bulgularından daha yüksek değerler elde edilmiştir.

**Bitki Boyu (cm):** Çizelge 4'ten bitki boyu (cm) bakımından çeşitler arasında önemli farklılıkların bulunmadığı izlenebilmektedir. Çizelge 4'ten bitki boyuna ilişkin, çeşitlere ait ortalama değerlerin, 251.8 ile 282.3 cm arasında değiştiği; KALİPSO çeşidinin en yüksek bitki boyu değerini (282.3) oluşturduğu, DKC6724 çeşidinin ise en düşük bitki boyu değerini (251.8) oluşturduğu saptanmıştır. Mısır çeşitlerinin bitki boyu ortalaması 268.5 cm olarak bulunmuştur. Bulgularımız; bitki boyu bakımından, Sarikurt (2005), Vartanlı (2005), Sezar ve ark. (2007), Öktem ve Öktem (2009), Atakul ve ark. (2014), Erdal (2014), Kahraman ve ark. (2014), Kılınç ve ark. (2014), Özata ve Kapar (2014), Kahraman (2016)'nın bulgularıyla benzerlik gösterirken; Cesurer (1994), Turgut ve ark. (2003), Babaoğlu (2003), Koca (2009), Özsisli (2010)'nin bulgularından daha yüksek değerler göstermiştir.

**İlk Koçan Yüksekliği (cm):** Çizelge 4 incelendiğinde ilk koçan yüksekliği (cm) bakımından çeşitler arasında önemli farklılıkların bulunmadığı izlenebilmektedir. Tablo 4'ten ilk koçan yüksekliğine ilişkin, çeşitlere ait ortalama değerlerin, 88.0 ile 104.7 cm arasında değiştiği; SUERTO çeşidinin en yüksek ilk koçan yüksekliği değerini (104.7 cm) oluştururken, P1921 çeşidinin en düşük ilk koçan yüksekliği değerini (88.0 cm) oluşturduğu saptanmıştır. Mısır çeşitlerinin ilk koçan yüksekliği ortalaması 98.3 cm olarak bulunmuştur. Bulgularımız; ilk koçan yüksekliği bakımından, Sarikurt (2005), Sezar ve ark. (2007), Öktem ve Öktem (2009), Koca (2009), Özsisli (2010), Atakul ve ark. (2014), Erdal (2014), Kahraman ve ark. (2014), Kılınç ve ark. (2014), Özata ve Kapar (2014), Kahraman (2016)'nın bulguları ile benzerlik gösterirken; Cesurer (1994), Turgut ve ark. (2003)'nin bulgularından daha yüksek değerler göstermiştir.

**Sap Kalınlığı (mm):** Çizelge 4 incelendiğinde sap kalınlığı (mm) bakımından çeşitler arasında % 5 düzeyinde önemli farklılıkların bulunduğu izlenebilmektedir. Çizelge 4'ten, sap kalınlığı özelliğine ilişkin, çeşitlere ait ortalama değerlerin, 20.5 ile 23.5 mm arasında değiştiği; KALİPSO

çeşidinin en yüksek sap kalınlığı değerine (23.5 mm) sahip grubu oluşturduğu, P1921 çeşidinin ise en düşük sap kalınlığı değerine (20.5 mm) sahip grubu oluşturduğu saptanmıştır. Mısır çeşitlerinin sap kalınlığı ortalaması 21.9 mm olarak bulunmuştur. KALİPSO çeşidi ile 70MAY82 çeşitleri sap kalınlığında yüksek değerler göstererek aynı istatistiki grupta yer almışlardır. Sap kalınlığı yönünden elde edilen bulgular, İdikut ve Kara (2013)'nin sap kalınlığının 21 - 24 mm arasında, Kahraman (2016)'nin sap kalınlığının 18.9 - 23.7 mm arasında değiştiğini bildiren bulguları ile uyum gösterirken, Özsisli (2010)'nin sap kalınlığının 14.12 - 16.37 mm arasında değiştiğini bildirdiği bulgularından daha yüksek, Sarikurt (2005)'in sap kalınlığının 33.4 - 36.8 mm arasında değiştiğini bildirdiği bulgularından daha düşük değerler göstermiştir.

**Koçan Uzunluğu (cm):** Çizelge 4 incelendiğinde koçan uzunluğu (cm) bakımından çeşitler arasında % 1 düzeyinde önemli farklılıkların bulunduğu izlenebilmektedir. Çizelge 4'ten, koçan uzunluğu özelliğine ilişkin, çeşitlere ait ortalama değerlerin, 19.5 ile 22.0 cm arasında değiştiği; 70MAY82 çeşidinin en yüksek koçan uzunluğu değerine (22.0 cm) sahip grubu oluşturduğu, DKC6724 çeşidinin ise en düşük koçan uzunluğu değerine (19.5 cm) sahip grubu oluşturduğu saptanmıştır. Mısır çeşitlerinin koçan uzunluğu ortalaması 20.8 cm olarak bulunmuştur. 70MAY82, KALİPSO çeşidi ile P1921 çeşitleri koçan uzunluğunda yüksek değerler göstererek aynı istatistiki grupta yer almışlardır. Genelde yüksek verimli çeşitlerin koçan uzunlukları ve çaplarının da yüksek olduğu gözlenmiştir. (Tekkanat ve Soylu, 2005). Koçan uzunluğunun çevre şartlarından etkilendiğini belirten birçok çalışma vardır. Genotip ve çevre interaksyonunun koçan uzunluğu üzerine önemli etkisi bulunmaktadır (Özmen, 2008). Bulgularımız; Turgut ve ark. (2003), Babaoğlu (2003), Vartanlı (2005), Sezar ve ark. (2007), Koca (2009), İdikut ve Kara (2013), Kahraman (2016)'nin bulgularıyla paralellik gösterirken, Sarikurt (2005)'ün bulgularından daha yüksek değerler elde edilmiştir.

**Koçan Kalınlığı (mm):** Çizelge 4 incelendiğinde koçan kalınlığı (mm) bakımından çeşitler arasında % 1 düzeyinde önemli farklılıkların bulunduğu izlenebilmektedir. Çizelge 4'ten, koçan kalınlığı özelliğine ilişkin, çeşitlere ait ortalama değerlerin, 44.5 ile 49.0 mm arasında değiştiği; DKC6724 çeşidinin en yüksek koçan kalınlığı değerine (49.0 mm) sahip grubu oluşturduğu, 70MAY82 çeşidinin ise en düşük koçan kalınlığı değerine (44.5 mm) sahip grubu oluşturduğu saptanmıştır. Mısır çeşitlerinin koçan kalınlığı ortalaması 46.5 mm olarak bulunmuştur. Mısırdaki koçan kalınlığı doğrudan verimi etkileyen önemli bir özelliktir. Koçan kalınlığı arttıkça koçan sıra sayısı artmaktadır. Koçan kalınlığının çevre

şartlarından etkilendiğini belirten birçok çalışma vardır. Genotip ve çevre interaksyonunun koçan kalınlığı üzerine etkisi önemlidir (Özmen, 2008). Bulgularımız; Babaoğlu (2003), Sarikurt (2005), Sezer ve ark. (2007), Kahraman (2016)'nın bulgularıyla paralellik gösterirken, Vartanlı (2005)'nin

bulgularından daha düşük, Özsisli (2010)'nin bulgularından daha yüksek değerler elde edilmiştir.

Bitkide koçan sayısı, tane/koçan oranı, 1000 tane ağırlığı, tane nemi ve tane verimi ortalama değerleri ile LSD<sub>(0.05)</sub> testine göre oluşan gruplar Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Bitkide koçan sayısı, tane/koçan oranı, 1000 tane ağırlığı, tane nemi, tane verimi ortalama değerleri.

Çeşit	Bitkide Sayısı(adet bitki <sup>-1</sup> )	Koçan Tane /Koçan Oranı(%)	1000 Tane Ağırlığı (g)	Tane Tane Nemi(%)	Tane Verimi (kg da <sup>-1</sup> )
PR31D24	1.04 a	87.5 ab	350.8 c	11.55 d	1375.16
SUERTO	0.97 b	85.7 b	294.2 e	13.95 b	1232.61
70MAY82	0.99 b	85.6 b	387.5 a	16.43 a	1348.81
KALİPSO	0.99 b	87.4 ab	370.8 b	9.53 e	1445.11
P1921	1.00 ab	88.5 a	337.3 cd	10.58 d	1518.10
DKC6724	1.04 a	87.4 ab	333.8 d	12.63 c	1462.19
ORTALAMALAR	1.00	87.0	345.7	12.44	1396.99
LSD <sub>(0.05)</sub>	0.04*	2.03*	16.43**	1.01**	Ö.D
CV(%)	3.01	1.55	3.15	5.39	12.34

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar 0.05 düzeyinde önemli değildir.

\*\*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar 0,01 düzeyinde önemli değildir

Çizelge 5 incelendiğinde, çeşitler arasında bitkide koçan sayısı ve tane koçan oranı bakımından % 5 düzeyinde, 1000 tane ağırlığı ve tane nemi bakımından % 1 düzeyinde önemli bir farklılığın olduğu, tane veriminde ise farklılığın önemli olmadığı tespit edilmiştir.

**Bitkide Koçan Sayısı (adet bitki<sup>-1</sup>):** Çizelge 5 incelendiğinde bitkide koçan sayısı (adet/bitki) bakımından çeşitler arasında %5 düzeyinde önemli farklılıkların bulunduğu izlenebilmektedir. Çizelge 5'ten, bitkide koçan sayısı özelliğine ilişkin, çeşitlere ait ortalama değerlerin, 0.97 ile 1.04 adet/bitki arasında değiştiği; PR31D24 ile DKC6724 çeşitlerinin en yüksek bitki koçan sayısı değerine (1.04 adet/bitki) sahip grubu oluştururken, SUERTO çeşidinin ise en düşük bitki koçan sayısı değerine (0.97) sahip grubu oluşturduğu saptanmıştır. Mısır çeşitlerinin bitki koçan sayısı ortalaması 1.00 adet/bitki olarak bulunmuştur. PR31D24 çeşidi ile DKC6724 çeşitleri bitkide koçan sayısı bakımından yüksek değerler göstererek aynı istatistiki grupta yer almışlardır. Çok koçanlılık istenen bir özellik değildir. Birçok araştırmacı çok koçanlılığın verimde düşümlere sebep olduğunu söylemektedir. Bulgularımız; Babaoğlu (2003), Sarikurt (2005), Kahraman (2016)'nın bulgularıyla paralellik göstermektedir.

**Tane /Koçan Oranı (%):** Çizelge 5 incelendiğinde tane/koçan oranı (%) bakımından çeşitler arasında % 5 düzeyinde önemli farklılıkların bulunduğu izlenebilmektedir. Çizelge 5'ten, tane/koçan oranı özelliğine ilişkin, çeşitlere ait ortalama değerlerin % 85.6 ile 88.5 arasında değiştiği; P1921 çeşidinin en yüksek tane/koçan oranı değerine (% 88.5) sahip grubu

oluştururken, 70MAY82 çeşidinin en düşük tane/koçan oranı değerine (% 85.6) sahip grubu oluşturduğu saptanmıştır. Mısır çeşitlerinin tane/koçan oranı ortalaması % 87.0 olarak bulunmuştur. P1921, KALİPSO ile DKC6724 çeşitleri bitkide tane/koçan oranında yüksek değerler göstererek aynı istatistiki grupta yer almışlardır. Bulgularımız; Atakul ve ark. (2014), Erdal (2014), Kahraman ve ark. (2014), Kılınç ve ark. (2014), Kahraman (2016)'nın bulgularıyla benzerlik gösterirken, Sezer ve ark. (2007)'nin bulgularından daha düşük değerler göstermiştir. Bu farkın denemeye alınan çeşitler arasındaki genetik yapı farklılıklarından ve her çeşidin belirli bir çevreye olan farklı tepkilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

**1000 Tane Ağırlığı (g):** Çizelge 5 incelendiğinde 1000 tane ağırlığı (g) bakımından çeşitler arasında % 1 düzeyinde önemli farklılıkların bulunduğu izlenebilmektedir Çizelge 5'ten, 1000 tane ağırlığı özelliğine ilişkin, çeşitlere ait ortalama değerlerin, 294.2 ile 387.5 g arasında değiştiği; 70MAY82 çeşidinin en yüksek 1000 tane ağırlığı değerine (387.5 g) sahip olduğu, SUERTO çeşidinin ise en düşük 1000 tane ağırlığı değerine (294.2 g) sahip olduğu saptanmıştır. Mısır çeşitlerinin 1000 tane ağırlığı ortalaması 345.7 g olarak bulunmuştur. Bulgularımız; Turgut ve ark. (2003) Babaoğlu (2003), Özsisli (2010), Atakul ve ark. (2014), Erdal (2014), Kahraman ve ark. (2014), Kılınç ve ark. (2014), Kahraman (2016)'nın bulgularıyla benzerlik gösterirken, Traore ve ark. (2000), Elmalı ve Soylu (2008)'nin bulgularından yüksek, Sezer ve ark. (2007)'nin bulgularından daha düşük değerler göstermiştir.

**Tane Nemi (%):** Çizelge 5 incelendiğinde tane nemi (%) bakımından çeşitler arasında % 1 düzeyinde önemli farklılıkların bulunduğu izlenebilmektedir. Çizelge 5'ten tane nemi özelliğine ilişkin, çeşitlere ait ortalama değerlerin % 9.53 ile 16.43 arasında değiştiği; 70MAY82 çeşidinin en yüksek tane nemi değerine (% 16.43) sahip grubu oluşturduğu, KALİPSO çeşidinin ise en düşük tane nemi değerine (% 9.53) sahip grubu oluşturduğu saptanmıştır. Mısır çeşitlerinin tane nemi ortalaması % 12.44 olarak bulunmuştur. Bulgularımız; Özsisli (2010), Atakul ve ark.(2014), Kılınç ve ark. (2014), Erdal (2014), Kahraman (2016)'nın bulgularıyla benzerlik gösterirken, Vartanlı (2005), Öktem ve Öktem (2009) Özata ve Kapar (2014)'in bulgularından daha düşük değerler göstermiştir. Özmen (2008) hasatta tane nemi yönünden genotip x çevre interaksyonunun önemli olduğunu bildirmiştir.

**Tane Verimi (kg da<sup>-1</sup>):** Çizelge 5'ten tane verimi (kg/da) bakımından çeşitler arasında önemli farklılıkların bulunmadığı izlenebilmektedir. Çizelge 5'ten tane

verimine ilişkin, çeşitlere ait ortalama değerlerin, 1232.61 ile 1518.10 kg/da arasında değiştiği, P1921 çeşidinin en yüksek tane verimi değerini (1518.10 kg/da) oluşturduğu, SUERTO çeşidinin ise en düşük tane verimi değerini (1232.61 kg/da) oluşturduğu saptanmıştır. Mısır çeşitlerinin tane verimi ortalamasının 1396.99 kg/da olduğu belirlenmiştir. P1921, KALİPSO ile DKC6724 çeşitlerinin verimlerinin yüksek olduğu görülmektedir.

Bulgularımız; Howell ve ark. (1996), Sarıkurt (2005), Atakul ve ark. (2014), Kılınç ve ark. (2014), Kahraman (2016)'nın bulguları ile benzerlik gösterirken, Cesurer (1994), Mankong (2000), Babaoğlu (2003), Turgut ve ark. (2003), Sezer ve ark. (2007), Elmalı ve Soylu (2008), Koca (2009), Özsisli (2010), İdikut ve Kara (2013), Özata ve Kapar (2014)'in bulgularından daha düşük değerler göstermiştir.

Ham protein oranı, nişasta oranı, ham yağ oranı ile hektolitreye ağırlığına ait ortalama değerler ve LSD<sub>(0,05)</sub> testine göre oluşan gruplar Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Ham protein oranı, nişasta oranı, ham yağ oranı, hektolitreye ağırlığı ortalama değerleri.

Çeşit	Ham Oranı(%)	Protein Oranı (%)	Nişasta Oranı (%)	Ham Yağ Oranı(%)	Hektolitreye ağırlığı(kg hl <sup>-1</sup> )
PR31D24	8.6	65.20 ab	3.33 c	83.68 a	
SUERTO	7.9	65.03 bc	4.00 a	82.45 b	
70MAY82	9.0	65.57 a	3.58 b	81.48 c	
KALİPSO	7.8	64.69 c	3.50 bc	79.35 d	
P1921	8.0	65.29 ab	3.53 b	84.00 a	
DKC6724	7.8	64.28 d	3.40 bc	79.10 d	
ORTALAMALAR	8.2	65.01	3.54	81.67	
LSD <sub>(0,05)</sub>	Ö.D	0.40**	0.19**	0.61**	
CV(%)	7.10	0.41	3.61	0.49	

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar 0.05 düzeyinde önemli değildir.

\*\*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar 0,01 düzeyinde önemli değildir

Çizelge 6 incelendiğinde, çeşitler arasında ham protein oranı bakımından önemli bir fark bulunmamakla birlikte nişasta oranı, ham yağ oranı ve hektolitreye ağırlığı bakımından çeşitler arasında % 1 önem düzeyinde istatistiksel farklılıkların olduğu tespit edilmiştir.

**Ham Protein Oranı(%):** Çizelge 6 incelendiğinde ham protein oranı (%) bakımından çeşitler arasında önemli farklılıkların bulunmadığı izlenebilmektedir. Çizelge 6'dan ham protein oranına ilişkin, çeşitlere ait ortalama değerlerin, %7.8 ile % 9.0 arasında değiştiği; 70MAY82 çeşidinin en yüksek ham protein oranı değerini (% 9.0) oluştururken, DKC6724 ile KALİPSO çeşitlerinin en düşük ham protein oranı değerini (% 7.8) oluşturduğu saptanmıştır. Mısır çeşitlerinin ham protein oranı ortalaması % 8.2 olarak bulunmuştur. Bulgularımız; Uyar (1989), Vartanlı (2005), Elmalı ve Soylu (2008), Koca (2009), Özsisli (2010), Kahraman (2016)'nın bulgularıyla benzerlik gösterirken, Dudley ve ark. (2004), Tekkanat ve Soylu (2008), Koca (2009),

Cengiz ve ark. (2014), Özata ve Kapar (2014)'in bulgularından daha düşük değerler göstermiştir.

**Nişasta Oranı (%):** Çizelge 6 incelendiğinde nişasta oranı (%) bakımından çeşitler arasında % 1 düzeyinde önemli farklılıkların bulunduğu izlenebilmektedir. Çizelge 6'dan, nişasta oranı özelliğine ilişkin, çeşitlere ait ortalama değerlerin, % 64.28 ile % 65.57 arasında değiştiği; 70MAY82 çeşidinin en yüksek nişasta oranı değerine (% 65.57) sahip grubu oluşturduğu, DKC6724 çeşidinin ise en düşük nişasta oranı değerine (% 64.28) sahip grubu oluşturduğu saptanmıştır. Mısır çeşitlerinin nişasta oranı ortalaması % 65.01 olarak bulunmuştur. 70MAY82, P1921 ve PR31D24 çeşitleri nişasta oranı bakımından yüksek değerler göstermiştir. Bulgularımız; Özsisli (2010) ile Özata ve Kapar (2014)'in bulgularından yüksek, Kahraman (2016)'nın bulgularından düşük değerler göstermiştir.

**Ham Yağ Oranı(%):** Çizelge 6'dan ham yağ oranı (%) bakımından çeşitler arasında % 1 düzeyinde önemli

farklılıkların bulunduğu izlenebilmektedir. Çizelge 6'dan, ham yağ oranı özelliğine ilişkin, çeşitlere ait ortalama değerlerin, % 3.33 ile % 4.00 arasında değiştiği; SUERTO çeşidinin en yüksek ham yağ oranı değerine (% 4.00) sahip grubu oluşturduğu, PR31D24 çeşidinin ise en düşük ham yağ oranı değerine (% 3.33) sahip grubu oluşturduğu saptanmıştır. Mısır çeşitlerinin ham yağ oranı ortalaması % 3.54 olarak bulunmuştur. Bulgularımız; Babaoğlu (2003), Vartanlı (2005), Koca (2009), Özsisli (2010), Özata ve Kapar (2014), Kahraman (2016)'nın bulguları ile paralellik gösterirken, Uyar (1989), Dudley ve ark. (2004) Cengiz ve ark. (2014)'nın bulgularından daha düşük değerler elde edilmiştir.

**Hektolitire Ağırlığı(kg hl<sup>-1</sup>):** Çizelge 6'dan hektolitire ağırlığı (kg/hl) bakımından çeşitler arasında % 1 düzeyinde önemli farklılıkların bulunduğu izlenebilmektedir. Çizelge 6'dan, hektolitire ağırlığı özelliğine ilişkin, çeşitlere ait ortalama değerlerin, 79.10 ile 84.00 kg/hl arasında değiştiği; P1921 çeşidinin en yüksek hektolitire ağırlığı değerine (84.00 kg/hl) sahip olduğu, DKC6724 çeşidinin ise en düşük hektolitire ağırlığı değerine (79.10 kg/hl) sahip olduğu saptanmıştır. Mısır çeşitlerinin hektolitire ağırlığı ortalaması 81.67 kg/hl olarak bulunmuştur. P1921 ve PR31D24 çeşitleri hektolitire ağırlığı bakımından yüksek değer göstererek aynı grupta yer almıştır. Bulgularımız; Babaoğlu (2003), Tekkanat ve Soylu (2005), Vartanlı (2005), Koca (2009), Özsisli (2010)'un bulguları ile paralellik gösterirken, Elmalı ve Soylu (2008)'nin bulgularından daha yüksek değerler elde edilmiştir. Özmen (2008) hektolitire ağırlığında genotip x çevre interaksyonunun önemli olduğunu bildirmiştir.

## SONUÇ

Diyarbakır koşullarında yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda çeşitlerin incelenen özellikler, verim ve verim unsurları göz önüne alındığında mevcut çeşitler içerisinde; P1921, DKC6724 ve KALİPSO çeşitleri öne çıkmıştır. En yüksek verim P1921 çeşidinden elde edilmiştir.

## TEŞEKKÜR

“Bu çalışma Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (SİÜBAP) Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir. Proje Kodu: 2015-SİÜFEB-40”

Araştırma yüksek lisans çalışmasından türetilmiştir.

## KAYNAKLAR

- Anonim 2011. Diyarbakır İl Çevre Durum Raporu. <http://www.csb.gov.tr> (Erişim Tarihi: 27.10.2015).  
 Anonim 2015. Coğrafya Dünyası, İl İl Türkiye, İklim ve Bitki Örtüsü <http://www.cografya.gen.tr/tr/diyarbakir/iklim.html>(Erişim Tarihi: 27.10.2015).  
 Anonim 2016a. Food and Agriculture Organization. [www.faostat.org](http://www.faostat.org). (Erişim tarihi: 08.02.2016)

- Anonim 2016b. Bitkisel üretim verileri İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr) (Erişim tarihi: 08.02.2016).  
 Atakul Ş, Kahraman Ş, Kılınç S 2014. Diyarbakır ana ürün şartlarında bazı tane mısır genotiplerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. Uluslararası Mezopotamya Tarım Kongresi 22-25 Eylül, Diyarbakır  
 Babaoğlu M 2003. Farklı Kökenli Mısır (*Zea mays* L.) Genotiplerinin Çeşitli Agronomik Ve Kalite Karakterleri Bakımından Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD Yüksek Lisans Tezi. 108 s.  
 Cengiz R, Cengiz B, Esmeray M, Sezer MC, Akarken N, Özbey AE, Duman A 2014. Tanede Protein ve Yağ Kalite Değerlerine Göre Sentetik Mısır Kaynak Materyalleri Geliştirme. Uluslararası Mezopotamya Tarım Kongresi 22-25 Eylül, Diyarbakır  
 Cesurer L 1994. Kahramanmaraş Koşullarında Ana Ürün Olarak Yetiştirilebilecek Yüksek Verimli Melez Mısır Çeşitleri Üzerinde Araştırmalar. Türkiye 1.Tarla Bitkileri Kongresi, 25-29 Nisan, Cilt: 1, S:267 - 270, İZMİR.  
 Dudley, J.W., Dijkhuizen, A., Paul, C., Coates, S.T., Rocheford, T.R., 2004. Effects of random mating on marker-QTL associations in the cross of the illinois high protein x illinois low protein maize strains. *Crop Sci.* 44: 1419-1428.  
 Elmalı H, Soylu S 2008. Melez Atdışi Mısırdaki Farklı Taban Gübresi Çeşitlerinin Tane Verimi, Verim Unsurları Ve Kalite Üzerine Etkileri. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 22 (44): 104-112.  
 Erdal Ş 2014. Kendilenmiş Mısır (*Zea mays* L.) Hatlarının Kuraklık Stresine Tolerans Düzeylerinin Belirlenmesi ve Moleküler Karakterizasyonu. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 207 s.  
 Howell TA, Evett SR, Tolk JA, Schneider AD and Steiner JL 1996. Evapotranspiration of Corn – Southern High Plains. *American society of Agricultural Engineers*, 158 – 166.  
 İdikut L ve Kara SN 2013. Tane Ürünü İçin Yetiştirilen İkinci Ürün Mısır Çeşitlerinin Bazı Verim Öğeleri İle Tane Nişasta Oranlarının Belirlenmesi. KSÜ Doğa Bil. Dergisi, 16(1), : 8 – 15.  
 Kahraman Ş, Kılınç S, Atakul Ş 2014. Tek Melez Mısır Genotiplerinin Diyarbakır Şartlarındaki Performanslarının Belirlenmesi. Uluslararası Mezopotamya Tarım Kongresi 22-25 Eylül, Diyarbakır  
 Kahraman Ş. 2016. Diyarbakır Koşullarında Ana Ve İkinci Ürün Tane Mısır Tarımında Bazı Tarımsal ve Teknolojik Özellikler Üzerine Araştırmalar. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Doktora Tezi, 167 s.

- Kılınc S, Atakul Ş, Kahraman Ş 2014. Bazı Melez Mısır Genotiplerinin Adaptasyon ve Uyum Yeteneklerinin Belirlenmesi. Uluslararası Mezopotamya Tarım Kongresi 22-25 Eylül, Diyarbakır
- Koca YO 2009. Aydın Bölgesinde, Birinci ve İkinci Ürün Mısırdaki (*Zea mays* L.) Verim, Verim Öğeleri, Fizyolojik ve Diğer Bazı Özellikler Arasındaki Farklılıklar. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Doktora Tezi, 122 s.
- Mankong M C 2000. Estimation of Genetic Coefficients of Thai Hybrid Varieties for the CERES - Maize Model. www.grad.cmu.oc.th/abstract
- Öktem A Öktem AG 2009. Bazı Atdışı Hibrit Mısır (*Zea mays* L. indentata) Genotiplerinin Harran Ovası Koşullarında Performanslarının Belirlenmesi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(2):49-58
- Özata E ve Kapar H 2014. Bazı Atdışı Hibrit Mısır (*Zea mays* indentata Sturt) Genotiplerinin Samsun Koşullarında Kalite Ve Performanslarının Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 7 (2): 01-07,
- Özmen İ 2008. Bazı Melez Mısır Çeşit Ve Genotiplerinin Değişik Ekim Bölgelerindeki Adaptasyon ve Uyum Yeteneklerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri ABD, Doktora Tezi. 128 s.
- Özsisli B 2010. Kahramanmaraş Koşullarında Birinci ve İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Farklı Mısır Çeşitlerinde Verim ve Kalite Özelliklerinin İncelenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Doktora tezi, 130 s.
- Sarı Kurt B 2005. Diyarbakır Sulu Koşullarında II. Ürün Olarak Yetiştirilen Bazı Mısır Çeşitlerinde Verim ve Bazı Tarımsal Karakterler İle Karakterler Arası İlişkilerin Saptanması. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Yüksek Lisans Tezi, 49 s.
- Sezer İ, Mut Z, Öner F, Sirat A, Gülümser A 2007. Bafra Ovasında Ana Ürün Olarak Yetiştirilebilecek Mısır Çeşitlerinin (*Zea mays* L. İndendata) Belirlenmesi Üzerine Araştırma. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran, Erzurum. Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı, Tarım Gıda ve Hayvancılık Bakanlığı, 2010.
- Tekkanat A, Soylu S, 2005. Cin Mısırdaki Çeşitlerinin Tane Verimi Ve Önemli Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (37):51-60.
- Traore SB, Carlson RE, Pilcher CD, Rice ME 2000. Bt and Non- Bt Maize Growth and Development as Affected by Temperature and Drought Stres. Agronomy Journal 92: 1027-1035.
- Turgut İ, Duman A, Balcı A 2003. Kendilenmiş Mısır (*Zea mays* İndentata Sturt.) Hatlarının Yoklama Melezlerinde, Verim ve Verim Öğeleri Bakımından Heterosis ve Kombinasyon Yeteneği Değerlerinin Belirlenmesi Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(2): 47-56
- Uyar İ 1989. Bornova Koşullarında 13 Melez Mısır Çeşidinin İkinci Ürün Olarak Bazı Agronomik ve Kalite Özellikleri Üzerinde Çalışmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Yüksek Lisans Tezi, 32 s.
- Vartanlı S 2005. Ankara Koşullarında Hibrit Mısır Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Yüksek Lisans Tezi. 80 s.
- Vartanlı S, Emeklier HY 2007. Ankara Koşullarında Hibrit Mısır Çeşitlerinin Verim Ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi. 13 (3): 195-202.

## Safranbolu-Tokatlı Kanyonu'nun Floristik Kompozisyonu, Hayat Formu ve Korotip Özellikleri

Sevda TÜRKİŞ<sup>1</sup>, Emire ELMAS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ordu University, Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, Ordu, <sup>2</sup>Sinop University, Faculty of Science and Art, Department of Biology, Sinop

✉ : sevdaturkis@gmail.com

### ÖZET

Bu çalışmada Kuzey Batı Anadolu'da yer alan Tokatlı Kanyonu'na ait floristik kompozisyonun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bitki örnekleri 2014-2016 yılları vejetasyon dönemi boyunca farklı mevsimlerde çalışma alanına yapılan arazi çalışmalarında toplanmıştır. Teşhisleri gerçekleştirilen bitki örneklerinin ailesi, hayat formu ve floristik bölgeleri belirlenmiştir. Toplamda tespit edilen taksonların %10'u (10) Asteraceae, %7'si (7) Labiatae, %7'si (7) Poaceae, %6'sı (6) Ranunculaceae, %6'sı (6) Rosaceae ve %65'i (66) ise diğer ailelere aittir. Tespit edilen 102 taksonun 79'u tür, 28'i alttür ve 5'i varyete kategorisinde tespit edilmiştir. Hayat formu dağılımına göre %58 (59) ile en yüksek oran hemikriptofit forma aittir. Kanyonda tespit edilen taksonlardan en fazla oran %50 (51) ile floristik bölgesi belli olmayan %31'i (32) Avrupa- Sibiryaya, %11'i (11) Akdeniz ve %8'i (8) İran-Turan bölgesine aittir. Bu çalışma, Tokatlı Kanyonu'nun ilk floristik çalışmasıdır ve kanyonun bitki çeşitliliği açısından önemini arz etmektedir. Araştırma alanında 8 endemik takson tespit edilmiş olup, total floranın %7.8'ini oluşturmaktadır. Tokatlı Kanyonu 50 aile, 94 cins ve 102 taksondan oluşmaktadır.

DOI:10.18016/ksutarimdog.a.vi.452771

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 09.03.2018

Kabul Tarihi : 05.06.2018

### Anahtar Kelimeler

floristik kompozisyon,  
hayat formu,  
korotip,  
Tokatlı Kanyonu

### Araştırma Makalesi

## Floristic Composition, Life Form and Chorotype of Safranbolu -Tokatlı Canyon's

### ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the floristic composition of Tokatlı Canyon in North West Anatolia. Plant samples were collected for two seasons. The family, life form and the floristic regions of the plant specimens were identified. A total of 102 taxa found in total belonging %10 (10) to Asteraceae, 7% (7) to Labiatae, 7% (7) to Poaceae, 6% (6) to Ranunculaceae, 6% (6) Rosaceae and 65% (66) to other families. According to the distribution of life form, the highest rate was 58% (59), belonging to hemikriptophyte form. Among the identified species, the largest proportion of species belonged to pluriregional or unknown floristical region with 50% (51), with 31% (32) of the Euro-Siberian, 11% (11) of the Mediterranean and 8% (8) of the Irano- Turanian territory. This study is the first floristic study of Tokatlı Canyon showing importance of canyon in terms of plant diversity. In the study area, 8 endemic taxa were identified constituting 7.8% of total flora. Tokatlı Canyon consists of 50 families, 94 genera and 102 taxa.

### Article History

Received : 09.03.2018

Accepted : 05.06.2018

### Keywords

floristic composition,  
life form,  
chorotype,  
Tokatlı Canyon

### Research Article

**To cite:** Türkış S, Elmas E 2018. Safranbolu-Tokatlı Kanyonu'nun Floristik Kompozisyonu, Hayat Formu ve Korotip Özellikleri. KSÜ Tar Doğa Derg 21(6) : 817-824, DOI : 10.18016/ksutarimdog.a.vi.452771:

### GİRİŞ

Türkiye Holoarktik alemin Boreal ve Tetis Alt Alemlerinde yer almaktadır (Davis ve Hedge, 1975). Türkiye'nin geçirdiği çevresel değişimlerin, özellikle Kuaternerdeki iklim değişimlerinin bitki toplulukları üzerindeki etkileri çok önemli olmuştur (Günel, 1994; Öztürk ve ark., 2002; Aras ve ark., 2003). Bilindiği gibi

bitki topluluklarının dağılımının belirlenmesinde iklim çok önemlidir. Bu dağılımın nasıl seçileceğinin yanında bitki topluluklarına hangi türlerin dahil olacağı, yani bu toplulukların floristik kompozisyonlarının hangi taksonlardan meydana geleceği de iklimle ilgilidir (Svenning ve Skov, 2005). Türkiye'de Avrupa-Sibiryaya, Akdeniz ve İran-Turan olmak üzere üç farklı flora

bölgesi bulunmaktadır (Avcı, 1993; Yaltırık ve Efe, 1996). Bu durum bitki tür çeşitliliğinin fazlalığının nedenleri arasında sayılmaktadır.

Raunkiaer (1934), yenileme tomurcuklarının derecesi ve pozisyonuna göre bitki formlarını sınıflandırmıştır. Kalıntı kök sisteminin periyodik azalması ile sert yetiştirme koşullarındaki favori türler ya yer altına kök uzatırlar (Hemikriptofit) ya da toprak altında gömülü kalırlar (Kriptofit) (Cornelissen ve ark., 2003). Raunkiaer (1934), bitkilerin hayat formlarını belirlerken biyolojik spektrum terimini öne sürmüştür. Biyolojik spektrum; belirli bir bölgede her bir sınıftaki biyolojik tiplerle bir vejetasyonu meydana getiren türlerin dağılımının yüzde olarak ifade edilmesidir. Raunkiaer (1934)'e göre biyolojik spektrum, iklimlerin ve genel anlamda çevrenin bir belirtisidir.

Floristik çalışmalar, bitki zenginliğini ve herhangi bir alandaki potansiyelini değerlendirmemize ve türleşme, izolasyon, endemizm ve evrim gibi biyolojinin temel yönlerini anlamada bize yardımcı olur (Al- Sherif ve ark., 2013).

Tokatlı Kanyonu'nun bulunduğu Safranbolu ilçesinin iklimi kuraklık indisi 3 olup Akdeniz iklim tipine sahiptir ve Doğu Akdeniz yağış rejimi görülmektedir. Akdeniz havzasında bulunan herdem yeşil kurakçıl bitkiler, tüm Avrasya'daki diğer herdem yeşil kurakçıl gibi geç Eosen'de Güney Avrasya'nın "Tethyan" bölgesi (Tetis denizi civarı) boyunca genişleyen kurak iklime uyum sağlamış eski defne ormanlarında bulunan bitkilerden köken almıştır. Akdeniz havzasında bulunan kurakçıl vejetasyon, Akdeniz ikliminden daha eskidir. Pleistosen'deki buzullar arası dönemlerde, Anadolu'nun büyük bir kısmının subtropikal bir iklimin etkisi altına girmesiyle bazı Akdeniz elementleri Kuzey Anadolu'ya göç edebilmiş olup bugün bu türler uygun habitatlarda relik olarak yaşamaktadır (Tavşanoğlu ve Gürkan, 2004).

Araştırma alanına yakın alanlardaki flora çalışmalarının başlıcaları; Safranbolu ilçesi sınırlarında yer alan Sırçalı Kanyonu Florası 2006-2007 yılları arasında tespit edilmiştir. Araştırma alanının florası 73 familyaya ait 218 cins ve 292 takson içermektedir (Filiz, 2007). Ilgaz Dağı Büyük Hacet Tepesi Florası'nda; 41 familya, 139 cins, 261 adet tür belirlenmiştir. Tür sayısına göre familyalar; Gramineae 47 (%18), Compositae 35 (%13), Leguminosae 15 (%6), Campanulaceae 11 (%4), Labiatae 11 (%4), Rosaceae 11 (%4), Caryophyllaceae 11 (%4), Scrophulariaceae 10 (%4), Cruciferae 10 (%4), Liliaceae 9 (%3), Diğer 91 (%36)'tür. Bu çalışmada bitki türlerinin fitocoğrafik bölgelere dağılımları ise; Bilinmeyen 150 (%58), Avrupa-Sibirya 53 (%20), İran-Turan 22 (%8), Öksin 21 (%8), Akdeniz 6 (%2), Doğu Akdeniz 5 (%2), Hirkano Öksin 4 (%2)'tür (Tekdemir, 2003). Öner N, Abay G.'nin "Yenice Ormanlarının

Florasına Katkılar" adlı eserinde; Ilgaz'ın (Çankırı) 20 km kuzeydoğusundaki Yenice Ormanları'nda, 45 familyaya ait 109 cins ve 170 bitki taksonu tespit edilmiştir. Bunların fitocoğrafik bölgelere göre dağılımı; Avrupa-Sibirya %20, İran-Turan. %14.71, Akdeniz %4.71, Öksin %4.11, Çok bölgesi %56.47'dir. Endemik tür sayısı 18 olup, endemizm oranı %10.59'dur (Öner, 2005).

Çalışma kapsamında Kuzey Batı Anadolu'da yer alan Doğu Akdeniz iklimi etkisinin yer aldığı Tokatlı Kanyonu'na ait floristik kompozisyonun belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

Kuzeydoğu Anadolu'da yer alan Tokatlı Kanyonu'nun coğrafi koordinatları şu şekildedir: Giriş koordinatları 41° 16' 049'' N-32° 41' 085'' E, giriş yüksekliği 485 m, çıkış koordinatı: 41° 16' 795'' N-32° 40' 996'' E ve çıkış yüksekliği 562m'dir.

Kanyon Aşağı Dana Köyü'nün güneyindeki İncekaya (Gayza) Köyü'nden başlayıp, Tokatlı Köyü'nden geçerek Eski Çarşı'ya ulaşır. Tokatlı Kanyonu, Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesinin Öksin Provensi içinde yer almaktadır. Davis (1968-1988)'in Grid sistemine göre A4 karesinde yer almaktadır.

Bir vejetasyon dönemi boyunca aylık olarak arazi çalışmaları gerçekleştirilmiş, mevcut olan bitki türleri fotoğraflanarak teşhis amacıyla toplanmış ve herbaryum örneği haline getirilmiştir. Bitki örnekleri arazide preslenmiş, herbaryum usullerine göre kurutularak kartonlanmıştır. Araziden toplanan bitki türleri "Flora of Turkey and the East Aegean Islands" adlı esere göre teşhis edilmiştir (Davis, 1968-1988).

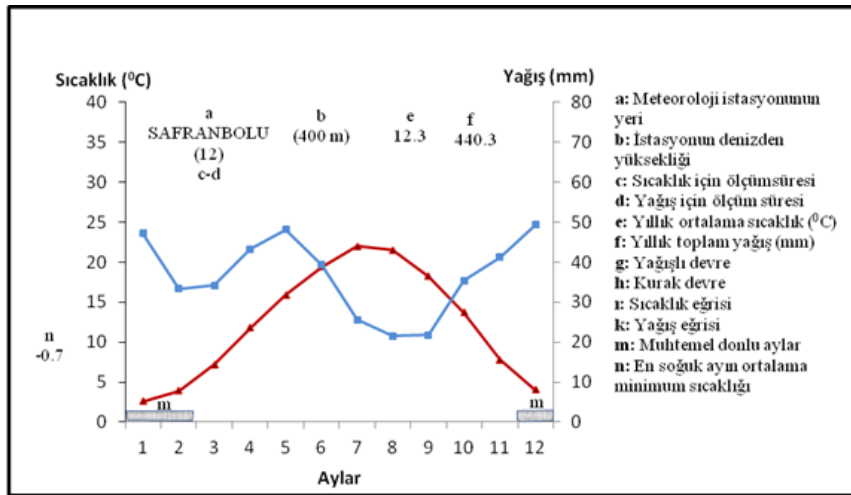
Meteoroloji müdürlüğünden alınan uzun yıllara ait verilere göre, Safranbolu ilinde yıllık yağış miktarı 440,3 mm'dir (Çizelge1). En düşük aylık ortalama yağış miktarı 21,5 mm ile ağustos ayına aittir. En yüksek aylık ortalama yağış miktarı ise 49,3 mm ile aralık ayına aittir. Yıllık yağış rejimi kış, ilkbahar, sonbahar, yaz (KİSY) şeklinde olup, buna göre Safranbolu ilçesinde Doğu Akdeniz Yağış Rejimi görülmektedir.

Yıllık ortalama sıcaklık 12,3 °C'dir. En sıcak ayın maksimum sıcaklık ortalaması 29,8 °C ile Haziran ayına aittir ve en soğuk ayın minimum sıcaklık ortalaması -15 °C'dir (Çizelge 1). Uzun yıllara ait iklim verilerine göre Safranbolu'da Haziran ayının başlangıcından Eylül ayının sonuna kadar devam eden bir kuraklık dönemi yaşanmaktadır (Şekil 1). Genel kuraklık derecesini belirlemek için Emberger'in S=PE/M formülü kullanılmıştır (Kılınç ve ark., 2006). Bu formülde PE en sıcak ayların yağış toplamını; M ise en sıcak ayların maksimum sıcaklık ortalamasını göstermektedir. Buna göre Safranbolu için kuraklık katsayısı 3'tür ve bu değere göre Akdeniz özelliği göstermektedir.



Çizelge1. Safranbolu Meteoroloji İstasyonunadan alınan uzun yıllara ait ortalama sıcaklık (°C ) ve yağış (mm) değerleri.

	AYLAR												YILLIK
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>Ortalama Sıcaklık</b>	<b>2.6</b>	3.9	7.2	11.8	15.9	19.4	<b>22</b>	21.5	18.2	13.7	7.8	4	12.3
<b>Ortalama Maksimum Sıcaklık</b>	6.8	8.8	13.2	18.5	23.1	26.9	<b>29.8</b>	29.7	26.1	20.4	13.2	8	18.7
<b>Ortalama Minimum Sıcaklık</b>	<b>-0.7</b>	-0.1	2.3	6.4	10.2	13.3	15.6	15.3	12	8.5	3.8	0.9	7.3
<b>En yüksek Sıcaklık</b>	19.2	23.7	28.9	33.5	38	38.6	42.5	<b>43.2</b>	38	37.3	25	19.8	32.3
<b>En düşük Sıcaklık</b>	-15	<b>-17.4</b>	-14.9	-6	0	4.4	7.8	1.2	3.8	-2	-7	-	-4.9
<b>Ortalama Yağış</b>	47.2	33.4	34.2	43.3	48.1	39.3	25.6	<b>21.5</b>	21.8	35.4	41.2	<b>49.3</b>	
<b>Toplam Yağış</b>													440.3



Şekil 1. Safranbolu ilçesinin iklim diyagramı.

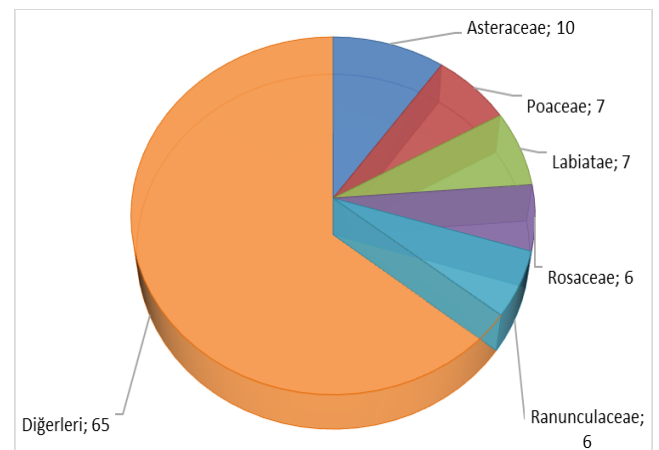
## BULGULAR

Tokatlı Kanyon’unda tespit edilen 102 taksonun %10’u (10) Asteraceae, %7’si (7) Labiatae, %7’si (7) Poaceae, %6’sı (6) Ranunculaceae, %6’sı (6) Rosaceae ve %65’i (66) ise diğer familyalara aittir (Şekil 2).

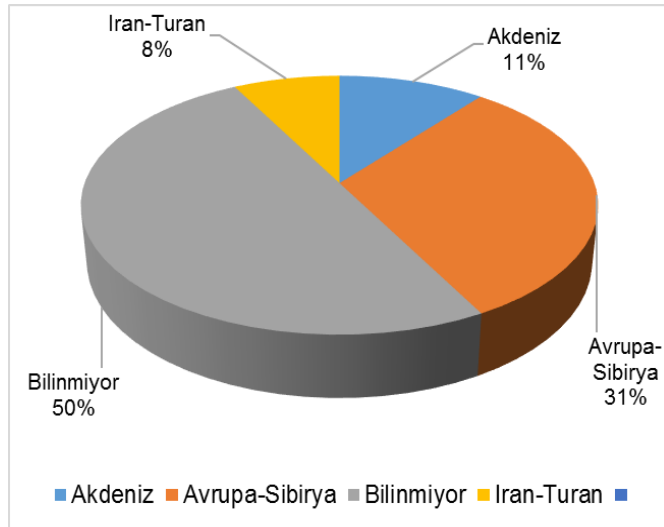
Kanyonda tespit edilen taksonların %11’i (11) Akdeniz, %8’i (8) İran-Turan, %31’i (32) Avrupa-Sibirya ve %50’si (51) floristik bölgesi bilinmeyen taksonlardan oluşmuştur (Şekil 3).

Kanyonda tespit edilen taksonların %11’i (11) fanerofit, %15’si (16) kamefit, %58’i (59) hemikriptofit, %12’si (12) geofit ve %4’ü (4) terofit hayat formuna sahiptir (Şekil 4).

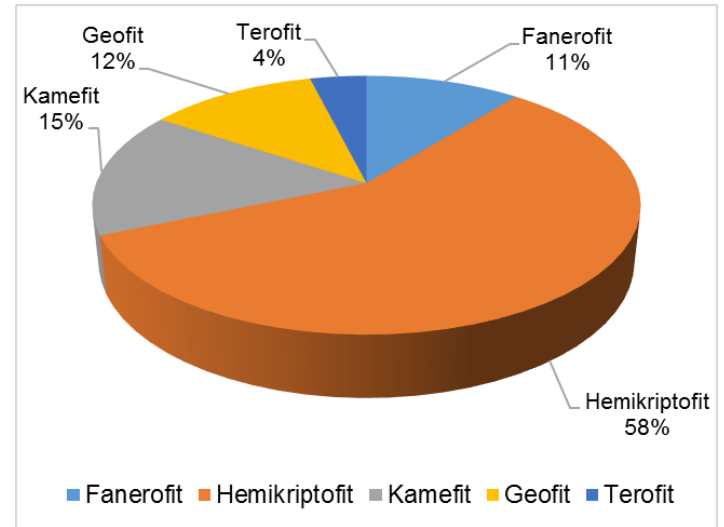
Çizelge 1’de bitki türlerinin familya, tür, hayat formu, endemiklik durumu ve fitocoğrafik bölgeleri verilmiştir.



Şekil 2. Tokatlı Kanyonu’nda yayılış gösteren familyaların temsil edilme yüzdeleri.



Şekil 3. Tokatlı Kanyonu'nda yayılış gösteren taksonların fitocoğrafik bölgelere göre dağılımı.



Şekil 4. Tokatlı Kanyonu'nda yayılış gösteren taksonların hayat formlarına göre dağılımı.

Çizelge 1. Tokatlı Kanyonu'na ait bitki türlerinin aile, tür, floristik bölge, endemizm ve hayat formu. (F: Fanerofit; K: Kamefit; H: Hemikriptofit; G: Geofit; T: Terofit).

Familiya Adı	Tür Adı	Floristik Bölge	Endemizm	Hayat Formu
Anacardiaceae	<i>Pistacia terebinthus</i> L. subsp. <i>palaestina</i> (Boiss.) Engler	Akdeniz Avrupa-Sibiryaya		F
Apiaceae	<i>Heracleum platytaenium</i> Boiss. <i>Pimpinella tragioides</i> Vill. subsp. <i>pseudotrugioides</i> (DC.) Mathews	İran-Turan Avrupa-Sibiryaya	Endemik	H
Araceae	<i>Arum euxinum</i> R. Mill	Bilinmiyor	Endemik	G
Araliaceae	<i>Hedera helix</i> L. <i>Xeranthemum annuum</i> L. <i>Achillea millefolium</i> L. subsp. <i>millefolium</i> L.	Bilinmiyor Avrupa-Sibiryaya		H
Asteraceae	<i>Arctium minus</i> (Hill) Bernh. subsp. <i>pubens</i> <i>Carlina vulgaris</i> L. <i>Centaurea virgata</i> Lam. <i>Circium hypoleucum</i> DC. <i>Doronicum orientale</i> Hoffm. <i>Inula ensifolia</i> L. <i>Petasites albus</i> (L.) Gaertner <i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Bernh.	Bilinmiyor İran-Turan Avrupa-Sibiryaya Bilinmiyor Avrupa-Sibiryaya Bilinmiyor		H
Betulaceae	<i>Coryllus avellana</i> L. <i>Alkanna orientalis</i> (L.) Boiss. var. <i>orientalis</i> (L.) Boiss.	Avrupa-Sibiryaya İran-Turan		K
Boraginaceae	<i>Myosotis ramotissisima</i> subsp. <i>romotissisima</i> Rochel Ex Schultes	Bilinmiyor		H

	<i>Trachystemon orientalis</i> (L.) G. Don	Avrupa- Sibirya	H
Buxaceae	<i>Buxus sempervirens</i> L.	Avrupa- Sibirya	F
Celastraceae	<i>Euonymus latifolius</i> (L.) Miller var. <i>latifolius</i> (L.) Miller	Avrupa- Sibirya	F
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> L.	Akdeniz	K
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Bilinmiyor	H
	<i>Convolvulus cantabrica</i> L.	Bilinmiyor	H
	<i>Cornus mas</i> L.	Avrupa- Sibirya	K
Cornaceae	<i>Cornus sanguinea</i> L. subsp. <i>sanguinea</i>	Bilinmiyor	K
Corylaceae	<i>Carpinus betulus</i> L.	Avrupa- Sibirya	F
Crassulaceae	<i>Sedum nanum</i> Boiss.	İran-Turan	H
Cruciferae	<i>Aubrieta pinardii</i> Boiss.	İran-Turan	Endemik H
Cupressaceae	<i>Juniperus oxycedrus</i> L. subsp. <i>oxycedrus</i> L.	Bilinmiyor	K
Ericaceae	<i>Arbutus andrachne</i> L.	Bilinmiyor	F
	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L. var. <i>amygdaloides</i>	Avrupa- Sibirya	K
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	Bilinmiyor	H
Fabaceae	<i>Colutea cilicica</i> Boiss et Bal.	Bilinmiyor	H
	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Desr.	Bilinmiyor	H
	<i>Psoralea bituminosa</i> L.	Akdeniz	H
	<i>Trifolium repens</i> L. var. <i>repens</i>	Bilinmiyor	H
	<i>Quercus macranthera</i> Fish. et Mey. ex Hohen. subsp. <i>sypirensis</i> (C. Koch)		
Fagaceae	Menitsky	Bilinmiyor	Endemik F
Fumariaceae	<i>Fumaria asepala</i> Boiss.	İran-Turan	H
	<i>Blackstonia perfoliata</i> (L.) Hudson subsp. <i>perfoliata</i>	Bilinmiyor	H
Gentianaceae	<i>Erodium acaule</i> (L.) Becherer et Thell	Akdeniz	H
Geraniaceae	<i>Hypericum perforatum</i> L.	Bilinmiyor	H
Hyperidaceae	<i>Juglans regia</i> L.	Bilinmiyor	F
Juglandaceae	<i>Melissa officinalis</i> L. subsp. <i>officinalis</i> L.	Bilinmiyor	H
Labiatae	<i>Prunella laciniata</i> (L.) L.	Avrupa- Sibirya	H
	<i>Prunella vulgaris</i> L.	Avrupa- Sibirya	H
	<i>Teucrium chamaedrys</i> L. subsp. <i>chamaedrys</i>	Avrupa- Sibirya	H
	<i>Teucrium polium</i> L.	Bilinmiyor	H
	<i>Mentha longifolia</i> (L.) Hudson subsp. <i>longifolia</i> (L.) Hudson	Avrupa- Sibirya	H
Lamiaceae	<i>Origanum vulgare</i> L. subsp. <i>hirtum</i> (Link) Ietswaart	Akdeniz	H
Liliaceae	<i>Allium ampeloprasum</i> L.	Akdeniz	G
	<i>Muscari aucheri</i> (Boiss.) Baker	Bilinmiyor	Endemik G
	<i>Ornithogalum armeniacum</i> Baker	Akdeniz	G
	<i>Ruscus aculeatus</i> L. subsp. <i>aculeatus</i>	Bilinmiyor	K
	<i>Ficus carica</i> L. subsp. <i>carica</i> (All.) Schinz et Thell.	Bilinmiyor	F
Moraceae			

Myrsinaceae	<i>Lysimachia verticillaris</i> Sprengell	Avrupa- Sibiryaya		H
Oleaceae	<i>Phillyrea latifolia</i> L.	Akdeniz		K
Onagraceae	<i>Epilobium hirsutum</i> L.	Bilinmiyor		H
Orchidaceae	<i>Orchis tridentata</i> Scop.	Akdeniz		G
	<i>Ophrys oestifera</i> Bieb. subsp. <i>oestifera</i> Bieb.	Bilinmiyor		G
	<i>Anacamptis pyramidalis</i> (L) L. C. M. Richard	Bilinmiyor		G
		Avrupa- Sibiryaya	Endemik	G
Orobanchaceae	<i>Necranthus orobanchoides</i> Gilli	Bilinmiyor	Endemik	G
Papaveraceae	<i>Corydalis caucasica</i> subsp. <i>abanthensis</i>	Bilinmiyor		G
	<i>Corydalis integra</i>	Bilinmiyor		G
Plantaginaceae	<i>Globularia trichosantha</i> Fisch. et Mey. subsp. <i>trichosantha</i>	İran-Turan		H
	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Bilinmiyor		H
	<i>Plantago major</i> L. subsp. <i>major</i> L.	Bilinmiyor		H
	<i>Platanus orientalis</i> L.	Bilinmiyor		F
Poaceae	<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.	Avrupa- Sibiryaya		H
	<i>Avena fatua</i> L. var. <i>glabrata</i> Peterm.	Avrupa- Sibiryaya		T
	<i>Briza media</i> L.	Bilinmiyor		T
	<i>Dactylis glomerata</i> L. subsp. <i>glomerata</i> L.	Avrupa- Sibiryaya		T
	<i>Hordeum bulbosum</i> L.	Bilinmiyor		T
	<i>Setaria glauca</i> (L.) P. Beauv.	Bilinmiyor		H
	<i>Vulpia unilateralis</i> (L.) Stace	Bilinmiyor		H
Polygalaceae	<i>Polygala vulgaris</i> L.	Avrupa- Sibiryaya		H
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i> L. subsp. <i>arvensis</i> L.	Bilinmiyor		H
	<i>Cyclamen coum</i> Miller subsp. <i>coum</i> Miller	Bilinmiyor		G
	<i>Primula vulgaris</i> Huds. subsp. <i>vulgaris</i> Huds.	Avrupa- Sibiryaya		H
Ranunculaceae	<i>Anemone blanda</i> Schott et Kotschy	Bilinmiyor		G
	<i>Clematis vitalba</i> L.	Bilinmiyor		K
	<i>Consolida regalis</i> S.F. Gray subsp. <i>regalis</i> S.F. Gray	Bilinmiyor		H
	<i>Helloborus orientalis</i> Lam.	Avrupa- Sibiryaya		H
	<i>Nigella damascena</i> L.	Bilinmiyor		H
Rosaceae	<i>Crataegus monogyna</i> Jack.	Bilinmiyor		K
	<i>Fragaria viridis</i> Weston subsp. <i>viridis</i>	Avrupa- Sibiryaya		H
	<i>Laurocerasus officinalis</i> Roemer	Bilinmiyor		K
	<i>Potentilla reptans</i> L.	Bilinmiyor		H
	<i>Rosa canina</i> L.	Bilinmiyor		K
		Avrupa- Sibiryaya		K
Rubiaceae	<i>Asperula involucrata</i> Wahlenb.	Avrupa- Sibiryaya		H
	<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.	Avrupa- Sibiryaya		H

	<i>Galium verum</i> L. subsp. <i>verum</i> L.	Avrupa- Sibirya	H
Salicaceae	<i>Salix alba</i> L.	Avrupa- Sibirya	K
Santalaceae	<i>Osyris alba</i> L.	Akdeniz	K
Saxifragaceae	<i>Saxifraga tridactylites</i> L.	Bilinmiyor	H
Scrophulariaceae	<i>Linaria iconia</i> Boiss. et. Hiedr.	İran-Turan	Endemik H
	<i>Veronica cymbalaria</i> Bodard	Akdeniz	H
Solanaceae	<i>Physalis alkekengi</i> L.	Bilinmiyor	F
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L.	Avrupa- Sibirya	H
Violaceae	<i>Viola odorata</i> L.	Bilinmiyor	H
	<i>Viola rupestris</i> F.W. Schmidt	Bilinmiyor	H

## TARTIŞMA

Yaşam formları bitkilerin iklime adaptasyonunu yansıtmaktadır ve bu durum formların mikro ve makro iklim indikatörü olmalarını sağlamaktadır. Kamefitlerin daha çok soğuk ve yüksek alanları karakterize etmeleri gibi (Sindhuja ve ark., 2012). Bitki yaşamlarının sınıflandırılması topraktaki bitkinin embriyonik, meristematik yapısı ve bitkinin boy uzunluğu ile ilgilidir. Kazandıkları yapısal karakterlere göre fanerofitler daha ılıman iklimlerde oluşurken, kriptofitler ve hemikriptofitler daha soğuk ve kurak, terofitler ise yangınca bastırılmış boş habitatlarda kolay yayılabilmektedirler.

Çalışma kapsamında Tokatlı Kanyonu'nda en yüksek hayat formu hemikriptofit yaşam formuna ikinci olarak da kamefit yaşam formuna aittir. Genel olarak bu durum baskın yaşam formlarını yansıtan zor çevresel koşulların göstergesi olmaktadır (Vogiatzakisve ark., 2003).

Fitocoğrafik bölgelerin tespiti coğrafi dağılımlara ve bitkilerin çevresel değişkenlere adaptasyonunu belirten floristik çalışmaların bir başka parçasıdır. Her bitki türü belirli bir ekolojik toleransa sahiptir ve alansal olarak bir çevresel koşulu tolere eder (Al-Sherif ve ark., 2013). Bitkilerin iklimsel durumlarını belirten diğer şartlar da korotipleridir (Asaadi, 2009). Tokatlı Kanyonu, Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesinin Öksin Provensi içinde yer almaktadır. Floristik bölgesi belli olanlar arasında en yüksek oran Avrupa-Sibirya Floristik zonu tarafından temsil edilmektedir. İkinci olarak ise Akdeniz floristik zonu tarafından temsil edilmektedir. Bu durum kanyon içinde var olan mikroklimatik alanların göstergesidir. Bu çalışma, Tokatlı Kanyonu'nun ilk floristik çalışmasıdır ve kanyonun bitki çeşitliliği açısından önemini göstermektedir. Kanyon içinde yer alan yürüyüş parkurları, kanyonda insan müdahalesini arttıran etkilerin başında gelmektedir. Bu çalışma kapsamında kanyonun bitkisel değerlerinin bildirilmesi ve bu değerlerin korunması yönünde

sürdürülebilir koruma çalışmalarının planlanması önerilmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince (ODU BAP AR-1368) desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Al-Sherif EA, Ayesh AM, Rawi SM 2013. Floristic composition, life form and chorology of plant life at Khulais Region, Western Saudi Arabia. Pak. J. Bot, 45(1): 29-38.
- Aras A, Aksoy N, Batı Z, Sakıncı M ve Erdoğan M 2003. "Yaşayan fosil *Sequoidambar giganteum* (Ağaçlı linyitleri): Ksiloloji, Palinoloji ve yaşı". Türkiye Kuaterneri Çalıştayı IV, 29- 30 Mayıs 2003. 186-194, İstanbul.
- Asaadi AM 2009. Floristic Study of Firozeh watershed- North Khorasan province. Research Journal of Biological Sciences, 4(10): 1092-1103.
- Cornelissen Jhc, Lavorel S, Garnier E, Díaz S, Buchmann N, Gurvich De, Reich PB, Steege H, Morgan HD, Van-Der-Heijden Mga, Pausas JG Poorter H 2003. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. Australian. Journal of Botany, 51(4): 335-380.
- Davis PH, Hedge IC 1975. "The Flora of Turkey. Past, Present, and Future", Candollea, 30 (2): Edinburg, 331-351.
- Davis PH (ed) 1965-1988. Flora of Turkey and the East Aegean Island. Vol: 1-10, Edinburgh: Ediburgh University Press.
- Filiz Z 2007. Sırçalı Kanyonu Florası. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, 96 s.
- Günal N 1994. "*Liquidambar orientalis* (Anadolu Sığala Ağacı) 'ın Güneybatı Anadolu'daki yayılışında relief, iklim ilişkileri," Türk Coğrafya Dergisi 29: 175-190.

- Kılınç M, Kutbay HG, Yalçın E, Bilgin A 2006. Bitki Ekolojisi ve Bitki Sosyolojisi Uygulamaları. Ankara: Palme Yayınevi.
- Öner N, Abay G 2005. Contributions to The Flora of Yenice Forests (Ilgaz / Çankırı). Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 5 (2): 1-104.
- Öztürk M, Çelik A, Yarıcı Aksoy A ve Feoli E 2002. "An overview of plant diversity land use and degradation in the mediterranean region of Turkey", Management of Environmental Quality 13(5): 442-449.
- Raunkiaer C 1934. The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography. Oxford University Press.
- Sindhuja R, Rajendran A, Jayanthi P 2012. Herbaceous life forms of Maruthamalai Hills, Southern Western Ghats, India. International Journal of Medicinal and Aromatics Plants, 2 (4): 625-631.
- Svenning JC, Skov F 2005. "The relative roles of environment and history as controls of species composition and richness in Europe", Journal of Biogeography, 32(6): 1019-1033.
- Tavşanoğlu Ç, Gürkan B 2004. Akdeniz Havzasında Bitkilerin Kuraklık ve Yangına Uyumluluğu. Ot Sistematik Botanik Dergisi, 11 (1): 119-132.
- Tekdemir R 2003. "Ilgaz Dağı Büyük Hacet Yüksek Dağ Florası", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, 81 s.
- Vogiatzakis IN, Griffiths GH, Mannion AM 2003. Environmental factors and vegetation composition, Lefka Ori massif, Crete, S. Aegean. Global ecology and Biogeography, 12 (2): 131-146.

## Osmaniye Koşullarına Uygun Yeni Yerfıstığı Çeşitleri İle Bunların Önemli Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Ferrin Ferda AŞIK<sup>1</sup> , Reşat YILDIZ<sup>1</sup> , H. Halis ARIOĞLU<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü- OSMANIYE, <sup>2</sup>Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. ADANA

✉: ferrinferda.asik@tarim.gov.tr

### ÖZET

Bu çalışmada; Osmaniye İlinde yaygın olarak yetiştirilen NC-7 çeşidine alternatif olabilecek 13 adet farklı yerfıstığı çeşidinin (HALİSBEY, ARIOĞLU-2003, SULTAN, FLOWER-22, OSMANIYE-2005, BRANTLEY, WILSON, BATEM-5025, BATEM-CİHANGİR, GEORGIA GREEN, FLORİSPAN ve NC V-11) önemli tarımsal ve kalite özellikleri belirlenmiştir. Araştırma, Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ait deneme alanlarında, ana ürün koşullarında iki yıl süreyle (2015 ile 2016) yürütülmüştür. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Araştırmada, bitki başına meyve sayısı, bitki başına meyve ağırlığı, dekara meyve verimi, 100 meyve ağırlığı, 100 tohum ağırlığı, iç oranı, birinci sınıf meyve sayısı oranı, yağ oranı, protein oranı ve yağ asitleri gibi önemli tarımsal ve kalite özellikleri incelenmiştir.

Denemeye alınan çeşitlerin bitki başına meyve sayısı 15.53-43.31 adet, 100 tohum ağırlığı 53.27-132.68 g, iç oranı %62.40-76.57 ve dekara meyve verimi değerleri ise 234.46-655.41 kg/da arasında değişim göstermiştir. Meyve kalitesi ve dekara verimleri bakımından ilk sıralarda yer alan HALİSBEY, OSMANIYE-2005, SULTAN, NC V-11, BATEM-5025, BRANTLEY çeşitlerinin NC-7'ye alternatif olarak, Osmaniye Bölgesinde ana ürün olarak başarıyla yetiştirilebilecekleri saptanmıştır. Ana ürün koşullarında, BRANTLEY çeşidinde, oleik asit oranı (%80.94) çok yüksek bulunmuştur.

DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.452842

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi: 20.02.2018

Kabul Tarihi : 19.04.2018

### Anahtar Kelimeler

Yerfıstığı,  
çeşit,  
verim ve verim unsurları

### Araştırma Makalesi

## The Determination of New Peanut Varieties for Osmaniye Region and Their Important Agronomic and Quality Characteristics

### ABSTRACT

In this study, important agricultural and quality characteristics of other thirteen different peanut varieties (HALİSBEY, ARIOĞLU-2003, SULTAN, FLOWER-22, OSMANIYE-2005, BRANTLEY, WILSON, BATEM-5025, BATEM-CİHANGİR, GEORGIA GREEN, FLORİSPAN and NC V-11) alternative to the most cultivated NC-7 peanut variety in Osmaniye region were determined. The research was conducted in the experimental areas belonging to Oil Seeds Research Institute for two years (2015 to 2016) in the main crop conditions. The experiment was set up with 4 replications according to randomized block trial design. Important agricultural and quality characteristics such as pod number per plant, pod yield per plant, pod yield per da, 100 pod weight, 100 seed weight, kernel percentage, fancy pod percentage, oil ratio, protein ratio and fatty acid were investigated in the research.

The pod number per plant, 100 seed weight, internal rate and pod yield per decare were varied between 15.53-43.31 number, 53.27-132.68 g, 62.40-76.57 % and 234.46-655.41 kg/da respectively for tested varieties. HALİSBEY, OSMANIYE-2005, SULTAN, NC V-11, BATEM-5025, BRANTLEY varieties were found high yielding and it has been found that these varieties can be grown successfully as a

### Article History

Received : 20.02.2018

Accepted : 19.04.2018

### Keywords

Peanut,  
variety,  
yield and yield components

### Research Article

main crop, an alternative to NC-7 in Osmaniye Region. The oleic acid ratio was found very high in BRANTLEY (80.94%) in main growing season.

**To cite:** Aşık FF, Yıldız R, Arıoğlu HH Ö 2018. Osmaniye Koşullarına Uygun Yeni Yerfıstığı Çeşitleri ile Bunların Önemli Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. KSÜ Tar Doğa Derg 21(6) 825-836, DOI:10.18016/ksutarimdog.a.vi.452842

## GİRİŞ

Yerfıstığı baklagiller familyasından olup, içerdiği yağ, protein, karbonhidrat ve madensel maddeler ile insan ve hayvanlar için önemli bir yağ bitkidir. Yerfıstığı tohumları, çeşitlere göre değişmekle beraber, %44-56 oranında yağ içermektedir. Yerfıstığı yağı; tat ve dayanıklılık özellikleri bakımından pek çok bitkisel yağdan, daha üstündür (Arıoğlu, 2014).

Yağı çıkarıldıktan sonra geriye kalan küspesinde; yaklaşık %45 ham protein, %24 azotsuz öz maddeler ve %5.5 mineral maddeler bulunmaktadır. Bu nedenle, gelişmiş ülkelerde, karma yemlerin oluşturulmasında yerfıstığı küspesi kullanılmaktadır. Tohumlarında ise yaklaşık %18 oranında karbonhidrat ile bol miktarda K, Ca, Mg, P ve S gibi besin elementleri bulunmaktadır. Ayrıca, yerfıstığı; A, B ve E gibi vitaminlerce de oldukça zengindir. Bir baklagil bitkisi olduğu için, yeşil yem olarak doğrudan hayvanlara yedirildiği gibi, kurutularak balya yapılmakta ve kış mevsiminde hayvan besini olarak kullanılmaktadır. Yerfıstığının kuru otunda %11 protein, %5 yağ, %22 ham selüloz, %42 azotsuz öz maddeler, %10 kül ve %10 su bulunmaktadır (Andrea ve Palafoxdela,1986; Eskalen ve Yılmaz, 1993; Jagannathan ve ark., 1976).

Yerfıstığı, diğer baklagillerde olduğu gibi, havanın serbest azotunu toprağa bağlar ve kendisinden sonra ekilecek bitkiye azot ve organik maddece zengin bir toprak bırakır. Yapılan araştırmalar, bir yetiştirme döneminde yerfıstığı bitkisi, köklerinde yaşayan Rhizobium bakterileri sayesinde, havanın serbest azotundan dekara 4.5-15.0 kg azot biriktirdiği belirlenmiştir (Woodroof, 1983). Yerfıstığı bir çapa bitkisidir. Yetiştirme süresi boyunca toprak çapalandığı için, yabancı otlar temizlenmekte ve toprak havalanmaktadır. Bu nedenle de, iyi bir ekim nöbeti bitkisi olarak değerlendirilebilir. Yerfıstığı dünya'da üretim miktarı bakımından yağlı tohumlu bitkiler arasında; soya, pamuk çiğiti ve kolzadan sonra dördüncü sırada yer almaktadır (Arıoğlu, 2014).

Ülkemizde yağlı tohumlu bitkilerin üretiminin yeterli olmamasından dolayı her yıl belli miktarlarda yağlı tohum ithalatı yapılmaktadır. 2016 yılı verilerine göre dünyada 555 milyon ton yağlı tohum üretilmekte bunun 43.9 milyon tonu yerfıstığından karşılanmaktadır. Türkiye'de ise 2.6 milyon ton yağlı tohum ve 780 bin ton bitkisel ham yağ üretilmektedir. Dünyada bitkisel ham yağ üretimi ise 187 milyon tondur (Anonim, 2016b). Dünya yerfıstığı üretiminde Çin, Hindistan, ABD, Nijerya ve Endonezya ilk sıralarda yer almaktadır. Her yıl büyük miktarlarda

yağlı tohum ve ham yağ ithalatı yapılmakta, karşılığında milyonlarca döviz ödenmektedir. 2016 yılı değerlerine göre Türkiye yurt dışından ithal ettiği yağlı tohum (1.4 milyon dolar) ve türevleri için (2.0 milyon dolar) toplam 3.4 milyon dolar döviz ödenmiştir. Türkiye'de 2016 yılında 422.44 dekar alanda, 164.2 bin ton yerfıstığı üretilmiştir (Anonim, 2016c).

Türkiye'de yerfıstığı ekim alanının %79'u ve üretimin %81'i Adana ve Osmaniye'de gerçekleşmektedir. Adana 3.8 ton/ha ile en yüksek verime sahip olan ildir. Bu ili 3.4 ton/ha ile Osmaniye izlemektedir (Arıoğlu, 2014). Bu nedenle, yöre koşullarına uygun üstün verim ve kalite özelliklerine sahip çeşitlerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Ülkemizde yerfıstığı konusunda, çok sayıdaki çeşit ve hattın farklı bölgelerdeki verim ve kalite performanslarının belirlenmesi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır (Çalışkan ve ark. 2000; İşler ve Arslan 2001).

Osmaniye yerfıstığı tarımı için uygun iklim ve toprak koşullarına sahip bir konumda yer almaktadır. Bu nedenle Türkiye'deki yerfıstığının %90'ına yakını Osmaniye'de işlenmekte ve pazarlanmaktadır. Osmaniye ilinde yerfıstığı tarımı son 10 yıl içerisinde büyük gelişme göstermiştir. Özellikle ikinci ürün olarak üretiminin yaygınlaşmasıyla bölge için önemi daha da artmıştır. Ana ürün ve ikinci ürün arasında verim bakımından çok fazla bir farkın olmaması nedeniyle yerfıstığının ikinci ürün olarak da yaygın bir şekilde ekilmesi; yerfıstığının üretilmesinden işlenerek pazarlanmasına kadar süren geniş bir yelpazede birçok insan için iyi bir gelir kaynağı haline gelmiştir. Akdeniz bölgesinde yerfıstığı ekiminin Nisan sonları ile Mayıs ayı ortalarına kadar yapılması gerektiği, bu şekilde yüksek verim, dolgun daneler ve yüksek bir iç oranının elde edilebileceği belirtilmiştir (Muganlı, 1957).

Muganlı ve ark., (1986), Virginia grubuna giren çeşitlerin olgunlaşma gün sayılarının 130-160 arasında, yağ oranının ise %48-50 arasında değiştiğini belirlemiştir.

Çalışkan ve Arıoğlu (2004), NC-7 çeşidi ile 75/1073 hattının melezlenmesi sonucu elde edilen 20 yerfıstığı ıslah hattı ve NC-7, Çom ve Arıoğlu 2005 çeşitleri ile yaptıkları çalışmalarında, üç yıllık ortalama meyve verimi değerlerini 395.8 kg/da ile 621.5 kg/da olarak saptamışlardır. Hat-18, Hat-17, Hat-10, Hat-16 ve Hat-1 hatlarının Akdeniz bölgesinin standart çeşitleri NC-7, Çom ve Arıoğlu 2005'e göre verim ve kalite açısından daha yüksek değerlere sahip olduklarını ve



bölgede başarıyla yetiştirilebileceklerini belirlemiştir.

Kayantaş (2015), Florispan, Halisbey, Sultan, Osmaniye-2005, Batem-Cihangir, Batem-5025, Arıoğlu-2003, Gazipaşa, NC-7, Georgiya Green çeşitleri ile yaptığı çalışmada bitki başına meyve sayısını 36.53-73.86 adet/bitki, 100 tane ağırlığını 53.97-114.66 g, iç oranını %61.3-76.69, dekara verimi 297.84-443.87 kg/da, yağ oranını %34.87-44.27 ve protein oranını %23.63-33.94 arasında saptamıştır.

Arıoğlu ve ark., (2016), Halisbey, Sultan, NC-7, Osmaniye 2005, Batem 5025, Florispan, Brantley, Wilson, Georgia Green, Ha-runner, Flower 22 (Ç-1), Flower 32 (Ç-2) ve Flower 36 (Ç-3) çeşitleri ile yaptıkları çalışmalarında bitki başına meyve ağırlığı değerlerinin 45.50-95.55 g arasında değiştiğini, bitki başına meyve sayılarının 21.03-52.39 adet meyve arasında olduğunu, I. kalite meyve sayısı oranlarının %70.84-86.60 arasında değiştiğini, kabuklu meyve verimi değerlerinin 366-879 kg/da arasında değişim gösterdiğini saptamışlardır. Ayrıca çeşitlerin yağ oranlarının %47-51 arasında, protein oranlarının ise %24-28 arasında değişim gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Osmaniye yöresinde yerfıstığı tarımı son 10 yıl içerisinde büyük gelişme göstermiştir. Özellikle ikinci ürün olarak üretiminin yaygınlaşmasıyla bölge için önemi daha da artmıştır. Ana ürün ve ikinci ürün arasında verim bakımından çok fazla bir farkın olmaması, ayrıca ikinci ürün olarak ekilmesiyle tarladan bir yerine iki mahsulün alınabilmesi çiftçinin gelir seviyesini de yükseltmiştir. Böylece sadece üretici olan çiftçi değil, aynı zamanda ürünü pazarlayan tüccar; tarlada, harmanda ve atölyelerde çalışan işçiler de bu sayede geçim kaynağı bulmuşlardır. Bölgemizde en önemli tarımsal sektörü haline gelen yerfıstığı ürününde fiyat değişimlerinin yaşandığı zamanlarda üreticilerimiz yeni çeşit arayışına yönelmektedirler. Böylelikle, bu çalışma ile bölge şartlarına uyumlu, yüksek verimli yeni çeşitler üretime aktarılmış ve üreticilerin taleplerinin

karşılanarak yerfıstığı çeşit yelpazesinin genişletilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda; Halisbey, Arıoğlu-2003, Sultan, Flower-22, Osmaniye-2005, Brantley, Wilson, Batem-5025, Batem-Cihangir, Georgia Green, Florispan ve NC V-11 çeşitlerinden bölgemize en uygun olanları belirlenerek üretime aktarılması ve böylece milli ekonomiye katkı sağlanması amaçlanmıştır.

### MATERYAL ve METOT

Araştırmada materyal olarak; Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünden temin edilen Halisbey, Sultan, Arıoğlu-2003, Flower-22, Osmaniye-2005, Brantley, Wilson, Georgiya Green, Florispan, Batem-5025, Batem-Cihangir ve NC V-11 yerfıstığı çeşitleri, standart olarak da bölgemiz üreticilerinden temin edilen NC-7 çeşidi materyal olarak kullanılmıştır. Çeşitlere ait bazı özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Denemenin yürütüldüğü Osmaniye ilinde, Nisan-Eylül aylarına ait uzun yıllar ortalamalarına ve deneme yıllarına (2015-2016) ait iklim verileri Çizelge 2'de verilmiştir. Bölgede kışları ılık ve yağışlı, yazları kurak ve sıcak geçen tipik Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir.

Osmaniye ilinde, sıcaklık yönünden uzun yıllar ortalaması incelendiğinde, en yüksek sıcaklık değerinin Temmuz ayında olduğu görülmektedir. Uzun yıllar ortalamasına göre aylık oransal nem değerleri %55.63 ile %65.75 arasında değişim göstermiştir. Denemenin yürütüldüğü yıllara ait toplam yağış miktarları incelendiğinde, en belirgin farkın 2015 yılı Nisan ayında gerçekleştiği görülmektedir. 2015 yılı Nisan ayında gerçekleşen bu yağış farkı, ekimin 09 Nisan'da yapılmasına neden olmuştur. Nisan ayında uzun yıllar ortalamasına göre toplam yağış değerleri 7.48 mm ile 85.60 mm arasında değişmiştir. Yıllara ait yağış değerlerinin aylara ve yıllara göre değiştiği görülmektedir.

Çizelge 1. Denemede Kullanılan Çeşitlere Ait Bazı Özellikler

Çeşitler	Pazar Tipi	Büyüme Şekli	İslah Yöntemi	Yetiştirme Süresi
Halisbey	Virginia	Yarı Yatık	Melezleme	140-160
NC-7	Virginia	Yarı Yatık	İntrodüksiyon	140-160
Sultan	Virginia	Yarı Yatık	Melezleme	140-160
Batem-5025	Virginia	Yarı Yatık	Seleksiyon	140-160
Osmaniye-2005	Virginia	Yarı Yatık	Melezleme	140-160
Brantley	Virginia	Yarı Yatık	İntrodüksiyon	140-160
NC V 11	Virginia	Yarı Yatık	İntrodüksiyon	140-160
Wilson	Virginia	Yarı Yatık	İntrodüksiyon	140-160
Arıoğlu-2003	Virginia	Yarı Yatık	İntrodüksiyon	140-160
Georgiya Green	Runner	Tam Yatık	İntrodüksiyon	135-140
Flower-22	Virginia	Yarı Yatık	İntrodüksiyon	125-130
Batem-Cihangir	Virginia	Yarı Dik	İntrodüksiyon	140-160
Florispan	Spanish	Tam Dik	İntrodüksiyon	120-125

Çizelge 2. İklim Verileri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)			Toplam Yağış (mm)			Nisbi Nem(%)		
	2015	2016	Uzun Yıllar Ortalaması (1994-2016)	2015	2016	Uzun Yıllar Ortalaması (1994-2016)	2015	2016	Uzun Yıllar Ortalaması (1994-2016)
Nisan	16.1	19.6	16.08	76.6	11.7	85.60	60.0	51.3	61.77
Mayıs	21.9	20.6	20.41	42.0	87.1	67.84	58.3	67.1	60.18
Haziran	24.4	26.3	23.23	31.8	9.3	36.08	64.1	62.2	55.63
Temmuz	27.9	28.7	28.00	-	0.8	12.01	62.3	65.1	65.75
Ağustos	29.0	29.2	27.32	1.9	10.0	7.48	56.2	66.8	61.82
Eylül	27.5	24.8	24.11	2.6	79.1	35.33	54.5	60.8	58.66

"Anonim, 2016a", -: Yağış Yok

Toprak analizleri birinci yıl Uludağ Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü tarafından, ikinci yılda Osmaniye Korkutata Üniversitesi Toprak Laboratuvarı tarafından yapılmıştır (Kacar 1994). Toprak örnekleri 0-30 cm derinlikten alınmış olup, yapılan değerlendirmede pH açısından Toprakkale (7.30) ve Alahanlı toprağı (7.80) hafif alkalin özellikte, tuzluluk yönünden her iki toprakta tuzsuz olarak değerlendirilmiştir. Kireç içeriğı yönünden Toprakkale toprağı (% 6.93) kireçli, Alahanlı toprağı (%0.82) ise kireçsiz sınıfında yer almışlardır. Her iki toprağıın da organik madde içeriğı (%1.161-%1.692) ise az olarak değerlendirilmiştir (Tüzüner 1990). Yapılan bitki besin maddesi analizlerine göre; her iki toprak örneğinin de azot içeriğinin (%0.061-%0.071) az olduğu belirlenmiştir (Silanpaa 1990). P (fosfor) açısından Toprakkale toprağı (11.3 mg kg<sup>-1</sup>) yeterli, Alahanlı toprağı (4.1 mg kg<sup>-1</sup>) ise az düzeyde belirlenmiştir (Silanpaa 1990). K (potasyum) her iki toprakta da (55-72 mg kg<sup>-1</sup>) az düzeyde, Fe (demir) Toprakkale'de (5.8 mg kg<sup>-1</sup>) çok yüksek, Alahanlı da (4.0 mg kg<sup>-1</sup>) ise yüksek düzeyde bulunmuştur (Lindsay ve Norwell 1978).

Araştırma ile ilgili tarla denemeleri; ana ürün yetiştirme dönemlerinde, Osmaniye ili, Toprakkale ilçesi ve Alahanlı Köyünde bulunan Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ait sulanabilir nitelikteki deneme alanlarında 2 yıl süreyle (2015-2016 yıllarında) yürütülmüştür. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Parseller 5 m boyunda ve 4 sıradan oluşmuştur (5.0m x 2.8m = 14.0 m<sup>2</sup>). Ekim öncesi toprak tekniğine uygun olarak hazırlanmış ve dekara 20 kg 20-20-0 gübresi kullanılmıştır. Ekim sıklığı 70x15 cm olarak düzenlenmiştir. Ekim öncesi tohumlar Korconil 75W (Chlorothalonil) ile Korban 25W (%25 Chlorpyrifos-Ethyl) ile 100 kg tohuma 1.0 kg ilaç düşecek şekilde ilaçlanmıştır. Ekim, toprak ve hava şartlarının uygun olduğu bir tarihlerde, 2015 ve 2016 yıllarında sırasıyla 8 Nisan ve 9 Nisan'da elle yapılmıştır. Virginia grubuna giren çeşitlerin hasadı 140-160 gün arasında olup bu gruptan Flower-22 çeşidi erkenci olduğu için 125-130 günde, Runner grubuna giren Georgia Green çeşidi 135-140 günde, Spanish grubuna giren Florispan çeşidi ise 120-130

günde hasadı (Ağustos ayı ortası-Eylül ayının ikinci haftası içerisinde) gerçekleştirilmiştir. Bitkilerin gelişme dönemleri boyunca gerekli bakım işlemleri (sulama, çapalama, gübreleme, hastalık ve zararlılarla mücadele, yabancı ot alma vb.) tekniğine uygun olarak zamanında yapılmıştır. Çıkıştan 3-4 hafta sonra birinci çapa, bitkinin yabancı ot durumuna göre de ikinci ve üçüncü çapalar yapılmıştır. Boğaz doldurma işlemleri ilk sulamadan önce yapılmış, böylece gineforların toprağıa rahatlıkla giriş yapabilmesi sağlanmıştır. İlk sulama, bitkilerin yeterince çiçeklendiğı ve susuzluğun iyice hissedildiğı bir zamanda yapılmıştır. Denemenin kurulduğu 2015-2016 yıllarında, ginefor başlangıcından meyve oluşumuna kadar geçen sürede 6 defa yağmurlama sulama yapılmıştır. İlk üst gübre, çiçeklenme başlangıcında 20 kg/da, ikinci üst gübre meyve oluşum başlangıcında 20 kg/da olacak şekilde toplamda 40 kg/da Kalsiyum Amonyum Nitrat (%26 N) gübresi uygulanmıştır. Yetiştirme süresince zararlılardan yeşil kurt için Emamectin Benzoate etken maddeli ilaçlar, tripse karşı Dimethoate etken maddeli ilaçlar kullanılmıştır. Bitkinin gelişme dönemlerinde görülen erken yaprak leke hastalığı için Azotsilsikrobin etken maddeli ilaçlar kullanılmıştır. Hasat dönemlerine yaklaşıldıkça (ekimden yaklaşık 140 gün sonra) zaman zaman parsellerden bitki örnekleri alınarak hasat zamanı belirlenmeye çalışılmıştır. Meyvelerin olgunlaşma durumlarına bakılarak (kabuk soyma yöntemi) her parselde 4 sıranın orta iki sırası tamamen hasat edilerek parsel verimleri, kenar sıralarda bulunan bitkilerden tesadüfi 20 bitki seçilerek hasat edilmiş ve gözlemler bu bitkiler üzerinde yapılmıştır.

#### Araştırmada İncelenen Özellikler ve Yöntemleri

1. Bitki Başına Meyve Ağırlığı (g/bitki): Kenar sıralardan hasat edilen 20 bitkinin meyvelerinin tamamı tartılmış ve bitki sayısına bölünerek ortalaması alınmıştır.
2. Bitki Başına Meyve Sayısı (adet/bitki): Kenar sıralardan hasat edilen 20 bitkinin meyvelerinin tamamı sayılarak ve bitki sayısına bölünerek ortalaması alınmıştır.

3. Birinci Kalite Meyve Sayısı Oranı (%): 20 bitkiye ait meyve içerisinde bulunan iri, tam olgun ve tohumluk niteliği taşıyabilen, iki tohum içeren meyveler ayrılarak sayılmış ve bulunan değer 100 ile çarpılıp toplam meyve sayısına bölünerek hesaplanmıştır.

4. 100 Meyve Ağırlığı (g): Hasat edilen her parselden 4 adet 100 meyve sayılarak hassas terazide tartılıp, ortalaması alınmıştır.

5. 100 Tohum Ağırlığı (g): Her parselden 4 adet 100 tohum sayılarak hassas terazide tartılıp, ortalama değerleri hesaplanmıştır.

6. Dekara Meyve Verimi (kg/da): Her parselin orta iki sırasındaki bitkilerin tamamı hasat edilmiş, tartılmış ve parsel veriminden gidilerek dekara meyve verimi hesaplanmıştır.

7. Kabuk/İç Oranı (%): Her parselden alınan 100 meyve sayılarak tartılmış ve bunların kabukları elle soyularak tohumlar tartılmış ve bu değerlerden yüzde oranları hesaplanmıştır.

8. Protein Oranı (%): Yerfıstığında toplam azot (N analizi) Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır. Kalite özelliklerinden olan tanede protein, toplam N bulunduktan sonra 6.25 faktörü ile çarpılarak tanede % protein oranı hesaplanmıştır.

9. Yağ Oranı (%): Öğütülen yerfıstığı tohum örneklerinin soxhelet cihazında, eter içerisinde çözdürülmesi sonucu yağ oranları hesaplanmıştır.

10. Yağ Asitleri: Uygulamalara ait elde edilen ham yağ numuneleri gaz kromatografisinde (HPLC) analiz edilmiş ve önemli yağ asitlerinin miktarı % olarak belirlenmiştir.

## SONUÇLAR

### Bitki Başına Meyve Ağırlığı

Denemeye alınan yerfıstığı çeşitlerinin incelenen bitki başına meyve ağırlığı özelliğine ait elde edilen değerler ve EGF(%5)'e göre oluşan gruplar Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Yerfıstığı Çeşitlerinin Meyve Ağırlıklarına Ait Ortalama Değerler ve EGF(%5)'e Göre Oluşan Gruplar

Çeşitler (A)	Yıllara Göre Meyve Ağırlığı (g/bitki) (B)		
	2015 Yılı	2016 Yılı	Yıllar Ortalaması
Halisbey	49.90 ab	56.47 a	53.19 a
NC-7	40.73 cd	47.34 cde	44.04 de
Sultan	44.29 bc	55.43 ab	49.86 ab
Batem-5025	53.44 a	49.09 bcde	51.27 ab
Osmaniye-2005	52.77 a	53.64 abc	53.20 a
Brantley	45.45 bc	52.77 abcd	49.11 abc
NC V 11	48.13 ab	47.39 cde	47.76 bcd
Wilson	49.59 ab	45.95 de	47.77 bcd
Arioğlu-2003	44.53 bc	35.99 f	40.26 e
Georgiya Green	43.78 bc	45.39 e	44.58 cde
Flower-22	32.30 e	50.46 abcde	41.38 e
Batem-Cihangir	34.74 de	34.80 f	34.77 f
Florispan	23.80 f	21.18 g	22.49 g
Ortalama	43.34 A	42.20 B	44.59
EGF (%5 <sub>A</sub> )	6.15	7.32	4.84
EGF (%5 <sub>B</sub> )	1.90		
EGF (%5 <sub>AxB</sub> )	6.85		

2015 yılına ait en yüksek bitki başına meyve ağırlığı değeri Batem-5025 (53.44 g) ve Osmaniye-2005 (52.77 g) çeşitlerinden alınmıştır. En düşük bitki başına meyve ağırlığı değeri ise Florispan (23.80 g) çeşidinden elde edilmiştir. 2016 yılında en yüksek bitki başına meyve ağırlığı değeri Halisbey (56.47 g) çeşidinden alınırken en düşük bitki başına meyve ağırlığı değeri ise Arioğlu-2003 (35.99 g) ve aynı gruba giren Batem-Cihangir (34.80 g) çeşidinden alınmıştır. Yıllar ortalamasına baktığımızda, denemeye alınan çeşitler içerisinde bitki başına meyve ağırlığı en yüksek değer Osmaniye-2005 (53.20 g) ve Halisbey (53.19 g)

çeşidinden, en düşük bitki başına meyve ağırlığı değeri ise Spanish grubuna giren Florispan (22.49 g) çeşidinden elde edilmiştir. Bu durum Virginia grubuna giren çeşitlerin (Osmaniye-2005 ve Halisbey) iri olmasından kaynaklanmaktadır.

### Bitki Başına Meyve Sayısı

Denemeye alınan yerfıstığı çeşitlerinin incelenen bitki başına meyve sayısı özelliğine ait elde edilen değerler ve EGF(%5)'e göre oluşan gruplar Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Yerfıstığı Çeşitlerinin Meyve Sayılarına Ait Ortalama Değerler ve EGF(%5)'e Göre Oluşan Gruplar

Çeşitler (A)	Yıllara Göre Meyve Sayısı (adet/bitki) (B)		
	2015 Yılı	2016 Yılı	Yıllar Ortalaması
Halisbey	18.81 def	20.71 bcd	19.76 cdef
NC-7	16.89 ef	18.74 cd	17.81 fg
Sultan	18.54 def	21.96 bc	20.25 bcdef
Batem-5025	20.70 cd	17.49 cd	19.09 def
Osmaniye-2005	21.29 cd	22.13 bc	21.71 bcd
Brantley	18.04 def	24.34 b	21.19 bcde
NC V 11	19.56 de	17.09 cd	18.33 efg
Wilson	23.43 bc	22.03 bc	22.73 bc
Arıoğlu-2003	23.38 bc	7.95 cd	20.67 bcdef
Georgiya Green	43.06 a	43.55 a	43.31 a
Flower-22	15.95 ef	25.78 b	20.86 bcdef
Batem-Cihangir	15.38 f	15.69 d	15.53 g
Florispan	25.33 b	21.45 bc	23.39 b
Ortalama	21.57 B	22.22 A	21.89
EGF (%5 <sub>A</sub> )	3.68	5.21	3.17
EGF (%5 <sub>B</sub> )	1.24		
EGF (%5 <sub>AxB</sub> )	4.49		

2015 yılına ait en yüksek bitki başına meyve sayısı değeri Georgiya Green (43.06 adet/bitki) çeşidinden elde edilirken en düşük bitki başına meyve sayısı değeri ise Batem-Cihangir (15.38 adet/bitki) çeşidinden elde edilmiştir. 2016 yılında en yüksek bitki başına meyve sayısı değeri Halisbey (56.47 adet/bitki) çeşidinden alınırken en düşük bitki başına meyve sayısı değeri ise Arıoğlu-2003 (7.95 adet/bitki) çeşidinden alınmıştır. Denemede, 2015-2016 yılı ortalamalarına göre en yüksek bitki başına meyve sayısı Georgiya Green çeşidinden (43.31 adet/bitki) elde edilmiştir. Runner grubundaki çeşitler yatık geliştikleri için bitki başına meyve sayısı daha fazladır. En düşük bitki başına meyve sayısı ise Batem-Cihangir (15.53 adet/bitki) çeşidinden elde edilmiştir. Denemeye alınan yerfıstığı çeşitlerinin bitki başına meyve sayılarının farklı olması, çeşit özelliğinden ileri gelmektedir (Arıoğlu ve ark., 2016).

### I. Kalite Meyve Sayısı Oranı

Denemeye alınan yerfıstığı çeşitlerinin incelenen I. kalite meyve sayısı oranı özelliğine ait elde edilen değerler ve EGF(%5)'e göre oluşan gruplar Çizelge 5'de verilmiştir.

2015 yılına ait en yüksek birinci kalite meyve sayısı oranı değeri Batem-5025 (91.20 %) ve Georgiya Green (%89.87) çeşitlerinden elde edilirken en düşük birinci kalite meyve sayısı oranı değeri ise Flower-22 (%72.36) çeşidinden elde edilmiştir. 2016 yılında en yüksek birinci kalite meyve sayısı oranı değeri NC-7 (%85.50), Batem-5025 (%83.53) ve Brantley (%83.61) çeşitlerinden alınırken en düşük birinci kalite meyve sayısı oranı değeri ise yine Flower-22 (%61.01) çeşidinden alınmıştır. Yıllar ortalamasına göre

Virjinya grubuna giren Flower 22 çeşidinin birinci kalite meyve sayısı oranının en düşük; Batem-5025 (%87.37), NC-7 (%85.24) ve Brantley (%84.43) çeşitlerinin ise birinci kalite meyve sayısı oranının ise en yüksek olduğu saptanmıştır.

### 100 Meyve Ağırlığı

Denemeye alınan yerfıstığı çeşitlerinin incelenen 100 meyve ağırlığı özelliğine ait elde edilen değerler ve EGF(%5)'e göre oluşan gruplar Çizelge 6'da verilmiştir.

2015, 2016 yılları ve yıllar ortalamasına göre; en yüksek 100 meyve ağırlığı değeri 312.67 g ile Halisbey çeşidinden, en düşük 100 meyve ağırlığı değeri ise (113.05 g) Florispan ve (125.82 g) Georgiya Green çeşitlerinden elde edilmiştir. Arıoğlu ve ark. (2016), iki yıl ortalamasına göre 100 tohum ağırlığı değerlerinin 56.42-137.78 g arasında değiştiğini ve en yüksek 100 tohum ağırlığının 137.78 g ile Osmaniye-2005 çeşidinden alındığını bildirmişlerdir.

### 100 Tohum Ağırlığı

Denemeye alınan yerfıstığı çeşitlerinin incelenen 100 tohum ağırlığı özelliğine ait elde edilen değerler ve EGF(%5)'e göre oluşan gruplar Çizelge 7'de verilmiştir.

2015 yılında denemede kullanılan çeşitlere ait en yüksek 100 tohum ağırlığı değeri, Osmaniye-2005 (135.63 g) çeşidinden elde edilmiştir. En düşük 100 tohum ağırlığı değeri ise Florispan (55.72 g) ve Georgiya Green (63.41 g) çeşitlerinde saptanmıştır. 2016 yılında en yüksek 100 tohum ağırlığı değeri NC V-11 (131.46 g), Batem-5025 (131.36 g), Halisbey

(130.52 g) ve Osmaniye-2005 (129.73 g) çeşitlerinden alınırken en düşük 100 tohum ağırlığı değeri ise Florispan (50.82 g) çeşidinden alınmıştır. Denemeye alınan çeşitlerin yıllar ortalaması incelendiğinde, 100 tohum ağırlığı yönünden Osmaniye-2005 (132.68 g) çeşidi yanında Halisbey (130.62 g), NC V-11 (129.15 g) ve Batem-5025 (129.07 g) çeşitlerinin de ümitvar oldukları görülmektedir. Denemeye alınan çeşitlerin 100 tohum ağırlıklarının birbirinden farklı olması çeşit özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Kısaca, 100 tohum ağırlığının düşük ya da yüksek olması meyvenin büyüklüğü ile doğrudan ilişkilidir. Arıoğlu ve ark. (2016), en yüksek 100 tohum ağırlığının 137.78

g ile Osmaniye-2005 çeşidinden alındığını bildirmişlerdir. Bu bulgulardan farklı olarak Eskalen ve Yılmaz (1993), NC-7, Çom, Gazipaşa, Shulamith ve NC-17 çeşitleri ile yaptıkları bir çalışmada 100 tohum ağırlığı değerlerini (70.89 g-90.69 g) arasında bulmuşlardır.

#### Dekara Meyve Verimi

Denemeye alınan yerfıstığı çeşitlerinin incelenen dekara meyve verimi özelliğine ait elde edilen değerler ve EGF(%5)'e göre oluşan gruplar Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 5. Yerfıstığı Çeşitlerinin I. Kalite Meyve Sayısına Ait Ortalama Değerler ve EGF(%5)'e Göre Oluşan Gruplar

Çeşitler (A)	Yıllara Göre I. Kalite Meyve Sayısı (%) (B)		
	2015 Yılı	2016 Yılı	Yıllar Ortalaması
Halisbey	80.61 b	75.31 cde	77.96 cd
NC-7	84.99 ab	85.50 a	85.24 ab
Sultan	83.11 b	69.99 e	76.55 d
Batem-5025	91.20 a	83.53 a	87.37 a
Osmaniye-2005	82.41 b	71.99 de	77.20 d
Brantley	85.26 ab	83.61 a	84.43 ab
NC V 11	81.14 b	76.72 bcd	78.93 cd
Wilson	80.93 b	70.98 e	75.96 d
Arıoğlu-2003	82.13 b	74.06 de	78.10 cd
Georgiya Green	89.87 a	80.56 abc	85.21 ab
Flower-22	72.36 c	61.01 f	66.69 e
Batem-Cihangir	81.74 b	81.63 ab	81.68 bc
Florispan	81.84 b	74.88 de	78.36 cd
Ortalama	82.89 A	76.14 B	79.51
EGF (%5 <sub>A</sub> )	6.53	5.40	4.21
EGF (%5 <sub>B</sub> )	1.65		
EGF (%5 <sub>AxB</sub> )	5.95		

Çizelge 6. Yerfıstığı Çeşitlerinin 100 Meyve Ağırlığına Ait Ortalama Değerler ve EGF(%5)'e Göre Oluşan Gruplar

Çeşitler (A)	Yıllara Göre 100 Meyve Ağırlığı (g) (B)		
	2015 Yılı	2016 Yılı	Yıllar Ortalaması
Halisbey	297.43 a	327.90 a	312.67 a
NC-7	263.83 bc	284.46 c	274.15 d
Sultan	278.65 ab	309.05 ab	293.85 bc
Batem-5025	267.54 bc	307.61 b	287.58 bcd
Osmaniye-2005	275.10 ab	284.69 c	279.90 cd
Brantley	283.75 ab	287.30 c	285.53 bcd
NC V 11	266.29 bc	325.91 ab	296.10 b
Wilson	245.43 cd	256.04 d	250.73 e
Arıoğlu-2003	216.98 e	238.14 d	227.56 f
Georgiya Green	127.71 f	123.92 e	125.82 g
Flower-22	234.75 de	254.51 d	244.63 e
Batem-Cihangir	246.22 cd	253.61 d	249.91 e
Florispan	107.21 f	118.90 e	113.05 g
Ortalama	239.30	259.39	249.34
EGF (%5 <sub>A</sub> )	25.61 A	19.96 B	15.90
EGF (%5 <sub>B</sub> )	6.24		
EGF (%5 <sub>AxB</sub> )	22.48		

Çizelge 7. Yerfıstığı Çeşitlerinin 100 Tohum Ağırlığına Ait Ortalama Değerler ve EGF(%5)'e Göre Oluşan Gruplar

Çeşitler (A)	Yıllara Göre 100 Tohum Ağırlığı (g) (B)		
	2015 Yılı	2016 Yılı	Yıllar Ortalaması
Halisbey	130.72 ab	130.52 a	130.62 a
NC-7	120.22 cde	120.50 b	120.36 b
Sultan	121.06 cd	123.07 b	122.07 b
Batem-5025	126.78 abc	131.36 a	129.07 a
Osmaniye-2005	135.63 a	129.73 a	132.68 a
Brantley	125.38 bc	122.58 b	123.98 b
NC V 11	126.84 abc	131.46 a	129.15 a
Wilson	112.19 ef	106.38 cd	109.29 cd
Arioğlu-2003	99.39 g	99.80 e	99.59 e
Georgiya Green	63.41 h	59.25 f	61.33 f
Flower-22	115.72 de	109.77 c	112.74 c
Batem-Cihangir	105.06 fg	104.50 de	104.78 d
Florispan	55.72 h	50.82 g	53.27 g
Ortalama	110.62 A	109.21 B	109.92
EGF (%5 <sub>A</sub> )	8.84	4.87	4.97
EGF (%5 <sub>B</sub> )	1.95		
EGF (%5 <sub>AxB</sub> )	7.03		

Çizelge 8. Yerfıstığı Çeşitlerinin Dekara Meyve Verimlerine Ait Ortalama Değerler ve EGF(%5)'e Göre Oluşan Gruplar

Çeşitler (A)	Yıllara Göre Dekara Meyve Verimi (kg/da) (B)		
	2015 Yılı	2016 Yılı	Yıllar Ortalaması
Halisbey	704.08 a	606.74 a	655.41 a
NC-7	579.07 cd	548.60 abc	563.83 bcd
Sultan	595.29 bcd	573.13 ab	584.21 bc
Batem-5025	643.49 abc	467.08 de	555.28 cd
Osmaniye-2005	644.54 abc	571.41 ab	607.98 b
Brantley	481.85 fg	573.36 ab	527.60 d
NC V 11	657.77 ab	470.94 de	564.36 bcd
Wilson	559.81 de	530.68 bcd	545.25 cd
Arioğlu-2003	507.85 ef	368.05 g	437.95 e
Georgiya Green	438.59 g	446.09 ef	442.34 e
Flower-22	335.67 h	496.49 cde	416.08 ef
Batem-Cihangir	356.58 h	395.58 fg	376.08 f
Florispan	257.25 ı	211.66 h	234.46 g
Ortalama	520.14	481.52	500.83
EGF (%5 <sub>A</sub> )	68.54 A	66.48 B	47.20
EGF (%5 <sub>B</sub> )	18.51		
EGF (%5 <sub>AxB</sub> )	66.75		

2015, 2016 ve iki yıllık ortalama değerlere göre denemeye alınan yerfıstığı çeşitlerinin dekara meyve verimleri 211.66-704.08 kg arasında değişim göstermiştir. Yıllar ortalamasına göre en yüksek dekara meyve verimleri 655.41 kg ile Halisbey çeşidinden elde edilmiş olup en düşük meyve verimi ise 234.46 kg/da ile Florispan çeşidinden elde edilmiştir. Florispan çeşidinin dekara veriminin düşük olması nedeniyle Osmaniye ilinde ana ürün olarak şansının bulunmadığı görülmüştür. Çeşitlerin dekara meyve verimlerinin farklı olması, çeşitlerin özelliklerinden

kaynaklanmaktadır. Elde edilen bulgular Çalışkan ve Arioğlu (2004), Arioğlu ve ark., (2016) araştırmacıların bulgularıyla uyumlu olmuştur. Eskalen ve Yılmaz (1993), ise yaptıkları bir çalışmada dekara meyve verimlerini 429.2 kg/da-512.1 kg/da arasında bulmuşlardır.

### İç Oranı

Denemeye alınan yerfıstığı çeşitlerinin incelenen iç oranı özelliğine ait elde edilen değerler ve EGF(%5)'e göre oluşan gruplar Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 9. Yerfıstığı Çeşitlerinin İç Oranlarına Ait Ortalama Değerler ve EGF(%5)'e Göre Oluşan Gruplar

Çeşitler (A)	Yıllara Göre İç Oranı (%) (B)		
	2015 Yılı	2016 Yılı	Yıllar Ortalaması
Halisbey	63.32 fg	64.69 de	64.01 fgh
NC-7	71.93 b	71.09 b	71.51 b
Sultan	63.34 fg	62.97 e	63.15 gh
Batem-5025	67.44 cdef	69.43 b	68.44 cde
Osmaniye-2005	61.70 g	63.09 e	62.40 h
Brantley	71.49 bc	70.22 b	70.86 bc
NC V 11	70.28 bcd	69.08 bc	69.68 bcd
Wilson	65.64 efg	68.25 bcd	66.94 de
Arioğlu-2003	63.97 efg	67.95 bcd	65.96 efg
Georgiya Green	77.23 a	75.92 a	76.57 a
Flower-22	67.66 cde	64.34 de	66.00 efg
Batem-Cihangir	67.05 def	65.19 cde	66.12 ef
Florispan	67.92 bcde	71.56 b	69.74 bcd
Ortalama	67.61 A	67.98 A	67.80
EGF (%5 <sub>A</sub> )	4.17	4.12	2.90
EGF (%5 <sub>B</sub> )	1.14		
EGF (%5 <sub>AxB</sub> )	4.10		

Denemeye alınan çeşitlerin, 2015 ve 2016 yıllarındaki iç oranı değerleri incelendiğinde, en yüksek değer Georgiya Green çeşidinde saptanmıştır. Yıllar ortalamasına göre de en yüksek iç oranı değeri %76.57 ile Georgiya Green çeşidinden, en düşük iç oranı değerleri ise %62.40 ile Osmaniye 2005, %63.15 ile Sultan ve %64.01 ile Halisbey çeşitlerinden elde edilmiştir. Kabuk oranının yüksek olması iç randımanını düşürmektedir. Virginia grubuna giren çeşitlerin kabuk oranı %25'in üzerinde, Spanish ve Runner grubuna giren çeşitlerde bu değer %20 dolaylarındadır (Kayantaş, 2015 ve Arioğlu ve ark., 2016).

#### Protein Oranı

Denemeye alınan yerfıstığı çeşitlerinin incelenen protein oranı özelliğine ait elde edilen değerler ve EGF(%5)'e göre oluşan gruplar Çizelge 10'da verilmiştir.

2015 yılında denemeye alınan çeşitlerden en yüksek protein oranına sahip olan çeşitler (%24.62) Florispan ve (%24.83) Osmaniye-2005 olup, 2016 yılında ise en yüksek değere sahip olan çeşit (%32.38) Florispan'dır. İki yılın ortalama değerleri incelendiğinde en yüksek protein oranı %28.50 ile Florispan çeşidinden, en düşük protein oranı %23.41 ile Georgiya Green çeşidinden elde edilmiştir (Zhang ve ark., 2009 ve Arioğlu ve ark., 2016).

Çizelge 10. Yerfıstığı Çeşitlerinin Protein Oranlarına Ait Ortalama Değerler ve EGF(%5)'e Göre Oluşan Gruplar

Çeşitler (A)	Yıllara Göre Protein Oranı (%) (B)		
	2015 Yılı	2016 Yılı	Yıllar Ortalaması
Halisbey	22.13 cd	26.95 de	24.54 f
NC-7	21.51 d	29.29 b	25.40 bcdef
Sultan	22.34 bc	27.10 de	24.72 ef
Batem-5025	22.59 bc	29.46 b	26.02 bc
Osmaniye-2005	24.83 a	27.55 cde	26.19 b
Brantley	23.10 b	28.38 bcd	25.74 bcd
NC V 11	21.53 d	28.51 bcd	25.02 def
Wilson	22.08 cd	28.94 bc	25.51 bcde
Arioğlu-2003	22.57 bc	29.00 bc	25.78 bcd
Georgiya Green	20.32 e	26.49 e	23.41 g
Flower-22	21.91 cd	28.12 bcd	25.01 def
Batem-Cihangir	22.22 cd	28.32 bcd	25.27 cdef
Florispan	24.62 a	32.38 a	28.50 a
Ortalama	22.44 B	28.50 A	25.47
EGF (%5 <sub>A</sub> )	0.80	1.58	0.87
EGF (%5 <sub>B</sub> )	0.34		
EGF (%5 <sub>AxB</sub> )	1.23		

### Yağ Oranı

Denemeye alınan yarfıstığı çeşitlerinin incelenen yağ oranı özelliğine ait elde edilen değerler ve EGF(%5)'e göre oluşan gruplar Çizelge 11'de verilmiştir.

Çeşitlerin 2015 yılındaki yağ oranları incelendiğinde, en yüksek yağ oranı değeri (%54.69) Georgiya Green çeşidinde saptanırken, en düşük yağ oranı değeri ise (%47.53) Flower-22 çeşidinde saptanmıştır. 2016 yılında ise en yüksek yağ oranı değerleri (%53.43) Brantley, (%53.41) Osmaniye-2005, (%53.41) Batem-5025 çeşitlerinden elde edilmiştir. 2016 yılındaki en düşük yağ oranı ise %48.88 ile Wilson çeşidinde saptanmıştır. İki yılın ortalama sonuçlarına göre, en yüksek yağ oranı değeri %53.78 ile Georgiya Green çeşidinden elde edilmiştir. En düşük yağ oranı değeri %49.01 ile Flower 22 çeşidinden alınmış, bunu sırasıyla %49.51 ile Wilson ve %49.95 ile Batem-Cihangir çeşidi takip etmiştir. Bulfular Dwivedi ve ark., 1993, Eskalen ve Yılmaz 1993, Agme, 1973 ve Arıoğlu ve ark. 2016 araştırmacıların bulgularıyla uyumludur. Raheja ve ark., (1987), yatık Virginia market tipi yarfıstığı çeşitlerinin yağ oranının %45.50-52.10 olduğunu saptamışlardır.

### Yağ Asitleri

Denemeye alınan yarfıstığı çeşitlerinin incelenen yağ asitleri özelliklerine ait elde edilen değerler ve

EGF(%5)'e göre oluşan gruplar Çizelge 12a ve 12b'de verilmiştir.

Denemedeki çeşitlerin iki yıl ortalamasına göre palmitik asit değerleri 5.89-12.01, Stearik 2.39-4.19 arasında, Oleik 38.55-80.94 arasında, Linoleik 2.43-38.11 arasında, Behenik 2.26-3.29 arasında, Lignoserik 0.83-1.49 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek Oleik asit ve en düşük Linoleik asit Brantley çeşidinden elde edilmiştir. Brantley yüksek Oleik içerikli bir çeşit olduğundan Oleik asit yüzdesi yüksek bulunmuştur (Isleib ve ark., 2006). Diğer çeşitlerden Wilson'da Oleik asit oranı %62.68, NC-7'de %62.26 ve Batem-5025'de %63.13 olarak bulunmuştur. En yüksek Linoleik asit ve en düşük Oleik asit değerini veren çeşit ise Florispan çeşidi olmuştur. Farklı çeşitlerde yağ asitleri kompozisyonunda görülen bu değişimlerin oluşmasında genotipin etkisinin çevrenin etkisinden daha büyük olduğu sonucuna varılmıştır (Samancı ve Özkaynak, 2003). Sonuç olarak, yağ asitleri kompozisyonu bitki türlerine özgü karakteristik farklılıklar göstermektedir. Oleik asit ve Linoleik asit oranları, yarfıstığı yağı ve ürünlerinin kalitesini, depolanabilirliğini ve raf ömrünü belirlemektedir. Yüksek oleik asitli yarfıstığın raf ömrü ve lezzet kalitesi, düşük oleik asitli yarfıstığından daha fazla olmaktadır (Chaiyadee ve ark., 2013).

Çizelge 11. Yarfıstığı Çeşitlerinin Yağ Oranlarına Ait Ortalama Değerler ve EGF(%5)'e Göre Oluşan Gruplar

Çeşitler (A)	Yıllara Göre Yağ Oranı (%) (B)		
	2015 Yılı	2016 Yılı	Yıllar Ortalaması
Halisbey	51.63 bcde	49.92 cde	50.77 cdef
NC-7	53.21 abc	52.07 abc	52.64 ab
Sultan	50.39 def	50.41 cde	50.40 defg
Batem-5025	51.45 bcdef	53.41 a	52.43 ab
Osmaniye-2005	49.61 f	53.41 a	51.51 bcd
Brantley	52.33 bcd	53.43 a	52.88 ab
NC V 11	53.26 ab	50.62 bcde	51.94 bc
Wilson	50.14 ef	48.88 e	49.51 fg
Arıoğlu-2003	52.28 bcd	52.00 abc	52.14 bc
Georgiya Green	54.69 a	52.87 ab	53.78 a
Flower-22	47.53 g	50.50 cde	49.01 g
Batem-Cihangir	50.30 ef	49.61 de	49.95 efg
Florispan	51.29 cdef	51.59 abcd	51.44 bcde
Ortalama	51.39 A	51.44 A	51.42
EGF (%5 <sub>A</sub> )	1.96	2.34	1.50
EGF (%5 <sub>B</sub> )	0.59		
EGF (%5 <sub>AxB</sub> )	2.11		



Çizelge 12 a. Yerfıstığı Çeşitlerinin Yağ Asitlerine Ait Ortalama Değerler ve EGF(%5)'e Göre Oluşan Gruplar

Çeşitler (A)	Palmitik Asit Yıllar Ortalaması (%) (B) (16:0)	Stearik Asit Yıllar Ortalaması (%) (B) (18:0)	Oleik Asit Yıllar Ortalaması (%) (B) (18:1)
Halisbey	9.89 c	3.23 e	53.63 d
NC-7	8.68 d	3.88 c	62.26 bc
Sultan	10.05 c	3.62 d	54.24 d
Batem-5025	8.53 d	3.87 c	63.13 b
Osmaniye-2005	9.87 c	3.19 e	53.77 d
Brantley	5.89 e	4.19 a	80.94 a
NC V 11	8.70 d	3.67 d	60.96 c
Wilson	8.51 d	3.29 e	62.68 b
Arioğlu-2003	10.70 b	2.98 f	50.44 e
Georgiya Green	10.74 b	2.39 g	50.30 e
Flower-22	10.46 b	4.01 b	54.74 d
Batem-Cihangir	10.64 b	3.24 e	49.44 e
Florispan	12.01 a	4.01 b	38.55 f
Ortalama	9.59	3.51	56.54
EGF (%5 <sub>A</sub> )	0.33	0.11	1.61
EGF (%5 <sub>B</sub> )	0.13	0.04	0.63
EGF (%5 <sub>AxB</sub> )	0.46	0.15	2.28

Çizelge 12 b. Yerfıstığı Çeşitlerinin Yağ Asitlerine Ait Ortalama Değerler ve EGF(%5)'e Göre Oluşan Gruplar

Çeşitler (A)	Linoleik Asit Yıllar Ortalaması (%) (18:2)	Behenik Asit Yıllar Ortalaması (%) (22:0)	Lignoserik Asit Yıllar Ortalaması (%) (24:0)
Halisbey	26.47 cd	2.71 cde	1.28 abc
NC-7	19.27 fg	2.65 defg	0.87 e
Sultan	25.42 de	2.74 cd	1.10 cde
Batem-5025	18.42 g	2.66 defg	0.96 de
Osmaniye-2005	26.91 c	2.59 efg	0.98 de
Brantley	2.43 h	2.55 fg	0.83 e
NC V 11	20.13 f	2.68 def	1.00 de
Wilson	19.22 fg	2.76 cd	1.19 bcd
Arioğlu-2003	29.50 b	2.53 g	1.21 bcd
Georgiya Green	29.26 b	3.01 b	1.49 a
Flower-22	24.99 e	2.26 h	0.84 e
Batem-Cihangir	29.69 b	2.84 c	1.38 ab
Florispan	38.11 a	3.29 a	1.17 bcd
Ortalama	23.83	2.71	1.10
EGF (%5 <sub>A</sub> )	1.45	0.14	0.28
EGF (%5 <sub>B</sub> )	0.60	0.05	0.11
EGF (%5 <sub>AxB</sub> )	2.05	0.19	0.39

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmada kullanılan Virginia, Runner ve Spanish grubuna giren yerfıstığı çeşitlerinin incelenen özellikleri bakımından birbirinden önemli derecede farklı bulunmuşlardır. En yüksek dekara meyve verimleri 655.41 kg ile Halisbey çeşidinden elde edilmiş olup bunu 607.98 kg/da ile Osmaniye-2005, 584.21 kg/da ile Sultan, 564.36 kg/da ile NC V 11, 563.83 kg/da ile NC-7, 555.28 kg/da ile Batem-5025, 545.25 kg/da ile Wilson ve 527.60 kg/da ile Brantley çeşitleri izlemiştir. Meyve verimi ve çerezlik kalitesi bakımından öne çıkan Virginia grubuna giren çeşitlerin dekara meyve verimleri 400 kg'ın üzerinde

bulunmuştur. Bu gruba giren çeşitlerin uygun olması nedeniyle, Osmaniye ilinde NC-7 çeşidine alternatif olarak ana ürün koşullarında yetiştirilebileceği belirlenmiştir. Batem-Cihangir ve Florispan çeşitlerinin dekara verimlerinin düşük olması nedeniyle Osmaniye ilinde ana ürün olarak şansının bulunmadığı görülmüştür. Çeşitlerin dekara meyve verimlerinin farklı olması, çeşitlerin özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Runner grubuna giren Georgia Green çeşidinin tam yatık gelişmesinden dolayı hasatta meyve kaybının yüksek olmasına rağmen, iç oranının ve yağ oranının yüksek olması, bu çeşidin yağlık olarak geniş alanlarda üretilebileceği ortaya

konmuştur. Brantley çeşidinin yüksek Oleik asite sahip olması ve kaliteli çerezlik çeşit olması nedeniyle üretiminin bölgede yaygınlaştırılması gerektiği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Agme Y 1973. Yerfıstığı Özellikleri ve Yetiştirilmesi, Tarım Bakanlığı Zir. İş. Gen. Müd. Yayınları, D. 140, Nüve Matbaası, Ankara 31 s.
- Andrea A, Palafoxda B 1986. Productive Behaviour of Eleven Erect Cultivars of Groundnuts (*Arachis Hypogaea* L.). Field Crop Abstracts 39 (4).
- Anonim 2016a. Adana Meteoroloji Bölge Müdürlüğü, 2015 ve 2016 Aylık Hava Raporları.
- Anonim 2016b. Bitkisel Yağ Sanayicileri Derneği. Türkiye İstatistikleri, www.bysd.org
- Arıoğlu HH 2014. Yerfıstığı Yetiştirme ve Islahı, Yağ Bitkileri Ders Kitabı, 1999, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, G.Y. No: 220, Y. No: A-70, S.74, Adana.
- Arıoğlu HH, Bakal H, Güllüoğlu L, Kurt C, Onat B 2016. Ana Ürün Koşullarında Yetiştirilen Bazı Yerfıstığı Çeşitlerinin Önemli Agronomik ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25(Özel sayı-2):24-29.
- Chaiyadee S, Jogloy S, Songsri P, Singkham N, Vorasoot N, Sawatsitang P, Holbrook, Patanothai A 2013. Soil Moisture Affects Fatty Acids and Oil Quality Parameters in Peanut. International Journal of Plant Production 7 :81-96.
- Çalışkan ME, Mert M, İşler N, Çalışkan S 2000. Hatay Yöresinde II. Ürün Olarak Yetiştirilen Virginia Tipi Bazı Yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L. subs. *hypogaea* var. *hypogaea*) Genotiplerinin Önemli Tarımsal ve Kalite Özellikleri ile Bu özelliklerin Verim Oluşumuna Etkileri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 24:87-94.
- Çalışkan S, Arıoğlu H 2004. Yerfıstığı Islah Hatlarının Amik Ovası Koşullarında Verim Performansları ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. MKU Ziraat Fakültesi Dergisi 9 (1-2): 33-42.
- Dwivedi SL, Nigam SN, Jmbunathan R, Sahrawat KL, Nagabhusanam GVS, Raghunath K 1993. Effect of genotypes and Environments on Oil Content and Oil Quality Parameters and Their Correlation in Peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Peanut Science*, 20: 84-89.
- Eskalen A, Yılmaz A 1993. Kahramanmaraş Koşullarında Ana Ürün Olarak Yetiştirilen Yerfıstığı Çeşitlerinin Verim ve Kimi Özelliklerinin Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 1: 210-220.
- Isleib TG, Rice PW, Mazingo RW, Copeland SC, Graeber JB, Novitzky WP, Pattee HE, Sanders TH, Mazingo RW and Coker DL 2006. Registration of 'Brantley' Peanut. *CropScience* 46:2309-2311.
- İşler N, Arslan M 2001. Amik Ovasında Yetiştirilebilecek Yeni Yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L.) Çeşit ve Hatların Belirlenmesi. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, 17-21 Eylül 2001, Tekirdağ. S: 107-110.
- Jagannathan NT, Selvaraj KV, Ramakrishnan MS, Natarajon CT, Muhammed SV 1974. Performance of New Varieties of Groundnut in Bhavanisagar tract. *Madras Agricultural Journal*, 61 (9): 815-816.
- Kacar B 1994. Toprak Analizleri. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. A.Ü. Zir. Fak. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:3, Ankara, S.705.
- Kayantaş B 2015. Bingöl Şartlarında Bazı Yerfıstığı Çeşitlerinin Verim ve Verim Komponentlerinin Belirlenmesi, (Yüksek Lisans Tezi), Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 68 s. Bingöl.
- Lindsay WL, Norvell WA 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of American Proceeding*, (42): 421-428.
- Muganlı A 1957. Yerfıstığı Ekim Zamanı Denemesi, Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayınları, Antalya.
- Muganlı A, Bölük A, Kayganacı C, İpkin M 1986. Yerfıstığı Çeşit Geliştirme. A:T:A:E: Md. Araştırma Özetleri (1979-85), Yayın No: 9, 2 s, Antalya.
- Raheja RK, Battai SK, Ahuja KL, Labana KS ve Singh M 1987. Comparison of Oil Content and Fatty Acid Composition of Peanut Genotypes Differing in Growth Habit. *Plant Foods for Human Nutrition*, 37: 103-108.
- Samancı B, Özkaynak E 2003. Effect of Panting Date on Seed Yield, Oil Content and Fatty Acid Composition of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Cultivars Grown in the Mediterranean Region of Turkey. *J. Agronomy & Crop Science*, (189): 359-360.
- Silanpaa M 1990. Micronutrient assessment at country level: An international study. In: *FAO Soils Bulletin*. N.63. Rome.
- TÜİK, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri, Ankara.
- Tüzüner A 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarı El Kitabı. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Zhang J, Wang C, Tang Y, Wang X 2009. Effects of Grading on The Main Quality Attributes of Peanut Kernels. *Frontiers of Agriculture China*, 3: 291-293.
- Woodroof JG 1983. Peanut production, processing, Products. *Avi Pub. Comp. Inc.*, Connecticut, 414 p.

## H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinde Bazı Fide Dönemi Özelliklerine Etkisi

Alpay BALKAN<sup>1</sup> , Sefer DEMİRBAŞ<sup>2</sup> , Şahsine GÖK<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Namık Kemal Üniv. Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Böl. <sup>2</sup>Namık Kemal Üniv. Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Tekirdağ  
✉: abalkan@nku.edu.tr

### ÖZET

Bu araştırmada, dışarıdan hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) uygulanarak oluşturulmuş oksidatif stresin ekmeklik buğdayda fide gelişme dönemlerindeki bazı morfo-fizyolojik özelliklere etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada, 5 ekmeklik buğday çeşidi (Flamura-85, Selimiye, Esperia, Tosunbey ve Sultan-95) ve 3 ileri ekmeklik buğday hattı (TDE-45-1, TDE-84-5, TDE-111-9) materyal olarak kullanılmıştır. Deneme, genotipler ana parselleri, farklı yoğunluktaki (0, 50, 100 mM) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> solüsyonları alt parselleri oluşturacak şekilde tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kontrollü bitki yetiştirme odasında saksılarda yürütülmüştür. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulama gününü izleyen üçüncü günde bitkilerde kök uzunluğu (cm), sap uzunluğu (cm), klorofil içeriği (SPAD), yaprak su kayıp oranı (%), stoma sayısı (adet), stoma eni ve boyu (μ) incelenmiştir. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasıyla oluşturulan oksidatif stres ile kök uzunluğu % 8.60-17.18 oranında, sap uzunluğu % 5.85-11.36 oranında, klorofil içeriği % 6.50-14.98 oranında, stoma eni % 12.00-13.77 oranında ve stoma boyu % 9.78-20.66 oranında önemli bir şekilde azalmıştır. Bununla birlikte, stoma sayısı ve yaprak su kayıp oranı ise sırasıyla % 16.83-21.60 ve % 27.95-46.50 oranında artmıştır. İncelenen özellikler bakımından, Flamura-85 ekmeklik buğday çeşidi ile TDE-45-1 ve TDE-111-9 ileri ekmeklik buğday hatlarının diğer genotiplere göre oksidatif strese yanıtlarının daha iyi olduğu belirlenmiştir.

DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.452843

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 02.04.2018  
Kabul Tarihi : 05.07.2018

### Anahtar Kelimeler

*Triticum aestivum*,  
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>,  
klorofil,  
yaprak su kayıp oranı,  
stoma.

### Araştırma Makalesi

## Effect of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> on Some Seedling Stage Characteristics in Some Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes

### ABSTRACT

The aim of this research was to determine the effect of oxidative stress derived from exogenous application of hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) onto some morpho-physiological characteristics of some bread wheat entries at seedling stages. In the research, 5 bread wheat cultivars (Flamura-85, Selimiye, Esperia, Tosunbey and Sultan-95) and 3 advanced bread wheat lines (TDE-45-1, TDE-84-5, TDE-111-9) were used as plant material. The experiment was carried out in randomized complete split plot design with 3 replicates in pots in controlled conditions where bread wheat genotypes were placed into main and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ratios (i.e.0, 50 and 100 μM) as sub plots respectively. Root and shoot length (cm), chlorophyll content (SPAD), the rate of leaf water loss (%), number of stomata (number), stomata width and length (μ) of the plants were recorded on 3<sup>rd</sup> day after H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> application. Root length, shoot length, chlorophyll content, stomata width and stomata length decreased 8.60-17.18 %, 5.85-11.36 %, 6.50-14.98 %, 12.00-13.77 % and 9.78-20.66 %, respectively, with oxidative stress created by H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> application. However, number of stomata and the rate of leaf water loss were increased 16.83-21.60% and 27.95-46.50%, respectively. It was concluded that the responses of Flamura-85, TDE-45-1 and TDE-111-9 were better responding entries to H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> based

### Article History

Received : 02.04.2018  
Accepted : 05.07.2018

### Keywords

*Triticum aestivum*,  
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>,  
chlorophyll,  
the rate of leaf water loss,  
stomata.

### Research Article

oxidative stress than the other genotypes for all traits used in the study.

**To cite:** Balkan A, Demirbaş S, Gök Ş 2018. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinde Bazı Fide Dönemi Özelliklerine Etkisi. KSÜ Tar Doğa Derg 21(6) : 837-845, DOI : 10.18016/ksutarimdog.vi.452843

## GİRİŞ

İlk kültüre alınan bitkilerden biri olan buğday (*Triticum* spp.), 8000 yıldır Avrupa, Batı Asya ve Kuzey Afrika'da yaşayan insanların temel gıda maddesi durumundadır (Monneveux ve ark., 2012). Dünyada kültürü yapılan tahıl cinsleri arasında 220 milyon hektarlık ekiliş ile ilk sırada, yaklaşık 750 milyon tonluk üretimle mısırdan sonra (1 milyar ton) ikinci sırada yer alan stratejik öneme sahip bir kültür bitkisidir (Anonim, 2016). Dünyada üretilen buğdayın yaklaşık üçte ikisi insan gıdası olarak, altıda biri ise hayvan yemi olarak kullanılmaktadır (Monneveux ve ark., 2012).

Geniş adaptasyon yeteneği ile yeryüzünde 20-65° kuzey ve 22-45° güney enlemleri arasında kalan farklı ekolojilerde yetiştirilebilen buğday (Kün, 1996), aynı zamanda ülkemiz insanının da temel gıda maddesidir. Ülkemizde yaklaşık 7.6 milyon hektarlık alanda 20.6 milyon ton civarında buğday üretilmekte, 270 kg/da ortalama verim alınmaktadır (Anonim, 2016).

Özellikle son yıllarda etkisini giderek hissettiren küresel ısınmayla ortaya çıkan iklim değişiklikleri buğdayda birim alan veriminde ve ürün kalitesinde önemli düşümlere neden olan abiyotik ve biyotik stres faktörlerinin (Caverzan ve ark., 2016) etkisinin artmasına neden olmaktadır. Bitkilerde önemli verim ve kalite kayıplarına neden olan kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklık, tuzluluk, ağır metaller, UV ışık, yüksek ışık, besin maddesi eksiklikleri, hipoksi gibi abiyotik stres faktörleri ve patojen enfeksiyonu gibi biyotik stres faktörleri oksidatif strese neden olan reaktif oksijen türleri (ROT)'nin temel kaynaklarını oluşturmaktadır (Lamb ve Dixon, 1997; Gechev ve ark., 2003).

Bitkilerde oksidatif strese neden olan ROT, fotosentez sırasında oksijenin suya indirgenmesi, mitokondride suyun yükseltilmesi ve kloroplastlarda elektron aktarımı anında oluşmaktadır (Kacar ve ark., 2002). ROT protein, DNA, lipit ve karbonhidratlar gibi birçok biyolojik molekülün kararlı yapısını bozmaktadır. Oksijen indirgenmesinin ilk aşamasında oluşan hidroperoksil (HO<sub>2</sub>) ve süperoksit radikali (O<sub>2</sub>), hücrede lipit peroksidasyonuna neden olmaktadır. Üretildiği bölgeden daha uzak mesafelere difüze olabilen uzun ömürlü hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), aminoasitlerin sülfidril (SH) gruplarının oksidasyonu aracılığıyla biyolojik toksisiteye yol açmaktadır (Dat ve ark., 2000). Son yıllarda yapılan araştırmalar, bitkilerde dışarıdan uygulanan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in oksidatif strese neden olarak bitkilerin kök ve sap uzunluğunda, kök ve sap yaş ağırlığında, yaprak uzunluğunda ve yaş

ağırlığında, koleoptil uzunluğu ve yaş ağırlığında düşüme neden olduğunu ortaya koymuştur (Lin ve Kao, 2001; Hameed ve ark., 2003; Hameed ve ark., 2004; Kumar ve ark., 2012; Lu ve ark., 2013).

Ülkemizin kuzeybatı bölümünde yer alan Trakya Bölgesi, ülkemiz buğday ekilişinin yaklaşık % 5-7'sinin, üretiminin ise % 11-13'ünün karşılayan (Öztürk ve Avcı, 2014) önemli bir buğday üretim bölgesidir. Bölgenin doğal yağışlar altındaki ortalama buğday verimi yıllara göre değişmekle birlikte ülkemiz ortalama buğday veriminden % 70-80 daha fazladır. Ancak bazı yıllarda, yağışların yetiştirme mevsimine düzensiz dağılışı, kuraklık, yüksek ve düşük sıcaklıklar gibi abiyotik stres faktörleri ile hastalık ve zararlılar gibi biyotik stres faktörleri oksidatif strese neden olarak Trakya Bölgesi'nin ortalama buğday veriminde ve ürün kalitesinde önemli düşümlüklere neden olmaktadır. Buradan hareketle, oksidatif stresin buğdayın morfolojik ve fizyolojik özellikleri üzerine etkilerinin bilinmesi bölgede stres faktörlerine dayanıklı/toleranslı buğday ıslahı çalışmalarında başarı şansını artıracaktır.

Bu çalışmada, Trakya Bölgesi'nde yetiştirilen ekmeklik buğday genotiplerine dışarıdan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulayarak oluşturulan oksidatif stresin fide gelişme dönemlerindeki bazı morfo-fizyolojik özellikler üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

Çalışmada, Trakya Bölgesi'nde yaygın olarak yetiştirilen 3 ekmeklik buğday çeşidi (Flamura-85, Selimiye, Esperia) ve Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü tarafından geliştirilmiş 3 ümitvar ileri ekmeklik buğday hattı (TDE-45-1 [Victoria x Bezostaja-I], TDE-84-5 [Selianka x Syrena], TDE-111-9 [Sagittario x Sadova-I]) ile kontrol olarak değerlendirilecek 2 ekmeklik buğday çeşidi (Tosunbey-kuraklığa dayanıklı ve Sultan-95-kuraklığa hassas) materyal olarak kullanılmıştır.

### Metot

Deneme, perlit içeren saksılarda (13x13 cm), buğday genotipleri ana parselleri, farklı yoğunluktaki (0-kontrol (saf su), 50, 100 mM) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Merck, Germany) solüsyonları alt parselleri oluşturacak şekilde tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak kurulmuştur. Her saksıya 20 tohum olacak şekilde ekim yapılmıştır. Saksılar daha sonra 250 µmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> ışık altında 16/8 saat

(aydınlık/karanlık) fotoperiyot,  $25\pm 2^{\circ}\text{C}/15\pm 2^{\circ}\text{C}$  (gündüz/gece) sıcaklık ve  $60\pm 5\%$  nem içeren kontrollü bitki yetiştirme odasına alınmıştır. Saksılar, tohumlar çimlenip fideler 2-3 yapraklı döneme (Zadoks 12.-13. dönem) (Zadoks ve ark., 1974) gelene kadar %50 Hoagland (Steward, 1963) besin çözeltisiyle sulanmıştır. İki-üç yapraklı döneme gelen fidelerde oksidatif stres yaratmak için Hoagland çözeltisine farklı yoğunluktaki (0-kontrol (%50 Hoagland çözeltisi), 50, 100 mM)  $\text{H}_2\text{O}_2$  solüsyonları ilave edilerek sulama yapılmıştır.  $\text{H}_2\text{O}_2$  uygulamasını izleyen 3. günde saksılardan tesadüfi olarak alınan 5 bitki örneğinde kök uzunluğu, sap uzunluğu, klorofil içeriği, yaprak su kayıp oranı, stoma sayısı, stoma eni ve boyu incelenmiştir.

**Kök uzunluğu;** bitkilerin kök tacı ile köklerinin en uç noktası arasındaki mesafe ölçülerek (cm) olarak belirlenmiştir.

**Sap uzunluğu;** bitkilerin kök tacı ile yapraklarının en uç noktası arasındaki mesafe ölçülerek (cm) olarak belirlenmiştir.

**Klorofil içeriği;** bitkilerin tam olarak gelişmiş en son çıkan yapraklarında "Konica Minolta SPAD-502" portatif klorofilmetre ile ölçülmüştür.

**Yaprak su kayıp oranı (YSKO);** bitkilerin tam olarak gelişmiş en son çıkan yapraklar alınmış, tartılarak yaş ağırlıkları (YA) (mg) belirlenmiştir. Yapraklar daha sonra  $30^{\circ}\text{C}$ 'lik etüvde 2 saat kurutulmuş ve tekrar tartılarak kuru ağırlıkları (KA) (mg) belirlenmiştir. YSKO, Eşitlik 1' de verildiği şekilde (%) hesaplanmıştır (Clarke ve McCaig, 1982).

$$\text{YSKO} (\%) = \frac{[\text{YA} - \text{KA}] \times 100}{\text{YA}} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

**Stoma sayısı, eni ve boyu;** bitkilerin tam olarak gelişmiş en son çıkan yapraklarından Xu ve Zhou (2008)'in belirttiği yöntemle göre çıkartılan stomalar  $4 \times 100$  büyütme mikroskop alanında sayılmış, en ve boyları oküler mikrometre ile ölçülerek ( $\mu$ ) olarak belirlenmiştir.

Araştırmadan elde edilen verilerde tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine

göre varyans analizi yapılmıştır. İncelenen özelliklerin ortalama değerleri arasındaki farkların istatistiki anlamda önemlilikleri, MSTAT-C paket programı kullanılarak LSD (Least Significant Difference-En Küçük Önemli Fark) testi ile belirlenmiştir (Steel ve Torrie, 1984; Düzgüneş ve ark., 1987).

## BULGULAR

Araştırmada, dışarıdan  $\text{H}_2\text{O}_2$  uygulamasından 3 gün sonra ekmeclik buğday genotiplerinin bazı morfo-fizyolojik özelliklerine ait bulgular aşağıda verilmiştir.

### Kök uzunluğu

Yapılan varyans analizi sonucunda, kök uzunluğu yönünden; genotip,  $\text{H}_2\text{O}_2$  uygulaması ve genotip x  $\text{H}_2\text{O}_2$  uygulaması interaksyonunu istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Ekmeclik buğday genotiplerinin ortalama kök uzunlukları 23.90-27.98 cm arasında değişmiştir. En uzun kökler TDE-45-1 ileri hattında ölçülmüş, bunu Tosunbey çeşidi (27.71 cm) ile TDE-111-9 (27.52 cm) ileri hattı izlemiştir. En kısa kök uzunluğuna sahip olan TDE-84-5 ileri hattı oksidatif stresten en fazla etkilenen genotip olmuş ve bunu 25.81 cm ile Selimiye çeşidi izlemiştir (Çizelge 1).  $\text{H}_2\text{O}_2$  yoğunluğundaki artışın kök uzunluğunu önemli bir şekilde baskıladığı görülmektedir (Çizelge 1). Kontrol uygulamasında (0 mM  $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 29.17 cm ölçülen kök uzunluğu, 50 mM  $\text{H}_2\text{O}_2$  uygulamasında 26.66 cm ve 100 mM  $\text{H}_2\text{O}_2$  uygulamasında ise 24.16 cm olarak ölçülmüştür. Araştırmada, genotip x  $\text{H}_2\text{O}_2$  uygulaması interaksyonunu incelendiğinde, kök uzunluğunun 21.97-33.27 cm arasında değiştiği anlaşılmaktadır (Çizelge 1).

En yüksek kök uzunluğu değeri Tosunbey çeşidinin kontrol uygulamasında belirlenmiş, bunu 29.97 cm ile Esperia çeşidinin kontrol uygulaması ve 29.60 cm ile TDE-111-9 ileri hattının kontrol uygulaması izlemiştir.

Çizelge1. Kök ve sap uzunluğuna ait ortalama değerler ve önemlilik grupları.

Genotipler	Kök uzunluğu (cm)			Ortalama	Sap uzunluğu (cm)			Ortalama
	$\text{H}_2\text{O}_2$ uygulaması	$\text{H}_2\text{O}_2$ uygulaması	$\text{H}_2\text{O}_2$ uygulaması		$\text{H}_2\text{O}_2$ uygulaması	$\text{H}_2\text{O}_2$ uygulaması	$\text{H}_2\text{O}_2$ uygulaması	
	0 mM	50 mM	100 mM		0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	28.80 bc	27.27 c-f	24.00 gh	26.69 ab	26.47	25.07	23.43	24.99 e
Esperia	29.97 b	26.70 def	24.00 gh	26.89 ab	26.53	26.43	23.90	25.62 de
Selimiye	28.17 bcd	26.93 c-f	22.33 hi	25.81 b	30.57	28.63	26.57	28.59 ab
TDE-84-5	26.10 ef	23.63 hi	21.97 i	23.90 b	27.87	25.80	23.23	25.63 de
TDE-45-1	29.40 b	28.80 bc	25.73 fg	27.98 a	27.93	26.13	25.90	26.66 cd
TDE-111-9	29.60 b	27.27 c-f	25.70 fg	27.52 ab	32.73	30.37	28.93	30.68 a
Tosunbey	33.27 a	26.17 ef	23.70 hi	27.71 a	26.10	25.37	23.70	25.06 e
Sultan-95	28.07 b-e	26.53 def	25.83 fg	26.81 ab	30.07	27.10	26.63	27.93 b
<b>Ortalama</b>	<b>29.17 a</b>	<b>26.66 b</b>	<b>24.16 c</b>		<b>28.53 a</b>	<b>26.86 b</b>	<b>25.29 c</b>	
<b>LSD (<math>P \leq 0.05</math>)</b>	<b>Genotip: 1.855** <math>\text{H}_2\text{O}_2</math>: 0.703** Genotip x <math>\text{H}_2\text{O}_2</math>: 1.988**</b>				<b>Genotip: 1.571** <math>\text{H}_2\text{O}_2</math>: 0.609** Genotip x <math>\text{H}_2\text{O}_2</math>: -</b>			

\*\* : 0.01 düzeyinde önemli

Artan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yoğunluğu tüm genotiplerin kök uzunluklarında önemli azalmalara neden olmuştur. En kısa kök uzunluğu TDE-84-5 ileri hattının 100 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasında ölçülmüştür. Bunu 22.33 cm ile Selimiye çeşidinin 100 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması izlemiştir.

### Sap uzunluğu

Varyans analizi sonuçlarına göre sap uzunluğu yönünden; genotip ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması istatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli, genotip x H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması etkisi ise istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). Genotiplerin ortalama sap uzunlukları 24.99-30.68 cm arasında bir varyasyon göstermiştir (Çizelge 1). Kök uzunluğu bakımından da ilk sıralarda yer alan TDE-111-9 ileri hattı en yüksek ortalama sap uzunluğuna sahip olmuş, bunu 28.59 cm ile Selimiye çeşidi izlemiştir. En kısa sap uzunluğu ise Flamura-85 çeşidinde ölçülmüş, bunu 25.06 cm ile Tosunbey çeşidi izlemiştir. Çizelge 1'de görüldüğü gibi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yoğunluğu arttıkça sap uzunluğu önemli bir şekilde azalmıştır. Kontrol uygulamasında (0 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 28.53 cm olarak ölçülen ortalama sap uzunluğu, 50 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasında 26.86 cm, 100 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasında ise 25.29 cm' e düşmüştür.

### Klorofil içeriği

Klorofil içeriği üzerine genotip ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasının etkisi istatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli, genotip x H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması etkisi ise istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Genotip ortalamaları incelendiğinde, klorofil içeriğinin 29.26-41.92 SPAD arasında bir varyasyona sahip olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 2). TDE-84-5 ileri hattı en yüksek klorofil içeriğine sahip olmuş, bunu sırasıyla Flamura-85 ve Esperia çeşitleri ile TDE-45-1 ileri hattı izlemiştir. En düşük klorofil içeriği ise strese hassas Sultan-95 çeşidinde ölçülmüştür. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasının klorofil içeriğini önemli bir şekilde azalttığı belirlenmiştir. Kontrol uygulamasında (0 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 37.85 SPAD olarak ölçülen klorofil içeriği, 50 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasında 35.39 ve 100 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasında 32.18 olarak ölçülmüştür.

### Yaprak su kayıp oranı

Yaprak su kayıp oranı yönünden genotip, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması ve genotip x H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması etkisi istatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Genotiplerin ortalama yaprak su kayıp oranları % 16.80-26.49 arasında değişmiştir. En yüksek yaprak su kayıp oranı Esperia çeşidinde belirlenmiş, bunu TDE-84-5 ileri hattı (% 21.28) ile Sultan-95 çeşidi (% 20.81) izlemiştir.

Selimiye çeşidi en düşük yaprak su kayıp oranına sahip olmuştur. Tosunbey çeşidi % 18.11 ile en düşük yaprak su kayıp oranına sahip ikinci genotip olmuştur. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamalarında ölçülen ortalama yaprak su kayıp oranları incelendiğinde, kontrol bitkilerinde % 16.17 olarak belirlenen yaprak su kayıp oranı 50 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasında % 23.69, 100 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasında ise % 20.69 olarak belirlenmiştir. Genotip x H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Genotiplerin H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasına oldukça farklı reaksiyon gösterdiği ve yaprak su kayıp oranının % 11.76-32.89 arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 2). Esperia çeşidinin 50 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması en yüksek yaprak su kayıp oranına sahip olmuş, bunu % 30.61 ile aynı istatistiki grupta yer alan aynı çeşidin 100 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması izlemiştir (Çizelge 2). En düşük yaprak su kayıp oranı değeri Tosunbey çeşidinin kontrol uygulamasından elde edilmiş, bunu % 11.82 ile aynı istatistiki grupta yer alan Selimiye çeşidinin kontrol uygulaması izlemiştir. Kontrol uygulamasına göre Flamura-85, Esperia ve Tosunbey çeşitleri ile TDE-84-5 ileri hattının yaprak su kayıp oranlarının 50 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasında hızla arttığı, 100 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasında ise tekrar azaldığı dikkat çeken bir sonuç olmuştur (Çizelge 2).

### Stoma sayısı

Araştırmamızda, genotip, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması ve genotip x H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması etkisi istatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Genotiplerin ortalama stoma sayısı 7.11-8.89 arasında değişmiştir. Flamura-85 ve Selimiye çeşitleri en fazla stomaya sahip olduğu belirlenmiştir. Bu çeşitleri 8.44 stoma sayısı ile Sultan-95 çeşidi izlemiştir. En az ortalama stoma sayısı ise Tosunbey çeşidinde belirlenmiş, bunu 7.33 ile TDE-45-1 ileri hattı izlemiştir (Çizelge 3). H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasının stoma sayısı üzerine etkisi incelendiğinde, 0 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasında (kontrol grubu) 7.13 olarak belirlenen ortalama stoma sayısının, 50 ve 100 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamalarında sırasıyla 8.67 ve 8.33 olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Genotip x H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3). Sultan-95 çeşidinin 100 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması en yüksek stoma sayısına sahip olmuş, bunu 10.33 ile Flamura-85 ve 10.00 ile Selimiye çeşitlerinin 100 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması izlemiştir. En düşük stoma sayısı ise Esperia çeşidinin kontrol grubunda belirlenmiştir. Bunu, 6.67 ile Flamura-85 çeşidinin kontrol grubu, TDE-45-1 ileri hattı ve Tosunbey çeşidinin 100 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması izlemiştir (Çizelge 3).

Çizelge 2. Klorofil içeriği ve yaprak su kayıp oranına ait ortalama değerler ve önemlilik grupları.

Genotipler	Klorofil içeriği (SPAD)				Yaprak su kayıp oranı (%)			
	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> uygulaması			Ortalama	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM		0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	40.20	38.20	32.93	37.11 b	16.41 h <sub>1</sub>	25.61 b	14.10 ijk	18.70 cd
Esperia	39.70	36.87	33.37	36.64 bc	15.97 hij	32.89 a	30.61 a	26.49 a
Selimiye	38.23	34.90	33.50	35.54 c	11.82 k	19.19 efg	19.39 d-g	16.80 e
TDE-84-5	44.70	43.23	37.83	41.92 a	19.81 c-g	26.54 b	17.50 gh	21.28 b
TDE-45-1	38.40	36.57	34.40	36.46 bc	13.68 jk	21.60 cde	21.03 cde	18.77 cd
TDE-111-9	34.50	31.60	30.20	32.10 d	18.14 fgh	21.36 cde	21.99 cd	20.50 bc
Tosunbey	36.47	32.20	27.57	32.08 d	11.76 k	22.13 c	20.46 c-f	18.11 de
Sultan-95	30.60	29.57	27.60	29.26 e	21.82 cde	20.20 c-f	20.40 c-f	20.81 b
<i>Ortalama</i>	<i>37.85 a</i>	<i>35.39 b</i>	<i>32.18 c</i>		<i>16.17 b</i>	<i>23.69 a</i>	<i>20.69 a</i>	
<i>LSD (P&lt;0.05)</i>	<i>Genotip: 1.340** H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: 1.034** Genotip x H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: -</i>				<i>Genotip: 1.823** H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: 0.934** Genotip x H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: 2.641**</i>			

\*\* : 0.01 düzeyinde önemli

### Stoma eni

Stoma eni yönünden genotip, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması ve genotip x H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması interaksyonunun istatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Genotiplerin ortalama stoma eni 14.72-17.21 µ arasında değişmiştir. Selimiye çeşidi en geniş stomalara sahip olduğu belirlenmiştir. Bu çeşidi, 16.80, 16.59 ve 16.18 µ ile sırasıyla TDE-84-5 ve TDE-45-1 ileri hatlarıyla Tosunbey çeşidi izlemiştir. En dar stomalar ise Flamura-85 çeşidinde ölçülmüş, bunu 14.73 µ ile aynı istatistiki grupta yer alan TDE-111-9 ileri hattı izlemiştir (Çizelge 3). H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamaları incelendiğinde, artan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yoğunluğunun stoma eninde azalmaya neden olduğu görülmektedir. Kontrol grubunda 17.50 µ ölçülen ortalama stoma eni, 50 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasında 15.40 µ, 100 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasında ise 15.09 µ olarak ölçülmüştür (Çizelge 3). Genotip x H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması incelendiğinde, genotiplerin H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasına farklı tepkiler verdikleri ve ortalama stoma eninin 12.45-21.78 µ arasında bir varyasyona sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 3). En geniş stomalar TDE-45-1 ileri hattının kontrol grubunda belirlenmiştir. Bunu, 19.91 µ ile Selimiye çeşidinin 100 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması izlemiştir. En dar stomalar ise TDE-111-9 genotipinin 100 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasında ölçülmüştür.

### Stoma boyu

Stoma boyu yönünden genotip, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması ve genotip x H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması interaksyonunu istatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Genotip ortalamaları incelendiğinde, stoma boyunun 40.65-48.54 µ arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 3). En yüksek stoma boyu değeri TDE45-1 ileri hattında ölçülmüştür. Bu hattı, 46.87 µ ile Esperia ve 46.67 µ ile Tosunbey çeşitleri izlemiştir. En düşük stoma boyu değeri ise Sultan-95 çeşidinde belirlenmiş, bunu aynı istatistiki grupta yer alan Selimiye çeşidi

(41.48 µ) izlemiştir. Çalışmamızda, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yoğunluğundaki artışın stoma boyunu önemli bir şekilde azalttığı tespit edilmiştir. Kontrol grubu bitkilerinde 50.09 µ olarak ölçülen ortalama stoma boyu, 50 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasında 45.19 µ'a, 100 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasında ise 39.74 µ'a düşmüştür (Çizelge 3). Genotip x H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması interaksyonu incelendiğinde, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yoğunluğundaki artışın tüm genotiplerde stoma boyunu önemli bir şekilde azalttığı görülmektedir (Çizelge 3). En yüksek stoma boyu değeri 57.24 µ ile Esperia çeşidinin kontrol grubunda ölçülmüş, bunu 55.40 µ ile aynı istatistiki grupta yer alan TDE-45-1 ileri hattının kontrol grubu izlemiştir. En düşük stoma boyu değeri ise 32.98 µ ile Sultan-95 çeşidinin 100 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasında belirlenmiş, bunu 35.47 µ ile aynı istatistiki grupta yer alan Selimiye çeşidinin 100 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması izlemiştir (Çizelge 3).

### TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, ekmeklik buğday fidelerinde oksidatif stres meydana getirmek için 2-3 yapraklı dönemde 50 ve 100 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Hoagland besin çözeltisi içinde çözdürülerek bitkilere verilmiş ve uygulamadan 3 gün sonra bitkilerden örneklemeler yapılmıştır.

Stres koşulları altında bitkilerin büyümelerinin belirlenmesinde en önemli morfolojik parametreler kök ve sap uzunluklarındaki değişimlerdir. Araştırmamızda, kontrol bitkilerine (0 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) göre artan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yoğunluğunun ortalama kök uzunluğunu % 8.60-17.18 oranında, sap uzunluğunu ise % 5.85-11.36 oranında azalttığı belirlenmiştir. Bu durum, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasının oksidatif stres yaratarak buğday genotiplerinin kök ve sap büyümesi üzerine baskılayıcı bir etki yarattığını göstermektedir.

Çizelge 3. Stoma sayısı, eni ve boyuna ait ortalama değerler ve önemlilik grupları.

Genotip	Stoma sayısı (adet)				Stoma eni (μ)				Stoma boyu (μ)			
	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> uygulaması			Ort.	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> uygulaması			Ort.	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> uygulaması			Ort.
0 mM	50 mM	100 mM	0 mM		50 mM	100 mM	0 mM		50 mM	100 mM		
Flamura-85	6.67 fg	9.67 abc	10.33 ab	8.89 a	15.55 e-h	14.93 fgh	13.69 h <sub>1</sub>	14.72 c	51.02 b	48.53 bcd	38.58 k	46.04 bc
Esperia	6.33 g	8.67 cd	7.67 def	7.56 c-e	19.29 bc	14.93 fgh	13.69 h <sub>1</sub>	15.97 b	57.24 a	42.31 hij	41.06 jk	46.87 ab
Selimiye	7.00 efg	9.67 abc	10.00 ab	8.89 a	15.55 e-h	16.18 d-g	19.91 ab	17.21 a	46.05 def	42.93 g-j	35.47 l	41.48 d
TDE-84-5	7.67 def	9.33 bc	7.33 efg	8.11 bc	16.18 d-g	16.18 d-g	18.05 bcd	16.80 ab	46.67 cde	44.18 e- <sub>1</sub>	41.69 i-j	44.18 c
TDE-45-1	7.33 efg	8.00 de	6.67 fg	7.33 de	21.78 a	13.69 h <sub>1</sub>	14.31 gh <sub>1</sub>	16.59 ab	55.40 a	49.16 bc	41.07 jk	48.54 a
TDE-111-9	8.00 de	8.67 cd	7.33 efg	8.00 bd	16.80 def	14.93 fgh	12.45 i	14.73 c	49.78 b	46.04 def	44.18 e- <sub>1</sub>	46.67 ab
Tosunbey	7.00 efg	7.67 def	6.67 fg	7.11 e	17.42 cde	16.18 d-g	14.93 fgh	16.18 ab	49.15 bc	44.80 e-h	42.93 g-j	45.63 bc
Sultan-95	7.00 efg	7.67 def	10.67 a	8.44 ab	17.42 cde	16.18 d-g	13.69 h <sub>1</sub>	15.76 bc	45.42 efg	43.55 f-j	32.98 l	40.65 d
<i>Ortalama</i>	<i>7.13 b</i>	<i>8.67 a</i>	<i>8.33 a</i>		<i>17.50 a</i>	<i>15.40 b</i>	<i>15.09 c</i>		<i>50.09 a</i>	<i>45.19 b</i>	<i>39.74 c</i>	
<i>LSD (P≤0.05)</i>	<i>Genotip: 0.677** H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: 0.424** Genotip x H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: 1.200**</i>				<i>Genotip: 1.077** H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: 0.709** Genotip x H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: 2.005**</i>				<i>Genotip: 2.064** H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: 1.009** Genotip x H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: 2.854**</i>			



Dışarıdan uygulamayla bitki bünyesinde artan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> hücre uzamasını baskılamakta, bu da kök uzunluğunun azalmasına neden olmaktadır (Lu ve ark., 2013). Bulgularımıza benzer olarak, Hameed ve ark. (2003), ekmeklik buğdaya erken fide gelişme döneminde uygulanan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in yaprak yaş ağırlığı, yaprak uzunluğu, koleoptil yaş ağırlığı ve koleoptil uzunluğu gibi büyüme parametrelerini önemli düzeyde baskıladığını bildirmişlerdir. Hameed ve ark. (2004), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulanmış buğday fidelerinde kontrol fidelere göre kök uzunluğunun daha az olduğunu tespit etmişlerdir. Lu ve ark. (2013), artan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yoğunluğunun buğday fidelerinde ortalama kök ve sap uzunluğunu önemli bir şekilde azalttığını belirlemişlerdir. Lin ve Kao (2001) ise bulgularımıza benzer sonuçları çeltikte elde etmiş, çeltik fidelerine dışarıdan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasının kök büyümesini engellediğini saptamışlardır.

Çalışmamızda, fotosentezin en önemli unsurlarından biri olan klorofil içeriğindeki değişim incelendiğinde, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması sonucu oluşan oksidatif stresin denemeye alınan tüm genotiplerin klorofil içeriğinde benzer şekilde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, genotiplerin klorofil içerikleri farklı olduğu görülmektedir. Bu durum, genotiplerin farklı genetik yapıda olmalarının bir sonucu olabilir. Artan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yoğunluğunun ortalama klorofil içeriğini önemli bir şekilde baskıladığı tespit edilmiştir. Kontrol grubu (0 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ile karşılaştırıldığında, ortalama klorofil içeriğinde 50 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasında % 6.50, 100 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasında ise % 14.98 oranında bir azalma olduğu anlaşılmaktadır. Stres altındaki bitkilerin antioksidatif aktivitesi ve lipit peroksidasyonundaki azalma klorofil kayıplarına neden olabilmektedir (Sairam ve Saxena, 2000). Bu durum, bitkide reaktif oksijen türlerinin (ROS) ortaya çıkmasıyla kloroplastların hasar görmesinden kaynaklanmaktadır (Chachar ve ark., 2016). Bulgularımıza benzer olarak, Allahverdiyev (2015), kuraklık stresinin ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin fizyolojik özellikleri üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada, stresin buğday genotiplerinin klorofil içeriğinde önemli bir azalmaya neden olduğunu belirlemiştir. Araştırmacı, stres koşullarında klorofil içeriğindeki bu azalmanın klorofil pigmentinin foto-oksidasyonuna bağlı olabileceğini belirtmiştir. Sonuçlarımız, iki haftalık buğday fidelerine NaCl çözümü uygulayarak oluşturdukları oksidatif stresin buğday genotiplerinin klorofil içeriğini önemli bir şekilde düşürdüğünü belirleyen Kumar ve ark. (2017)'nin bulgularıyla da benzerlik göstermiştir.

Bitkilerin stres koşullarında fizyolojik aktivitelerini yerine getirmelerine olanak sağlayan en önemli unsurlardan biri de su içeriklerini korumalarıdır. Bitki dokularındaki su eksikliğinin ilk belirtilerinden biri oransal su içeriğinin azalması (Valentovic ve ark.,

2006) yani su kayıp oranının artmasıdır. Araştırmamızda, dışarıdan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasıyla oluşturulan oksidatif stresin ekmeklik buğday genotiplerinin yaprak su kayıp oranları üzerine önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Genotipik farklılıkları nedeniyle denemeye alınan ekmeklik buğday genotiplerinin yaprak su kayıp oranı yönünden H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasına tepkileri farklı olmuştur. Genel olarak incelendiğinde, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasıyla yaprak su kayıp oranının arttığı görülmektedir. Kontrol grubuna göre, 50 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasında % 46.50, 100 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasında ise % 27.95 daha fazla yaprak su kayıp oranı belirlenmiştir. Bulgularımız, buğdayda NaCl uygulayarak oluşturulan oksidatif stresin yaprak su içeriğini önemli bir şekilde azalttığını dolayısıyla yaprak su kayıp oranını arttırdığını saptayan Farouk (2011)'un bulgularıyla uyum içindedir.

Buğdayda CO<sub>2</sub> alınımı, fotosentez, transpirasyon gibi hayati öneme sahip olan fizyolojik işlevler ve çevresel faktörlere tepkiler stoma özellikleri tarafından kontrol edilmektedir (Sarwar ve ark., 2013). Birim alandaki sayısı ve boyutları gibi stoma özellikleri ise bitkilerde büyüme hızının ve su dengesinin temel belirleyicileri olarak kabul edilmektedir (Dillen ve ark., 2008). Ayrıca, bitkilerde stoma özellikleri ile verim ve verim unsurları arasında pozitif bir ilişki olduğu bilinmektedir. Araştırmamızda denemeye alınan ekmeklik buğday genotiplerinin stoma sayısı, stoma eni ve boyu bakımından farklı özelliklere sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, denemeye alınan buğday genotiplerinin farklı genetik yapıya sahip olmalarının bir sonucu olarak düşünülebilir. Zira yapılan araştırmalarda stoma özelliklerinin güçlü bir şekilde genetik faktörler tarafından kontrol edildiği bildirilmektedir (Shahinnia ve ark., 2016). Çalışmamızda, dışarıdan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasının stoma özelliklerini önemli bir şekilde etkilediği belirlenmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yoğunluğunun artmasıyla ortalama stoma sayısında % 16.83-21.60 oranında artma, stoma eni ve boyunda ise sırasıyla % 12.00-13.77 ve % 9.78-20.66 oranında azalma olduğu belirlenmiştir. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasıyla oluşan oksidatif stres, stomaların büyümesini baskılayarak stoma boyunun, stomaların kapanmasına neden olarak da stoma eninin azalmasına neden olmuştur. Stres koşulları altında, bitkiler stomalarını su kaybına karşı bir savunma mekanizması olarak kapatmaya çalışmaktadır (Agostinetto ve ark., 2016). Bulgularımıza benzer olarak Song ve ark. (2014), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> gibi ROT'nin stoma kapanmasına neden olduğunu açıklamışlardır. Stoma boyutlarının azalması sonucunda da birim alana düşen stoma sayısı artmıştır. Bulgularımız, bitkilerde stoma yoğunluğu/sayısı ile stoma boyutları arasında negatif önemli bir ilişki olduğunu açıklayan Doheny-Adams ve ark. (2012)'nin bulgularıyla uyum içindedir.

Bitki hücrelerinin farklı bölgelerinde oluşan ve reaktif oksijen türlerinden biri olan  $H_2O_2$ 'nin konsantrasyonunun artması oksidatif hücre hasarına neden olmaktadır. Ancak,  $H_2O_2$  konsantrasyonu düşük seviyede tutulduğunda ise bitki savunma sistemi için ikincil haberci olarak işlev görmektedir (Ślesak ve ark., 2007; Savvides ve ark., 2016).  $H_2O_2$ 'nin iyileştirici özelliği birçok bitkide (buğday (Wahid ve ark., 2007; Li ve ark., 2011; Ashfaque ve ark., 2014), pamuk (Santhy ve ark., 2014), mısır (Gondim ve ark., 2010) ve çeltik (Uchida ve ark., 2002)) yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Sonuç olarak, dışarıdan  $H_2O_2$  uygulamasıyla oluşturulan oksidatif stres denemeye alınan ekmeklik buğday genotiplerinin incelenen tüm morfo-fizyolojik özelliklerini önemli bir şekilde etkilemiştir. Buğdaya dışarıdan  $H_2O_2$  uygulamasının oksidatif strese dayanıklılık/tolerans çalışmalarında erken dönemde genotiplerin seleksiyonunda başarılı bir şekilde kullanılabileceği belirlenmiştir. Araştırmada incelenen klorofil içeriği, yaprak su kayıp oranı ve stoma özellikleri gibi fizyolojik özelliklerin seleksiyon kriteri olarak değerlendirilebileceği dikkati çekmiştir. Flamura-85 ekmeklik buğday çeşidi ile TDE-45-1 ve TDE-111-9 ileri ekmeklik buğday hatlarının diğer genotiplere göre oksidatif strese yanıtlarının daha iyi olduğu ve bu genotiplerin oksidatif stres çalışmalarında genitör olarak kullanılabileceği söylenebilir.

### TEŞEKKÜR:

Bu çalışma, NKUBAP.00.24.AR.14.31 nolu projenin bir bölümü olup, değerli katkılarından dolayı NKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri birimine teşekkür ederiz.

### KAYNAKLAR

Agostinetto D, Perboni LT, Langaro AC, Gomes J, Fraga DS, Franco JJ 2016. Changes in Photosynthesis and Oxidative Stress in Wheat Plants Submitted to Herbicides Application. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, 34(1):1-9.

Allahverdiyev T 2015. Effect of Drought Stress on Some Physiological Traits of Durum (*Triticum durum* Desf.) and Bread (*Triticum aestivum* L.) Wheat Genotypes. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 11(1): 30-32.

Anonim 2016. FAO Statistical Databases. [www.fao.org/site/567/default.aspx](http://www.fao.org/site/567/default.aspx). (Erişim tarihi: 15.03.2018).

Ashfaque F, Iqbal M, Khan R, Khan NA 2014. Exogenously applied  $H_2O_2$  promotes proline accumulation, water relations, photosynthetic efficiency and growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salt stress. *Annual Research and Review in Biology*, 4(1): 105-120.

Caverzan A, Casassola A, Brammer SP 2016. Antioxidant Responses of Wheat Plants under Stress. *Genetics and Molecular Biology*, 39(1): 1-6.

Chachar MH, Chachar NA, Chachar Q, Mujtaba SM, Chachar S, Chachar Z 2016. Physiological Characterization of Six Wheat Genotypes For Drought Tolerance. *International Journal of Research – Granthaalayah*, 4(2): 184-196.

Clarke JM, McCaig TN 1982. Excised-Leaf Water Retention Capability as An Indicator of Drought Resistance of *Triticum* Genotypes. *Can. J. Plant Sci.*, 62: 571-578.

Dat J, Vandenabeele S, Vranová E, Montagu MV, Inzé D, Breusegem FV 2000. Dual Action of The Active Oxygen Species During Plant Stress Responses. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 57: 779-795.

Dillen SY, Marron N, Koch B, Ceulemans R 2008. Genetic Variation of Stomatal Traits and Carbon Isotope Discrimination in Two Hybrid Poplar Families (*Populus deltoides* 'S9-2' x *P. nigra* 'Ghoy' and *P. deltoides* 'S9-2' x *P. trichocarpa* 'V24'). *Ann Bot.*, 102:399-407.

Doheny-Adams T, Hunt L, Franks PJ, Beerling DJ, Gray JE 2012. Genetic Manipulation of Stomatal Density Influences Stomatal Size, Plant Growth and Tolerance to Restricted Water Supply Across a Growth Carbon dioxide Gradient. *Phil. Trans Royal Society B-Biological Sciences*, 367:547-55.

Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (Ders Kitabı). Ank. Üniv. Zir. Fak. Yay., No:1021/295, Ankara, 381 s.

Farouk S 2011. Osmotic Adjustment in Wheat Flag Leaf in Relation to Flag Leaf Area and Grain Yield Per Plant. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 7 (2): 117-138

Gechev T, Willekens H, Van Montagu M 2003. Different Responses of Tobacco Antioxidant Enzymes to Light and Chilling Stress. *J. Plant Physiol.*, 160: 509-515.

Gondim FA, Gomes-Filho E, Lacerda CF, Prisco JT, Neto ADA, Marques EC 2010. Pretreatment with  $H_2O_2$  in maize seeds: Effects on germination and seedling acclimation to salt stress. *Brazilian Society of Plant Physiology*, 22 (2): 103-112.

Hameed A, Farooq S, Iqbal N, Arshad R 2004. Influence of Exogenous Application of Hydrogen Peroxide on Root and Seedling Growth on Wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Agriculture & Biology*, 6(2): 366-369.

Hameed A, Malik SA, Iqbal N, Arshad R, Farooq S 2003. Influence of Hydrogen Peroxide on Initial Leaf and Coleoptile Growth in Etiolated Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seedlings. *Asian J. Plant Sci.*, 2(15-16): 1121-1125.

Kacar B, Katkat AV, Öztürk Ş 2002. Bitki Fizyolojisi. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Yayın No: 198, VIPAŞ A.Ş. Yayın No: 74, Bursa, 563 s.

Kumar RR, Sharma SK, Gadpayle KA, Singh K, Sivaranjani R, Goswami S, Rai RD 2012. Mechanism of Action of Hydrogen Peroxide in Wheat Thermotolerance - Interaction Between

- Antioxidant Isoenzymes, Proline and Cell Membrane. Afr. J. Biotechnol., 11(78): 14368-14379.
- Kumar S, Beena AS, Awana M, Singh A 2017. Physiological, Biochemical, Epigenetic and Molecular Analyses of Wheat (*Triticum aestivum*) Genotypes with Contrasting Salt Tolerance. Front. Plant Sci., 8:1-20.
- Kün E 1996. Tahıllar-I (Serin İklim Tahılları). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 1451, Ders Kitabı No. 431, Ankara, 322s.
- Lamb C, Dixon RA 1997. The Oxidative Burst in Plant Disease Resistance. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 48: 251-275.
- Li TJ, Qiu BZ, Zhang XW, Wang LS 2011. Exogenous hydrogen peroxide can enhance tolerance of wheat seedlings to salt stress. Acta Physiologia Plantarum, 33: 835-842.
- Lin CC, Kao CH 2001. Cell Wall Peroxidase Activity, Hydrogen Peroxide Level and NaCl-Inhibited Root Growth of Rice Seedlings. Plant Soil, 230: 135-143.
- Lu J, Li XN, Yang YL, Jia LY, You J, Wang WR 2013. Effect of Hydrogen Peroxide on Seedling Growth and Antioxidants in Two Wheat Cultivars. Biologia Plantarum, 57(3): 487-494.
- Monneveux P, Jing R, Misra SC 2012. Phenotyping for Drought Adaptation in Wheat Using Physiological Traits. Front Physiol., 3: 1-12.
- Öztürk İ, Avcı R 2014. Ekmeklik Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) Tane Verimi ile Bazı Tarımsal Karakterler Arası İlişkiler. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 23(2): 49-55.
- Sairam RK, Saxena DC 2000. Oxidative Stress and Antioxidants in Wheat Genotypes: Possible Mechanism of Water Stress Tolerance. J. Agron. Crop. Sci., 184: 55-61.
- Sarwar AKM, Golam AKA, Masud RSMA 2013. Influence of Stomatal Characteristics on Yield and Yield Attributes of Rice. Journal of Bangladesh Agricultural University, 11(1): 47-52.
- Savvides A, Ali S, Tester M, Fotopoulos V 2016. Chemical priming of plants against multiple abiotic stresses: mission possible. Trends in Plants Science, 21(4): 329-340.
- Shahinnia F, Roy JL, Laborde B, Sznajder B, Kalambettu P, Mahjourimajd S, Tilbrook J, Fleury D 2016. Genetic Association of Stomatal Traits and Yield in Wheat Grown in Low Rainfall Environments. BMC Plant Biology, 16:150-164.
- Ślesak I, Libik M, Karpinska B, Karpinski S, Miszalski Z 2007. The role of hydrogen peroxide in regulation of plant metabolism and cellular signalling in response to environmental stresses. Acta Biochimica Polonica, 54(1): 39-50.
- Song Y, Miao Y, Song CP 2014. Behind The Scenes: The Roles of Reactive Oxygen Species in Guard Cells. New Phytologist, 201: 1121-1140.
- Steel RGD, Torrie JH 1984. A Biometrical Approach 2<sup>nd</sup> Ed. McGraw Hill Book Co. Inc., Singapore.
- Steward FC 1963. Plant Physiology, Vol III: Inorganic Nutrition of Plants. Academic Press, New York and London. p 100.
- Uchida A, Jagendorf AAT, Hibino T, Takabe T, Takabe T 2002. Effects of hydrogen peroxide and nitric oxide on both salt and heat stress tolerance in rice. Plant Science, 163: 515-523.
- Valentović P, Luxová M, Kolarović L, Gašparíková O 2006. Effect of Osmotic Stress on Compatible Solutes Content, Membrane Stability and Water Relations in Two Maize Cultivars. Plant Soil Environ., 52(4): 186-191.
- Wahid A, Perveen M, Gelani S, Basra SMA 2007. Pretreatment of seed with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> improves salt tolerance of wheat seedlings by alleviation of oxidative damage and expression of stress proteins. Journal of Plant Physiology, 164: 283-294.
- Xu Z, Zhou G 2008. Responses of Leaf Stomatal Density to Water Status and Its Relationship With Photosynthesis in A Grass. J. Exp. Bot., 59(12): 3317-3325.
- Zadoks JC, Chang TT, Konzak CF 1974. A Decimal Code for Growth Stages of Cereals. Weed Res., 14: 415-421.

## Linkage Disequilibrium (LD) Analysis in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Populations Spreading in Different Geographies of the World

Doğan İLHAN 

Kafkas Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Kars, Türkiye  
✉: ilhan83@gmail.com

### ABSTRACT

Cultivated alfalfa (*Medicago sativa* L.) was derived from *Medicago sativa* species complex as a result of breeding efforts. New efforts have focused on to determine the DNA polymorphisms based on molecular markers and to link these polymorphisms with related phenotype recently. Especially, the relationships between genotypes and phenotypes are evaluated as Linkage Analysis and Association Mapping Studies. On the basis of information, in this study, Linkage Disequilibrium (LD) analysis was also performed using 31 SSR markers for the 70 populations. For the LD analysis, 23 of the 31 markers identified the physical distances on the 8 chromosomes of the alfalfa. Distances of 103 loci on 8 chromosomes were determined based on *Medicago truncatula* genome. A significant ( $p < 0,0001$ ) LD value was not observed in these populations for the evaluated markers.

DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.452852

### Article History

Received : 20.02.2018

Accepted : 19.04.2018

### Keywords

*Medicago sativa* species complex, physical distances, SSR markers, chromosome

### Research Article

## Dünyanın Farklı Coğrafyalarında Yayılış Gösteren Yonca (*Medicago sativa* L.) Populasyonlarında Bağlantı Eşitsizliği Analizi

### ÖZET

Kültür yoncası (*Medicago sativa* L.), ıslah çalışmaları sonucunda *Medicago sativa* tür kompleksinden geliştirilmiştir. Son zamanlarda, yonca bitkisindeki çalışmaların moleküler markörler temelinde DNA polimorfizmlerini belirlemeye ve bu polimorfizmlerle ilişkili olan fenotipler arasında bağlantı kurmaya odaklandığı bilinmektedir. Özellikle genotipler ve fenotipler arasındaki ilişkiler, Bağlantı Analizleri ve İlişki Haritalama çalışmaları şeklinde değerlendirilmektedir. Bilgiler temelinde bu çalışmada; 70 populasyon için 31 SSR markörü kullanılarak Bağlantı Eşitsizliği (Linkage Disequilibrium, LD) analizi de gerçekleştirilmiştir. Bağlantı Eşitsizliği analizi için; 31 markörden 23 tanesinin yonca'nın 8 kromozomu üzerindeki fiziksel mesafeleri belirlenmiştir. 8 kromozom üzerinde 103 lokustan oluşan mesafeler *Medicago truncatula* genomu temel alınarak saptanmıştır. Değerlendirilen markörler için; bu populasyonlarda önemli ( $p < 0,0001$ ) bir Bağlantı Eşitsizliği (LD) değeri gözlenmemiştir.

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 20.02.2018

Kabul Tarihi : 19.04.2018

### Anahtar Kelimeler

*Medicago sativa* tür kompleksi, fiziksel mesafeler, SSR markörler, kromozom

### Araştırma Makalesi

To cite: İlhan D 2018. Linkage Disequilibrium (LD) Analysis in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Populations Spreading in Different Geographies of the World. KSÜ Tar Doğa Derg 21(6) : 846-853, DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.452852

### INTRODUCTION

Alfalfa (*Medicago sativa* L.) plant is rather important to show high genomic similarity to *Medicago truncatula* which is a model organisms of legume forage and, thus alfalfa is preferred as talented reference forage crop in terms of molecular studies (Kir et al., 2008; Julier et al., 2003). It is known that both morphologic characters and ploidy levels are used to identify the alfalfa subspecies classification. (Lesins and Lesins, 1979). Recently, the classification of these taxa is supported with molecular marker studies (Sakiroglu et al., 2011; İlhan et al., 2016). Most of

alfalfa cultivars are synthetic populations which are improved as a result of recurrent phenotypic selections. Especially, main agronomic traits, such as winter hardness, pathogen resistance and biomass, present genetic merits for plants in consequence of phenotypic evaluations (Brummer, 1999). It is essential to determine DNA polymorphisms, which cause phenotypic variations, and genetic variations, which are underlying genetic diversity in plant breeding (Lande and Thompson, 1990). In the historical process, separating populations, together with molecular markers, are used to detect relations

between genotype and phenotypes as a result of controlled crossbreeding (Stuber et al., 1999). Linkage Disequilibrium (LD) value has a major effect on giving the meaning of relations among populations (Yu et al., 2006). LD can be explained as the non-random association among alleles at distinct loci in a breeding population. The degree of LD among loci is substantial for genetic analysis (Flint-Garcia et al., 2003). Indeed, LD distance in genome substantially is a significant parameter both in specifying the number of marker and building the mapping strategy (Rafalski and Morgante, 2004). The size of LD in populations was detected to be positively correlated with number of markers (Li et al., 2011b).

In heterozygous plants, when the pairs of alleles located on the same haplotype they have high values of LD but when the alleles located different haplotype, the amount of LD decreases. Self-fertilizing plants commonly have less LD decay than homozygous ones due to inefficient recombination. Although, LD decay is shown at short distance (100-1500bp) in some outcrossing species such as maize (Remington et al., 2001; Tenaillon et al., 2001), In Barley and other selfing crops, it is revealed as at large distance (up to 20cM) (Kraakman et al., 2004) and durum wheat (Maccaferri et al., 2005). On the contrary, in natural populations such as *Medicago truncatula* (Branca et

al., 2011) and *Arabidopsis thaliana* (Nordborg et al., 2002), is shown much faster LD decay. Perennial species have less LD decay because of limited recombinations (Raboin et al., 2008). Comprehensive studies about LD were carried out in *Arabidopsis thaliana* (Nordborg et al., 2002; Kim et al., 2007), Maize (Yan et al., 2009; Van Inghelandt et al., 2011), alfalfa (Li et al., 2014) and other plants but it is limited on alfalfa.

It is clear that the sizes of LD in some alfalfa populations are not known. Therefore, LD analysis of 70 alfalfa populations that are distributing from various regions of world were performed using 31 SSR markers in this study.

## MATERIAL and METHOD

### Plant materials

Seventy different populations of 3 subspecies (*sativa*, *varia* and *falcata*) were used as plant materials. Each population was represented with four individual genotypes and totally 280 genotypes including 112 individual *sativa*, 120 individual *falcata* and 48 individual *varia* genotypes were used (Table 1 and 2). All seeds in this study were selected from the USDA National Plant Germplasm System.

Table 1. Localities and germplasm information of plant materials.

Number	Chromosome Number	PI Number	Subspecies	Origin Country	Latitude	Longitude	Status
1	32	PI 173733	<i>sativa</i>	Turkey	37 deg. 16 min. 0 sec. N (37.26666667)	38 deg. 49 min. 0 sec. E (38.81666667)	Unknown
2	32	PI 179369	<i>sativa</i>	Turkey	39 deg. 0 min. 0 sec. N (39)	43 deg. 21 min. 0 sec. E (43.35)	Unknown
3	32	PI 180303	<i>sativa</i>	India	22 deg. 18 min. 0 sec. N (22.3)	70 deg. 53 min. E (70.88333333)	Unknown
4	32	PI 182240	<i>sativa</i>	Turkey	38 deg. 13 min. 0 sec. N (38.21666667)	37 deg. 12 min. 0 sec. E (37.2)	Unknown
5	32	PI 183262	<i>sativa</i>	Saudi Arabia	-	-	Unknown
6	32	PI 196225	<i>sativa</i>	India	-	-	Unknown
7	32	PI 198963	<i>sativa</i>	Cyprus	-	-	Unknown
8	32	PI 199273	<i>sativa</i>	Poland	-	-	Landrace
9	32	PI 201863	<i>sativa</i>	Iran	31 deg. 55 min. 0 sec. N (31.91666667)	54 deg. 22 min. 0 sec. E (54.36666667)	Unknown
10	32	PI 206576	<i>sativa</i>	Greece	-	-	Unknown
11	32	PI 206698	<i>sativa</i>	Turkey	38 deg. 36 min. 0 sec. N (38.6)	39 deg. 2 min. E (39.03333333)	Unknown
12	32	PI 208683	<i>sativa</i>	Algeria	-	-	Unknown
13	32	PI 210763	<i>sativa</i>	Spain	-	-	Unknown
14	32	PI 214218	<i>falcata</i>	Denmark	-	-	Wild
15	32	PI 217648	<i>sativa</i>	Iraq	-	-	Unknown
16	32	PI 220531	<i>sativa</i>	Afghanistan	34 deg. 20 min. N (34.33333333)	62 deg. 12 min. 0 sec. E (62.2)	Unknown
17	32	PI 222198	<i>falcata</i>	Afghanistan	33 deg. 42 min. 36 sec. N (33.71)	69 deg. 10 min. 12 sec. E (69.17)	Wild

18	32	PI 239954	<i>sativa</i>	Algeria	35 deg. 33 min. 0 sec. N (35.55)	5 deg. 10 min. 12 sec. E (5.17)	Unknown
19	32	PI 244317	<i>sativa</i>	Spain	-	-	Unknown
20	32	PI 256337	<i>sativa</i>	Pakistan	-	-	Unknown
21	32	PI 262544	<i>sativa</i>	İsrael	-	-	Unknown
22	32	PI 299053	<i>sativa</i>	USSR	-	-	Unknown
23	32	PI 315484	<i>sativa</i>	USSR	-	-	Wild
24	32	PI 399551	<i>sativa</i>	Romania	-	-	Unknown
25	32	PI 420400	<i>sativa</i>	Spain	41 deg. 38 min. N (41.63333333)	0 deg. 53 min. W (-.88333333)	Unknown
26	32	PI 440517	<i>sativa</i>	Kazakhstan	-	-	Wild
27	32	PI 442877	<i>sativa</i>	China	-	-	Unknown
28	32	PI 464801	<i>varia</i>	Turkey	-	-	Wild
29	32	PI 464813	<i>varia</i>	Turkey	-	-	Wild
30	32	PI 476393	<i>varia</i>	Ukraine	-	-	Cultivar
31	32	PI 486202	<i>varia</i>	Ukraine	-	-	Wild
32	32	PI 486210	<i>varia</i>	USSR	-	-	Wild
33	32	PI 491407	<i>falcata</i>	China	-	-	Unknown
34	32	PI 494661	<i>falcata</i>	Romania	46 deg. 54 min. 36 sec. N (46.91)	23 deg. 25 min. 12 sec. E (23.42)	Wild
35	32	PI 499548	<i>falcata</i>	China	43 deg. 58 min. 0 sec. N (43.96666667)	116 deg. 2 min. E (116.03333333)	Wild
36	32	PI 499664	<i>falcata</i>	China	44 deg. 5 min. 24 sec. N (44.09)	88 deg. 30 min. 36 sec. E (88.51)	Wild
37	32	PI 499665	<i>falcata</i>	China	43 deg. 34 min. 12 sec. N (43.57)	87 deg. 2 min. 24 sec. E (87.04)	Wild
38	32	PI 502441	<i>falcata</i>	Russia	46 deg. 11 min. 24 sec. N (46.19)	43 deg. 53 min. 24 sec. E (43.89)	Wild
39	32	PI 502446	<i>falcata</i>	Russia	-	-	Wild
40	32	PI 502459	<i>sativa</i>	Kazakhstan	-	-	Wild
41	32	PI 502474	<i>sativa</i>	Armenia	-	-	Wild
42	32	PI 502514	<i>varia</i>	USSR	-	-	Cultivar
43	32	PI 502521	<i>varia</i>	USSR	-	-	Cultivar
44	32	PI 502529	<i>varia</i>	USSR	-	-	Cultivar
45	32	PI 502532	<i>varia</i>	USSR	-	-	Cultivar
46	32	PI 502533	<i>varia</i>	USSR	-	-	Cultivar
47	32	PI 502540	<i>varia</i>	USSR	-	-	Cultivar
48	32	PI 503867	<i>varia</i>	Romania	45 deg. 2 min. N (45.03333333)	29 deg. 10 min. 0 sec. E (29.16666667)	Unknown
49	32	PI 516902	<i>sativa</i>	Morocco	31 deg. 38 min. 24 sec. N (31.64)	7 deg. 43 min. 48 sec. W (-7.73)	Wild
50	32	PI 538983	<i>falcata</i>	Ukraine	-	-	Wild
51	32	PI 631573	<i>falcata</i>	Italy	45 deg. 38 min. N (45.63333333)	13 deg. 46 min. 0 sec. E (13.76666667)	Wild
52	32	PI 631579	<i>falcata</i>	Italy	45 deg. 52 min. 0 sec. N (45.86666667)	13 deg. 29 min. E (13.48333333)	Wild
53	32	PI 631582	<i>falcata</i>	Turkey	39 deg. 45 min. 0 sec. N (39.75)	37 deg. 2 min. E (37.03333333)	Wild
54	32	PI 631585	<i>falcata</i>	Italy	45 deg. 39 min. 0 sec. N (45.65)	13 deg. 47 min. E (13.78333333)	Wild
55	32	PI 631592	<i>falcata</i>	Italy	45 deg. 39 min. 0 sec. N (45.65)	13 deg. 47 min. E (13.78333333)	Wild
56	32	PI 631796	<i>falcata</i>	Czech Republic	49 deg. 12 min. 0 sec. N (49.2)	16 deg. 38 min. E (16.63333333)	Wild
57	32	PI 631845	<i>falcata</i>	Sweden	-	-	Wild
58	32	PI 631855	<i>falcata</i>	Sweden	57 deg. 11 min. N (57.18333333)	12 deg. 20 min. E (12.33333333)	Wild
59	32	PI 631859	<i>falcata</i>	Sweden	-	-	Wild

Number	Chromosome Number	PI Number	Subspecies	Origin Country	Latitude	Longitude	Status
60	32	PI 641381	<i>falcata</i>	Russia	56 deg. 5 min. N (56.08333333)	92 deg. 46 min. 0 sec. E (92.76666667)	Wild
61	32	PI 641383	<i>falcata</i>	Russia	55 deg. 27 min. 0 sec. N (55.45)	78 deg. 18 min. 0 sec. E (78.3)	Wild
62	32	PI 641400	<i>falcata</i>	Russia	-	-	Wild
63	32	PI 641545	<i>falcata</i>	Mongolia	49 deg. 59 min. 7 sec. N (49.98527778)	107 deg. 13 min. 37 sec. E (107.22694444)	Wild
64	32	PI 641546	<i>falcata</i>	Mongolia	50 deg. 17 min. 59 sec. N (50.29972222)	104 deg. 58 min. 51 sec. E (104.98083333)	Wild
65	32	PI 641548	<i>falcata</i>	Mongolia	50 deg. 1 min. 43 sec. N (50.02861111)	105 deg. 17 min. 27 sec. E (105.29083333)	Wild
66	32	PI 641581	<i>falcata</i>	Kazakhstan	49 deg. 26 min. 24 sec. N (49.44)	58 deg. 37 min. 14 sec. E (58.62055556)	Wild
67	32	PI 641582	<i>falcata</i>	Kazakhstan	49 deg. 27 min. 6 sec. N (49.45166667)	58 deg. 37 min. 14 sec. E (58.62055556)	Wild
68	32	PI 641585	<i>falcata</i>	Kazakhstan	49 deg. 33 min. 51 sec. N (49.56416667)	58 deg. 55 min. 0 sec. E (58.91666667)	Wild
69	32	PI 641588	<i>falcata</i>	Kazakhstan	49 deg. 18 min. 51 sec. N (49.31416667)	59 deg. 3 min. 34 sec. E (59.05944444)	Wild
70	32	PI 641599	<i>falcata</i>	Kazakhstan	48 deg. 34 min. 19 sec. N (48.57194444)	57 deg. 19 min. 6 sec. E (57.31833333)	Wild

Table 2. The Numbers of Used Individuals and Accessions Numbers for Plant Materials

Subspecies	The Number of Used Accessions	The Number of Used Individuals
<i>M. sativa</i> ssp. <i>sativa</i>	28	112
<i>M. sativa</i> ssp. <i>falcata</i>	30	120
<i>M. sativa</i> ssp. <i>varia</i>	12	48
Total Numbers	70	280

### Plant growing and DNA isolation

Plant seeds were sown in plastic pots containing soil under sterile conditions. Plants were grown under greenhouse conditions (25±2 °C, 8/16-h photoperiod) and organized with 4 replicates at Kafkas University of Kars city for 3 months. DNA isolation was achieved using CTAB method and leaves (Doyle and Doyle, 1990). DNAs were diluted to 10 ng/μl so that PCR reactions can be set up.

### PCR reactions and data scoring with SSR markers

We selected 31 SSR markers (Table 3), which were used in alfalfa studies (Diwan et al., 2000; Julier et al., 2003; Robins et al., 2007). PCR reactions were conducted with M13 protocol (Schuelke, 2000). SSR

markers were amplified by independent PCR reactions (Julier et al., 2003; Sledge et al., 2005). PCR products were visualized with ABI3730 sequencer at the institute of The Samuel Robert Noble Foundation in the USA. Allele scoring was carried out using GENEMARKER software (SoftGenetics, State College, PA). Scoring was accomplished as presence or absence of each individual allele in this study.

### Linkage Disequilibrium (LD) analysis

LD tests were carried out among SSR loci using POWERMARKER v3.23 (Liu, 2002) software. Since many tests were performed, experimental error ratio increased in the study.

Table 3. 31 SSR Primers and Allele Sizes

Marker	Forward Primer	Reverse Primer	Allele Sizes
al369471	AACCAGTGAGTGGATGTGGTC	GTGAAAACCCTTAGCACCGA	155-222
aw373	TATCATCCTGGTTCGTTCTCTCT	GGTTGAGCTTGAGAAAATCTG A	118-152
mtic332	CCCTGGGTTTTTGATCCAG	GGTCATACGAGCTCCTCCAT	119-170
bg648700	GCTTTTCACACCTCCACTCC	ACGGGAAAGACTCCCCTCT	208-273
aw282	CGACCAAATCACTCTTCTTCAA	AATCCAAGACCATTACCTGAG	208-308
bf650422	ACAACAACGATGGACAACGA	CAGGCATTGGTGGAACAGT	265-319
aw774443	ATTCGCAGTGAGCTGATCCT	GACATTTGCAGACCACCATT	215-239
aw394	AGGATGATGTGGAAGGAAGAAA	TTGCTAGAGCCTTAAACCCTGT	233-275
aw319	AAAAGGTTTCTAACACCAAGCA	TTCCTGACTTTCCATGATCCTT	216-246
aw586158	GATCAATTCGTGCAGAAGCA	ATTCATCCTTGCTCGTTTCG	202-236
b21e13	GCCGATGGTACTAATGTAGG	AAATCTTGCTTGCTTCTCAG	133-192
aw690263	TTACCATATTAACCCCGCA	CGCATATCACCTCCCAGAAT	245-265
aw379	GTCTCTCTCTATTCTCTTCCCTT TTC	TTCTCGAAATCTTCTGCTCTCG	208-262
aw691701	CACCACAAAACGCAAACAAC	ACCCTATTGTCTCCCCATCC	107-162
aw387	GAACACTCTCCGAAACAAGGAC	ATAAGCCATTCTCAGCACCGTA	194-226
aw688546	GGTGAATTTTCTCCACTTCCA	TCGGCTCAGTTTAGGCTTCT	292-350
al367160	CCCCATTGACGCATTCTTAC	TCCTCAACCAACCCTTCT	246-330
aw559239	TTCTCTTCCCAATGGACAG	TCTCTGATACCCATTTGCC	239-389
bg448975	TCGGATCTGACACGATTTTG	TTGGTTAAAAGATGAAGATGAA CG	207-256
aw685868	AAGCAAGTTCTGTGATGGAGA	TTGTGAAAGCCAAAACACCA	271-310
be100	GCATTAGCACCTCATTCATATC	TGCAGAGACTTTTGAACACCTT	273-311
aw295	CAACATTCTTCCATTTCTTCC	TCTTCATCTTCGTCTCTTCAA	216-277
aw348	GCAACCATCTAAACCCAACAA	AGGCTAATCGACGGGAAAAT	206-255
bg647796	GCAAGAAAGCATAGGCTGAGA	GTGAAGCTGCACGAATTTCA	260-307
mtic14	CAAACAAACAACACAAACATGG	CCCATTGATTGGTCAAGGTT	121-139
aw256	ACCACTACTGCGTTTGTGTTGTG	TAAGGAGTTTGAATGGGAAG A	212-240
aw343	GGTTCGTGTATTTGTTTCGATCC	AATCTCCAAGGTTCCATCTTCA	205-243
afct45	TAAAAACGGAAAGAGTTGGTT AG	GCCATCTTTTCTTTTGCTTC	135-179
aa660573	TTCCGCCATAGTCTTTGAC	TAAATGTGTCCTGCGTCTGG	294-363
bg454744	TCACAAAGCGAAAAATGTGA	CCAGGATCAAGGTAAGCCAA	365-403
aw695813	AACAGAATGCATTGCACGAA	TTCGTTGAACGTTGGATTGA	265-727

We calculated Exact-p values to prevent this inconvenience. After using QValue 1.36.0 software (Dabney and Storey, 2007), Q values, which are appropriate experimental error ratio for P values, were obtained. Subsequently, we determined physical locations of 23 SSR alleles by means of *M. truncatula* genome sequence build program (version of 3.5.1). Finally, LD values were calculated comparing with physical distances.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Linkage Disequilibrium (LD) analysis

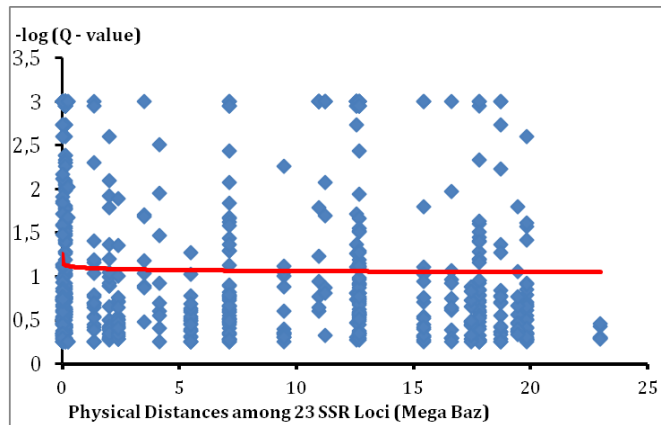
Because of absent and present, in order to achieve LD analysis of SSR markers, only allele tests were implemented in the study. *M. truncatula* genetic maps were used to find locations on chromosomes of markers. Compatibly, aw774443 and AW981317

markers constituted group of Linkage 1 localized on chromosome 1, AW691788, aw586158, B21E13 markers, group of Linkage 2 localized on chromosome 2, aw690263, AW776398, aw691701, AW980858 markers, group of Linkage 3 localized on chromosome 3, aw688546, al367160, aw559239, bg448975 markers, group of Linkage 4 localized on chromosome 4, BE317308, AW689203, AW695900 markers, group of Linkage 5 localized on chromosome 5, AW686906, AW694962, afct45 markers, group of Linkage 7 localized chromosome 7 and aa660573, aw695813, bg647796 markers, group of Linkage 8 localized on chromosome 8. LD was not calculated for chromosome 6 owing to the fact that only mtic14 marker localized on this chromosome.

Consequently, physical distances of 23 markers that consisted of 103 loci were detected all on 8



chromosomes of the *M. truncatula* and LD analysis was achieved. P values derived from LD analysis were converted into firstly  $-\log(P \text{ value})$  and then  $-\log(Q \text{ value})$  for easy visualization. P values were 0.0001 or lower [ $-\log(Q \text{ value}) \geq 3$ ] when the logarithmical Q values were compared with physical distances which are size of Mega Base of markers on chromosomes. It is concluded that there was no significant ( $p < 0,0001$ ) LD in these populations (Figure 1).



**Figure 1.** Linkage Disequilibrium (LD) ( $-\log(Q \text{ value})$ ) plot based on 8 chromosomes of *Medicago truncatula* for 70 alfalfa populations

Linkage Disequilibrium values in plants ranged increasingly from hundreds of base pairs to thousands according to species or population (Alm et al., 2003; Hyten et al., 2007; Liu and Burke, 2006; Mather et al., 2007; Morrell et al., 2005; Simko et al., 2006). It is known that prime biologic factors such as selection, mutation, genetic drift, recombination rate and population structure effect LD value (Flint-Garcia et al., 2003). Especially, on the ground that autogamic species have effective recombination rate, autogamic species have lower level LD values than allogamic species have (Nordborg, 2000). It seems that confirmed varieties generally have more LD values than wild populations. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) (Liu and Burke, 2006) and Barley (*Hordeum vulgare* L.) (Caldwell et al., 2006) can be exemplified for this event. Previous studies show that in wild diploid alfalfa collections within candidate genes relation with lignine biosynthesis (Sakiroglu et al., 2012) and within some genes which is responsible for flowering time of certain tetraploid varieties (Herrmann et al., 2010), there is a substantially LD degradation. We concluded that there was no significant ( $P < 0,0001$ ) LD in these populations. Here, we used only 31 markers and 280 genotypes. This number of marker may not be effective for evaluating LD. Another possibility may be wild alfalfa populations because in alfalfa used in breeding population SSR markers were practised and found 0.5 Mbp ( $P < 0.01$ ) of LD value (Li et al., 2011b). Used wild alfalfa subspecies, which were collected broad and

diversity regions in the world in this study, confirm the expectations with lower LD value.

## CONCLUSIONS

The size of LD is an important theoretical genomic parameter that has implications for genome mapping efforts. The genome mapping is a crucial breeding tool to pinpoint the polymorphism that controls phenotype of interest. Effective detection of the genomic regions corresponding to the target trait is one of the ways to accelerate the breeding efforts. Therefore, determining LD is an important breeding goal. However, LD estimates could be different among various marker systems owing to the evolutionary pattern of each marker system and ploidy levels of genotype panel. Since SSR markers are much more recent, they are supposed to indicate more LD than other marker systems (Şakiroğlu et al., 2012) provided that the genome is sufficiently covered. The results provided here reveals that the number of markers is expected to be more to establish a robust LD estimate when a tetraploid panel is used.

## ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by Scientific Research Projects of Kafkas University in Turkey with Project No: 2012-FEF-29. We thank The Samuel Roberts Noble Foundation, Ardmore, OK, USA for supports with their laboratories and facilities.

## REFERENCES

- Alm V, Fang C, Busso CS, Devos KM, Vollan K, Grieg Z, Rognli OA 2003. A linkage map of meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.) and comparative mapping with other Poaceae species. *Theor. Appl. Genet.* 108:25–40.
- Branca A, Paape TD, Zhou P, Briskine R, Farmer AD, Mudge J, Bharti AK, Woodward JE, May GD, Gentzmittel L, Ben C, Denny R, Sadowsky MJ, Ronfort J, Bataillon T, Young ND, Tif-fin P 2011. Whole-genome nucleotide diversity, recombination and linkage disequilibrium in the model legume *Medicago truncatula*. *Proc Natl Acad Sci USA* 108:E864–E870.
- Brummer EC 1999. Capturing heterosis in forage crop cultivar development. *Crop Sci* 39: 943–954.
- Caldwell KS, Russell J, Langridge P, Powell W 2006. Extreme population-dependent linkage disequilibrium detected in an inbreeding plant species, *Hordeum vulgare*. *Genetics* 172:557–567.
- Dabney AR, Storey JD 2007. A new approach to intensity-dependent normalization of two-channel microarrays. *Biostatistics* 8: 128-139.
- Doyle JJ, Doyle JL 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus* 12:13–15.
- Flint-Garcia SA, Thornsberry JM, Buckler ES 2003. Structure of linkage disequilibrium in plants.

- Annu. Rev. Plant Biol. 54:357–374.
- Herrmann D, Barre P, Santoni S, Julier B 2010. Association of a CONSTANS-LIKE gene to flowering and height in autotetraploid alfalfa. *Theor Appl Genet.*, 121: 865-876.
- Hytien DL, Choi IY, Song Q, Shoemaker RC, Nelson RL, Costa JM, Specht JE, Cregan PB 2007. Highly variable patterns of linkage disequilibrium in multiple soybean populations. *Genetics* 175:1937–1944.
- İlhan D, Li X, Brummer EC, Sakiroglu M 2016. Genetic Diversity and Population Structure of Tetraploid Accessions of the *Medicago sativa* – *falcata* Complex. *Crop Science* 56: 1-11.
- Julier B, Flajoulot S, Barre P, Cardinet G, Santoni S, Huguet T, Huyghe C 2003. Construction of two genetic linkage maps in cultivated tetraploid alfalfa (*Medicago sativa*) using microsatellite and AFLP markers. *BMC Plant Biol.*, 3:9.
- Kim S, Plagnol V, Hu TT, Toomajian C, Clark RM, Ossowski S, Ecker JR, Weigel D, Nordborg M 2007. Recombination and linkage disequilibrium in *Arabidopsis thaliana*. *Nat Genet* 39:1151–1155.
- Kir B, Soya H 2008. The investigation on some yield and quality characteristics of some pasture type alfalfa cultivars. *Ege Univ. Journal of Agriculture Faculty*, 45 (1): 11-19. (in Turkish).
- Kraakman ATW, Niks RE, Van den Berg P, Stam P, Van Eeuwijk FA 2004. Linkage disequilibrium mapping of yield and yield stability in modern spring barley cultivars. *Genetics* 168:435–446.
- Lande R, Thompson R 1990. Efficiency of marker-assisted selection in improvement of quantitative traits. *Genetics*, 124: 743-756.
- Lesins KA, Lesins I 1979. Genus *Medicago* (Leguminosae), A taxogenetic study. Dr. W. Junk Publishers, The Hague.
- Li X, Wei Y, Moore KJ, Michaud R, Viands DR et al. 2011b. Association mapping of biomass yield and stem composition in a tetraploid alfalfa breeding population. *Plant Genome* 4: 24–35.
- Li X, Han Y, Wei Y, Acharya A, Farmer AD, Ho J, Monteros MJ, Brummer EC 2014. Development of an alfalfa SNP array and its use to evaluate patterns of population structure and linkage disequilibrium. *PLoS One* 9:e84329.
- Liu J 2002. POWERMARKER—a powerful software for marker data analysis. Raleigh, NC: North Carolina State University, Bioinformatics Research Center. <http://www.POWERMARKER.net>
- Liu A, Burke JM 2006. Patterns of nucleotide diversity in wild and cultivated sunflower. *Genetics* 173:321–330.
- Maccaferri M, Sanguineti MC, Noli E, Tuberosa R 2005. Population structure and long-range linkage disequilibrium in a durum wheat elite collection. *Mol Breed* 15:271–290.
- Mather KA, Caicedo AL, Polato NR, Olsen KM, McCouch S, Purugganan MD 2007. The extent of linkage disequilibrium in rice (*Oryza sativa* L.). *Genetics* 177:2223–2232.
- Morrell PL, Toleno DM, Lundy KE, Clegg MT 2005. Low levels of linkage disequilibrium in wild barley (*Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum*) despite high rates of self-fertilization. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 102:2442–2447.
- Nordborg M 2000. Linkage disequilibrium, gene trees and selfing: An ancestral recombination graph with partial self-fertilization. *Genetics* 154:923–929.
- Nordborg M, Borevitz JO, Bergelson J, Berry CC, Chory J, Hagenblad J, Kreitman M, Maloof JN, Noyes T, Oefner PJ, Stahl EA, Weigel D 2002. The extent of linkage disequilibrium in *Arabidopsis thaliana*. *Nat Genet* 30:190–193.
- Raboin L-M, Pauquet J, Butterfield M, D'Hont A, Glaszmann J-C 2008. Analysis of genome-wide linkage disequilibrium in the highly polyploid sugarcane. *Theor Appl Genet* 116:701–714.
- Rafalski A, Morgante M 2004. Corn and Humans: recombination and linkage disequilibrium in two genomes of similar size. *Trends Genet.*, 20:103-111.
- Remington DL, Thornsberry JM, Matsuoka Y, Wilson LM, Whitt SR, Doebley J, Kresovich S, Goodman MM, Buckler ES 2001. Structure of linkage disequilibrium and phenotypic associations in the maize genome. *Proc Natl Acad Sci USA* 98:11479–11484.
- Robins JG, Luth D, Campbell IA, Bauchan GR, He CL et al. 2007. Genetic mapping of biomass production in tetraploid alfalfa. *Crop Sci* 47: 1–10.
- Schuelke M 2000. An economic method for the fluorescent labelling of PCR fragments. *Nat Biotechnol* 18:233–234
- Sledge MK, Ray IM, Jiang G 2005. An expressed sequence tag SSR map of tetraploid alfalfa (*Medicago sativa* L.) *Theor Appl Genet*, 111: 980-992.
- Stuber CW, Polacco M, Senior ML 1999. Synergy of empirical breeding, marker-assisted selection, and genomics to increase crop yield potential. *Crop Sci.*, 39: 1571-1583.
- Sakiroglu M, İlhan D, Kaya MM, Demirozoglul O, Ulucay O, Eren B 2011. In the Light of The Current State of The Molecular Complex of (*M. sativa* L.). *Kafkas Univ. Journal of Science Instit.* 4(1):32-42. (in Turkish).
- Sakiroglu M, Sherman-Broyles S, Story A, Moore KJ, Doyle JJ and Brummer EC 2012. Patterns of linkage disequilibrium and association mapping in diploid alfalfa (*M. sativa* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 125(3):577-590.
- Sakiroglu M, Brummer EC 2012. Presence of phylogeographic structure among wild diploid alfalfa populations (*Medicago sativa* subsp.

- microcarpa* Urb.) with evidence of the center of origin. Genet Resour Crop Evo., 60:23-31.
- Tenaillon MI, Sawkins MC, Long AD, Gaut RL, Doebley JF, Gaut BS 2001. Patterns of DNA sequence polymorphism along chromosome 1 of maize (*Zea mays* ssp. *mays* L.). Proc Natl Acad Sci USA 98:9161–9166.
- Van Inghelandt D, Reif JC, Dhillon BS, Flament P, Melchinger AE 2011. Extent and genome-wide distribution of linkage disequilibrium in commercial maize germplasm. Theor Appl Genet 123:11–20.
- Yan J, Shah T, Warburton ML, Buckler ES, McMullen MD, Crouch J 2009. Genetic characterization and linkage disequilibrium estimation of a global maize collection using SNP markers. PloS One 4:e8451.
- Yu J, Pressoir G, Briggs WH, Vroh BI, Yamasaki M et al. 2006. A unified mixed-model method for association mapping that accounts for multiple levels of relatedness. Nat Genet 38: 203–208.

## Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Avşar Yerleşkesi Tohumlu Bitkilerinin Çeşitliliği ve Sistematiği

Alper UZUN<sup>1</sup>, Seyran PALABAŞ UZUN<sup>1</sup>, Sibel YAĞMUR KORKMAZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, <sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş

### ÖZET

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Avşar yerleşkesi tohumlu bitki çeşitliliğini belirlemek ve sistematiğinin oluşturulması amacıyla yapılmıştır. Araştırma alanı Kahramanmaraş ili sınırları içinde ve Davis'in karelej (Grid) sistemine göre C6 karesinde yer almaktadır. Bu çalışmada, Nisan 2016 – Haziran 2017 tarihleri arasında yapılan arazi çalışmalarında toplanan bitki örnekleri değerlendirilmiş ve 65 familya, 194 cinse ait 279 tohumlu bitki taksonu tespit edilmiştir. Bu taksonlardan 2 adeti (% 0.71) (*Papaver clavatum*, *Trigonella kotschy*) Türkiye için endemiktir. Ayrıca Türkiye için endemik olup yalnızca Muğla ve çevresinden bilinen *Liquidambar orientalis* var. *orientalis* taksonu yerleşke içerisinde ex-situ olarak bulunmaktadır. Fitocoğrafik bölgesi belirlenebilen taksonların 21'i (% 7.5) İran – Turan bölgesine, 10'u (% 3.5) Avrupa – Sibiryia bölgesine, 54'ü (% 19.3) Akdeniz bölgesine dâhildir. Çok bölgeli veya bölgesi bilinmeyen 194 takson ise % 69.5 oranına sahiptir. En çok taksona sahip familyalar, *Fabaceae* 54 takson (% 19.4), *Asteraceae* 29 takson (% 10.4), *Poaceae* 21 takson (% 7.5), *Rosaceae* 11 takson (% 3.9), *Apiaceae* ve *Brassicaceae* ise 10'ar taksona (% 3.6) sahiptir.

DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.452854

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 30.03.2018

Kabul Tarihi : 20.06.2018

### Anahtar Kelimeler

Tohumlu bitkiler,  
Flora,  
Avşar yerleşkesi,  
KSÜ,  
Kahramanmaraş

### Araştırma Makalesi

## Diversity and Systematics of Seed Plants in Avşar Campus, Kahramanmaraş Sütçü İmam University (KSU)

### ABSTRACT

This study was conducted in order to determine the seed plant diversity and systematics of Avşar Campus, Kahramanmaraş Sütçü İmam University (KSU). The research area was located within the borders of Kahramanmaraş province and C6 according to Davis' square (Grid) system. In this study, plant samples that were collected during the field studies conducted between April 2016 and June 2017 were evaluated. Total of 279 seed plant taxa belonging to 194 genera of 65 families were determined. Two of these taxa (0.71%) (*Papaver clavatum*, *Trigonella kotschy*) were endemic to Turkey. Also, *Liquidambar orientalis*, which is relict endemic taxon known only from Muğla and its environs, is found as planted for ex-situ conservation within the campus. Twenty-one (7.5%) of the taxa that can be identified phytogeographical region belong to Irano-Turanian region, 10 taxa (3.5%) belong to Euro-Siberian region and 54 taxa (19.3%) belong to Mediterranean region. 194 taxa, which are multi-regional or unknown, have a ratio of 69.5%. The richest families including *Fabaceae* with 54 taxa (19.4%), *Asteraceae* with 29 taxa (10.4%), *Poaceae* with 21 taxa (7.5%), *Rosaceae* with 11 taxa (3.9%), *Apiaceae* and *Brassicaceae* with 10 taxa each (3.6%) were determined.

### Article History

Received : 30.03.2018

Accepted : 20.06.2018

### Keywords

Seed plants,  
flora,  
Avşar campus,  
KSU,  
Kahramanmaraş

### Research Article

**To cite:** Uzun A, Palabaş Uzun S, Yağmur Korkmaz S 2018. Diversity and Systematics of Seed Plants in Avşar Campus, Kahramanmaraş Sütçü İmam University (KSU). KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(6) : 854-874, DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.452854

## GİRİŞ

Türkiye dünyada zengin floraya sahip ülkelerden biridir. Aynı zamanda Ilıman kuşak içerisinde yer alır. Bitki çeşitliliği açısından çevresinde yer alan birçok ülkeden farklı olan özelliklere sahiptir. Türkiye’de yayılış gösteren bitki türlerinin sayısı, Avrupa kıtasının tümünde yayılış gösteren bitki türlerinin sayısına yakındır (Erik ve Tarıkahya, 2004, Avcı, 2005). Türkiye Florasının 1/3 kadarının da endemik bitkilerden oluşması, bu çeşitliliğin korunması anlamında büyük değer ifade etmektedir (Başer, 2000; Avcı, 2005).

Ülkemiz florası hakkında bilgiler sunan ilk eser 1865-1888 yılları arasında İsviçreli botanikçi Pierre Edmond Boissier (1810 ile 1885 yılları arasında yaşamıştır) tarafından yazılan *Flora Orientalis*’tir. Bu kitaptan tam yüzyıl sonra, yazıldığı dönemde dünyanın en iyi ve kapsamlı florasından biri olan “Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası / Flora of Turkey and The East Aegean Islands” adlı eser İngiliz Botanikçi Prof. Peter Hadland Davis editörlüğünde dokuz esas ve bir ek cilt halinde 1965-1988 yılları arasında yayınlanmıştır (Davis ve ark., 1965-1985, Davis ve ark., 1988). Aynı eserin ikinci ek cildi de Türk botanikçilerin editörlüğünde 2000 yılında tamamlanmış ve yine Edinburgh Üniversitesi tarafından yayınlanmıştır (Güner ve ark., 2000).

11 cildin yayınlanması ve yeni türlerin de ilavesi ile birlikte Türkiye florasının bitki türü sayısı 9753’e ve toplam takson sayısı ise 11.707’e ulaşmıştır (Güner ve ark., 2012). Bu taksonlardan, 3035 tür endemik olup, toplam endemik takson sayısı 3649 (% 31)’dur. Son yıllarda yapılan flora ve revizyon çalışmaları ile birlikte Türkiye Florasına yeni taksonlar eklenmiştir. Yakın zamanda modern taksonomi biliminde, özellikle moleküler biyolojik çalışmaların da devreye girmesi ile bitkilerin sınıflandırılmasında bazı köklü değişiklikler de meydana gelmiştir.

Kahramanmaraş ili nesli tehdit altındaki tür yoğunluğu bakımından Akdeniz Biyoçeşitlilik Sıcak Noktası sınırları içerisinde kalmaktadır. Aynı zamanda sahip olduğu farklı iklim geçişleri, farklı fitocoğrafik bölgelere yakınlığı ve Anadolu Diyagonalı üzerinde bulunması nedeniyle zengin bitki ve habitat çeşitliliğine de ev sahipliği yapmaktadır. Bu nedenle de geçmişten günümüze yerli ve yabancı araştırmacıların mutlak uğrak noktalarından biri olmuştur.

Bu çalışma ile; (1) Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar yerleşkesi doğal ve egzotik tohumlu bitkilerinin detaylarıyla belirlenmesi, (2) İnternet tabanlı sanal yerleşke florasının oluşturulmasına katkı sağlanması, (3) Elde edilen veriler neticesinde

yerleşke alanında tehdit altında türün bulunup bulunmadığının tespiti ve IUCN tehlike kategorilerinin [CR; Çok Tehlikede, EN; Tehlikede, VU; Zarar Görebilir, NT; Tehdit Altına Girebilir, LC; En Az Endişe Verici, DD; Veri yetersiz] belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonunda doğal bitki elementlerinin varlığı dikkate alınarak, yerleşkede yapılacak tüm faaliyetlerin planlanmasında bu türlerin korunması ve kullanılması gerekliliği konusuna da dikkat çekilecektir.

## ÇALIŞMA ALANI

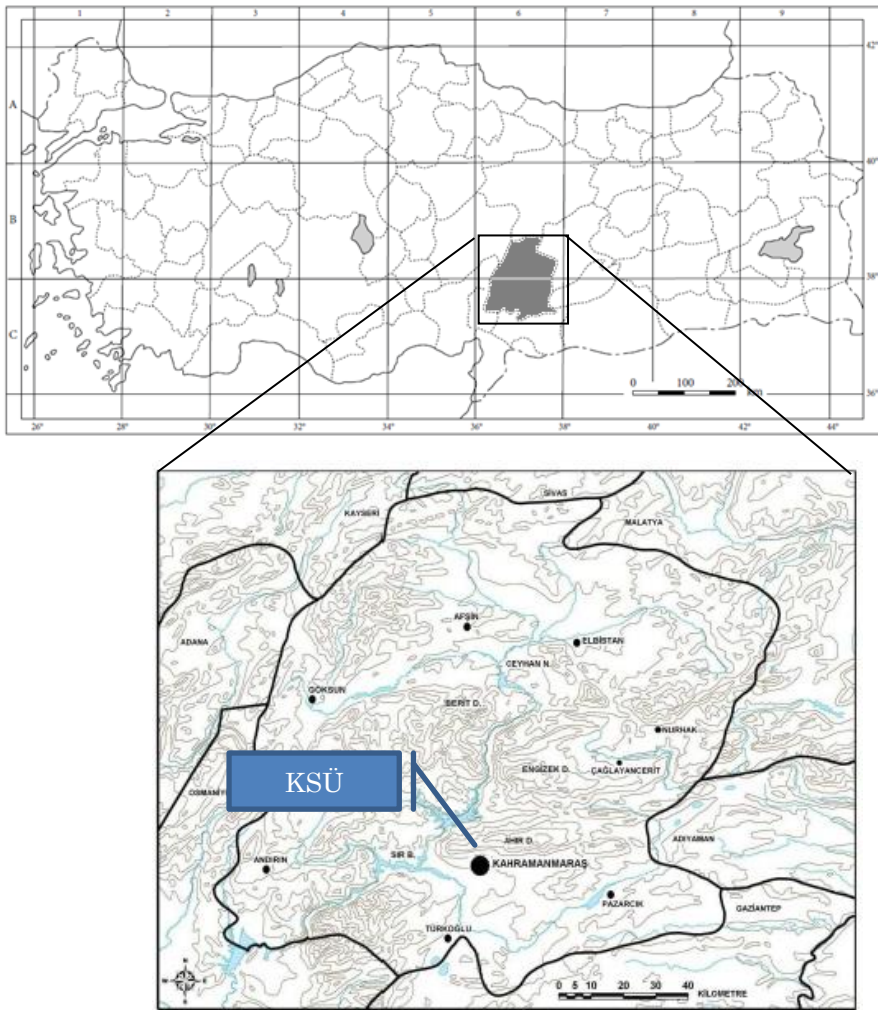
### Coğrafi Konumu

Kahramanmaraş’ın büyük bir bölümü Akdeniz Bölgesi’nin Adana Bölümü’nde yer alırken, Elbistan ve Afşin ilçeleri Doğu Anadolu Bölgesi’nin Yukarı Fırat Bölümü içerisinde kalır. Bu özelliği ile Kahramanmaraş, Akdeniz Bölgesi ile Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri’nin birbirleriyle birleştiği bir bölümde bulunmaktadır (Karabulut ve Cosun, 2009).

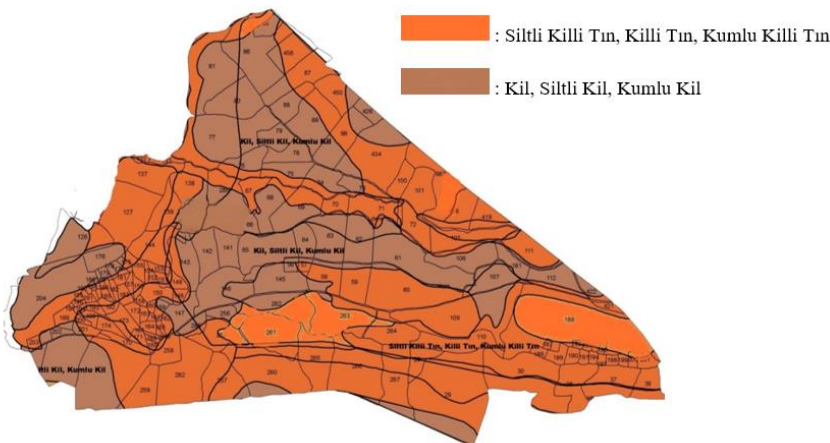
Kahramanmaraş, kuzeyden Sivas, batıdan Kayseri ve Adana, doğudan Malatya ve Adıyaman, güneyden Osmaniye ve Gaziantep ile çevrilidir (Şekil 1). Kahramanmaraş İli, 37°11’ ve 38°36’ kuzey enlemleri ile 36°15’ ve 37°42’ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Yüzölçümü ise 14.346 km<sup>2</sup>’dir (Anonim, 2005).

Kahramanmaraş’ın büyük bir bölümü dağlıktır. Kuzeyde Orta Torosların devamı olan Binboğa Dağları (2830 m) yer alır. Güneydoğu Toros dağ sistemlerine ait dağlardan en güneydeki Kahramanmaraş Ovası’nın kuzeyinde yer alan Ahir Dağı’dır (2301 m). Bunun kuzeyinde Engizek Dağı (2814 m), Berit Dağı (2917 m), ve 3000 m’yi geçen Nurhak Dağları (Killi Tepe; 3075 m) bulunur. Güneyde ise Amanos dağ sistemlerine bağlı Karlık (2061 m) ve Başkonuş dağları (1775 m) bulunur (Gürbüz, 2001). Ceyhan Nehri ve Aksu Erkenez, Göksu, Göksun, Hurman, Söğütlü Çayları, Fırın, Körsulu, Tekir Dereleri ile Andırın ve Keşiş Suyu il sınırları içerisindeki başlıca akarsulardır. Ovalar ise Kahramanmaraş, Elbistan, Göksun, Sağlık ve Narlı ovalarıdır (Anonim, 2005).

Araştırma alanı olarak seçilen Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi yerleşke alanı, Kahramanmaraş il sınırları içinde Kayseri karayolu üzerinde kalmaktadır. Çalışma alanı, Davis (1965)’in Türkiye’yi karelendiren grid sistemine göre C6 karesinde yer almaktadır (Şekil 2). Çalışma alanı coğrafi konum itibarıyla 36°47’-36°50’ boylamları ile 37°35’-36°34’ enlemleri arasında bulunmaktadır. Çalışma alanının yüksekliği 484 m ile 563 m arasında değişmektedir.



Şekil 1. Kahramanmaraş ilinin lokasyon haritası (Karabulut ve Cosun, 2009'dan değiştirilerek)



Şekil 2. KSÜ Avşar yerleşkesi toprak tekstürü haritası (Gündoğan ve ark., 1998)

### Genel Toprak Yapısı ve Jeolojisi

İl genelinde; iklim, topografya ve ana madde farklılıkları sebebiyle zamana bağlı olarak çeşitli büyük toprak grupları oluşmuştur. Büyük toprak gruplarının yanı sıra toprak örtüsünden yoksun bazı arazi tipleri de bulunmaktadır (Anonim, 1997).

*Alüvyal topraklar:* Yüzeysel sularının tabanlarında veya tesis sahalarda akarsular tarafından taşınarak yığılmış bulunan genç sedimentler üzerinde yer alan; düz ve düze yakın meyile sahip, (A) C, profili azonal genç topraklardır. Alansal olarak 76.625 ha yayılım göstermektedir. *Kolüvyal topraklar:* Yer çekimi yüzey akışı, toprak kayması ve yan derelerle taşınarak biriken

materyaller üzerinde oluşmuş (A) C profili genç topraklardır. Koluvyal topraklar il çapında 99.306 hektarlık bir alanda yayılım göstermektedir. *Organik topraklar*: Profilinde yüksek derecede organik madde muhtevasına sahip olan topraklardır. Organik topraklar il çapında toplam 2982 hektarlık alanda yayılım göstermektedir. *Kahverengi orman toprakları*: Kahverengi orman toprakları kireççe zengin ana madde üzerinde oluşur. Bu tip topraklar il çapında 348.826 hektarlık alanda yayılım göstermektedir. *Kireçsiz kahverengi orman toprakları*: A (B) C profili olan bu toprakların A horizonu iyi oluşmuştur ve gözenekli bir yapıya sahiptir. Kireçsiz kahverengi orman toprakları il çapında 135.195 hektarlık bir alanda yayılım göstermektedir. *Kırmızı kahverengi topraklar*: Solumun rengi hariç, hemen hemen diğer bütün özellikleri kahverengi toprakların aynı veya benzeridir. Bu tip topraklarda il çapında 42.214 hektarlık bir alanda yayılım göstermektedir. *Kahverengi topraklar*: Kalsifikasyon olayına sahip olup ABC profili zonal topraklardır. Kalsifikasyon olayı sonucu profillerinde çok miktarda kalsiyum bulunur. Kahverengi topraklar il çapında 214.555 hektarlık alanda yayılım göstermektedir. *Kireçsiz kahverengi topraklar*: A (B) C profilli topraklardır. Kireçsiz kahverengi topraklar il çapında 157.684 hektarlık alanda yayılım göstermektedir. *Kırmızı akdeniz toprakları*: ABC horizonlu topraklardır. İlimizde toplam il çapında 47.077 hektarlık alanda yayılım göstermektedir. *Kırmızı kahverengi akdeniz toprakları*: Bu topraklar esas itibariyle Kırmızı Akdeniz ve Kahverengi Akdeniz topraklarının karışımıdır. Toplam yayılma alanı il çapında 133.381 hektarlık alandır. *Bazaltik topraklar*: Bu toprakların özellikleri aynı şartlar altında kireç taşı üzerinde teşekkül etmiş olan kahverengi ve kırmızı-kahverengi topraklara oldukça benzerlik gösterir. Bazaltik topraklar il çapında 50.062 hektarlık alanda yayılım göstermektedir. *Kestane rengi topraklar*: ABC veya (B) profiline sahip, kalsifikasyon sonucu oluşmuş zonal bir topraktır. Kestane rengi topraklar ise il çapında toplam 2566 hektarlık alanda yayılım göstermektedir.

Bölgenin jeolojisi şist, serpantin, kireç taşı, kumtaşı, marn, konglomera, alüvyal ve kolüvyal depozitler içeren metamorfik ve sediment kayalarından oluşmuştur.

Toprakların tekstür yapıları killi, siltli-killi ve kumlu-siltli arasında değişir. KSÜ Avşar yerleşkesi toprak tekstürü haritası Şekil 2'de gösterilmiştir.

### İklim

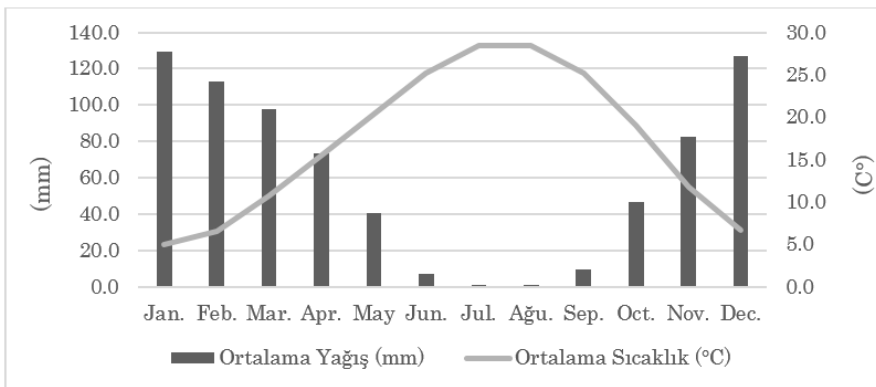
Kahramanmaraş üç ayrı coğrafi bölgenin (Akdeniz Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi) birbirine en çok yaklaştığı alanda yer alır. Coğrafi konumu ve diğer faktörlerin de etkisi ile üç farklı iklim tipi arasında Bozulmuş Akdeniz İklimi'ne daha yakın bir iklim özelliği gösterir. İlin büyük bir bölümünde Akdeniz iklimi görülmektedir. Kuzeye doğru gidildikçe ve yükselti arttıkça iklim değişmeye başlar. Yıllık ortalama sıcaklıklar güneyden kuzeye doğru yüksekliğin artmasına bağlı olarak azalmakta ve karasallık ön plana çıkmaktadır (Karabulut ve Cosun, 2009).

Özellikle Göksun, Afşin, Elbistan gibi ilçeler Doğu Anadolu iklim özelliklerine, Kahramanmaraş merkez ve yakın çevreleri hem Akdeniz hem de Güney Doğu Anadolu Bölgesinin iklim özelliklerine sahiptir. Bu nedenle yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılıman ve yağışlı özellik gösterir. 1929 ile 2016 yılları arasındaki ölçüm periyodu verilerine göre (Şekil 3), uzun yıllar aylık sıcaklık ortalaması 16,9 °C, uzun yıllar yıllık yağış ortalaması 727,7 kg/m<sup>2</sup>, en düşük sıcaklık değeri Şubat ayında -9,6 °C, en yüksek sıcaklık değeri ise 47,5 °C olarak Ağustos ayında ölçülmüştür.

Merkez ilçe deniz seviyesinden 568 metre yükseklikte olup, il genelinin arazi yüksekliği 350 metreden başlayarak 3.075 metreye kadar yükselir. Denize olan uzaklığı (İskenderun Körfezi) takriben 140 km'dir (Anonim, 2011).

### MATERYAL ve YÖNTEM

Bu araştırma, arazi ve laboratuvar olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Arazi çalışmaları Nisan 2016 – Haziran 2017 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Bitkilerin çiçeklenme ve meyvelenme süreleri göz önünde bulundurularak çalışma alanından bitkiler toplanmıştır. Yerleşkede toplanıp laboratuvara getirilen bitki örnekleri standart herbaryum tekniklerine uygun olarak kurutulmuş ve herbaryum örneği haline getirilmiştir.



Şekil 3. Uzun yıllar ortalama yağış ve sıcaklık grafiği (1929–2016)

Bitki örneklerinin teşhisinde 2'si ek cilt olmak üzere 11 ciltlik "Flora of Turkey and The East Aegean Islands" adlı temel eser kullanılmıştır (Davis, 1965-85; Davis ve ark., 1988; Güner ve ark., 2000). Aynı zamanda resimli bitki atlaslarından (Bonnier, 1912-34; Polunin, 1981; Godet, 1991; Wright, 1992; Phillips, 1994; Lanzara ve Pizzetti, 1997, Foulis ve Meynert, 1999; Fitter ve ark., 2000), çeşitli bitki teşhis kılavuzlarından (Harrington, 1957; Davis ve Cullen, 1989; Yaltırık ve Efe, 1996; Baytop, 1998; Tekin, 2007, 2011) faydalanılmıştır.

Teşhis anahtarlarında kullanılan terimlerin Türkçe karşılıkları için "Botanik Kılavuzu (İngilizce-Türkçe)" kullanılmıştır (Baytop, 1998). Bitkilerin Türkçe adları için ise "Türkçe Bitki Adları Sözlüğü"nden faydalanılmıştır (Baytop, 1994).

Araştırma alanına ait sistematik liste oluşturulurken; *Spermatophyta* bölümünün *Gymnospermae* alt bölümüne ait taksonlar Davis'e (1965-85) göre ve *Angiospermae* alt bölümüne ait sınıf, takım ve familyalar ise Cronquist (1988) yöntemine göre listelenmiştir.

Cronquist, sistematikte en yeni morfolojik, anatomik, sitolojik, palinolojik, biyokimyasal ve paleobotaniksel bulgulara yer vermiştir. Cronquist (1988) tüm Angiospermleri *Magnoliatae* (Dicotyledoneae) ve

*Liliatae* (Monocotyledoneae) şeklinde iki sınıfa ayırmıştır. Bunlardan *Magnoliatae* sınıfı 6 altsınıfa, *Liliatae* sınıfı ise 5 altsınıfa ayrılmaktadır.

Sistematik listede taksonlar, taksonomik kategorileri de yazılarak listelenmiştir. Ayrıca taksonun bulunduğu lokalite, habitat, yükselti, toplama tarihi, bilinenlerin fitocoğrafik bölgeleri, toplayıcı ve KASOF numarası (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Orman Fakültesi Herbaryumu) belirtilmiştir. Ayrıca bitkilerin toplandığı lokaliteler enlem-boylama (Google Earth) göre oluşturulmuş olan KSÜ Avşar yerleşkesi karelej sistemi kullanılarak eklenmiştir (Şekil 4). Sınıf, alt sınıf, takım, familya, tür ve türaltı kategoriler listede kolaylık sağlanması amacıyla sıra ile numaralandırılmıştır. Endemik bitkilerin tehlike kategorilerinin belirlenmesinde Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı'ndan ve IUCN verilerinden yararlanılmıştır (Ekim ve ark., 2000; IUCN, 2001).

## BULGULAR

### Saptanan Taksonların Sayısal ve Oransal Olarak Değerlendirilmesi

Araştırma alanında, *Spermatophyta* bölümüne ilişkin 65 familya ve 194 cinsine ait toplam 279 tohumlu bitki taksonu saptanmıştır. Bu taksonların taksonomik birimlere dağılımı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 5).



Şekil 4. KSÜ Avşar yerleşkesi enlem ve boylam derecelerine göre oluşturulmuş karelej sistemi ve saat işleyişi yönünde harflendirilmiş tek bir karelej

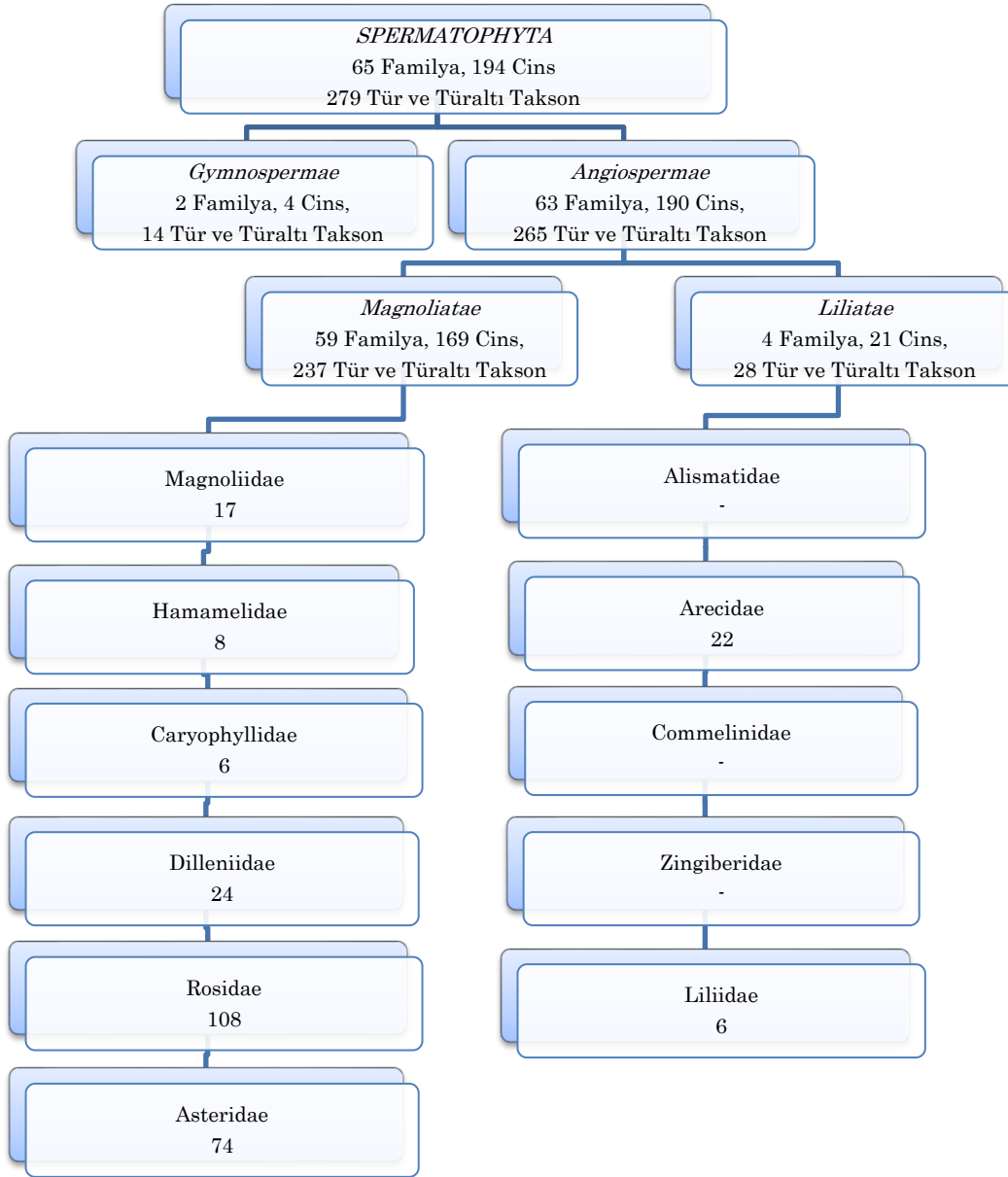
Angiospermae alt bölümünde yer alan 265 adet taksonun 237 adeti (%89) *Magnoliatae* sınıfına ve 28 adeti de (%11) *Liliatae* sınıfına aittir. Her iki sınıfa ait taksonların altsınıf düzeyinde oransal dağılımları aşağıda verilmiştir (Şekil 6, 7).

Çalışma alanında saptanan 279 taksonun 85 (%30.46) adetinin fitocoğrafik bölgesi belirlenebilmiştir. Bu

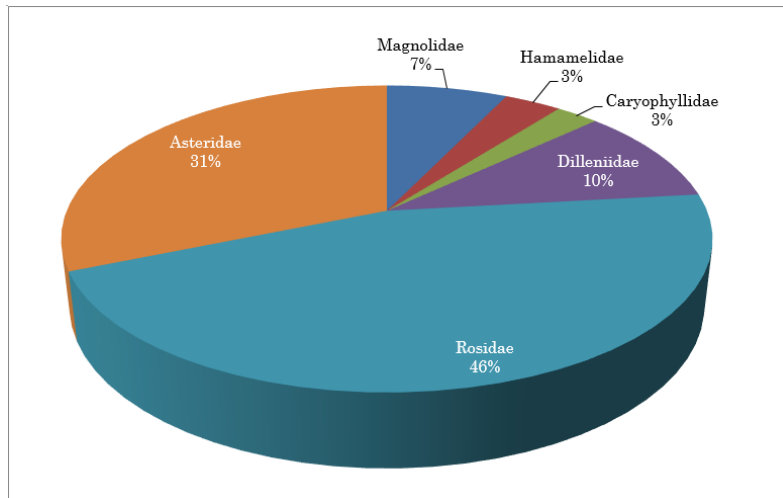
taksonlardan 10 adeti (%3.58) Avrupa-Sibirya, 21 adeti (%7.53) İran-Turan ve 54 adeti (%19.35) Akdeniz elementidir (Çizelge 1, Şekil 8).

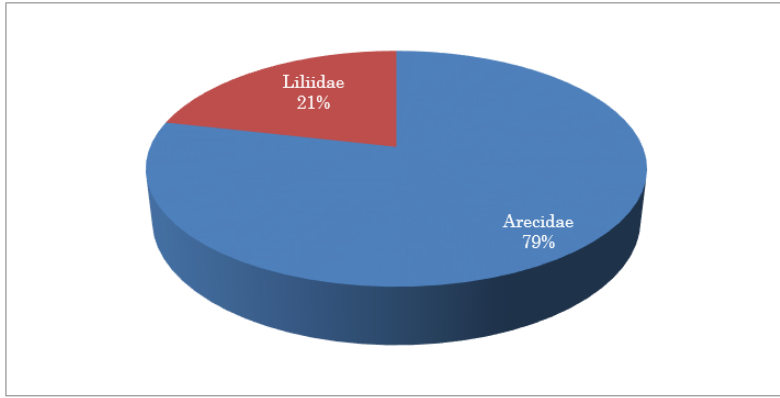
Yerleşke alanında saptanan 65 familyadan takson zenginliği açısından önde gelen familyalar ve bu familyalara ait taksonların sayısal ve oransal dağılımları çizelge 2 ve şekil 9'da verilmiştir.





Şekil 5. Saptanan taksonların taksonomik birimlere dağılımı

Şekil 6. *Magnoliatae* sınıfına ait taksonların alt sınıf düzeyinde oransal dağılımı

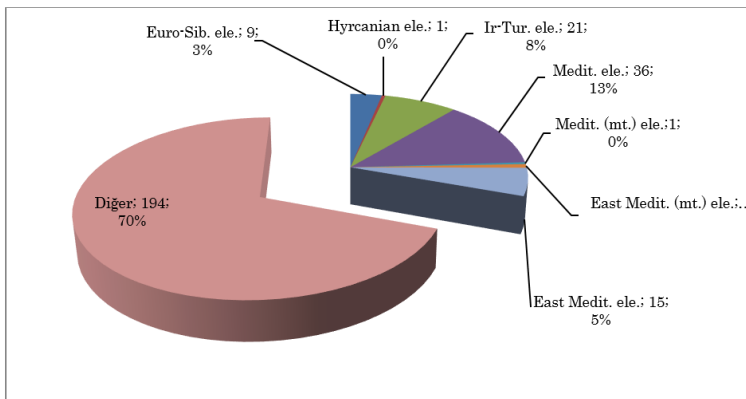
Şekil 7. *Liliatae* sınıfına ait taksonların altsınıf düzeyinde oransal dağılımı

Çizelge 1. Saptanan taksonların fitocoğrafik bölgelere göre sayısal ve oransal dağılımları

Fitocoğrafik Bölgeler	Takson Sayısı (adet)	Oran (%)		Takson Sayısı (adet)	Oran (%)	
		Yerleşke*	FCBB**		Yerleşke*	FCBB**
<b>Euro-Siberian element</b>	9	3.23	10.59	10	3.58	11.76
Hyrceanian el.	1	0.36	1.18			
<b>Irano-Turanian element</b>	21	7.53	24.71	21	7.53	24.71
<b>Mediterranean element</b>	36	12.90	42.35	54	19.35	63.53
Mediterranean (mt.) el.	1	0.36	1.18			
East Mediterranean (mt.) el.	2	0.72	2.35			
East Mediterranean el.	15	5.38	17.65			
<b>Ara Toplam</b>	85			85		
<b>Diğer</b>	194	69.53	-	194	69.53	-
<b>Toplam</b>	279	100	100	279	100	100

Yerleşke\* : Araştırma alanında saptanan toplam takson adetine (279) göre oran

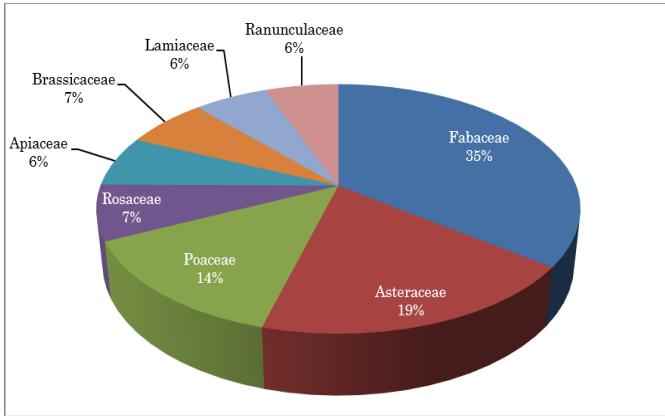
FCBB\*\* : Fitocoğrafik bölgeleri belirlenebilen toplam takson adetine (85) göre oran



Şekil 8. Araştırma alanında saptanan taksonların fitocoğrafik bölgelere oransal dağılımı

Çizelge 2. Araştırma alanında saptanan taksonların familyalara göre sayısal ve oransal dağılımları

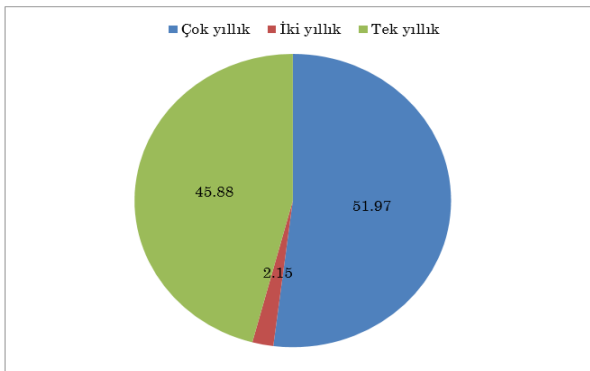
Familiya	Takson Sayısı (adet)	Oran (%)
Fabaceae	54	19
Asteraceae	29	10
Poaceae	21	8
Rosaceae	11	4
Apiaceae	10	4
Brassicaceae	10	4
Lamiaceae	9	3
Ranunculaceae	9	3
<b>Ara Toplam</b>	153	55
<b>Diğer</b>	126	45
<b>Genel Toplam</b>	279	100



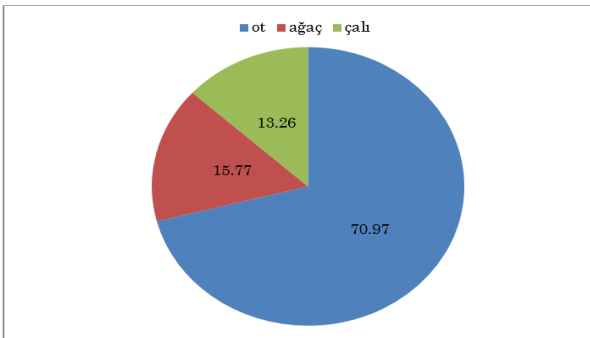
Şekil 9. Yerleşke alanında saptanan taksonların familyalara göre oransal dağılımları

Yerleşke alanından tespit edilen taksonlar içerisinde 145 takson (%51.97) çok yıllık, 128 takson (% 45.88) tek yıllık ve 6 takson (% 2.15) ise iki yıllıktır (Şekil 10). Tespit edilen taksonlardan 198 takson (% 70.97) otsu bitki, 44 takson (% 15.77) ağaç, 37 takson (% 13.26) ise çalı formundadır (Şekil 11).

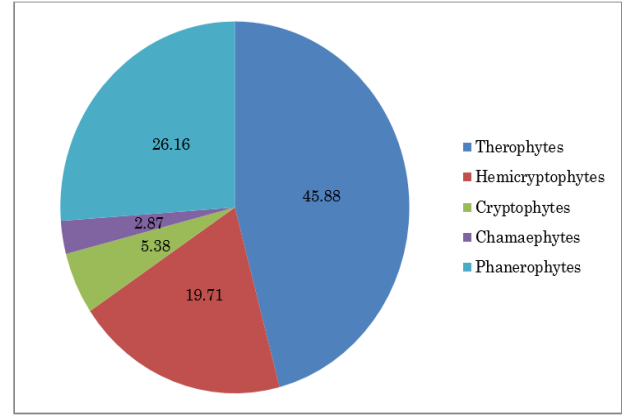
Yerleşke alanından tespit edilen toplam 279 taksonun, % 45.88'i "Therophyte" (128 takson), %26.16'sı "Phanerophyte" (73 takson) hayat formuna sahip olup bunu sırasıyla; "Hemicryptophyte" (55 takson; %19.71), "Cryptophyte" (15 takson; %5.38) ve "Chamaephyte" (8 takson; %2.87) hayat formları takip etmektedir (Şekil 12).



Şekil 10. Tespit edilen taksonların yaşam süreleri (%)



Şekil 11. Tespit edilen taksonların bitki tipleri (ağaç, çalı ve otsu bitki) (%)



Şekil 12. Tespit edilen taksonların hayat formlarına dağılımları (%)

### TARTIŞMA ve SONUÇ

Avşar yerleşkesi tohumlu bitkilerini tespit etmek amacı ile 2016-2017 yılları arasında vejetasyon dönemlerinde gerçekleştirilen arazi çalışmaları sonucunda 399 bitki örneği toplanmıştır. Toplanan bitki örneklerinin teşhisleri sonucu; 65 familya ve 194 cinse ait 244 tür, 22 alttür ve 13 varyete olmak üzere toplamda 279 takson tespit edilmiştir. Bu taksonların tamamı *Spermatophyta* bölümüne aittir. *Spermatophyta* üyelerinden 14'ü *Gymnospermae* ve 265'i *Angiospermae* alt bölümüne dâhildir. *Angiospermae*'lerin 237'si *Magnoliatae* ve 28'i *Liliatae* sınıfında yer almaktadır. Yerleşke alanında toplam 2 (%0.71) adet bitki taksonu endemiktir. Bu taksonların tehlike kategorileri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Alandaki endemik bitkiler ve tehlike kategorileri

Endemikler	IUCN Tehlike Kategorisi
<i>Papaver clavatum</i>	LC
<i>Trigonella kotschy</i>	LC

Yerleşke alanında toplanan bitki taksonlarının familyalara dağılımı ve oranları Çizelge 4'de verilmiştir; En fazla takson sayısına sahip başlıca familyalar: *Fabaceae* 54 takson (19.35), *Asteraceae* 29 takson (%10.39), *Poaceae* 21 takson (%7.52), *Rosaceae* 11 takson (%3.94), *Apiaceae* 10 takson (%3.58), *Brassicaceae* 10 takson (%3.58), ve diğerleri 144 takson (%51.61)'dir.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi yerleşke alanı, Davis'in kareleme sistemine göre C6 karesinde bulunmakta ve fitocoğrafik yönden İran-Turan ve Akdeniz fitocoğrafik bölgelerinin geçiş kuşağında yer almaktadır. Yapılan çalışma sonucunda tespit edilen 279 taksonun, 54'ü Akdeniz bölgesi elementi, 21'i İran-Turan bölgesi elementi, 10'u Avrupa-Sibirya bölgesi elementi ve 194 adeti ise çok bölgeli ve bölgesi bilinmeyen taksonlardan oluşmaktadır.

Yerleşke alanından tespit edilen taksonların fitocoğrafik bölge elementlerine göre dağılımı çizelge 5’de verilmiştir. Yerleşke alanı Akdeniz bölgesinde bulunduğundan Akdeniz elementlerinin sayısının yüksek olması beklenen bir sonuçtur. Çok bölgeli ve bölgesi bilinmeyen elementlerin sayısının fazla olması ise, ülkemizin bu üç fitocoğrafik bölgenin kesişme noktasında bulunması ile açıklanabilir. Aynı zamanda Akdeniz ile İran-Turan fitocoğrafik bölgeleri Kahramanmaraş ili sınırları içerisinde de kesişmektedir.

Yerleşke karelej sistemine göre en fazla takson (12b) (14d) ve (12c) karelerinden toplanmıştır (Çizelge 7). Endemik olduğu tespit edilen *Papaver clavatum* Boiss. et Hausskn. ex Boiss. yerleşke karelej sistemine göre

(12c) ve (22d) karelerinden tespit edilmiştir. Diğer endemik takson *Trigonella kotschy* Fenzl ise (12c), (14d), (12a) karelerinde yayılış göstermektedir.

### ÖNERİLER

Bu araştırma kapsamında belirlenen bitki türü zenginliğinin, yerleşkede yapılacak tüm çalışmaları koruma-sürdürebilme adına yönlendirebilmesi sağlanmalıdır. Bu kapsamda, yapılacak bitkilendirme çalışmalarında doğal türlerden yararlanma yoluna da gidilmeli, yabancı yurtlu türlerin kullanımı sınırlandırılmalıdır. Araştırılan bitki türleri içerisinden peyzaj amacına uygun olanlar ileride yapılacak bitkilendirme çalışmaları için çoğaltılarak kullanımları sağlanmalıdır.

Çizelge 4. Yerleşke alanında en çok takson içeren familyaların diğer üniversitelerde yapılan çalışmalarla karşılaştırılması

	Oran (%)					
	Fabaceae	Asteraceae	Poaceae	Rosaceae	Lamiaceae	Toplam
<b>Sütçü İmam Üniv.</b>	<b>19.4</b>	10.4	7.5	3.9	3.2	41.2
<b>Akdeniz Üniv.</b> (Ünal ve Gökçeoğlu, 2003)	10.60	<b>15.23</b>	-	6.62	6.62	32.45
<b>Anadolu Üniv.</b> (Türe ve Böcük, 2001)	7.9	<b>9.9</b>	-	-	6.00	17.8
<b>Balıkesir Üniv.</b> (Sanön ve Özen, 2001)	6.7	<b>9.7</b>	8.99	4.1	6.4	29.49
<b>Çukurova Üniv.</b> (Bulut ve Düzenli, 2009)	10	<b>14</b>	12	-	6	36
<b>Dumlupınar Üniv.</b> (Tatlı ve ark., 2002)	10.7	<b>14.4</b>	8.4	-	6.5	33.5
<b>Gaziantep Üniv.</b> (Özuslu, 2004)	<b>12</b>	11.3	6.8	7.3	5.6	37.4
<b>Kafkas Üniv.</b> (Yılmaz, 2012)	8.8	<b>17.7</b>	-	5.1	8.5	31.6
<b>Mustafa Kemal Üniv.</b> (Altay, 2012)	<b>11.6</b>	6.2	-	6.9	-	24.7
<b>Ordu Üniv.</b> (Deveci ve ark., 2012)	12.11	11.66	<b>15.25</b>	-	5.83	39.02
<b>Süleyman Demirel Üniv.</b> (Fakir ve ark., 2009)	<b>14.91</b>	13.04	9.32	-	-	37.27
<b>Başkent Üniv.</b> (Töre ve Erik, 2012)	11.5	<b>13.6</b>	-	-	8.6	25.1
<b>Kırıkkale Üniv.</b> (Nugay ve ark., 2007)	12.66	<b>12.93</b>	7.81	-	5.12	38.52

Çizelge 5. Yerleşke alanındaki fitocoğrafik bölge elementlerinin diğer üniversiteler de yapılan çalışmalarla karşılaştırılması

	Oran (%)			
	Akdeniz	İran-Turan	Avrupa-Sibirya	Bilinmeyen
<b>Sütçü İmam Üniv.</b>	<b>19.35</b>	7.53	3.58	69.53
<b>Akdeniz Üniv.</b> (Ünal ve Gökçeoğlu, 2003)	<b>40.93</b>	2.65	1.55	54.53
<b>Anadolu Üniv.</b> (Türe ve Böcük, 2001)	3,3	7,7	<b>8,8</b>	80.2
<b>Balıkesir Üniv.</b> (Sanön ve Özen, 2001)	<b>19,9</b>	3,0	8,2	68.9
<b>Çukurova Üniv.</b> (Bulut ve Düzenli, 2009)	<b>41</b>	6	4	52
<b>Dumlupınar Üniv.</b> (Tatlı ve ark., 2002)	7	<b>16</b>	4	73
<b>Gaziantep Üniv.</b> (Özuslu, 2004)	16	<b>22</b>	0,5	61.5
<b>Kafkas Üniv.</b> (Yılmaz, 2012)	1.7	<b>21.8</b>	19.1	57.3
<b>Niğde Üniv.</b> (Başköse ve ark., 2012)	6.4	<b>21.0</b>	6.2	66.4
<b>Ordu Üniv.</b> (Deveci ve ark., 2012)	2.42	0.45	<b>25.11</b>	72
<b>Ondokuz Mayıs Üniv.</b> (Özen ve Kılınç, 1996)	16.44	-	<b>20.55</b>	63.01
<b>Süleyman Demirel Üniv.</b> (Fakir ve ark., 2009)	<b>18.63</b>	15.53	3.73	42.24
<b>Başkent Üniv.</b> (Töre ve Erik, 2012)	5.2	<b>31.2</b>	3.9	59.7
<b>Kırıkkale Üniv.</b> (Nugay ve ark., 2007)	7.3	<b>26.97</b>	2.53	63.2

Çizelge 7. Yerleşke alanında oluşturulan karelej sistemine göre takson sayılarının dağılımı

Toplanan Karelej	Toplam Takson Sayısı	Toplanan Karelej	Toplam Takson Sayısı
11a	19	23b	31
11b	30	23c	30
12a	14	23d	12
12b	44	24a	26
12c	36	24b	6
12d	7	24c	2
13a	4	24d	1
13b	1	25a	3
13c	1	25b	2
13d	6	26a	4
14a	14	26c	2
14d	40	26d	4
22b	16	27b	1
22c	18	27c	1
22d	8	28a	2
23a	15		

Çizelge 6. Yerleşke alanında bulunan egzotik türler

Yaşam Formu	Familyalar	Taksonlar
<b>Ağaçlar</b>	<i>Pinaceae</i>	<i>Picea abies</i>
	<i>Cupressaceae</i>	<i>Cupressus arizonica, Cupressus macrocarpa, Juniperus chinensis Platycladus orientalis, Thuja occidentalis</i>
	<i>Aceraceae</i>	<i>Acer negundo, Acer buergerianum, Acer pseudoplatanus,</i>
	<i>Arecaceae</i>	<i>Washingtonia robusta</i>
	<i>Betulaceae</i>	<i>Betula pendula</i>
	<i>Bignoniaceae</i>	<i>Catalpa bignonioides</i>
	<i>Fabaceae</i>	<i>Acacia dealbata, Albizzia julibrissin, Robinia hispida, Robinia pseudoacacia</i>
	<i>Magnoliaceae</i>	<i>Magnolia grandiflora</i>
	<i>Meliaceae</i>	<i>Melia azedarach</i>
	<i>Moraceae</i>	<i>Morus alba, Morus rubra</i>
	<i>Myrtaceae</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>
	<i>Nyctaginaceae</i>	<i>Bougainvillea spectabilis</i>
	<i>Rhamnaceae</i>	<i>Rhamnus cathartica</i>
	<i>Rosaceae</i>	<i>Crataegus crus-galli</i>
	<i>Salicaceae</i>	<i>Salix babylonica</i>
	<i>Sapindaceae</i>	<i>Koelreuteria paniculata</i>
	<i>Scrophulariaceae</i>	<i>Paulownia tomentosa</i>
<b>Çalılar ve Liyanlar</b>	<i>Asteraceae</i>	<i>Santolina chamaecyparissus</i>
	<i>Berberidaceae</i>	<i>Berberis thunbergii</i> cv “Atropurpurea”
	<i>Bignoniaceae</i>	<i>Campsis radicans</i>
	<i>Caprifoliaceae</i>	<i>Viburnum opulus, Viburnum tinus</i>
	<i>Cornaceae</i>	<i>Cornus kousa</i>
	<i>Fabaceae</i>	<i>Wisteria sinensis</i>
	<i>Hydrangeaceae</i>	<i>Hydrangea macrophylla</i>
	<i>Lamiaceae</i>	<i>Lavandula stoechas</i> subsp. <i>stoechas, Lavandula angustifolia</i> subsp. <i>angustifolia, Teucrium fruticans</i>
	<i>Oleaceae</i>	<i>Forsythia x intermedia, Ligustrum japonicum, Syringa vulgaris, Fraxinus americana</i>
	<i>Onagraceae</i>	<i>Gaura lindheimeri</i>
	<i>Pittosporaceae</i>	<i>Pittosporum tobira</i>
	<i>Rosaceae</i>	<i>Cotoneaster horizontalis, Cotoneaster franchetii</i>
	<i>Verbenaceae</i>	<i>Lantana camara</i>
<b>Otsu Taksonlar</b>	<i>Liliaceae</i>	<i>Yucca gloriosa</i>
	<i>Poaceae</i>	<i>Cortaderia selloana</i>

Bitkiler öz kaynaklarımızdır. Ancak çoğunlukla yerleşke bitkisel tasarımlarında egzotik türlere ağırlık verilmekte ve milli servetimiz yersiz bir şekilde diğer ülkelere aktarılmaktadır. Ancak bu gibi çalışmalarla egzotik türlerin yerine doğal türlerimizle yapılacak planlamaları getirmemiz mümkün olacaktır.

Yerleşkede tespiti yapılan bitki taksonlarından bazılarının tohumdan veya çelikten üretimleri denenmeli mevcut sera sistemlerinde çoğaltma faaliyetleri gerçekleştirilmelidir. Bu türlerden amaca uygun olanlar yerleşke peyzaj planlarına dâhil edilmelidir. Özellikle çalı formundaki *Cercis siliquastrum*, *Ceratonia siliqua*, *Laurus nobilis*, *Arbutus andrachne*, *Arbutus unedo*, *Myrtus communis*, *Punica granatum*, *Tamarix tetragyna*, *Spartium junceum* ve *Pyracantha coccinea* gibi Akdeniz kökenli bitkiler üretim ve çoğaltmaya öncelikli olarak konu edilmelidir. Ayrıca, *Consolida axilliflora*, *Adonis flammea*, *Linum nodiflorum*, *Linum pubescens*, *Haplophyllum buxbaumii*, *Vaccaria hispanica* gibi otsu türler de kitlesel olarak çoğaltılarak renkleri sebebiyle koloni şeklinde kullanımları önerilmektedir. Buna ek olarak, *Capparis spinosa*, *Malvella sherardiana* *Convolvulus dorycnium* subsp. *oxysepalus* ve *Trifolium tomentosum* gibi türlerde yer örtücü olarak değerlendirilebilir.

Varlığı yerleşkemizde tespit edilen endemik ve nadir bitkiler yerleşke içerisinde gerçekleştirilecek peyzaj planlamalarında kullanılmalıdır. Böylece hem doğal vejetasyonun devamlılığının sağlanmasında hem de nesilleri tehdit altında olan bu bitkilerin in-situ ve ex-situ korunmasında fayda sağlayacaktır. Endemik olduğu tespit edilen *Papaver clavatum* Boiss. et Hausskn. ex Boiss. ve *Trigonella kotschy* Fenzl'nin yayılış gösterdikleri karelajlarda in-situ korunması yanında diğer karelajlara da uygulamaları yapılmalıdır. Bu yolla yerleşke alanına yapılacak müdahalelerde bu türlerin alandan uzaklaşmasına engel olunabilecektir. Uygulamalarda endemik türlerin yayılış gösterdiği özellikle (12c) karesine ve ayrıca (12a), (14d) ve (22d) karelerine hassasiyet gösterilmelidir.

Bilindiği üzere tehdit altında bulunan bitkiler günümüzde yoğun bir şekilde konu edilen küresel iklim değişikliğinden ilk etkilenecek bitki gruplarından. Bu tehdit hiç şüphesiz bu türlerin yok olmasına dahi neden olabilecektir. Bunun için bu bitkiler ile ilgili güncel bilgilerin koruma planlarına mutlaka aktarılması gerekmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, KSÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen 2016/3-71 M kod no projenin bir bölümüdür ve Yüksek Lisans Tezidir.

## KAYNAKLAR

- Altay V 2012. Mustafa Kemal Üniversitesi Tayfur Ata Sökmen Kampüsü (Hatay)'nın Süs Bitkileri. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 2 (6): 11-26.
- Anonim 1997. Kahramanmaraş İli Arazi Varlığı ve Toprak Yapısı Raporu. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 240 s.
- Anonim 2005. Kahramanmaraş Belediyesi 2005 Yılı Faaliyet Raporu ve İlin Tanıtım Kitabı. Kahramanmaraş, 180 s.
- Anonim 2011. Kahramanmaraş İli Çevre Durum Raporu. ÇED Hizmetleri ve Çevre İzinleri Şube Müdürlüğü, Kahramanmaraş, 125 s.
- Avcı M 2005. Çeşitlilik ve Endemizm Açısından Türkiyenin Bitki Örtüsü. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi, 13: 27-55.
- Başer HC 2000. Phytochemical Diversity in the Flora of Turkey. 2<sup>nd</sup> Balkan Botanical Congress, 14-18 May, İstanbul, 517-528 pp.
- Başköse İ, Paksoy MY, Savran A 2012. Niğde Üniversitesi Kampüs Alanı ve Akkaya Baraj Gölü Çevresinin Florası. Biological Diversity and Conservation, 5(3): 82-97.
- Baytop A 1998. İngilizce-Türkçe Botanik Kılavuzu. İstanbul Üniversitesi Basımevi ve Film Merkezi, Üniversite Yayın No: 4058, Eczacılık Fakültesi Yayın No: 70, İstanbul, 375 s.
- Baytop T 1994. Türkçe Bitki Adları Sözlüğü. Türk Tarih Kurumu Basımevi, Türk Dil Kurumu Yayınları: 578, Ankara, 508 s.
- Bulut A, Düzenli A 2009. Hama Tepe, Deli Halil Tepe ve Tüysüz Tepe Florasının Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 20(1): 111-119.
- Bonnier G 1912-1934. Flore Complete Illustree en Couleurs de France Suisse et Belgique. Vol I-XII, Neuchatel, Paris, Bruxelles.
- Cronquist A 1988. The Evolution and Classification of Flowering Plants. Second Edition, The New York Botanical Garden, New York, 555 p.
- Davis PH 1965-85. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol I-IX., Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Davis PH, Cullen J 1989. The Identification of Flowering Plant Families. Third Edition, Cambridge University Press, Cambridge, 144 p.
- Davis PH, Mill RR, Tan K 1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. X, Supplement, Edinburgh University Press, Edinburgh, 600 p.
- Deveci M, Bayrak Özbucak T, Demirkol G 2012. Ordu Üniversitesi Kampüs Alanı Florasının Tespiti. Akademik Ziraat Dergisi, 1(2): 107-116.
- Ekim T, Koyuncu M, Vural M, Duman H, Aytaç Z, Adıgüzel N 2000. Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı. (Eğrelti ve Tohumlu Bitkiler), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi ve Tabiatı Koruma Derneği, Barışcan Ofset, Ankara.

- Ekim T 2009. Türkiye'nin Nadir Endemikleri. İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul, 537 s.
- Erik S, Tarıkahya B 2004. Türkiye Florası Üzerine, Kebikeç. 17, Alp Matbaası, Ankara, 139-163 s.
- Fakir H, Babalık A, Karatepe Y 2009. Süleyman Demirel Üniversitesi Kampüsü'nün Doğal Bitki Türleri (Isparta-Türkiye). Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13(1): 33-39.
- Fitter R, Fitter A, Blamey M 2000. Parey Blumenbuch. Blütenpflanzen Deutschlands und Nordwesteuropas, 3. Auflage, Parey Buchverlag, Berlin, 356 p.
- Foulis L, Meynert M 1999. Botanica. Koenman Verlagsgesellschaft mbH, Bonner Straße, 126, D-50968 Cologne, 1020 p.
- Godet JD 1991. Pflanzen Europas Kräuter und Stauden. Mosaik Verlag, München, 264 p.
- Gündoğan R, Demirkıran A.R, Yılmaz K 1998. KSÜ Avcılar Kampüsü Toprak Etüt ve Haritalanması, KSÜ Araştırma Fonu Projesi, (Proje No: 1996/17), 145 s.
- Güner A, Özhatay N, Ekim T, Başer KHC 2000. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. XI, Supplement – II, Edinburgh University Press, Edinburgh, 656 p.
- Güner A, Aslan S, Ekim T, Vural M, Babaç MT, (edlr.) 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul, 1290 s.
- Gürbüz M 2001. Kahramanmaraş Merkez İlçe'nin Beşeri ve İktisadi Coğrafyası. T.C Kahramanmaraş Valiliği. İl Kültür Müdürlüğü Yayınları, No: 2, 241 s.
- Harrington HD 1957. How to Identify Plants. The Swallow Press Inc., Chicago, 214 p.
- IUCN 2001. IUCN Red List Categories and Criteria Version 3.1. IUCN Species Survival Commission Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 33 p.
- Karabulut M, Cosun F 2009. Kahramanmaraş İlinde Yağışların Trend Analizi (Precipitation Trend Analyses in Kahramanmaraş). Coğrafi Bilimler Dergisi, 7(1): 65-83.
- Lanzara P, Pizzetti M 1997. Simon & Schuster's Guide to Trees. Simon & Schuster Inc., New York, 300 p.
- Nugay ÖZ, Duran A, Doğan B 2007. Kırıkkale Üniversitesi Kampüs Florası. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi 2(30): 79-92.
- Özen F, Kılınç M 1996. Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi'ndeki Kurupelit Kampüs Alanı ve Çevresinin Florası II. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 6(1): 121-131.
- Özslu E 2004. Gaziantep Üniversitesi Kampüs Florası. Çevre Koruma Dergisi, 14(53): 25-32.
- Phillips R 1994. Grasses, Ferns, Mosses & Lichens of Great Britain and Ireland. Second Edition, Macmillan Publishers Ltd., London. 192 p.
- Polunin O 1981. The Concise Flowers of Europe. Oxford University Press, London. 320 p.
- Sanön B, Özen F 2001. Balıkesir Üniversitesi Çağış Kampüsü ve Çevresinin Flora ve Vejetasyonu. Ot Sistemik Botanik Dergisi, 8(2): 47-67.
- Tatlı A, Tel AZ, Emre S 2002. Dumlupınar Üniversitesi Merkez Kampüsü (Kütahya) Florası. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 10. Yıl Özel Sayısı: 1-16.
- Tekin E 2007. Türkiye'nin En Güzel Yaban Çiçekleri II. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 1256, Cilt: 2, 1. Baskı, İstanbul, 456 s.
- Tekin E 2011. Türkiye'nin En Güzel Yaban Çiçekleri I. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, Cilt: 1, 4. Baskı, İstanbul, 664 s.
- Töre D, Erik S, 2012. Başkent Üniversitesi Bağlıca Yerleşkesi (Ankara)'nin Florası. Hacettepe Journal of Biology and Chemistry, 40(3): 267-291.
- Türe C, Bökük H 2001. Anadolu Üniversitesi Kampüsü Florası (Eskişehir-Türkiye). Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 2(1): 83-95.
- Ünal O, Gökçeoğlu M 2003. Akdeniz Üniversitesi Kampüs Florası (Antalya-Türkiye). Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(2): 143-154.
- Wright M 1992. The Complete Handbook of Garden Plants. Fourth Impression, Michael Joseph Ltd., London. 544 p.
- Yaltırık F, Efe A 1996. Otsu Bitkiler Sistematiği Ders Kitabı. İkinci Baskı, İÜ Basımevi ve Film Merkezi, Üniversite Yayın No: 3940, Orman Fakültesi Yayın No: 10, İstanbul, 518 s.
- Yılmaz MN 2012. Kafkas Üniversitesi Kampüs Florası. Kafkas Üni. Fen Bil. Enst., Biyoloji ABD, Yüksek Lisans Tezi, 133 s

#### Ek.1 Sistematik Tohumlu Bitki Listesi

##### SPERMATOPHYTES

##### GYMNOSPERMAE

##### 1. Pinaceae

- 1. *Abies cilicica*** (Ant. et Kotschy) Carr. subsp. *cilicica* (Ant. et Kotschy) Carr. : Toros göknarı  
KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), ağaçlık alan, 535 m, 18.05.2017, S.Yağmur 312, KASOF 500, East Medit. (mt.) el.
- 2. *Picea abies*** (L.) H. Karst. : Avrupa ladini  
KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), ağaçlık alan, 535 m, 18.05.2017, S.Yağmur 337, KASOF 501, Egzotik.
- 3. *Cedrus libani*** A.Rich var. *libani* : Katran ağacı  
KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), ağaçlık alan, 535 m, 18.05.2017, S.Yağmur 320, KASOF 502, Medit. (mt.) el.
- 4. *Pinus nigra*** J. F. Arnold subsp. *nigra* var. *caramanica* (Loudon) Rehder : Karaçam  
KSÜ Kafeterya üst yol (25b), ağaçlık alan, 531 m, 18.05.2017, S.Yağmur 339, KASOF 503
- 5. *P. brutia*** Ten. var. *brutia* : Kızılcım  
KSÜ Ziraat F.- Kafeterya arası (13d), ağaçlık alan, 518 m, 18.05.2017, S.Yağmur 338, KASOF 504, East Medit. el.
- 6. *P. pinea*** L. : Fıstık çamı  
KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), ağaçlık alan, 535 m, 18.05.2017, S.Yağmur 340, KASOF 505.

## 2. Cupressaceae

- 7. *Cupressus sempervirens*** L. var. *horizontalis* (Mill.) Loudon  
KSÜ Kafeterya altı (14d), ağaçlık alan, 515 m, 18.05.2017, S.Yağmur 323, KASOF 506.
- 8. *C. sempervirens*** L. var. *pyramidalis* (O.Targ.Tozz.) Nyman  
KSÜ Kafeterya altı (14d), ağaçlık alan, 515 m, 18.05.2017, S.Yağmur 324, KASOF 507.
- 9. *C. arizonica*** Greene.  
KSÜ Kafeterya altı (14d), ağaçlık alan, 515 m, 07.06.2017, S.Yağmur 380, KASOF 508, Egzotik.
- 10. *C. macrocarpa*** Hartw.  
KSÜ Rektörlük ön bahçesi (24c), ağaçlık alan, 536 m, 16.06.2017, S.Yağmur 405, KASOF 509, Egzotik.
- 11. *Juniperus foetidissima*** Willd. : Kokar ardıç  
KSÜ Rektörlük binası civarı (24a), peyzaj düzenlemeleri, 545 m, 07.06.2017, S.Yağmur 403, KASOF 510.
- 12. *J. chinensis*** L. : Çin ardıcı  
KSÜ Rektörlük binası civarı (24a), ağaçlık alan, 545 m, 01.06.2017, S.Yağmur 358, KASOF 511, Egzotik.
- 13. *Platyclusus orientalis*** L. : Doğu Mazısı  
KSÜ Kafeterya üst yol (25a), peyzaj düzenlemeleri, 528 m, 18.05.2017, S.Yağmur 342, KASOF 512, Egzotik.
- 14. *Thuja occidentalis*** L. : Batı Mazısı  
KSÜ Rektörlük binası civarı (24a), peyzaj düzenlemeleri, 545 m, 07.06.2017, S.Yağmur 404, KASOF 513, Egzotik.

**ANGIOSPERMAE**  
A. MAGNOLIOPSIDA  
I. Magnoliidae  
I.1. Magnoliales  
3. *Magnoliaceae*

- 15. *Magnolia grandiflora*** L. : Büyük Çiçekli Manolya  
KSÜ Ziraat F. önü (12d), peyzaj düzenlemeleri, 522 m, 18.05.2017, S.Yağmur 332, KASOF 514, Egzotik.

I.2. Laurales  
4. *Lauraceae*

- 16. *Laurus nobilis*** L. : Akdeniz Defnesi  
KSÜ Ziraat F. arkası (12a), ağaçlık alan, 508 m, 18.05.2017, S.Yağmur 330, KASOF 515, Medit. el.

I.3. Aristolochiales  
5. *Aristolochiaceae*

- 17. *Aristolochia maurorum*** L. : Kargabardağı  
KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23d), orman içi açıklık, 536 m, 19.04.2017, S.Yağmur 270, KASOF 516, Ir.-Tur. el.

I.4. Ranunculales  
6. *Ranunculaceae*

- 18. *Adonis annua*** L. : Kanavcıotu  
KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23d), çayırılık alan, 533 m, 24.04.2015, S.Yağmur 280, KASOF 517, Medit. el.

- 19. *A. flammea*** Jacq. : Cinlalesi  
KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 525 m, 23.4.2016, S.Yağmur 101, KASOF 518.

- 20. *A. microcarpa*** Dc. : Çiçeğesör  
KSÜ Yabancı Diller F. civarı (22c), yol kenarı, 536 m, 20.4.2016, S.Yağmur 35, KASOF 519; KSÜ Ziraat F. arkası (12a), açıklık alan, 515 m, 26.4.2016, S.Yağmur 117, KASOF 520; KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 136, KASOF 521; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 157, KASOF 522.

- 21. *Consolida axilliflora*** (Dc) Schrödinger : Salkım mahmuz  
KSÜ Yabancı Diller F. civarı (22b), açıklık alan, 540 m, 11.5.2016, S.Yağmur 217, KASOF 523; KSÜ Spor sahası etrafı (26a), yol kenarı, 529 m, 24.04.2015, S.Yağmur 282, KASOF 524.

- 22. *Nigella orientalis*** L. : Şark çörekotu

- KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11a), açıklık alan, 505 m, 1.5.2016, S.Yağmur 194, KASOF 525; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11a), açıklık alan, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 197, KASOF 526; KSÜ Yabancı Diller F. civarı (22b), açıklık alan, 540 m, 11.5.2016, S.Yağmur 214, KASOF 527.

- 23. *Ranunculus arvensis*** L. : Dügün çiçeği  
KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 148, KASOF 528; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11a), açıklık alan, 505 m, 1.5.2016, S.Yağmur 189, KASOF 529; KSÜ Yabancı Diller F. civarı (22b), açıklık alan, 538 m, 11.5.2016, S.Yağmur 206, KASOF 530.

- 24. *R. ficaria*** L. subsp. *ficariiformis* Rouy et Fouc. : Arpacıksalebi  
KSÜ Orman F.-İİBF F. arası (23b), yol kenarı, 530 m, 23.3.2016, S.Yağmur 7, KASOF 531.

- 25. *R. marginatus*** Dá'urv. var. *trachycarpus* (Fisch. et Mey.) Azn. : Çırnıkotu  
KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11a), açıklık alan, 505 m, 1.5.2016, S.Yağmur 192, KASOF 532.

- 26. *R. polyanthemus*** L.  
KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11a), açıklık alan, 505 m, 1.5.2016, S.Yağmur 192, KASOF 533.

## 7. Berberidaceae

- 27. *Berberis thunbergii*** L. cv "Atropurpurea" : Mor yapraklı Karamuk  
KSÜ Ziraat F.-Kafeterya arası (13d), peyzaj düzenlemeleri, 530 m, 18.05.2017, S.Yağmur 317, KASOF 534, Egzotik.

- 28. *Bongardia chrysogonum*** (L.) Spach. : Çatlakotu  
KSÜ Ziraat F. arkası (13a), açıklık alan, 508 m, 24.04.2015, S.Yağmur 281, KASOF 535, Ir.-Tur. el.

I.5. Papaverales  
8. *Papaveraceae*

- 29. *Papaver clavatum*** Boiss. et Hausskn. ex Boiss. : Şıksıki  
KSÜ Ziraat F. civarı (12c), yol kenarı, 528 m, 23.3.2016, S.Yağmur 6, KASOF 536; KSÜ İlahiyat F. arkası (22d), açıklık alan, 530 m, 12.04.2017, S.Yağmur 261, KASOF 537, Endemik, IUCN: LC.

- 30. *P. rhoeas*** L. : Gelincik  
KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 149, KASOF 538; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 158, KASOF 539.

- 31. *P. syriacum*** Boiss. et Blanche : Kellinar  
KSÜ Ziraat F. civarı (12c), açıklık alan, 521 m, 21.4.2016, S.Yağmur 56, KASOF 540.

II. Hamamelidae  
II.1. Hamamelidales  
9. *Platanaceae*

- 32. *Platanus orientalis*** L. : Doğu Çınarı  
KSÜ Ziraat F.-Kafeterya arası (13d), ağaçlık alan, 525 m, 18.05.2017, S.Yağmur 341, KASOF 541.

## 10. Hamamelidaceae

- 33. *Liquidambar orientalis*** Miller var. *orientalis* : Anadolu Sığla Ağacı  
KSÜ Rektörlük binası civarı (24a), ağaçlık alan, Peyzaj amaçlı dikimle getirilmiş, 533 m, 18.05.2017, S.Yağmur 331, KASOF 542, Kültür, (Endemik, IUCN: VU).

II.2. Urticales  
11. *Moraceae*

- 34. *Ficus carica*** L. subsp. *rupestris* (Hausskn.) Browicz. : İncir  
KSÜ Tıp F.-Güzel Sanatlar F. arası (26a), ağaçlık alan, 527 m, 18.05.2017, S.Yağmur 326, KASOF 543, Ir.-Tur. el.

- 35. *Morus alba*** L. : Ak dut  
KSÜ Ziraat F. civarı (12c), yol kenarı, 538 m, 20.4.2016, S.Yağmur 40, KASOF 544, Egzotik.

- 36. *M. rubra*** L. : Mor dut



KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23d), peyzaj düzenlemeleri, 534 m, 18.05.2017, S.Yağmur 334, KASOF 545, Egzotik.

II.3. Juglandales  
12. *Juglandaceae*

**37. *Juglans regia* L.** : Yaygın Ceviz  
KSÜ Kafeterya altı (14d), ağaçlık alan, 515 m, 18.05.2017, S.Yağmur 329, KASOF 546.

II.4. Fagales  
13. *Fagaceae*

**38. *Quercus robur* L. subsp. *robur*** : Saplı meşe  
KSÜ Ziraat F. civarı (12c), ağaçlık alan, 527 m, 18.05.2017, S.Yağmur 355, KASOF 547, Euro-Sib. el.

14. *Betulaceae*

**39. *Betula pendula* Roth** : Sarkık Dalı Huş  
KSÜ Orman F. arkası (23b), açıklık alan, 533 m, 07.06.2017, S.Yağmur 384, KASOF 548, Egzotik.

III. Caryophyllidae  
III.1. Caryophyllales  
15. *Caryophyllaceae*

**40. *Cerastium brachypetalum* Pers. subsp. *roeseri* (Boiss. et Heldr.) Nyman** : Boynuzotu  
KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 525 m, 23.4.2016, S.Yağmur 106, KASOF 549.

**41. *Minuartia hybrida* (Vill.) Schischk. subsp. *turcica* Meneill** : **Ekin tıstısı**  
KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 525 m, 23.4.2016, S.Yağmur 97, KASOF 550.

**42. *Silene aegyptiaca* (L.) L. Fil. subsp. *ruderalis* Coode et Cullen** : **Kaba Balıca**  
KSÜ İlahiyat F. arkası (22d), açıklık alan, 530 m, 12.04.2017, S.Yağmur 260, KASOF 551.

**43. *Vaccaria hispanica* (Mill.) Rauschert var. *grandiflora* (Fisch. ex Dc.) Cullen** : Ekinebesi  
KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), açıklık alan, 505 m, 1.5.2016, S.Yağmur 183, KASOF 552; KSÜ Orman F.-İİBF arası (23b), yol kenarı, 535 m, 8.6.2016, S.Yağmur 234, KASOF 553; KSÜ Ziraat F. civarı (12c), açıklık alan, 537 m, 21.4.2016, S.Yağmur 54, KASOF 554.

III.2. Polygonales  
16. *Polygonaceae*

**44. *Polygonum salicifolium* Brouss. ex Willd.** : **Bibercik**  
KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11a), açıklık alan, 500 m, 1.5.2016, S.Yağmur 198, KASOF 555.

**45. *Rumex pulcher* L.** : **Ekşilik**  
KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 140, KASOF 556.

IV. Dilleniidae  
IV.1. Malvales  
17. *Malvaceae*

**46. *Alcea striata* (Dc.) Alef. subsp. *rufescens* (Boiss.) Cullen** : **Kaya hatmisi**  
KSÜ Kafeterya karşısı (13c), yol kenarı, 535 m, 1.6.2016, S.Yağmur 236, KASOF 557.

**47. *Althaea hirsuta* L.** : Gülhatmi  
KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 178, KASOF 558.

**48. *Malva sylvestris* L.** : Ebegümece  
KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), orman içi açıklık, 526 m, 01.06.2017, S.Yağmur 370, KASOF 559.

**49. *Malvella sherardiana* (L.) Jaub. et Spach** : **Hubazi**

KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 144, KASOF 560.

**50. *Hibiscus syriacus* L.** : Kerkede  
KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), açıklık alan, 528 m, 07.06.2017, S.Yağmur 394, KASOF 561.

IV.2. Violales  
18. *Tamaricaceae*

**51. *Tamarix tetragyna* Ehrenb.** : Ova ılgını  
KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 146, KASOF 562, Ir.-Tur. el.

IV.3. Salicales  
19. *Salicaceae*

**52. *Salix babylonica* L.** : Salkım Söğüt  
KSÜ Ziraat F.-Kafeterya arası (13d), peyzaj düzenlemeleri, 530 m, 18.05.2017, S.Yağmur 347, KASOF 563, Egzotik.

**53. *S. caprea* L.** : Keçi söğüdü  
KSÜ Ziraat F. civarı (12c), peyzaj düzenlemeleri, 529 m, 18.05.2017, S.Yağmur 348, KASOF 564, Euro-Sib. el.

**54. *S. viminalis* L.** : Sepetçi söğüdü  
KSÜ Orman F. önu (12d), peyzaj düzenlemeleri, 527 m, 01.06.2017, S.Yağmur 360, KASOF 565, Euro-Sib. el.

IV.4. Capparales  
20. *Capparaceae*

**55. *Capparis spinosa* L. var. *spinosa*** : Kebere  
KSÜ Ziraat F. arkası (13b), açıklık alan, 506 m, 18.05.2017, S.Yağmur 318, KASOF 566.

21. *Brassicaceae*

**56. *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.** : Çobançantası  
KSÜ Ziraat F. civarı (12c), açıklık alan, 520 m, 10.04.2017, S.Yağmur 250, KASOF 567.

**57. *Cardaria draba* (L.) Desv subsp. *chalepensis* (L.) O.E. Schulz** : Diğnik

KSÜ Orman F.-İİBF arası (23b), açıklık alan, 563 m, 14.4.2016, S.Yağmur 8, KASOF 568; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11a), açıklık alan, 500 m, 1.5.2016, S.Yağmur 200, KASOF 569; KSÜ İlahiyat F. arkası (22d), açıklık alan, 534 m, 12.04.2017, S.Yağmur 262, KASOF 570.

**58. *Clypeola aspera* (Grauer) Turritt** : Kılı akçetotu  
KSÜ Kafeterya altı (14a), yol kenarı, 514 m, 23.4.2016, S.Yağmur 68, KASOF 571, Ir.-Tur. el.

**59. *C. jonthlaspi* L.**  
KSÜ Ziraat F. civarı (12c), açıklık alan, 520 m, 21.4.2016, S.Yağmur 48, KASOF 572; KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 525 m, 23.4.2016, S.Yağmur 98, KASOF 573.

**60. *Crambe orientalis* L. var. *orientalis*** : Akyumak  
KSÜ Kafeterya üst yol (25a), açıklık alan, 528 m, 24.04.2015, S.Yağmur 287, KASOF 574; KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 485 m, 28.4.2016, S.Yağmur 121, KASOF 575, Ir.-Tur. el.

**61. *C. tataria* Sebeok var. *tataria*** : Tatarlahanası  
KSÜ İlahiyat F. arkası (22c), açıklık alan, 531 m, 12.04.2017, S.Yağmur 254, KASOF 576; KSÜ Spor sahası etrafı (22c), açıklık alan, 539 m, 27.04.2017, S.Yağmur 274, KASOF 577, Ir.-Tur. el.

**62. *Eruca sativa* Miller** : Roka  
KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 181, KASOF 578.

**63. *Neslia apiculata* Fisch. Mey. et Ave-Lall.** : Tophardal  
KSÜ Kafeterya altı (14a), yol kenarı, 514 m, 23.4.2016, S.Yağmur 70, KASOF 579; KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23d), orman içi açıklık, 536 m, 19.04.2017, S.Yağmur 267, KASOF 580.

**64. *Sinapis arvensis* L.** : Hardal  
KSÜ Orman F.-İİBF arası (23b), açıklık alan, 562 m, 13.4.2016, S.Yağmur 9, KASOF 581; KSÜ Ziraat F. civarı (12c), açıklık alan, 537 m, 21.4.2016, S.Yağmur 55, KASOF 582; KSÜ Ziraat F. civarı (12c), açıklık alan, 537 m, 21.4.2016, S.Yağmur 58, KASOF 583;

KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 522 m, 23.4.2016, S.Yağmur 80, KASOF 584; KSÜ Ziraat F. arkası (12a), açıklık alan, 514 m, 26.4.2016, S.Yağmur 112, KASOF 585; KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 130, KASOF 586; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 166, KASOF 587; KSÜ İlahiyat F. arkası (22d), açıklık alan, 529 m, 12.04.2017, S.Yağmur 256, KASOF 588.

**65. *Thlaspi perfoliatum* L.** : Çobandağarcığı

KSÜ Kafeterya altı (14a), yol kenarı, 521 m, 23.4.2016, S.Yağmur 72, KASOF 589.

IV.5. Ericales  
22. *Ericaceae*

**66. *Arbutus andrachne* L.** : Sandal ağacı

KSÜ Ziraat F. arkası (12b), peyzaj düzenlemeleri, 509 m, 18.05.2017, S.Yağmur 315, KASOF 590.

**67. *Arbutus unedo* L.** : Kocayemiş

KSÜ Ziraat F. civarı (12c), peyzaj düzenlemeleri, 529 m, 18.05.2017, S.Yağmur 316, KASOF 591.

IV.6. Primulales  
23. *Primulaceae*

**68. *Anagallis arvensis* L. var. *caerulea* (L.) Gouan** : Farekulağı

KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 522 m, 23.4.2016, S.Yağmur 85, KASOF 592; KSÜ Yabancı Diller F. civarı (23a), açıklık alan, 540 m, 11.5.2016, S.Yağmur 220, KASOF 593

**69. *Androsace maxima* L.** : Tavukkursağı

KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), orman içi açıklık, 532 m, 01.06.2017, S.Yağmur 362, KASOF 594.

V. Rosidae  
V.1. Rosales  
24. *Pittosporaceae*

**70. *Pittosporum tobira* (Thunb.) W.T.Aiton** : Bodur Yıldız Çalısı

KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), açıklık alan, 528 m, 07.06.2017, S.Yağmur 400, KASOF 595, Egzotik.

25. *Hydrangeaceae*

**71. *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.** : Ortanca

KSÜ Orman F.-İİBF arası (23b), peyzaj düzenlemeleri, 535 m, 18.05.2017, S.Yağmur 311, KASOF 596, Egzotik.

26. *Crassulaceae*

**72. *Sedum acre* L.** : Acı damkoruğu

KSÜ Orman F.-İİBF arası (23b), yol kenarı, 535 m, 8.6.2016, S.Yağmur 235, KASOF 597.

27. *Rosaceae*

**73. *Amygdalus communis* L.** : Badem

KSÜ İlahiyat F. arkası (22c), açıklık alan, 522 m, 07.06.2017, S.Yağmur 379, KASOF 598.

**74. *A. orientalis* Miller** : Payam

KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), açıklık alan, 528 m, 07.06.2017, S.Yağmur 393, KASOF 599, Ir.-Tur. el.

**75. *Cotoneaster horizontalis* Decne.** : Dağ muşmulası

KSÜ Rektörlük binası civarı (24b), peyzaj düzenlemeleri, 531 m, 18.05.2017, S.Yağmur 322, KASOF 600, Egzotik.

**76. *C. franchetii* Bois**

KSÜ Rektörlük binası civarı (24a), peyzaj düzenlemeleri, 545 m, 01.06.2017, S.Yağmur 356, KASOF 601, Egzotik.

**77. *Malus domestica* Borkh.** : Elma

KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), açıklık alan, 528 m, 07.06.2017, S.Yağmur 395, KASOF 602.

**78. *Prunus cerasifera* Ehrh.** : Erik

KSÜ Rektörlük binası civarı (24a), peyzaj düzenlemeleri, 545 m, 07.06.2017, S.Yağmur 390, KASOF 603.

**79. *P. serrulata* Lindl.** 'Kanzan'

KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), açıklık alan, 528 m, 07.06.2017, S.Yağmur 397, KASOF 604; KSÜ Rektörlük binası civarı (24a), peyzaj düzenlemeleri, 545 m, 07.06.2017, S.Yağmur 406, KASOF 605.

**80. *Pyracantha coccinea* Roemer** : Ateşdikeni

KSÜ Orman F.-İİBF arası (23b), peyzaj düzenlemeleri, 542 m, 18.05.2017, S.Yağmur 343, KASOF 606.

**81. *Rubus sanctus* Schreber** : Böğürtlen

KSÜ Kafeterya altı (14d), yol kenarı, 519 m, 23.4.2016, S.Yağmur 75, KASOF 607.

**82. *Sanguisorba minor* Scop. subsp. *lasiocarpa* (Boiss. et Hausskn.) Nordb.** : Karagöndürme

KSÜ Kafeterya altı (14a), yol kenarı, 514 m, 23.4.2016, S.Yağmur 62, KASOF 608; KSÜ Ziraat F. civarı (12c), açıklık alan, 521 m, 21.4.2016, S.Yağmur 43, KASOF 609.

**83. *C. crus-galli* L.** : Alçı

KSÜ Rektörlük binası civarı (24a), peyzaj düzenlemeleri, 545 m, 07.06.2017, S.Yağmur 392, KASOF 610, Egzotik.

V.2. Fabales  
28. *Fabaceae*

**84. *Acacia delbata* Link** : Gümüşi akasya

KSÜ Rektörlük binası civarı (24a), peyzaj düzenlemeleri, 545 m, 18.05.2017, S.Yağmur 313, KASOF 611, Egzotik.

**85. *Albizia julibrissin* Durazz.** : Gülibrişim

KSÜ Kafeterya altı (14d), peyzaj düzenlemeleri, 515 m, 18.05.2017, S.Yağmur 314, KASOF 612, Egzotik, Hyrcanian el.

**86. *Astragalus hamosus* L.** : Geven, Koçboynuzu

KSÜ Besyo arkası (27c), açıklık alan, 531 m, 17.04.2017, S.Yağmur 266, KASOF 613.

**87. *Calicotome villosa* (Poir.) Link** : Keçiboğan

KSÜ Yabancı Diller F. civarı (22c), açıklık alan, 536 m, 19.4.2016, S.Yağmur 34, KASOF 614, Medit. el.

**88. *Cercis siliquastrum* L. subsp. *siliquastrum*** : Erguvan

KSÜ Ziraat F. civarı (12c), peyzaj düzenlemeleri, 519 m, 18.05.2017, S.Yağmur 321, KASOF 615.

**89. *Coronilla parviflora* Willd.** : Burçak

KSÜ Orman F.-İİBF arası (24a), açıklık alan, 530 m, 24.04.2015, S.Yağmur 284, KASOF 616, East Medit. el.

**90. *C. scorpioides* (L.) Koch** : Akrep burçağı

KSÜ Orman F.-İİBF arası (24a), açıklık alan, 530 m, 24.04.2015, S.Yağmur 285, KASOF 617.

**91. *Glycyrrhiza echinata* L.** : Pıtrak meyan

KSÜ Ziraat F. arkası (13d), yol kenarı, 527 m, 24.04.2015, S.Yağmur 292, KASOF 618.

**92. *Hippocrepis unisiliquosa* L. subsp. *unisiliquosa*** : Atnalı

KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), orman içi açıklık, 530 m, 24.04.2015, S.Yağmur 293, KASOF 619.

**93. *Hymenocarpus circinnatus* (L.) Savi** : Pulluot

KSÜ Orman F.-İİBF arası (23b), açıklık alan, 560 m, 13.4.2016, S.Yağmur 14, KASOF 620; KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 525 m, 23.4.2016, S.Yağmur 103, KASOF 621; KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23d), yol kenarı, 532 m, 24.04.2015, S.Yağmur 294, KASOF 622, Medit. el.

**94. *Lathyrus annuus* L.** : Dağdınılcısı

KSÜ Orman F.-İİBF arası (24a), açıklık alan, 537 m, 18.4.2016, S.Yağmur 17, KASOF 623; KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 124, KASOF 624, Medit. el.

**95. *L. argentatus* L. var. *biflorus* Post**

KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11a), açıklık alan, 505 m, 1.5.2016, S.Yağmur 190, KASOF 625; KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 507 m, 24.04.2015, S.Yağmur 296, KASOF 626.

**96. *L. aphaca* L. var. *modestus* P. H. Davis** : Sarı burçak

KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 522 m, 23.4.2016, S.Yağmur 82, KASOF 627

East Medit. el.

**97. *L. cicera* L.** : Colban

KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23d), orman içi açıklık, 536 m, 19.04.2017, S.Yağmur 268, KASOF 628.

**98. *L. gorgoni*** Parl. var. ***gorgoni*** : **İmirdik**

KSÜ Orman F.- İİBF arası (24a), açıklık alan, 560 m, 13.4.2016, S.Yağmur 15, KASOF 629; KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 525 m, 23.4.2016, S.Yağmur 99, KASOF 630; KSÜ Ziraat F. arkası (12a), açıklık alan, 514 m, 26.4.2016, S.Yağmur 114, KASOF 631; KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 137, KASOF 632; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 169, KASOF 633, East Medit. el.

**99. *L. sativus*** L.

KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11a), açıklık alan, 505 m, 1.5.2016, S.Yağmur 186, KASOF 634; KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 127, KASOF 635; KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23d), orman içi açıklık, 532 m, 24.04.2015, S.Yağmur 297, KASOF 636.

**100. *Medicago blanchiana*** Boiss. var. ***blanchiana*** : **Tarla yoncası**

KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 160, KASOF 637.

**101. *M. lupulina*** L. : **Bitçikotu**

KSÜ Orman F.- İİBF F. arası (23b), açıklık alan, 537 m, 19.4.2016, S.Yağmur 28, KASOF 638.

**102. *M. minima*** (L.) Bart. var. ***minima*** : **Gurnik**

KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 525 m, 23.4.2016, S.Yağmur 91, KASOF 639; KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 139 KASOF 640; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11a), açıklık alan, 500 m, 1.5.2016, S.Yağmur 203, KASOF 641.

**103. *M. orbicularis*** (L.) Bart. : **Paralık**

KSÜ Orman F.-İİBF arası (23b), açıklık alan, 523 m, 19.4.2016, S.Yağmur 30, KASOF 642; KSÜ Ziraat F. civarı (12c), açıklık alan, 519 m, 21.4.2016, S.Yağmur 44, KASOF 643; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 171, KASOF 644; KSÜ Spor sahası etrafı (22c), açıklık alan, 535 m, 27.04.2017, S.Yağmur 279, KASOF 645.

**104. *M. polymorpha*** L. var. ***vulgaris*** (Benth.) Shinnars : **Kirkyonca**

KSÜ Orman F.-İİBF arası (23b), açıklık alan, 537 m, 19.4.2016, S.Yağmur 27, KASOF 646; KSÜ Orman F.-İİBF arası (23b), açıklık alan, 525 m, 19.4.2016, S.Yağmur 31, KASOF 647

**105. *M. radiata*** L. : **Hilal yonca**

KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11a), açıklık alan, 500 m, 1.5.2016, S.Yağmur 202, KASOF 648, Ir.-Tur. el.

**106. *M. rigidula*** (L.) All. var. ***cinerascens*** (Jord.) Rouy

KSÜ Ziraat F. civarı (12c), yol kenarı, 528 m, 23.3.2016, S.Yağmur 5, KASOF 649; KSÜ Ziraat F. civarı (12c), açıklık alan, 530 m, 21.4.2016, S.Yağmur 45, KASOF 650; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 172, KASOF 651.

**107. *M. sativa*** L. subsp. ***sativa***

KSÜ Orman F.- İİBF arası (23b), yol kenarı, 535 m, 8.6.2016, S.Yağmur 233, KASOF 652; KSÜ Ziraat F. arkası (13a), açıklık alan, 513 m, 24.10.2016, S.Yağmur 237, KASOF 653.

**108. *M. truncatula*** Gaertn. var. ***longiaculeata*** Urb.

KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 164, KASOF 654, Medit. el.

**109. *Melilotus indica*** (L.) All. : **Taş yoncası**

KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 525 m, 23.4.2016, S.Yağmur 105, KASOF 655.

**110. *Melilotus officinalis*** (L.) Desr. : **Kokulu yonca**

KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), orman içi açıklık, 529 m, 01.06.2017, S.Yağmur 371, KASOF 656.

**111. *Onobrychis caput-galli*** (L.) Lam. : **Pitrak korunga**

KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 122, KASOF 657; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 168, KASOF 658, Medit. el.

**112. *Ononis pubescens*** L. : **Havlı örsele**

KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 152, KASOF 659; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 174, KASOF 660; KSÜ Yabancı Diller F. civarı (23a), yol kenarı, 540 m, 8.6.2016, S.Yağmur 222, KASOF 661, Medit. el.

**113. *O. spinosa*** L. subsp. ***leiosperma*** (Boiss.) Sirj. : **Demirdelen**

KSÜ Yabancı Diller F. civarı (23a), yol kenarı, 534 m, 08.06.2016, S.Yağmur 265, KASOF 662.

**114. *Pisum sativum*** L. subsp. ***elatius*** (Bieb.) Aschers. et Graebn. var. ***brevipedunculatum*** Davis et Meikle : **Bezelye**

KSÜ Spor sahası etrafı (26d), açıklık alan, 532 m, 27.04.2017, S.Yağmur 271, KASOF 663.

**115. *P. sativum*** L. subsp. ***elatius*** (BIEB.) aschers. et Graebn. var. ***pumilio*** Meikle

KSÜ Ziraat F. civarı (12c), açıklık alan, 511 m, 21.4.2016, S.Yağmur 41, KASOF 664.

**116. *Psoralea bituminosa*** L. : **Asfaltotu**

KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 128, KASOF 665, Medit. el.

**117. *Robinia hispida*** L. : **Kıllı akasya**

KSÜ Orman F. önu (12d), peyzaj düzenlemeleri, 527 m, 18.05.2017, S.Yağmur 344, KASOF 666, Egzotik.

**118. *R. pseudoacacia*** L. : **Yalancı akasya**

KSÜ Orman F. önu (12d), peyzaj düzenlemeleri, 527 m, 18.05.2017, S.Yağmur 345, KASOF 667, Egzotik.

**119. *Scorpiurus muricatus*** L. var. ***subvillosus*** (L.) Fiori : **Koyundüğü**

KSÜ Orman F.- İİBF arası (23b), açıklık alan, 535 m, 18.4.2016, S.Yağmur 25, KASOF 668; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11a), açıklık alan, 505 m, 1.5.2016, S.Yağmur 187, KASOF 669, Medit. el.

**120. *Securigera securidaca*** (L.) Degen et Dā-Rf. : **Körigen**

KSÜ Ziraat F. civarı (12c), açıklık alan, 521 m, 21.4.2016, S.Yağmur 49, KASOF 670; KSÜ Ziraat F. arkası (12a), açıklık alan, 514 m, 26.4.2016, S.Yağmur 116, KASOF 671; KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 151, KASOF 672; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 167, KASOF 673.

**121. *Spartium junceum*** L. : **Katır Tırnağı**

KSÜ Orman F.- İİBF arası (23b), açıklık alan, 532 m, 19.4.2016, S.Yağmur 26, KASOF 674, Medit. el.

**122. *Trifolium campestre*** Schreb. : **Üçgül**

KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 525 m, 23.4.2016, S.Yağmur 96, KASOF 675; KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 145, KASOF 676; KSÜ Spor sahası etrafı (22c), açıklık alan, 539 m, 27.04.2017, S.Yağmur 276, KASOF 677.

**123. *T. repens*** L. var. ***repens*** : **Ak üçgül**

KSÜ Spor sahası etrafı (26d), açıklık alan, 536 m, 27.04.2017, S.Yağmur 272, KASOF 678.

**124. *T. resupinatum*** L. var. ***resupinatum*** : **Anadolu üçgülü**

KSÜ Orman F.- İİBF arası (23b), açıklık alan, 538 m, 19.4.2016, S.Yağmur 29, KASOF 679; KSÜ Ziraat F. civarı (12c), açıklık alan, 521 m, 21.4.2016, S.Yağmur 57, KASOF 680; KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 154, KASOF 681.

**125. *T. spumosum*** L. : **Kese yonca**

KSÜ Orman F.- İİBF arası (24a), açıklık alan, 528 m, 18.4.2016, S.Yağmur 16, KASOF 682; KSÜ Ziraat F. civarı (12c), açıklık alan, 531 m, 21.4.2016, S.Yağmur 50, KASOF 683; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 161, KASOF 684, Medit. el.

**126. *T. tomentosum*** L. : **Yünlü yonca**

KSÜ Spor sahası etrafı (22c), açıklık alan, 539 m, 27.04.2017, S.Yağmur 277, KASOF 685.

**127. *Trigonella kotschy*** Fenzl : **Akboyotu**

KSÜ Ziraat F. civarı (12c), yol kenarı, 523 m, 23.3.2016, S.Yağmur 3, KASOF 686; KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 525 m, 23.4.2016, S.Yağmur 89, KASOF 687; KSÜ Ziraat F. arkası (12a), açıklık alan, 514 m, 26.4.2016, S.Yağmur 111, KASOF 688, **Endemik**, IUCN: LC, Ir.-Tur. el.

**128. *T. monspeliaca*** L. : **Som çemenotu**

KSÜ Ziraat F. civarı (12c), yol kenarı, 520 m, 23.3.2016, S.Yağmur 2, KASOF 689; KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 522 m, 23.4.2016, S.Yağmur 77, KASOF 690, Medit. el.

**129. *T. spicata*** Sibth. et Sm. : **Başak boyotu**

KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11a), açıklık alan, 505 m, 1.5.2016, S.Yağmur 193, KASOF 691, East Medit. el.

**130. *Vicia anatolica*** Turrill : **Yılan fiği**

KSÜ Ziraat F. civarı (12c), açıklık alan, 531 m, 21.4.2016, S.Yağmur 51, KASOF 692, Ir.-Tur. el.

**131. *V. faba* L. :** Bakla  
KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 525 m, 23.04.2016, S.Yağmur 258, KASOF 693.

**132. *V. grandiflora* Scop. var. *grandiflora* :** Koca bakla  
KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11a), açıklık alan, 505 m, 1.5.2016, S.Yağmur 191, KASOF 694, East Medit. el.

**133. *V. noeana* Reuter ex Boiss. var. *noeana***  
KSÜ Tıp F. Cıvarı (25b), taşlıklı alan, 531 m, 04.04.2017, S.Yağmur 247, KASOF 695, Ir.-Tur. el.

**134. *V. peregrina* L. :** Kavli  
KSÜ Ziraat F. civarı (12c), yol kenarı, 523 m, 23.3.2016, S.Yağmur 4, KASOF 696.

**135. *V. sativa* L. subsp. *nigra* (L.) Ehrh. var. *nigra* :** Eşek gürtlü  
KSÜ Orman F.-İİBF arası (23b), açıklık alan, 562 m, 13.4.2016, S.Yağmur 10, KASOF 697.

**136. *V. sativa* L. subsp. *nigra* (L.) Ehrh. var. *segetalis* (Thuill.) Ser. ex Dc.**

KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 522 m, 23.4.2016, S.Yağmur 83, KASOF 698; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 162, KASOF 699.

**137. *Wisteria sinensis* (Sims) Dc.**  
KSÜ Orman F.-İİBF arası (23b), peyzaj düzenlemeleri, 538 m, 18.05.2017, S.Yağmur 353, KASOF 700, Egzotik.

V.3. Myrtales  
29. *Myrtaceae*

**138. *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. :** Sıtma ağacı  
KSÜ Besyo arkası (27b), ağaçlık alan, 522 m, 18.05.2017, S.Yağmur 325, KASOF 701, Egzotik.

**139. *Myrtus communis* L. subsp. *communis* :** Mersin  
KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 507 m, 07.06.2017, S.Yağmur 391, KASOF 702.

30. *Punicaceae*

**140. *Punica granatum* L. :** Nar  
KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), açıklık alan, 528 m, 07.06.2017, S.Yağmur 385, KASOF 703.

31. *Onagraceae*

**141. *Epilobium hirsutum* L. :** Hasanhüseyin çiçeği  
KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 24.10.2016, S.Yağmur 239, KASOF 704.

**142. *E. parviflorum* Schreber :** İraz yakiotu  
KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 138, KASOF 705; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 182, KASOF 706; KSÜ Yabancı Diller F. civarı (23a), yol kenarı, 534 m, 8.6.2016, S.Yağmur 228, KASOF 707.

**143. *Gaura lindheimeri* Engelm. & A.Gray**  
KSÜ Orman F.- İİBF arkası (23b), açıklık alan, 540 m, 24.04.2015, S.Yağmur 290, KASOF 708, Egzotik.

V.4. Cornales  
32. *Cornaceae*

**144. *Cornus kousa* F.Buenger ex Hance**  
KSÜ Yabancı Diller F. civarı (23a), peyzaj düzenlemeleri, 532 m, 02.05.2013, S.Yağmur 283, KASOF 709; KSÜ Rektörlük binası civarı (24c), peyzaj düzenlemeleri, 536 m, 18.05.2017, S.Yağmur 310, KASOF 710, Egzotik.

V.5. Euphorbiales  
33. *Euphorbiaceae*

**145. *A. telephioides* L. :** Duvarnohutu  
KSÜ Ziraat F. civarı (12c), açıklık alan, 524 m, 21.4.2016, S.Yağmur 46, KASOF 711; KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 525 m, 23.4.2016, S.Yağmur 93, KASOF 712; KSÜ Ziraat F. arkası (12a), açıklık alan, 514 m, 26.4.2016, S.Yağmur 109, KASOF 713; KSÜ

Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 153, KASOF 714.

**146. *Euphorbia aleppica* L. :** Haşul  
KSÜ Ziraat F. civarı (12c), açıklık alan, 523 m, 21.4.2016, S.Yağmur 42, KASOF 715; KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 525 m, 23.4.2016, S.Yağmur 102, KASOF 716; KSÜ Yabancı Diller F. civarı (22b), açıklık alan, 540 m, 11.5.2016, S.Yağmur 213, KASOF 717.

**147. *E. helioscopia* L. :** Feribanotu  
KSÜ Yabancı Diller F. civarı (22c), yol kenarı, 539 m, 20.4.2016, S.Yağmur 39, KASOF 718.

**148. *E. peplus* L. var. *peplus* :** Bahçe sütleğeni  
KSÜ Orman F.-İİBF arası (24a), açıklık alan, 543 m, 18.4.2016, S.Yağmur 20, KASOF 719.

**149. *E. taurinensis* All. :** Tilki sütleğeni  
KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 123, KASOF 720.

V.6. Rhamnales  
34. *Rhamnaceae*

**150. *Paliurus spina-christi* Miller :** Karaçalı  
KSÜ Kafeterya altı (14d), ağaçlık alan, 515 m, 18.05.2017, S.Yağmur 336, KASOF 721.

**151. *Rhamnus cathartica* L. :** Cehri  
KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), açıklık alan, 528 m, 07.06.2017, S.Yağmur 398, KASOF 722, Egzotik.

35. *Vitaceae*

**152. *Vitis vinifera* L. :** Asma  
KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), açıklık alan, 528 m, 07.06.2017, S.Yağmur 387, KASOF 723.

V.7. Linales  
36. *Linaceae*

**153. *Linum nodiflorum* L. :** Yaban keten  
KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), orman içi açıklık, 529 m, 24.04.2015, S.Yağmur 300, KASOF 724, Medit. el.

**154. *L. pubescens* Banks et Sol. subsp. *pubescens***  
KSÜ Ziraat F. arkası (12a), açıklık alan, 525 m, 23.4.2016, S.Yağmur 107, KASOF 725; KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), orman içi açıklık, 529 m, 24.04.2015, S.Yağmur 301, KASOF 726, East Medit. el.

V.8. Sapindales  
37. *Sapindaceae*

**155. *Koeleruteria paniculata* Laxm. :** Güvey kandili  
KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), açıklık alan, 528 m, 07.06.2017, S.Yağmur 396, KASOF 727, Egzotik.

38. *Aceraceae*

**156. *Acer negundo* L. :** Dışbudak yapraklı akçağaç  
KSÜ Rektörlük binası civarı (24b), ağaçlık alan, 531 m, 18.05.2017, S.Yağmur 309, KASOF 728, Egzotik.

**157. *A. buergerianum* Miq.**  
KSÜ Orman F. önu (12d), peyzaj düzenlemeleri, 527 m, 01.06.2017, S.Yağmur 402, KASOF 729, Egzotik.

**158. *A. pseudoplatanus* L. :** Dağ akçağaç  
KSÜ Orman F. önu (12d), peyzaj düzenlemeleri, 527 m, 01.06.2017, S.Yağmur 401, KASOF 730, Egzotik, Euro-Sib. el.

39. *Anacardiaceae*

**159. *Rhus coriaria* L. :** Sumak  
KSÜ İlahiyat F. arkası (22c), açıklık alan, 522 m, 07.06.2017, S.Yağmur 378, KASOF 731

40. *Meliaceae*

**160. *Melia azedarach* L.** : Tespih ağacı  
KSÜ Rektörlük binası civarı (24b), peyzaj düzenlemeleri, 530 m, 18.05.2017, S.Yağmur 333, KASOF 732, Egzotik

41. *Rutaceae*

**161. *Haplophyllum buxbaumii* (Poir.) G. Don subsp. *buxbaumii*** (Poir.) G. Don

KSÜ Yabancı Diller F. civarı (22b), açıklık alan, 539 m, 11.5.2016, S.Yağmur 208, KASOF 733; KSÜ Yabancı Diller F. civarı (23a), yol kenarı, 540 m, 8.6.2016, S.Yağmur 227, KASOF 734

V.9. Geraniales  
42. *Oxalidaceae*

**162. *Oxalis corniculata* L.** : Sarı ekşiyonca

KSÜ Orman F.- İİBF arası (24a), açıklık alan, 543 m, 18.4.2016, S.Yağmur 23, KASOF 735

43. *Geraniaceae*

**163. *Erodium acaule* (L.) Becherer et Thell.** : Leylekgagası

KSÜ Ziraat F. arkası (12a), açıklık alan, 514 m, 26.4.2016, S.Yağmur 115, KASOF 736; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 175, KASOF 737, Medit. el.

**164. *Geranium macrostylum* Boiss.** : Turna Gagası

KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), orman içi açıklık, 532 m, 24.04.2015, S.Yağmur 291, KASOF 738, East Medit. (mt.) el.

**165. *G. rotundifolium* L.** : Helilok

KSÜ Kafeterya altı (14a), yol kenarı, 521 m, 23.4.2016, S.Yağmur 74, KASOF 739.

**166. *G. tuberosum* L. subsp. *tuberosum*** : Çakmüz

KSÜ İlahiyat F. arkası (22c), açıklık alan, 531 m, 12.04.2017, S.Yağmur 253, KASOF 740.

V.10. Apiales  
44. *Araliaceae*

**167. *Hedera helix* L.** : Duvar sarmaşığı

KSÜ İİBF civarı (24a), açıklık alan, 543 m, 07.06.2017, S.Yağmur 377, KASOF 741.

45. *Apiaceae*

**168. *Ainsworthia trachycarpa* Boiss.** : Boz kaskalida

KSÜ Kafeterya altı (14a), yol kenarı, 514 m, 23.4.2016, S.Yağmur 65, KASOF 742; KSÜ Ziraat F. arkası (12a), açıklık alan, 514 m, 26.4.2016, S.Yağmur 108, KASOF 743; KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 142, KASOF 744; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 156, KASOF 745, East Medit. el.

**169. *Ammi majus* L.** : Kürdanotu

KSÜ Yabancı Diller F. civarı (23a), yol kenarı, 539 m, 8.6.2016, S.Yağmur 223, KASOF 746, Medit. el.

**170. *Artemisia squamata* L.** : Karabenek

KSÜ Ziraat F. arkası (13d), yol kenarı, 527 m, 01.06.2017, S.Yağmur 363, KASOF 747.

**171. *Bupleurum croceum* Fenzl** : Çiğdem şeytanı

KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 150, KASOF 748, Ir.-Tur. el.

**172. *B. falcatum* L. subsp. *persicum* (Boiss.) Koso-Pol. subsp.** : Kayaçatalı

KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), orman içi açıklık, 530 m, 01.06.2017, S.Yağmur 364, KASOF 749.

**173. *B. rotundifolium* L.** : Soluk şeytanayağı

KSÜ Ziraat F. arkası (12a), açıklık alan, 514 m, 26.4.2016, S.Yağmur 113, KASOF 750; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 509 m, 1.5.2016, S.Yağmur 180, KASOF 751; KSÜ Yabancı Diller F. civarı (22b), açıklık alan, 540 m, 11.5.2016, S.Yağmur 211, KASOF 752.

**174. *Coriandrum sativum* L.** : Kişniş

KSÜ Yabancı Diller F. civarı (22b), açıklık alan, 540 m, 11.5.2016, S.Yağmur 212, KASOF 753.

**175. *Eryngium campestre* L. var. *virens* Link** : Kırsenet

KSÜ Yabancı Diller F. civarı (23a), yol kenarı, 541 m, 8.6.2016, S.Yağmur 221, KASOF 754.

**176. *Tordylium syriacum* L.** : Boz davulotu

KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23d), orman içi açıklık, 536 m, 19.04.2017, S.Yağmur 269, KASOF 755, East Medit. el.

**177. *Torilis arvensis* (Huds.) Link subsp. *arvensis*** : Dercikotu

KSÜ Ziraat F. civarı (12c), açıklık alan, 522 m, 21.4.2016, S.Yağmur 47, KASOF 756; KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 134, KASOF 75.

VI. Asteridae  
VI.1. Gentianales  
46. *Apocynaceae*

**178. *Nerium oleander* L.** : Zakkum

KSÜ Ziraat F. arkası (13a), peyzaj düzenlemeleri, 511 m, 18.05.2017, S.Yağmur 335, KASOF 758, Medit. el.

VI.2. Solanales  
47. *Convolvulaceae*

**179. *Convolvulus arvensis* L.** : Tarla sarmaşığı

KSÜ Yabancı Diller F. civarı (22b), açıklık alan, 538 m, 11.5.2016, S.Yağmur 207, KASOF 759.

**180. *C. betonicifolius* Miller subsp. *betonicifolius*** : Büyük yayılğan

KSÜ Orman F.-İİBF arası (23b), açıklık alan, 528 m, 19.4.2016, S.Yağmur 33, KASOF 760; KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 143, KASOF 761; KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 24.10.2016, S.Yağmur 242, KASOF 762.

**181. *C. betonicifolius* Miller subsp. *peduncularis* (Boiss.) Parris**

KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 522 m, 23.4.2016, S.Yağmur 86, KASOF 763, Ir.-Tur. el.

**182. *C. dorycnium* L. subsp. *oxysepalus* (Boiss. Rech. Fil. : Bağlıkotu**

KSÜ Yabancı Diller F. civarı (23a), yol kenarı, 535 m, 8.6.2016, S.Yağmur 224, KASOF 764, East Medit. el.

VI.3. Lamiales  
48. *Boraginaceae*

**183. *Anchusa azurea* Miller var. *azurea*** : Sığirdili

KSÜ Orman F.-İİBF arası (23b), açıklık alan, 559 m, 13.4.2016, S.Yağmur 11, KASOF 765; KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 129, KASOF 766.

**184. *A. strigosa* Labill.** : Gelezan

KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 125, KASOF 767; KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 126, KASOF 768; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 165, KASOF 769; KSÜ İlahiyat F. arkası (22c), açıklık alan, 530 m, 12.04.2017, S.Yağmur 252, KASOF 770.

**185. *Heliotropium bovei* Boiss.**

KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 163, KASOF 771; KSÜ Yabancı Diller F. civarı (23a), yol kenarı, 534 m, 8.6.2016, S.Yağmur 230, KASOF 772, East Medit. el.

49. *Verbenaceae*

**186. *Lantana camara* L.** : Çalminesi

KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 525 m, 07.06.2017, S.Yağmur 389, KASOF 773, Egzotik.

50. *Lamiaceae*

**187. *Ajuga chamaepitys* (L.) Schreber subsp. *laevigata* (Banks et Sol.) P. H. Davis** : Kelmayasılı

KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 170, KASOF 774, Ir.-Tur. el.

**188. *Lamium amplexicaule* L.** : Ballibaba, Baltutan

KSÜ Ziraat F. civarı (12c), yol kenarı, 523 m, 06.04.2017, S.Yağmur 248, KASOF 775, Euro-Sib. el.

**189. *Lavandula stoechas* L.** subsp. *stoechas*: Karabaş

KSÜ Orman F.-İİBF arası (23b), açıklık alan, 526 m, 19.4.2016, S.Yağmur 32, KASOF 776, Medit. el.

**190. *L. angustifolia* Miller** subsp. *angustifolia*: Lavanta

KSÜ Orman F.-İİBF F. arası (24a), yol kenarı, 527 m, 01.06.2017, S.Yağmur 369, KASOF 777, Egzotik.

**191. *Mentha longifolia* (L.) Hudson** subsp. *typhoides* (Briq.) Harley var. *typhoides* (L.) Hudson: Dere nanesi

KSÜ Ziraat F. arkası (13a), açıklık alan, 513 m, 24.10.2016, S.Yağmur 238, KASOF 778

**192. *Moluccella laevis* L.**: Çanakçiçeği

KSÜ Yabancı Diller F. civarı (22b), açıklık alan, 500 m, 1.5.2016, S.Yağmur 204, KASOF 779; KSÜ Yabancı Diller F. civarı (22b), açıklık alan, 540 m, 11.5.2016, S.Yağmur 215, KASOF 780; KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), açıklık alan, 538 m, 24.04.2015, S.Yağmur 302, KASOF 781, Ir.-Tur. el.

**193. *Rosmarinus officinalis* L.**: Biberiye

KSÜ Tıp F.-Güzel Sanatlar F. arası (26a), peyzaj düzenlemeleri, 528 m, 18.05.2017, S.Yağmur 346, KASOF 782, Medit. el.

**194. *Salvia viridis* L.**: Adaçayı, **Zarif şalba**

KSÜ İlahiyat F. arkası (22d), açıklık alan, 527 m, 12.04.2017, S.Yağmur 257, KASOF 783; KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), orman içi açıklık, 532 m, 24.04.2015, S.Yağmur 304, KASOF 784, Medit. el.

**195. *Teucrium fruticans* L.**: Kısamahmut

KSÜ Yabancı Diller F. civarı (23a), peyzaj düzenlemeleri, 529 m, 24.04.2015, S.Yağmur 307, KASOF 785; KSÜ Orman F. önu (12d), peyzaj düzenlemeleri, 527 m, 01.06.2017, S.Yağmur 359, KASOF 786, Egzotik.

#### VI.4. Plantaginales

##### 51. *Plantaginaceae*

**196. *Plantago lanceolata* L.**: Sınır out, Damarlıca

KSÜ Kafeterya altı (14a), açıklık alan, 521 m, 21.4.2016, S.Yağmur 59, KASOF 787; KSÜ Ziraat F. arkası (12a), açıklık alan, 514 m, 26.4.2016, S.Yağmur 110, KASOF 788.

#### VI.5. Scrophulariales

##### 52. *Oleaceae*

**197. *Forsythia x intermedia* Zabel**: Altın çanak

KSÜ Kafeterya üst yol (25a), peyzaj düzenlemeleri, 528 m, 01.06.2017, S.Yağmur 357, KASOF 789, Egzotik.

**198. *Fraxinus americana* L.**: Amerikan Dişbudağı

KSÜ Tıp F.-Güzel Sanatlar F. arası (26a), ağaçlık alan, 527 m, 18.05.2017, S.Yağmur 327, KASOF 790, Ir.-Tur. el., Egzotik.

**199. *Jasminum fruticans* L.**: Sarı Çiçekli Yasemin

KSÜ Besyo-Güzel Sanatlar F. arası (26d), açıklık alan, 538 m, 18.05.2017, S.Yağmur 328, KASOF 791, Medit. el.

**200. *Ligustrum japonicum* Thunb.**: Japon Kurtbağrı

KSÜ Rektörlük binası civarı (24a), peyzaj düzenlemeleri, 545 m, 07.06.2017, S.Yağmur 382, KASOF 792, Egzotik.

**201. *Olea europaea* L.** var. *europaea*: Zeytin

KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), açıklık alan, 528 m, 07.06.2017, S.Yağmur 386, KASOF 793.

**202. *Syringa vulgaris* L.** (Yaygın Leylak): Yaygın leylak

KSÜ Spor sahası etrafı (26c), açıklık alan, 528 m, 31.03.2017, S.Yağmur 306, KASOF 794; KSÜ Besyo-Güzel Sanatlar F. arası (26c), açıklık alan, 532 m, 18.05.2017, S.Yağmur 349, KASOF 795, Egzotik.

##### 53. *Scrophulariaceae*

**203. *Linaria simplex* (Willd.) Dc.**: Yalın nevrzutou

KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), orman içi açıklık, 526 m, 24.04.2015, S.Yağmur 299, KASOF 796, Medit. el.

**204. *L. chalepensis* (L.) Miller** var. *chalepensis*: Halep nevrzutou

KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 522 m, 23.4.2016, S.Yağmur 79, KASOF 797, East Medit. el.

**205. *Verbascum* sp.**: Sıgırkuyruğu

KSÜ Ziraat F. civarı (12c), açıklık alan, 513 m, 24.10.2016, S.Yağmur 243, KASOF 798.

**206. *Veronica persica* Poir.** et: Cırcamuk

KSÜ Orman F.-İİBF arası (23b), açıklık alan, 543 m, 18.4.2016, S.Yağmur 24, KASOF 799.

**207. *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Sieb. & Zucc.** ex Steud.: Tüylü Pavlonya

KSÜ Rektörlük binası civarı (24a), peyzaj düzenlemeleri, 545 m, 07.06.2017, S.Yağmur 388, KASOF 800, Egzotik.

##### 54. *Bignoniaceae*

**208. *Campsis radicans* (L.) Seem.**: Acemborusu

KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), açıklık alan, 528 m, 07.06.2017, S.Yağmur 399, KASOF 801; KSÜ Aslanlı Park (24b), peyzaj alanı, 533 m, 07.06.2017, S.Yağmur 407, KASOF 802, Egzotik.

**209. *Catalpa bignonioides* Walter.**: Katalpa

KSÜ Rektörlük binası civarı (24a), peyzaj düzenlemeleri, 542 m, 18.05.2017, S.Yağmur 319, KASOF 803, Egzotik.

#### VI.6. Campanulales

##### 55. *Nyctaginaceae*

**210. *Bougainvillea spectabilis* Willd.**: Gelin duvağı

KSÜ ÜSKİM binası civarı (23b), açıklık alan, 536 m, 07.06.2017, S.Yağmur 381, KASOF 804, Egzotik.

##### 56. *Campanulaceae*

**211. *Legousia pentagonia* (L.) Thellung**: Kadınaynası

KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 176, KASOF 805; KSÜ Yabancı Diller F. civarı (22b), açıklık alan, 540 m, 11.5.2016, S.Yağmur 216, KASOF 806.

**212. *L. falcata* (Ten.) Fritsch**: Eğri kadınaynası

KSÜ Orman F.-İİBF arası (24a), yol kenarı, 527 m, 24.04.2015, S.Yağmur 298, KASOF 807, Medit. el.

#### VI.7. Rubiales

##### 57. *Rubiaceae*

**213. *Callipeltis cucullaria* (L.) Steven**: Nermik

KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 525 m, 23.4.2016, S.Yağmur 94, KASOF 808, Ir.-Tur. el.

**214. *Galium aparine* L.**: Çobansüzgeci

KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 522 m, 23.4.2016, S.Yağmur 84, KASOF 809; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), açıklık alan, 505 m, 1.5.2016, S.Yağmur 184, KASOF 810; KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 132, KASOF 811.

**215. *G. samuelssonii* Ehrend.** var. *samuelssonii*: Akça iplikçik

KSÜ Yabancı Diller F. civarı (22b), açıklık alan, 540 m, 11.5.2016, S.Yağmur 219, KASOF 812, East Medit. el.

**216. *Sherardia arvensis* L.**: Gökörenotu

KSÜ Kafeterya altı (14a), yol kenarı, 514 m, 23.4.2016, S.Yağmur 66, KASOF 813; KSÜ Kafeterya altı (14a), yol kenarı, 521 m, 23.4.2016, S.Yağmur 73, KASOF 814; KSÜ Ziraat F. civarı (12c), açıklık alan, 526 m, 21.4.2016, S.Yağmur 52, KASOF 815, Medit. el.

#### VI.8. Dipsacales

##### 58. *Caprifoliaceae*

**217. *Viburnum opulus* L.**: Kartopu

KSÜ Orman F.-İİBF arası (23b), peyzaj düzenlemeleri, 535 m, 18.05.2017, S.Yağmur 351, KASOF 816, Euro-Sib. el.

**218. *V. tinus* L.**

KSÜ Orman F.-İİBF arası (23b), peyzaj düzenlemeleri, 535 m, 01.06.2017, S.Yağmur 361, KASOF 817, Egzotik, Medit. el.

##### 59. *Valerianaceae*

**219. *Valerianella discoidea* (L.) Loisel**: Ekin kuzukevreği

KSÜ Kafeterya altı (14a), yol kenarı, 514 m, 23.4.2016, S.Yağmur 69, KASOF 818, Medit. el.

60. *Dipsacaceae*

**220. *Cephalaria syriaca*** (L.) Schrader : Pelemir  
KSÜ Yabancı Diller F. civarı (22b), açıklık alan, 538 m, 11.5.2016, S.Yağmur 205, KASOF 819.

**221. *Pterocephalus plumosus*** (L.) Coulter : Gök Cücükotu  
KSÜ Yabancı Diller F. civarı (23a), yol kenarı, 537 m, 8.6.2016, S.Yağmur 231, KASOF 820.

**222. *Scabiosa calocephala*** Boiss. : Uyuzotu  
KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11a), açıklık alan, 500 m, 1.5.2016, S.Yağmur 201, KASOF 821, Ir.-Tur. el.

VI.9. Asterales

61. *Asteraceae*

**223. *Carduus argentatus*** L. : Gümüş diken  
KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 525 m, 23.4.2016, S.Yağmur 92, KASOF 822, East Medit. el.

**224. *C. pycnocephalus*** L. subsp. *breviphyllarius* Davis : Eşek soyması

KSÜ Yabancı Diller F. civarı (22c), yol kenarı, 539 m, 20.4.2016, S.Yağmur 38, KASOF 823; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11a), açıklık alan, 505 m, 1.5.2016, S.Yağmur 195, KASOF 824.

**225. *Centaurea calcitrapa*** L. subsp. *calcitrapa* : Çobankaldran  
KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11a), açıklık alan, 505 m, 1.5.2016, S.Yağmur 188, KASOF 825; KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 525 m, 23.4.2016, S.Yağmur 100, KASOF 826; KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 515 m, 26.4.2016, S.Yağmur 120, KASOF 827, Medit. el.

**226. *C. solstitialis*** L. subsp. *solstitialis* : Çakırdikeni  
KSÜ Yabancı Diller F. civarı (23a), yol kenarı, 542 m, 8.6.2016, S.Yağmur 226, KASOF 828.

**227. *Chondrilla juncea*** L. var. *juncea* : Karakavuk  
KSÜ Ziraat F. civarı (12c), açıklık alan, 513 m, 24.10.2016, S.Yağmur 244, KASOF 829.

**228. *Cichorium intybus*** L. : Hindiba  
KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23d), yol kenarı, 532 m, 01.06.2017, S.Yağmur 365, KASOF 830.

**229. *C. pumilum*** Jacq. : Dünek  
KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 173, KASOF 831, East Medit. el.

**230. *Conyza canadensis*** (L.) Cronquist : Selviotu  
KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 24.10.2016, S.Yağmur 240, KASOF 832.

**231. *Crepis alpina*** L. : Yürekotu  
KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 159, KASOF 833.

**232. *C. foetida*** L. subsp. *rhoeadifolia* (Bieb.) Celak. : Sakarkanak  
KSÜ Kafeterya altı (14a), yol kenarı, 514 m, 23.4.2016, S.Yağmur 60, KASOF 834.

**233. *C. micrantha*** Czer. : Yedi kiskıs  
KSÜ Kafeterya altı (14a), yol kenarı, 514 m, 23.4.2016, S.Yağmur 61, KASOF 835.

**234. *C. sancta*** (L.) BABCOCK  
KSÜ Orman F.-İİBF arası (23b), açıklık alan, 560 m, 13.4.2016, S.Yağmur 12, KASOF 836; KSÜ İlahiyat F. arkası (22d), açıklık alan, 532 m, 12.04.2017, S.Yağmur 264, KASOF 837.

**235. *Crupina crupinastrum*** (Moris) Vis. : Gelindöndüren  
KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 525 m, 23.4.2016, S.Yağmur 95, KASOF 838; KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), orman içi açıklık, 530 m, 24.04.2015, S.Yağmur 288, KASOF 839.

**236. *Filago pyramidata*** L. : Ateşpamuğu  
KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 525 m, 23.4.2016, S.Yağmur 104, KASOF 840.

**237. *Lactuca serriola*** L. : Eşekhelvası  
KSÜ Yabancı Diller F. civarı (22b), açıklık alan, 540 m, 11.5.2016, S.Yağmur 209, KASOF 841, Euro-Sib. el.

**238. *Notobasis syriaca*** (L.) Cass. : Yavan kenger

KSÜ Yabancı Diller F. civarı (22b), açıklık alan, 540 m, 11.5.2016, S.Yağmur 218, KASOF 842, Medit. el.

**239. *Picnomon acarna*** (L.) Cass. : Kılçıkdiğer  
KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), orman içi açıklık, 529 m, 01.06.2017, S.Yağmur 372, KASOF 843, Medit. el.

**240. *Pulicaria arabica*** (L.) Cass. : Arap yaraotu  
KSÜ Ziraat F. civarı (12c), açıklık alan, 513 m, 24.10.2016, S.Yağmur 245, KASOF 844.

**241. *Rhagadiolus stellatus*** (L.) Gaertner var. *stellatus* : Çatlakçanak

KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23d), orman içi açıklık, 530 m, 24.04.2015, S.Yağmur 303, KASOF 845; KSÜ Spor sahası etrafı (22c), açıklık alan, 539 m, 27.04.2017, S.Yağmur 278, KASOF 846.

**242. *Santolina chamaecyparissus*** L. : Lavantın  
KSÜ Orman F.-İİBF arası (23b), açıklık alan, 540 m, 24.04.2015, S.Yağmur 305, KASOF 847, Egzotik, Medit. el.

**243. *Scolymus hispanicus*** L. : Şevketi bostan  
KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), açıklık alan, 538 m, 01.06.2017, S.Yağmur 373, KASOF 848, Medit. el.

**244. *Senecio vernalis*** Waldst. et Kit : Kanaryaotu  
KSÜ Ziraat F. civarı (12c), yol kenarı, 520 m, 23.3.2016, S.Yağmur 1, KASOF 849; KSÜ Kafeterya altı (14a), yol kenarı, 514 m, 23.4.2016, S.Yağmur 63, KASOF 850; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 155, KASOF 851; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 179, KASOF 852; KSÜ İlahiyat F. arkası (22d), açıklık alan, 530 m, 12.04.2017, S.Yağmur 263, KASOF 853.

**245. *Silybum marianum*** (L.) Gaertner : Devedikeni  
KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), orman içi açıklık, 532 m, 01.06.2017, S.Yağmur 375, KASOF 854, Medit. el.

**246. *Sonchus asper*** (L.) Hill subsp. *glaucescens* (Jordan) Ball : Gevirtlek

KSÜ Yabancı Diller F. civarı (23a), yol kenarı, 534 m, 8.6.2016, S.Yağmur 225, KASOF 855.

**247. *Sonchus oleraceus*** L. : Kuzugevreyi  
KSÜ Orman F.-İİBF arası (23b), açıklık alan, 562 m, 13.4.2016, S.Yağmur 13, KASOF 856.

**248. *Taraxacum hellenicum*** Dahlst. : Leblebiotu  
KSÜ Ziraat F. civarı (12c), açıklık alan, 520 m, 10.04.2017, S.Yağmur 249, KASOF 857, Medit. el.

**249. *Tragopogon longirostis*** Bisch. Ex Schultz Bip. var. *longirostis* : Yemlik

KSÜ Ziraat F. arkası (12a), açıklık alan, 514 m, 26.4.2016, S.Yağmur 118, KASOF 858; KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 133, KASOF 859; KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23c), orman içi açıklık, 535 m, 24.04.2015, S.Yağmur 308, KASOF 860.

**250. *Tripleurospermum tenuifolium*** (Kit.) Freyn : Akpatatya  
KSÜ Yabancı Diller F. civarı (22c), yol kenarı, 539 m, 20.4.2016, S.Yağmur 37, KASOF 861; KSÜ Ziraat F. arkası (12a), açıklık alan, 514 m, 26.4.2016, S.Yağmur 119, KASOF 862; KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 147, KASOF 863; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11b), yol kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 177, KASOF 864; KSÜ İlahiyat F. arkası (22d), açıklık alan, 533 m, 12.04.2017, S.Yağmur 259, KASOF 865, Euro-Sib. el.

**251. *Xanthium strumarium*** L. subsp. *cavanillesii* (Schouw) D. lă-ve et P. Dansereau : Pıtrak

KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 525 m, 01.06.2017, S.Yağmur 376, KASOF 866.

B. LILIOPSIDA

I. Arecidae

I.1. Areciales

62. *Areaceae*

**252. *Washingtonia robusta*** H.Wendl. : Vaşingtonya  
KSÜ Rektörlük binası civarı (24b), peyzaj düzenlemeleri, 544 m, 18.05.2017, S.Yağmur 352, KASOF 867, Egzotik.

I.2. Cyperales

63. *Poaceae*

**253. *Aegilops columnaris*** Zhukovsky : Buğdayanası

KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 525 m, 23.4.2016, S.Yağmur 88, KASOF 868; KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 135, KASOF 869, Ir.-Tur. el.

**254. *Avena barbata*** Pott ex Link subsp. *barbata* : Narin yulaf  
KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 522 m, 23.4.2016, S.Yağmur 76, KASOF 870, Medit. el.

**255. *A. sterilis*** L. subsp. *ludoviciana* (Durieu) Gillet et Magne : Şifan  
KSÜ Orman F.- İİBF arası (24a), açıklık alan, 543 m, 18.4.2016, S.Yağmur 22, KASOF 871.

**256. *Bromus sterilis*** L. : Sağır ilcan  
KSÜ Orman F.- İİBF arası (24a), açıklık alan, 536 m, 18.4.2016, S.Yağmur 21, KASOF 872.

**257. *B. tectorum*** L. subsp. *tectorum* : Kır bromu  
KSÜ Ziraat F. civarı (12c), yol kenarı, 520 m, 10.04.2017, S.Yağmur 251, KASOF 873.

**258. *Cortaderia selloana*** (Schultes et Schultes Fil.) Aschers. et Graebn. : Pampasotu  
KSÜ Kafeterya üst yol (24b), açıklık alan, 546 m, 24.04.2015, S.Yağmur 286, KASOF 874, Egzotik.

**259. *Cynodon dactylon*** (L.) PERS. var. *dactylon* : Köpekdişi  
KSÜ Spor salonu arkası (28a), açıklık alan, 529 m, 01.06.2017, S.Yağmur 366, KASOF 875.

**260. *C. dactylon*** (L.) Pers. var. *villosus* Regel  
KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 507 m, 01.06.2017, S.Yağmur 367, KASOF 876.

**261. *Digitaria sanguinalis*** (L.) Scop. : Kızıl çatalotu  
KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23d), orman içi açıklık, 532 m, 01.06.2017, S.Yağmur 368, KASOF 877.

**262. *Echinaria capitata*** (L.) Desf. : Dikenbaşotu  
KSÜ Orman F.- İİBF arası (23a), açıklık alan, 533 m, 24.04.2015, S.Yağmur 289, KASOF 878.

**263. *Hordeum bulbosum*** L. : Boncuk arpa  
KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 141, KASOF 879.

**264. *H. murinum*** L. subsp. *glaucum* (Steudel) Tzvelev : Duvar arpası  
KSÜ Yabancı Diller F. civarı (22c), yol kenarı, 540 m, 20.4.2016, S.Yağmur 36, KASOF 880.

**265. *H. spontaneum*** C. Koch : Yabani arpa  
KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 522 m, 23.4.2016, S.Yağmur 78, KASOF 881, Ir.-Tur. el.

**266. *Imperata cylindrica*** (L.) Raeuschel : Kırmızı uçlu saz  
KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 509 m, 07.06.2017, S.Yağmur 383, KASOF 882.

**267. *Phalaris brachystachys*** Link : Kanyaş  
KSÜ Yabancı Diller F. civarı (22b), açıklık alan, 540 m, 11.5.2016, S.Yağmur 210, KASOF 883, Medit. el.

**268. *P. paradoxa*** L.  
KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 525 m, 23.4.2016, S.Yağmur 90, KASOF 884.

**269. *Phragmites australis*** (Cav.) Trin. ex Steudel : Kamış  
KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 24.10.2016, S.Yağmur 241, KASOF 885, Euro-Sib. el.

**270. *Poa pratensis*** L. : Salkımotu  
KSÜ Orman F.-İİBF arası (24a), açıklık alan, 543 m, 18.4.2016, S.Yağmur 19, KASOF 886.

**271. *Setaria glauca*** (L.) P. Beauv. : Sıçansaçı  
KSÜ İlahiyat F.-Alakart arası (23d), orman içi açıklık, 530 m, 01.06.2017, S.Yağmur 374, KASOF 887.

**272. *Sorghum halepense*** (L.) Pers. var. *halepense* : Ekin süpürgesi  
KSÜ Orman F.-İİBF arası (23b), yol kenarı, 536 m, 8.6.2016, S.Yağmur 232, KASOF 888; KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 24.10.2016, S.Yağmur 246, KASOF 889.

**273. *S. halepense*** (L.) Pers. var. *muticum* (Hackel) Grossh.  
KSÜ Ziraat F. arkası (12b), açıklık alan, 513 m, 28.4.2016, S.Yağmur 131, KASOF 890; KSÜ Kafeterya altı (14a), yol kenarı, 514 m, 23.4.2016, S.Yağmur 64, KASOF 891.

II. Liliidae  
II.1. Liliales  
64. *Liliaceae*

**274. *Allium*** sp. : Soğan  
KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11a), açıklık alan, 500 m, 1.5.2016, S.Yağmur 199, KASOF 892.

**275. *Asphodelus aestivus*** Brot. : Kirgiçkökü : Çirişagusu  
KSÜ İlahiyat F. arkası (22c), açıklık alan, 529 m, 12.04.2017, S.Yağmur 255, KASOF 893, Medit. el.

**276. *Ornithogalum umbellatum*** L. : Akyıldız  
KSÜ Spor sahası etrafı (26d), açıklık alan, 534 m, 27.04.2017, S.Yağmur 273, KASOF 894.

**277. *Yucca gloriosa*** L. : Avize ağacı  
KSÜ Rektörlük binası civarı (24a), peyzaj düzenlemeleri, 545 m, 18.05.2017, S.Yağmur 354, KASOF 895, Egzotik.

65. *Iridaceae*

**278. *Gladiolus italicus*** Miller : Kılıçotu  
KSÜ Kafeterya altı (14d), açıklık alan, 522 m, 23.4.2016, S.Yağmur 81, KASOF 896; KSÜ Ziraat F. Terasları civarı (11a), orman kenarı, 510 m, 1.5.2016, S.Yağmur 196, KASOF 897.

**279. *Ixiolirion tataricum*** (Pallas) Herbert subsp. *montanum* (Labill.) Takht. : Köpekotu  
KSÜ Spor salonu arkası (28a), açıklık alan, 529 m, 30.04.2015, S.Yağmur 295, KASOF 898; KSÜ Spor sahası etrafı (22c), açıklık alan, 538 m, 27.04.2017, S.Yağmur 275, KASOF 899.



## Tıbbi Bitki *Lysimachia nummularia* L.'nin Boğum Eksplantlarından *In Vitro* Mikroçoğaltımı

Muhammet DOĞAN<sup>ID</sup>

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Kamil Özdağ Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Yunus Emre Kampusu, 70100, Karaman, Türkiye.  
✉ : mtdogan1@gmail.com

### ÖZET

*Lysimachia nummularia* L. Avrupa ve Asya'da çeşitli hastalıkların tedavisinde geleneksel olarak kullanılan önemli bir bitkidir. İçerdiği değerli biyoaktif bileşiklerden dolayı farmasötik alanda oldukça önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmada, *L. nummularia*'nın doku kültürü teknikleri ile üretimi araştırılmıştır. *L. nummularia*'nın boğum eksplantları farklı konsantrasyonlarda 6-Benzilaminopurin (BAP)'i tek olarak veya İndol-3-Bütirik Asit (IBA) ile kombinasyonunu içeren Murashige ve Skoog (MS) besin ortamında kültüre alınmıştır. Genel olarak her iki hormon denemelerinde yüksek sürgün rejenerasyon yüzdeleri elde edilmiştir. Maksimum eksplant başına sürgün sayısı (12.27 adet) 1.6 mg L<sup>-1</sup> BAP içeren MS besin ortamında, ardından 0.8 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.1 mg L<sup>-1</sup> IBA içeren MS besin ortamında (11 adet) elde edilmiştir. En düşük sürgün sayısı her iki hormon uygulamasında da 0.05 mg L<sup>-1</sup> BAP içeren MS besin ortamında tespit edilmiştir. Kültür ortamında BAP konsantrasyonunun artması ile sürgün sayısı artış göstermiştir. En uzun sürgünler 0.1 mg L<sup>-1</sup> BAP eklenmiş MS ortamında (4.6 cm) ve 0.1 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.1 mg L<sup>-1</sup> IBA eklenmiş MS ortamında (4.52 cm) kaydedilmiştir. En kısa sürgün uzunlukları 1.6 mg L<sup>-1</sup> BAP eklenmiş MS ortamında tespit edilmiştir. Kültür ortamlarındaki rejenerasyon sürgünler yoğun kök oluşturdıkları için ayrıca köklendirme çalışması yapılmamıştır. Köklü bitkiler başarılı şekilde akvaryum ortamına alıştırılmıştır. Sonuç olarak *L. nummularia*'nın doku kültürü teknikleri ile üretimi için en iyi hormon 1.6 mg L<sup>-1</sup> BAP olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma, *L. nummularia*'nın doku kültürü ile çoklu üretimine imkan sağlayarak, bu bitkiden değerli bitkisel metabolitlerin yüksek miktarlarda elde edilmesine yardımcı olabilir. Böylece gıda ve farmasötik sektörlere katkı sunulabilir.

DOI:10.18016/ksutarimdogav.452927

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 28.01.2018

Kabul Tarihi : 05.06.2018

### Anahtar Kelimeler

BAP,  
*in vitro* çoğaltım,  
*L. nummularia*,  
sürgün rejenerasyonu

### Araştırma Makalesi

## *In Vitro* Micropropagation from Nodal Explants of the Medicinal Plant *Lysimachia nummularia* L.

### ABSTRACT

*Lysimachia nummularia* L. is an important plant that has traditionally been used in the treatment of various diseases in Europe and Asia. Due to the valuable bioactive compounds content, this plant has a very important place in the pharmaceutical field. In this study, the propagation of *L. nummularia* by tissue culture techniques was investigated. The nodal explants of *L. nummularia* were cultured in Murashige and Skoog (MS) nutrient media containing 6-benzylaminopurine (BAP) alone or in combination with indole-3-butyric acid (IBA) at different concentrations. Generally, high rates of shoot regeneration were obtained in both hormone trials. The maximum number of shoots per explant (12.27) was obtained in the MS nutrient medium containing 1.6 mg L<sup>-1</sup> BAP, followed by MS medium containing 0.8 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.1 mg L<sup>-1</sup> IBA (11). The lowest number of shoots was determined in MS medium containing 0.05 mg L<sup>-1</sup> BAP in both hormone applications. The number of shoots increased with increasing BAP concentration in the culture medium. The longest shoots were recorded in MS medium supplemented with 0.1 mg L<sup>-1</sup> BAP (4.6 cm) and 0.1 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.1 mg L<sup>-1</sup> IBA (4.52 cm). The shortest shoot lengths were determined in MS medium supplemented with 1.6 mg L<sup>-1</sup> BAP. Since

### Article History

Received : 28.01.2018

Accepted : 05.06.2018

### Keywords

BAP,  
*in vitro* propagation,  
*L. nummularia*,  
shoot regeneration

### Research Article

the regenerated shoots in the culture medium sustaine intensive roots, rooting experiments have not been carried out. The rooted plants were successfully acclimatized to the aquarium environment. As a result, the best hormone for the propagation of *L. nummularia* by tissue culture techniques was 1.6 mg L<sup>-1</sup> BAP. This work may help to obtain high amounts of this valuable herbal metabolite by allowing multiple production of *L. nummularia* with tissue culture. Thus, it can be contributed to the food and pharmaceutical sectors.

To cite: Doğan M 2018. Tıbbi Bitki *Lysimachia nummularia* L.'nin Boğum Eksplantlarından In Vitro Mikroçoğaltımı. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(6) : 875-881, DOI : 10.18016/ksutarimdog.vi.452927

## GİRİŞ

Bitki doku ve organ kültürü, morfogenez gibi bazı birincil biyolojik mekanizmaların incelenmesi ve anlaşılması için 20. yüzyılın başından itibaren yoğun şekilde kullanılmıştır. Bununla birlikte, bitkilerden türetilen yeni ürünlere yönelik pazar talebinin artmasıyla *in vitro* çoğaltım, bitki materyalinin seri üretimi için güvenilir bir teknik haline gelmiştir. Ayrıca, fenolik bileşikler gibi bazı biyoaktif bileşiklerin bitkilerden eldesi için de bu teknik oldukça büyük avantajlar sağlamaktadır (Dias ve ark., 2016).

Bitki doku kültürü, ana bitkiden izole edilen bitki parçalarının steril koşullar altında yapay bir besin ortamında büyütülmesi olarak tanımlanmıştır. Bu teknik esas olarak bitki hücrelerinin totipotensi özelliğine bağlıdır. Totipotensi, tek bir hücrenin hücre bölünmeleriyle tüm genomu oluşturma yeteneğidir (Neumann ve ark., 2009; Hussain ve ark., 2012). Doku kültürü tekniği kullanılarak bitkilerin üretilmesi çalışmaları son yıllarda da hızla devam etmektedir. Bu bitkilere örnek olarak *Ceratophyllum demersum* L. (Karatas ve ark., 2015), *Hypoxis hemerocallidea* (Kumar ve ark. 2017), *Kelussia odorotissima* Mozaff. (Ebrahimi ve ark. 2018), *Urginea altissima* (L.f.) Baker (Baskaran ve ark. 2018), *Alectra chitrakutensis* (Sharma ve ark. 2018) verilebilir.

*Lysimachia nummularia* L. (Primulaceae) Avrasya'ya özgü ve su gövdeleri yakınında, bataklıklarda ve diğer nemli habitatlarda yetişen, sürünen, uzun ömürlü bir bitkidir (Kodala Jobson, 2016). *L. nummularia*, özellikle Bolu, Bartın, Zonguldak (Başaranve Adıgüzel, 2001.) ve Samsun (Yılmaz ve Kormaz, 2017) gibi Karadeniz Bölgesi başta olmak üzere ülkemizin sulak ve ormanlık alanlarda rastlanılmaktadır. *L. nummularia* tıbbi değeri ile bilinmektedir (Hanganu ve ark., 2016) ve çok sayıda farmakolojik araştırmanın konusu olmuştur (Podolak ve ark., 2013a). *Lysimachia* cinsine ait bitkilerin antik çağdan beri diyare, ateş, artrit, tüberküloz, deri hastalıkları gibi endikasyonlar için kullanılmıştır. Analjezik, antiliskemik, anti-helmintik özelliklerine dair raporlar bulunmaktadır (Li ve ark., 2009; Challam ve ark., 2010; Yang ve ark., 2011; Hanganu ve ark., 2016). *L. nummularia*'nın

*Streptococcus pyogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp.* ve *Shigella sp.* gibi birçok bakterilere karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği de bildirilmiştir (Podolak ve ark., 2013a). Ayrıca, *L. nummularia*'dan trifolin, izokerkitrin, mrikitrin, mearnsitrin, siringülin 3-galaktozid, kaempferol 3-O-ramnosil (1 → 2) galaktozid, quercetin 3-O-neohesperidioside, rutin, kaempferol 3-O-(2.6-diramnosilgalaktosid) ve quercetin 3-O-(2.6-dirhamnosylgalactoside) gibi değerli bileşikler ile polifenoller, terpenler, flavonidler izole edilmiştir (Yasukawa ve ak., 1990; Podolak ve ark., 2013b; Toth ve ark., 2014; Toth ve ark., 2017). Bu çalışmada, tıbbi öneme sahip *L. nummularia*'nın boğum eksplantlarından doku kültürü teknikleri ile hızlı ve çoklu üretimi hedeflenmiştir. Bu bitkinin doğal yollar ile (tohum veya vejetatif olarak) çoğaltımı uzun zaman almaktadır. Bitkilerin üretim yerinin kısıtlı olması ve istenilen miktarda bitki üretilmesinin zor olması nedeniyle bu çalışmada doku kültürü tekniği kullanılmıştır. Bu yöntem ile mevsime ve dış koşullara bağlı kalmadan yılın her döneminde istenildiği kadar bitki üretimi yapılabilir. Ayrıca bu yöntem, kısa sürelerde ve küçük alanlarda kitlesel bitki üretimine imkan sağlamaktadır.

## MATERYAL ve METOT

Bitki materyali olarak kullanılan *Lysimachia nummularia* L., Konya'da bulunan akvaryumculardan 50 adet olarak temin edilmiştir. Yüzey sterilizasyonu işlemi uygulanmadan önce 30 dk akan çeşme suyunun altında bekletilmiştir. Bitkilerin yüzey sterilizasyonu ticari çamaşır suyu (%5.7 aktif klor-NaOCI-ACE) ile 10 dk muamele ile edilmiştir. 5 dk süreyle 3 kez durulama işlemi uygulandıktan sonra boğum eksplantları izole edilerek, hormonsuz Murashige ve Skoog (1962) (MS) ortamına aktarılmıştır. Denemeler petri kaplarında 6 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Herbir petri kabına 6 adet boğum eksplantı yerleştirilmiştir. Kültür ortamlarının hazırlanmasında MS tuzları (Çizelge 1), %3 sakkaroz (Duchefa) ve %0.65'lik agar (Duchefa) kullanılmıştır.

Çizelge 1. Murashige ve Skoog (1962) temel besin ortamı bileşenleri

Bileşenler	Konsantrasyon (mg L <sup>-1</sup> )	
<b>Makro Elementler</b>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1650.000
	KNO <sub>3</sub>	1900.000
	CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	440.000
	MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	370.000
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	170.000
<b>Mikro Elementler</b>	KI	0.830
	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	6.200
	MnSO <sub>4</sub> .4H <sub>2</sub> O	22.300
	ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	8.600
	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	0.250
	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	27.850
	CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	0.025
	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0.025
	Na <sub>2</sub> EDTA.2H <sub>2</sub> O	37.250
<b>Vitaminler</b>	Myo-Inositol	100.000
	Nicotinic Acid	0.500
	Pyrotinic Acid	0.500
	Thiamine-HCl	0.10
	Glycine	2.000

Denemelerde kültür ortamında 0.05-1.6 mg L<sup>-1</sup> 6-benzilaminopurin (BAP) tek olarak ve 0.05-1.6 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.1 mg L<sup>-1</sup> İndol-3 bütirik asit (IBA) kombinasyonları kullanılmıştır (Çizelge 2). 1N NaOH ve 1N HCl ile kültür ortamının pH'sı 5.7±0.1'e yapılmış ve otoklavda steril edilmiştir (1.2 basınç - 120 °C'de 20 dk). Denemelerde eksplantlar, beyaz ışık yayan diyetolar (LED) 24±1 °C'de ve 16 saat ışık fotoperiyodunda kültüre alınmıştır. Rejenerasyon çalışmalarında eksplantlar bir kez kültür ortamında alınmış olup, sekiz hafta sonunda deneme sonlandırılmıştır. Rejenere sürgünlerin üzerindeki besin ortamı akan çeşme suyu altında tutularak arındırıldıktan sonra bitkiler, dış koşullara alıştırmak için akvaryum ortamına aktarılmıştır. Akvaryum tabanına 4-5 cm yüksekliğinde dere kumu (10 kg) yerleştirilmiş olup, 24°C sıcaklık ayarlı termostat ve 16 saat fotoperiyodunda aydınlatma kullanılmıştır. Ayrıca akvaryum suyuna sıvı gübre ilave edilmiştir (Sera - Florena).

Çizelge 2. *In vitro* çoğaltımda kullanılan bitki büyüme düzenleyicileri

BAP (mg L <sup>-1</sup> )	IBA (mg L <sup>-1</sup> )
0.05	0.1
0.1	0.1
0.2	0.1
0.4	0.1
0.8	0.1
1.6	0.1

Tüm denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Doku kültürü çalışmaları 6 tekerrürlü

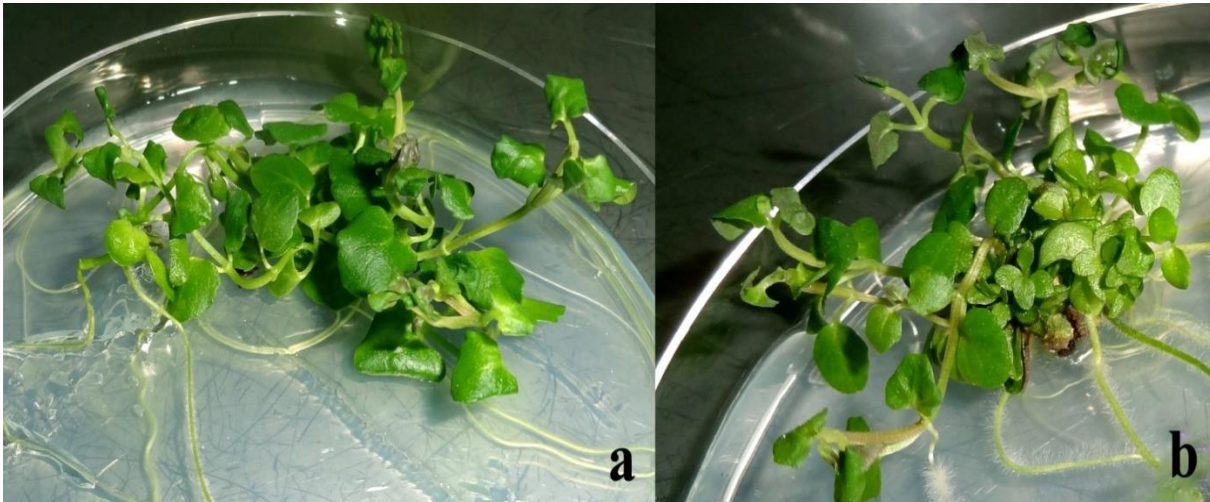
olarak yürütülmüştür. Elde edilen veriler SPSS 21 for Windows (Statistical Package for the Social Sciences version 21.0. IBM Corporation, Armonk, NY, USA) programı ile analiz edilmiş ve Post Hoc testleri için de Duncan testleri uygulanmıştır.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

*L. nummularia*'nın boğum eksplantları sürgün rejenerasyonu için 0.05 - 1.6 mg L<sup>-1</sup> BAP ve 0.1 mg L<sup>-1</sup> IBA kombinasyonu içeren MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Kültür ortamlarında herhangi bir kontaminasyon gözlemlenmemiştir. Her iki kültür ortamında da ikinci haftanın sonunda doğru sürgün oluşumları ve kök rejenerasyonları gözlenmeye başlanmıştır. Dört hafta sonunda ise çoklu sürgün ve kök oluşumları belirgin şekilde gözlenmeye başlamıştır. Sekizinci hafta sonunda BAP (Şekil 1 a,b) ve BAP + IBA (Şekil 2 a,b) hormonunun etkisiyle büyüyen ve uzayan sürgünler kayıt altına alınmış ve elde edilen veriler ile varyans analizi uygulanmıştır (Çizelge 3). Benzer şekilde BAP içeren kültür ortamında *Musa acuminata* (banana) cv. Berangan (Jafari ve ark., 2011), *Tylophora indica* (Soni ve Bhushan, 2017) ve *Sesamum indicum* L. (Zimik ve Arumugam, 2017) bitkilerinin de üretimi bildirilmiştir. Varyans analizlerinden görüldüğü gibi sürgün rejenerasyon oranı, eksplant başına sürgün sayısı ve sürgün uzunluğu bakımından ortamlar arasında istatistiki olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bir farklılık çıkmıştır. Bu farklılığın önem derecesini belirlemek amacıyla Duncan testi sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir.



Şekil 1. Farklı BAP dozlarının *L. nummularia*'nin boğum eksplantlarından sürgün rejenerasyonu ve kök oluşumları; (a) 0.8 mg L<sup>-1</sup> BAP (b) 1.6 mg L<sup>-1</sup> BAP içeren MS ortamında çoklu sürgün oluşumları ve uzun kökler



Şekil 2. 0.1 mg L<sup>-1</sup> IBA ve farklı BAP dozlarının *L. nummularia*'nin boğum eksplantlarından sürgün rejenerasyonu; (a) 0.4 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.1 mg/L IBA (b) 0.8 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.1 mg L<sup>-1</sup> IBA içeren MS ortamında çoklu sürgün oluşumları

Çizelge 3. 0.1 mg L<sup>-1</sup> IBA ve farklı BAP dozlarının *L. nummularia*'nin boğum eksplantından sürgün rejenerasyonuna ait varyans analizi

VK	SD	Sürgün Rejenerasyon Oranı (%)		Eksplant Başına Sürgün Sayısı (adet)		Sürgün Uzunluğu (cm)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Ortam	11	553,33	3,58**	28,87	75,61**	2,29	12,73**
Hata	24	152,38	-	0,38	-	0,18	-
Genel toplam	35	-	-	-	-	-	-

\*\*  $p < 0.01$  düzeyinde önemli; VK: Varyans kaynağı; SD: Serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması

Çizelge 4. 0.1 mg L<sup>-1</sup> IBA ve farklı BAP dozlarının *L. nummularia*'nin boğum eksplantından sürgün rejenerasyonuna etkisi

Büyüme Düzenleyici (mg L <sup>-1</sup> )		Sürgün Rejenerasyon Oranı (%)	Eksplant Başına Sürgün Sayısı (adet)	Sürgün Uzunluğu (cm)
BAP	IBA			
0.05	-	100.00 <sup>a</sup>	3.05 <sup>e</sup>	3.48 <sup>bcd</sup>
0.1	-	94.44 <sup>ab</sup>	3.66 <sup>de</sup>	4.60 <sup>a</sup>
0.2	-	83.33 <sup>abc</sup>	3.50 <sup>e</sup>	4.39 <sup>abc</sup>
0.4	-	66.66 <sup>bc</sup>	4.44 <sup>cde</sup>	2.97 <sup>def</sup>
0.8	-	83.33 <sup>abc</sup>	5.33 <sup>c</sup>	2.37 <sup>fg</sup>
1.6	-	72.22 <sup>abc</sup>	12.27 <sup>a</sup>	1.84 <sup>g</sup>
0.05	0.1	100.00 <sup>a</sup>	3.00 <sup>e</sup>	3.73 <sup>abcd</sup>
0.1	0.1	100.00 <sup>a</sup>	3.39 <sup>e</sup>	4.52 <sup>ab</sup>
0.2	0.1	61.11 <sup>c</sup>	3.91 <sup>cde</sup>	3.58 <sup>abcd</sup>
0.4	0.1	83.33 <sup>abc</sup>	5.06 <sup>cd</sup>	3.35 <sup>cdef</sup>
0.8	0.1	75.00 <sup>abc</sup>	11.00 <sup>a</sup>	3.07 <sup>def</sup>
1.6	0.1	94.44 <sup>ab</sup>	6.85 <sup>b</sup>	2.50 <sup>efg</sup>

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark  $p < 0.01$  düzeyinde önemlidir.

BAP'ı tek içeren kültür ortamındaki sürgün rejenerasyon oranları %66.66-100 arasında tespit edilirken, BAP + IBA içeren kültür ortamında %61.11-100 arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4). %100 sürgün rejenerasyon oranları 0.05 mg L<sup>-1</sup> BAP eklenmiş MS ortamında ve 0.05 ve 0.1 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.1 mg L<sup>-1</sup> IBA eklenmiş MS besin ortamında elde edilmiştir. En düşük sürgün rejenerasyonları ise %66.66 ile MS + 0.4 mg L<sup>-1</sup> BAP ortamında ve %61.11 ile MS + 0.2 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.1 mg L<sup>-1</sup> IBA içeren besin ortamında belirlenmiştir. Genel olarak en yüksek sürgün rejenerasyonları düşük hormon oranlarında kaydedilmiştir. Benzer şekilde Trivedi ve Joshi (2014) 2-25 µM BAP eklemiş kültür ortamında *Stereospermum suaveolens* DC.'in boğum eksplantlarından %100 sürgün rejenerasyonlarını 4 ve 8 µM BAP ortamında elde etmiştir. Zheng ve ark. (2009) 1.0-5.0 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.1 mg L<sup>-1</sup> NAA içeren MS ortamında *L. nummularia*'nin sürgün ucu eksplantları ile yürüttükleri çalışmada en yüksek sürgün rejenerasyonunu %97.10 olarak 3.0 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.1 mg L<sup>-1</sup> NAA içeren MS ortamında elde etmiştir. Buna karşın, Zimik ve Arumugam (2017) 4.5-10.5 mg L<sup>-1</sup> BAP içeren kültür ortamında *S. indicum*'nin kotiledon eksplantlarından en yüksek sürgün rejenerasyon oranını %20.4 ± 1.6 ile MS + 4.5 mg L<sup>-1</sup> BAP içeren kültür ortamında elde etmişlerdir.

Kültür ortamlarında BAP'ın tek kullanılması sonucu elde edilen eksplant başına sürgün sayıları 3.05-12.27, BAP + IBA kombinasyonu ile birlikte ise 3-11 arasında değişmiştir (Çizelge 4). Maksimum sürgün sayıları 12.27 adet ile MS + 1.6 mg L<sup>-1</sup> BAP eklenmiş kültür ortamında ve 11.0 adet ile MS + 0.8 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.1 mg L<sup>-1</sup> IBA içeren ortamda tespit edilmiştir. En düşük sürgün sayısı her iki hormon oranının da BAP'ın en düşük oranda kullanıldığı (0.05 mg L<sup>-1</sup>) kültür ortamlarında belirlenmiştir. Genel olarak kültür ortamındaki BAP dozları arttıkça eksplant başına

sürgün sayısı da artış göstermiştir. Ayrıca, hormon miktarlarına bağlı olarak bitkilerde vitrifikasyon gözlenmemiştir. Benzer şekilde, Zheng ve ark. (2009) *Lysimachia*'nin üç önemli türü olan *L. nummularia*, *Lysimachia christinae*, *Lysimachia rubinervis*'nin *in vitro* üretimi için sürgün ucu eksplantlarını 1-5 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.1 mg L<sup>-1</sup> NAA içeren MS ortamında kültüre almıştır. BAP hormonunun artışıyla beraber, sürgün sayısının da arttığını ve en yüksek sürgün sayısının BAP'ı 5 mg L<sup>-1</sup> içeren kültür ortamında elde ettiğini raporlamıştır. Turker ve Guner (2013), *Lysimachia vulgaris* ile yürüttükleri çalışmada en iyi sürgün rejenerasyonlarını yaprak eksplantı için 0.5 mg L<sup>-1</sup> BAP ve 0.1, 0.5 ve 1 mg L<sup>-1</sup> IBA içeren MS ortamında, boğumarası eksplantları için 1 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.5 mg L<sup>-1</sup> IBA içeren MS ortamında ve kök eksplantı için 0.5 mg L<sup>-1</sup> BA + 0.5 mg L<sup>-1</sup> IAA içeren MS ortamında elde etmiştir. Pawar ve ark. (2015) *Stevia rebaudiana*'nin boğum eksplantları ile yürüttükleri çalışmada en yüksek sürgün sayısını BAP'ı en fazla oranda içeren (2.0 mg L<sup>-1</sup>) kültür ortamında elde ettiklerini bildirmiştir. Buna karşın Naik ve ark. (2015) 0.5-2.5 mg L<sup>-1</sup> BAP içeren MS ortamında *Psophocarpus tetragonolobus*'un sürgün ucu eksplantlarından en düşük sürgün sayısını 0.5 mg L<sup>-1</sup> BAP içeren MS ortamında elde ettiklerini bildirmiştir. Bu sonuçlar, bitki çeşidinin ve hormon oranının sürgün sayısı üzerinde etkili olduğu göstermektedir.

Sürgün uzunlukları BAP'ın tek kullanıldığı MS ortamında 1.84-4.6 cm, BAP + IBA eklenmiş MS ortamında 2.50-4.52 cm arasında kaydedilmiştir. En uzun sürgünler MS+0.1 mg L<sup>-1</sup> BAP ortamında (4.6 cm) ve 0.1 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.1 mg L<sup>-1</sup> IBA eklenmiş MS ortamında (4.6 cm) elde edilmiştir. Her iki hormon uygulamasında da en kısa sürgünler 1.6 mg L<sup>-1</sup> BAP eklenmiş MS ortamında tespit edilmiştir. Çoğaltım ortamında BAP konsantrasyonlarının artması, sürgün uzunluğunu negatif yönde etkiler göstermiştir.

Karataş ve Aasim (2015) *L. nummularia*'nın sürgün ucu, 1. ve 2. boğum eksplantlarını 0.25-1.25 mg L<sup>-1</sup> BAP ve 0.25 mg L<sup>-1</sup> NAA içeren MS ortamında kültüre almışlardır. Uzun sürgünleri genel olarak BAP'ı düşük oranda içeren kültür ortamında tespit etmişlerdir. En uzun sürgünleri ise sürgün ucu eksplantında 2.19 cm ile 0.5 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.25 mg L<sup>-1</sup> NAA, 1. boğum eksplantında 2.25 cm ile 0.25 mg L<sup>-1</sup> BAP, 2. boğum eksplantında 2.33 cm ile 0.25 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.25 mg L<sup>-1</sup> NAA içeren MS ortamında kaydetmişlerdir. Silué ve ark. (2016) *Vigna subterranea* (L.) Verdc.'nin sürgün ucu eksplantında en yüksek sürgün uzunluklarını BAP'ı en fazla içeren kültür ortamında elde etmişlerdir. Bu sonuçlardan anlaşılacağı üzere, BAP hormon etkisinin bitki çeşidine, hormon oranına ve eksplant çeşidine göre değişebilmektedir.

Kültür ortamlarında üretilen rejenere bitkiler yoğun oranda kök oluşturdukları için ayrıca köklendirme çalışması yürütülmemiştir. Bitkiler üzerinde besin ortamı, dikkatlice uzaklaştırıldıktan sonra dış koşullara alıştırılması için akvaryum ortamına aktarılmıştır. Dört hafta sonunda bitkilerin boylarında ve köklerinde uzamalar gözlenmiş ve bitkilerin dış koşullara alıştırılması başarıyla sağlanmıştır. Benzer şekilde doku kültürü teknikleri ile üretilen *L. nummularia* (Zheng ve ark. 2009; Karataş ve Aasim, 2015), *C. demersum* (Dogan ve ark., 2015), *Pogostemon erectus* (Dalzell) Kuntze (Dogan ve ark., 2016), *V. subterranea* (Silué ve ark., 2016) *Rotala rotundifolia* (Buch-Ham. ex Roxb) (Dogan, 2017) ve *Sesamum indicum* L. (Zimik ve Arumugam, 2017) bitkileri de dış koşullara alıştırılmıştır.

## SONUÇ

*L. nummularia* tıbbi ve süs amaçlı kullanılan önemli bir bitkidir. Bu çalışmada doku kültürü teknikleri ile *L. nummularia*'nın boğum eksplantlarından mikroçoğaltımı başarıyla sağlanmıştır. Çalışmada iki farklı hormon uygulaması yapılmış olup, en fazla sürgün sayısı ve en uzun sürgünler BAP'ın tek kullanıldığı kültür ortamında elde edilmiştir. Genel olarak kültür ortamlarında kullanılan BAP hormon oranının artması ile sürgün sayısı artış gösterirken, sürgün uzunluğu ise azalış göstermiştir. Çoğaltılan bitkiler *ex vitro* koşullara başarıyla alıştırılmıştır. Tıbbi ve aromatik bitkilerin farmakolojik aktivitesi ve tıbbi ürünler olarak gelecekteki potansiyel uygulamaları giderek artış göstermektedir. Tıbbi bitki olan *L. nummularia*'nın çoklu üretimine imkan sağlayan bu çalışma sayesinde, bu bitkiden çeşitli biyoaktif bileşiklerin üretimi artırılabilir. Böylece gıda ve farmasötik/tıbbi sektörlerde kullanımına yardımcı olabilir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 2130190 numaralı

proje ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

## KAYNAKLAR

- Baskaran P, Kumari A, Van Staden J 2018. *In Vitro* Propagation Via Organogenesis and Synthetic Seeds of *Urginea altissima* (L.f.) Baker: A Threatened Medicinal Plant. 3 Biotech, 8: 18.
- Başaran MS, Adıgüzel N 2001. Bolu, Bartın ve Zonguldak İlleri Fındık Bahçelerinin Florasının Tespiti. Bitki Koruma Bülteni, 41(1-2): 39-66.
- Challam M, Roy B, Tandon V 2010. Effect of *Lysimachia ramosa* (Primulaceae) on Helminth Parasites: Motility, Mortality and Scanning Electron Microscopic Observations on Surface Topography. Veterinary Parasitology, 169(1-2), 214-218.
- Dias MI, Sousa MJ, Alves RC, Ferreira ICFR 2016. Exploring Plant Tissue Culture to Improve the Production of Phenolic Compounds: A Review. Industrial Crops and Products, 82: 9-22.
- Dogan M 2017. Multiple Shoot Regeneration from Shoot Tip and Nodal Explants of *Rotala rotundifolia* (Buch-Ham. ex Roxb) Koehne. Anatolian Journal of Botany, 1(1):4-8.
- Dogan M, Karatas M, Aasim M 2015. An Efficient *In Vitro* Plantlet Regeneration of *Ceratophyllum demersum* L., An Important Medicinal Aquatic Plant. Fresenius Environmental Bulletin, 24(10b): 3499-3504.
- Dogan M, Karatas M, Aasim M, 2016. *In Vitro* Shoot Regeneration From Shoot Tip and Nodal Segment Explants of *Pogostemon erectus* (Dalzell) Kuntze, A Multipurpose Ornamental Aquatic Plant. Fresenius Environmental Bulletin, 25(11): 4777-4782.
- Ebrahimi M, Mokhtari A, Amirian R 2018. A Highly Efficient Method for Somatic Embryogenesis of *Kelussia odorotissima* Mozaff., An Endangered Medicinal Plant. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 132: 99-110.
- Hanganu D., Olah NK, Mocan A, Vlase L, Benedec D, Raita O, Toma CC 2016. Comparative Polyphenolic Content and Antioxidant Activities of Two Romanian *Lysimachia* Species. Revista de Chimie, 67(2): 227-231.
- Hussain A, Qarshi IA, Nazir H, Ullah I 2012. Plant Tissue Culture: Current Status and Opportunities. (Recent Advances in Plant *In Vitro* Culture, InTech, Croatia, Ed: Leva A, Rinaldi LMR) 1 p.
- Jafari N, Othman RY, Khalid N, 2011. Effect of Benzylaminopurine (BAP) Pulsing on *In Vitro* Shoot Multiplication of *Musa acuminata* (banana) cv. Berangan. African Journal of Biotechnology, 10(13): 2446-2450.
- Karataş M, Aasim M 2015. *In Vitro* Plantlet Regeneration from Nodal Segments of Creeping Jenny (*Lysimachia nummularia* L.) - a Medicinal

- Aquatic Plant. Fresenius Environmental Bulletin, 24(4): 1263-1268.
- Karatas M, Dogan M, Emsen B, Aasim M 2015. Determination of *In Vitro* Free Radical Scavenging Activities of Various Extracts From *In Vitro* Propagated *Ceratophyllum demersum* L.. Fresenius Environmental Bulletin, 24(9a): 2946-2952.
- Kodala PG, Jobson RW 2016. *Lysimachia nummularia* (Primulaceae) Naturalised in New South Wales, Australia. Journal of Plant Systematics, 19: 153-157.
- Kumar V, Moyo M, Staden JV 2017. Somatic Embryogenesis in *Hypoxis hemerocallidea*: An Important African Medicinal Plant. South African Journal of Botany, 108: 331-336.
- Li HY, Hao Z, Wang X, Huang L, Li JP 2009. Antioxidant Activities of Extracts and Fractions from *Lysimachia Foenum-Graecum* Hance. Bioresource Technology, 100(2): 970-974.
- Murashige T, Skoog F 1962. A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Cultures. Physiological Plantarum, 15: 473-497.
- Naik DSR, Prasad B, Nemali G, Naik AS 2015. *In Vitro* Shoot Proliferation From Shoot Tip Explants of Winged Bean (*Psophocarpus tetragonolobus*). International Journal of Recent Scientific Research, 6(5): 3985-3987.
- Neumann KH, Kumar A, Imani J 2009. Plant Cell and Tissue Culture - A Tool in Biotechnology, Principles and Practice, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany, 1 p.
- Pawar SV, Khandagale VG, Jambhale VM, Jadhav AS, Pawar BD 2015. *In Vitro* Regeneration Studies in Stevia Through Nodal Segment and Shoot Tip. The BioScan, 10(3): 1007-1010.
- Podolak I, Koczurkiewicz P, Galanty A, Michalik M 2013a. Cytotoxic Triterpene Saponins from the Underground Parts of Six *Lysimachia* L. Species. Biochemical Systematics and Ecology, 47: 116-120.
- Podolak I, Koczurkiewicz P, Michalik M, Galanty A, Zajdel P, Janeczko Z 2013b. A new Cytotoxic Triterpene Saponin from *Lysimachia nummularia* L.. Carbohydrate Research, 375:16-20.
- Sharma SK, Patil A, Agnihotri AK, Mehrotra S 2018. *In Vitro* Conservation of *Alectra chitrakutensis*: a Critically Endangered Root Parasitic Plant of High Medicinal Importance. Acta Physiologiae Plantarum, 40: 29.
- Silué N, Koné T, Soumahoro AB, Koné M 2016. *In Vitro* Shoot Tip Multiplication of Bambara Groundnut [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.]. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 127(3): 603-611.
- Soni V, Bhushan M 2017. Hormonal Control of Morphogenesis *In Vitro* in Nodal Segments of *Tylophora indica*. International Journal of Life-Sciences Scientific Research, 3(4): 1250-1252.
- Toth A, Toth G, Kery A 2014. Polyphenol Composition and Antioxidant Capacity of Three *Lysimachia* species. Natural Product Communications, 9: 1473-1478.
- Toth ER, Vegh K, Alberti A, Beni S, Kery A 2017. Contribution of Individual Flavonoids in *Lysimachia* species to the Antioxidant Capacity based on HPLC-DPPH Assay. Natural Product Research, 2017:1-4.
- Trivedi DR, Joshi AG 2014. *In Vitro* Shoot Regeneration of *Stereospermum suaveolens* DC. Using Cotyledonary Node and Nodal Explants. Plant Tissue Culture and Biotechnology, 24(2): 235-246.
- Turker AU, Guner B 2013. Efficient Plant Regeneration of Yellow Loosestrife (*Lysimachia vulgaris* L.), a Medicinal Plant. Acta Biologica Hungarica, 64(2):218-30.
- Yang X, Wang BC, Zhang X, Liu WQ, Qian JZ, Li W, Deng J, Singh GK, Su HJ 2011. Evaluation of *Lysimachia christinae* Hance Extracts as Anticholecystitis and Chologagic Agents in Animals, 137: 57- 63.
- Yasukawa K, Ogawa H, Takido M 1990. Two Flavonol Glycosides from *Lysimachia nummularia*. Phytochemistry, 29(5): 1707-1708.
- Yılmaz C, Kormaz H 2017. Terme'nin Biyoçeşitlilik ve Doğal Ortam Özellikleri. Serander Yayınları, Trabzon, Türkiye.
- Zheng W, Xu XD, Dai H, Chen, LQ 2009. Direct Regeneration of Plants Derived from *In Vitro* Cultured Shoot Tips and Leaves of Three *Lysimachia* species. Scientia Horticulturae 122: 138-141.
- Zimik M, Arumugam N 2017. Induction of Shoot Regeneration in Cotyledon Explants of the Oilseed Crop *Sesamum indicum* L.. Journal of Genetic Engineering and Biotechnology, 15(2): 303-308.

## Kentsel Arıtma Çamur Uygulamalarının Etkisi : I. Mısır Bitkisi ve Topraktaki Bazı Besin Maddesi (N, P, K, Ca, Mg) İçerikleri Üzerine Etkisi

Hüda Nur ÇAKIR<sup>1</sup>, K.Mesut ÇİMRİN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme AnaBilim Dalı, Hatay, <sup>2</sup>Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Hatay

✉: mcimrin@hotmail.com

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, artan arıtma çamuru (% 0, % 2.5, % 5, % 7.5, % 10) uygulamaları sonrası deneme toprağı ve mısır bitkisinin kök ve kök üstü aksam bazı bitki besin maddesi içerikleri ile mısır bitkisinin verimi üzerine etkilerini incelemektir.

Artan dozda uygulanan arıtma çamurunun etkisiyle deneme toprağının N, P, K ve Ca içeriklerinde istatistiki açıdan önemli, Mg içeriklerinde ise önemsiz artışlar meydana gelmiştir. Uygulamalar mısır bitkisinin toplam yaş ve kuru verimini tanığa göre tüm uygulamalarda istatistiki açıdan önemli olarak arttırmıştır. Arıtma çamuru uygulamaları mısır bitkisi kök N, P, K, Ca ve Mg içerikleri üzerine etkileri istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur. Diğer yandan, artan dozda uygulanan arıtma çamuru mısır bitkisinin kök üstü N, P, K, Ca ve Mg içeriklerine istatistiki olarak önemli etkide bulunmuş olup, kök üstü N, P, Ca ve Mg içeriklerinde tanığa göre önemli artışlar meydana getirmiş ve bu artışlar kök üstü N ve P içeriklerinde doğrusal olmuştur.

Sonuç olarak, Hatay ili İskenderun ilçesi evsel biyolojik arıtma tesisinden taze alınan arıtma çamuru ile yapılan çalışmada, her ne kadar arıtma çamuru uygulamaları ile genelde bitki besin elementleri açısından olumlu etkilerde bulunmuş olsa bile, artan arıtma çamuru uygulamaları ile bitki yaş veriminin arıtma çamurunun % 7.5' luk (AÇ7.5) uygulamasında, bitki kuru veriminin ise arıtma çamurunun % 5' lik (AÇ5) uygulamasında azalmaya başlaması bu çamurun kontrolsüz bir şekilde ard arda uygulanmaları durumunda zamanla toprakta ve bitkilerde problemlere sebep olabileceğini göstermektedir.

DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.452930

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 28.03.2018

Kabul Tarihi : 28.05.2018

### Anahtar Kelimeler

Toprak,  
arıtma çamuru,  
mısır,  
verim,  
besin elementi içeriği

### Araştırma Makalesi

## Effect of Municipal Sewage Sludge Applications: I. on some Nutrient Contents (N, P, K, Ca, Mg) of Plant Corn and Soil

### ABSTRACT

The aim of this study was to investigate plant corn yield with some plant nutrient contents of root and shoot and, soil after the increased applications rates of sewage sludge (0%, 2.5%, 5%, 7.5% 10%).

The increase in contents of N, P, K and Ca of the experimental soil was statistically significant while it was insignificant for Mg by the effect of increased sewage sludge application. The applications resulted in significant increases for the total fresh and dry weight of plant corn compared to the control. It was found that sewage sludge applications affected significantly for the plant nutrient contents of N, P, K, Ca, and Mg. On the other hand, the increased application of sewage sludge resulted in statistically significant changes of plant shoot contents of N, P, K, Ca, and Mg. The shoots contents of N, P, Ca and Mg significantly increased unlinearly compared to the control application while the increases were linear for the shoot N and P contents. As a result of this study carried out with fresh sewage sludge taken from biological processing foundation for the housing originated sewage sludge in the iskenderun county of Hatay

### Article History

Received : 28.03.2018

Accepted : 28.05.2018

### Keywords

Soil,  
sewage sludge,  
corn,  
yield,  
nutrient content

### Research Article



province, fresh and dry yield decreased by the increased sewage sludge applications of 7.5% (AÇ7.5) and 5% (AÇ5) respectively, even though there were somehow positive effects in terms of plant nutrients in general. This suggests that the applications in sequence during the growing seasons under uncontrolled conditions may cause to the problems in plants and soil in time.

**To cite:** Çakır HN, Çimrin KM 2018. Kentsel Arıtma Çamur Uygulamalarının Etkisi: I. Mısır Bitkisi ve Topraktaki Bazı Besin Maddesi (N, P, K, Ca, Mg) İçerikleri Üzerine Etkisi. KSÜ Tar Doğa Derg 21(6) : 882-890, DOI:10.18016/ksutarimdoga.vi.452930

## GİRİŞ

Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de belediyelerin atık su arıtma tesislerinde arıtma işlemleri sonucunda kanalizasyon suları temizlenip doğaya verilirken, ne yapılacağı bilinmeyen ve depolanması gün geçtikçe sorun olan büyük miktarlarda arıtma çamurları ortaya çıkmaktadır. Bu çamurların kullanılmasında yakma, denize veya okyanusa deşarj, arazi dolgusu olarak belirli ve sınırlı olarak veya tarım arazilerine organik madde yada besin elementi kaynağı olarak kullanma gibi çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Ancak, arıtma çamuru miktarının birçok (Nüfus artışı, endüstrileşme, arıtma tesislerinin yaygınlaşması vs.) sebepten sürekli artması yanında gelişen teknolojiye bağlı olarak kanalizasyona dolayısı ile arıtma çamuruna katılan kimyasal madde çeşitliliğinin artarak farklılaşması, arıtma çamurunun bertarafını önemli bir sorun haline getirmektedir.

Uzun zamandır arıtma çamurlarının tarım arazilerine uygulanarak, topraklara ve bitkilere, organik madde ve bitki besin elementi kaynağı olarak değerlendirilmesi üzerinde çalışmalar artarak devam etmektedir (Çimrin ve ark., 2000; Bozkurt ve Çimrin, 2003; Demir ve Çimrin, 2011; Yalçın ve ark., 2011). Ayrıca arıtma çamurunun kontrollü koşullarda uygun miktar ve oranlarda toprağa verildiğinde ticari gübrelere ciddi bir alternatif veya destek olacakları çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Çimrin ve ark., 2000; Bozkurt ve ark., 2001; Kocaer ve Başkaya, 2001; Yalçın ve ark., 2011).

Arıtma çamurlarının bazılarının tarımsal açıdan olumlu özellikleri yanında doğa ve insan sağlığını tehdit eden olumsuz özellikleri de bulunması bunların tarımda kontüolsüz kullanımını engellemektedir. Olumsuz özelliklerin başında mangan, çinko, bakır, krom, kobalt, nikel, kurşun ve kadmiyum gibi ağır metaller, tuzlar, toksik organik kimyasallar ve hastalık yapıcı mikroorganizmalar sayılabilir. Diğer yandan arıtma çamurlarının hiçbir yerde sürekli yada belli zamanlarda homojen olarak elde edilememesi nedeniyle, gerek doğrudan kullanımlarını gerekse bunlardan ticari bir ürün haline getirilmesini de engellemektedir. Özetle değişik tesislerden çıkan çamurların özelliklerinin farklı olması, çamurun verime etkisini ve kullanım olanaklarını da değiştirebilir. Bu nedenle, arıtma

çamurları toprağa uygulanmadan önce mutlaka analiz edilerek içerikleri belirlenmeli ve bu amaçla farklı arıtma çamurları farklı topraklarda denenerek en uygun dozlarının belirlenmesi gerekmektedir.

Bu araştırmanın amacı Hatay ili İskenderun ilçesi biyolojik evsel atık su arıtma tesisinden alınan taze kentsel arıtma çamurunun tarım toprağına uygulanmasıyla, mısır bitkisinin gelişim ile toprak ve bitkinin bazı besin element kapsamları üzerindeki meydana gelecek değişimleri incelemektir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada Hatay' ın Reyhanlı ilçesi, Gazimürsel tepesi mevki yakınlarındaki tarlalardan alınan yüzey toprakları kullanılırken, arıtma çamuru İskenderun Belediyesi biyolojik evsel atık su arıtma tesislerinden üretimden çıktığı anda bekletilmeden taze ve yaş olarak naylon torbalara konulara aynı gün laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen arıtma çamuru örnekleri gölgede hava kurusu hale gelinceye kadar sabah akşam karıştırılarak kurutulmuştur. Araştırmada bitki materyali olarak sertifikalı % 99 çimlenme oranına sahip mısır bitkisinin (*Zea mays L.*) Pioneer 1570 nolu yazlık melez tohumu kullanılmıştır.

Jackson (1958)' a göre alınan ve analize hazırlanan topraklarda tekstür Bouyoucouc (1951)'e göre yapılmıştır. Hem toprak hemde arıtma çamurunda, reaksiyon 1:2.5 toprak veya çamur/su süspansiyonunda Jackson, (1958), total tuz 1:2.5 toprak veya çamur/su süspansiyonunda Richards (1954)' ın bildirdiği şekilde elektrik kondaktivimetre aleti ile, kireç Scheibler kalsimetresi ile (Hızalan ve Ünal, 1966), organik madde modifiye edilmiş Walkley Black yöntemi ile (Walkley and Black, 1934), toplam azot Bremner (1965) alınabilir fosfor sodyum bikarbonat ile ekstrakte edilen örneklerde topraklarda renklendirme Mavi (Olsen ve ark. 1954), arıtma çamurunda renklendirme Barton sarı renk yöntemi ile yapılarak spektrofometrede belirlenmiştir (Kacar, 1984). Değişebilir potasyum ve kalsiyum, magnezyum amonyum asetat (1 N) ile çalkalanarak, Kacar (1994)' ın bildirdiği şekilde hazırlanan toprak ekstraktlarının mikrodalga plazma atomik emisyon spektrofotometre (MPAES) aletinde belirlenmiştir (Çizelge 1). Arıtma çamurundaki toplam besin elementi ve ağır metal

analizleri ise yaş yakma ile Khan ve Frankland (1983)'a göre K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, Pb, Ni, Cd ve Co Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinde belirlenmiştir (Çizelge 1).

Yapılan analizlere göre deneme toprağının killi bünyeli, hafif alkalın reaksiyonlu, tuzsuz, orta kireçli, organik madde içeriğinin orta, azot ve fosfor

içeriğinin yeterli, potasyum, kalsiyum ve magnezyum içeriğinin yüksek olduğu belirlenmiştir (Aydeniz, 1985). Deneme toprağının yarayışlı demir, çinko ve mangan içerikleri noksan, bakır içeriği ise yeterli bulunurken (Lindsay ve Norvell, 1978), kurşun, nikel, kadmiyum ve kobalt içerikleri normal sınır değerlerinin altındadır (Özbek ve ark., 1993).

Çizelge 1. Denemede kullanılan toprak ve arıtma çamurunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak özellikleri		Arıtma çamuru özellikleri	
Kil (%)	62.04		
Silt (%)	25.00		
Kum (%)	12.96		
Tekstür sınıfı	Killi		
pH (1:2.5 su)	7.76	pH (1:2.5 su)	6.91
Tuz (µs/cm)	967.5	Tuz (µs/cm)	21060
Kireç (%)	13.19	Kireç (%)	9.71
Organik madde (%)	1.71	Organik madde (%)	33.8
N (%)	0.13	N (%)	4.07
Yar. Fosfor (mg/kg)	12.74	Yarayışlı P (mg/kg)	868.51
Değ. K (mg/kg)	584.0	Toplam K (mg/kg)	34800
Değ. Ca (mg/kg)	4658.7	Toplam Ca (mg/kg)	6900

Arıtma çamuru örneklerine ait bazı kimyasal özelliklerin analizleri verildiği Çizelge 2 incelendiğinde, kullanılan arıtma çamurunun pH'ının hafif asidik, aşırı tuzlu, organik madde içeriğinin yüksek, azot ve fosfor içeriğinin çok fazla, potasyum, kalsiyum ve magnezyum içeriğinin çok yüksek olduğu belirlenmiştir (Aydeniz, 1985).

Deneme dört tekrarlı olarak, tesadüf parselleri deneme desenine göre, beş farklı arıtma çamuru dozunda olmak üzere toplam 20 saksıda Mustafa Kemal Üniversitesi seralarında saksı denemesi olarak yürütülmüştür. Ağırlık ilkesine göre bir kg'lık saksılara % 0, % 2.5, % 5, % 7.5 ve % 10 dozlarında, İskenderun Belediyesi biyolojik evsel atık su arıtma tesisinden taze olarak alınan ve hava kurusu hale getirilen arıtma çamuru uygulanmıştır. Buna göre araştırmada uygulanan deneme konuları aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

1. AÇ0 % 100 Toprak (Kontrol)
2. AÇ2.5 (% 97.5 Toprak + % 2.5 Arıtma Çamuru)
3. AÇ5 (% 95 Toprak + % 5 Arıtma Çamuru)
4. AÇ7.5 (% 92.5 Toprak + % 7.5 Arıtma Çamuru)
5. AÇ10 (% 90 Toprak + % 10 Arıtma Çamuru)

Denemede topraklara hava kurusu arıtma çamurları eklendikten sonra saf su ile zaman zaman sulanarak yaklaşık 50 gün inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon sonunda saksılara sekiz adet tohum ekilmiş ve saf su ile sulanmıştır. Tohum ekiminin 3. gününde ilk çimlenme görülürken 8. gününde çimlenme tamamlanmış ve her saksıda dört bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Temel gübreleme olarak her saksıya 100 mg/kg N, 40 mg/kg P ve 40 mg/kg K olacak şekilde 18+18+18 gübresi uygulanmıştır. Deneme boyunca bitkiler saf su ile

sulanmış ve tohum ekiminden sonraki kırk sekizinci gün deneme sonlandırılmıştır.

Kurutulup öğütülen bitki kök ve kök üstü aksam örneklerinin bitki besin ve ağır metal analizleri Kacar (1984)'a göre belirlenmiştir.

Çalışmada elde edilen veriler istatistik paket programından yararlanılarak varyans analizine tabi tutularak, etkileri önemli bulunan uygulamalara ait ortalamalar "Duncan çoklu karşılaştırma" testine göre gruplandırılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Uygulamaların hasattan sonra toprağın bazı bitki besin element içerikleri üzerine etkileri:

Deneme topraklarına uygulanan taze arıtma çamurunun toprakların toplam azot (N), yarayışlı fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) içeriklerine etkileri ile bunlara ait istatistik değerlendirmeler Çizelge 2 de verilmiştir. Artan düzeyde arıtma çamuru uygulamaları ile toprağın N, P, K ve Ca içerikleri istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde çok önemli olarak etkilenirken, toprakların Mg içeriklerine etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuştur (Çizelge 2). Çizelge 2 incelendiğinde toprağa artan dozda uygulanan arıtma çamurunun etkisiyle, toprağın ortalama N, P, K ve Ca içeriklerinde doğrusal olarak artış gözlenmiştir. Toprağın N değerleri içerisinde en düşük % 0.15 ile kontrol uygulamasından (AÇ<sub>0</sub>) elde edilirken, artan arıtma çamuru dozlarına bağımlı olarak, AÇ<sub>2.5</sub> (% 0.20), AÇ<sub>5</sub> (% 0.24) uygulamaları aynı Duncan grubuna girerken, AÇ<sub>7.5</sub> (% 0.30) başka bir grubu, AÇ<sub>10</sub> (% 0.38) diğer başka bir grubu oluşturmuştur (Çizelge 2). Uygulamalar ile en düşük

toprak fosfor içeriği 15.66 mg/kg ile tanık parsellerden (AÇ<sub>0</sub>) elde edilirken, sırasıyla AÇ<sub>2.5</sub> uygulamasında 72.04 mg/kg, AÇ<sub>5</sub> uygulaması ile 142.44 mg/kg ve AÇ<sub>7.5</sub> uygulamasında 157.26 mg/kg ve en yüksek fosfor içeriği AÇ<sub>10</sub> uygulamasından

200.38 mg/kg ile elde edilmiştir. AÇ<sub>5</sub> ve AÇ<sub>7.5</sub> uygulamaları aynı Duncan grubunda yer alırken, AÇ<sub>0</sub>, AÇ<sub>2.5</sub> ve AÇ<sub>10</sub> uygulamaları farklı farklı Duncan gruplarını oluşturmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. Arıtma çamuru uygulamalarının toprağın N, P, K, Ca ve Mg içeriklerine ait ortalama değerleri ile standart hataları ve ortalamalar arasındaki farkı gösteren Duncan grupları ve F değerleri

Uygulamalar	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
<b>Arıtma Çamuru</b>					
AÇ <sub>0</sub>	0.15±0.02 d	15.66± 0.09 d	408.65± 4.22 d	4182.50±50.73 c	317.30± 2.18
AÇ <sub>2.5</sub>	0.20±0.01 cd	72.04± 0.91 c	457.05±16.06 c	4418.12±72.42 b	343.28± 2.38
AÇ <sub>5</sub>	0.24±0.00 c	142.44± 1.26 b	495.38±24.63 c	4487.75±31.91 b	366.88± 8.00
AÇ <sub>7.5</sub>	0.30±0.04 b	157.26± 5.59 b	613.50±11.17 b	4734.32±45.19 a	384.60± 3.37
AÇ <sub>10</sub>	0.38±0.01 a	200.38±16.94 a	772.52±14.32 a	4821.95±47.80 a	421.28±56.27
<b>F değerleri</b>	<b>20.99***</b>	<b>83.86***</b>	<b>87.76***</b>	<b>24.88***</b>	<b>2.42</b>

a, b, c, d: aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir (P>0.05)

\*\*\* İle gösterilen F değerleri, % 0.1 düzeyinde önemlidir

Uygulamalar ile en düşük toprak potasyum içeriği 408.65 mg/kg ile tanık parsellerden (AÇ<sub>0</sub>) elde edilirken, sırasıyla AÇ<sub>2.5</sub> uygulamasında 457.05 mg/kg, AÇ<sub>5</sub> uygulaması ile 495.38 mg/kg ve AÇ<sub>7.5</sub> uygulamasında 613.50 mg/kg ve en yüksek potasyum içeriği AÇ<sub>10</sub> uygulamasından 772.52 mg/kg ile elde edilmiştir. AÇ<sub>2.5</sub> ve AÇ<sub>5</sub> uygulamaları aynı Duncan grubunda yer alırken, AÇ<sub>0</sub>, AÇ<sub>7.5</sub> ve AÇ<sub>10</sub> uygulamaları farklı Duncan gruplarını oluşturmuştur (Çizelge 2). Çizelgede kontrol uygulamasından itibaren toprağın ortalama Ca düzeyinde düzenli bir artış gözlenmekte olup, en az miktarda kalsiyum AÇ<sub>0</sub> (4182.50 mg/kg) uygulamasında açığa çıkmış ve artan uygulama miktarlarıyla birlikte AÇ<sub>2.5</sub> uygulamasında 4418.12 mg/kg, AÇ<sub>5</sub> uygulamasında 4487.75 mg/kg, AÇ<sub>7.5</sub> uygulamasında 4734.32 mg/kg ve AÇ<sub>10</sub> uygulamasında 4821.95 mg/kg değerlerini almışlardır. En yüksek Ca düzeyi AÇ<sub>10</sub> uygulamasında meydana gelmiştir. İstatistiksel analizler sonucu AÇ<sub>2.5</sub> dozu ile AÇ<sub>5</sub> dozunun, AÇ<sub>7.5</sub> dozu ile de AÇ<sub>10</sub> dozunun aynı Duncan grubuna girdiği görülürken AÇ<sub>0</sub> uygulamasının farklı bir grup oluşturduğu gözlenmiştir (Çizelge 2). Artan arıtma çamurunun miktarına bağlı olarak, toprakta alınabilir N, P, K ve Ca miktarlarının artması arıtma çamurunun bu elementler açısından zengin olması ile ilişkili olabilir. Nitekim, farklı iklim ve arıtma çamurları ile çalışan birçok araştırmacı benzer olarak, artan arıtma çamuru ile toprakların N, P, K, Ca ve Mg içeriklerinin doğru orantılı olarak arttığını ifade etmişlerdir (Çimrin ve ark., 2000; Ünal ve Katkat, 2003; Aşık ve Katkat, 2004; Mazen ve ark., 2010; Yalçın ve ark., 2010; Belhaj ve ark. 2016).

### Uygulamaların Mısır Bitkisi Verim, kök ve kök üstü aksam bazı bitki besin element içerikleri üzerine etkileri:

Artan arıtma çamuru uygulamalarının mısır bitkisinin (*Zea mays* L.) toplam yaş ve kuru verim üzerine etkileri Çizelge 3' de verilmiştir. Deneme toprağına uygulanan arıtma çamuru dozlarının mısır bitkisi toplam yaş ve kuru verimleri üzerine etkileri istatistiki olarak P<0.001 düzeyinde çok önemli bulunmuştur. Arıtma çamurunun mısır bitkisi toplam yaş verim ağırlıkları üzerine etkisi incelendiğinde, tanığa göre tüm uygulamaların verimi artırdığı ancak, % 7.5' luk arıtma çamuru uygulamasından sonra azalan miktarlara tanık hariç tüm uygulamaları aynı Duncan grubu içerisinde yer almıştır (Çizelge 3). Mısır bitkisi toplam yaş ağırlıkları en düşük 26.53 g ile tanık uygulamasından (AÇ<sub>0</sub>) elde edilirken, artan dozlar ile toplam yaş ağırlıklar son dan bir önceki doza kadar doğrusal olarak artmış (AÇ<sub>2.5</sub>: 50.60 g, AÇ<sub>5</sub>: 53.42 g ve AÇ<sub>7.5</sub>: 56.36 g) ve son doz olan AÇ<sub>10</sub> uygulamasında 47.45 g'a düşerek azalmıştır.

Çizelge 3' de yer alan toplam kuru verim ağırlıklarına bakıldığında ise toplam yaş verime benzer olarak tanığa göre tüm uygulamaların verimi artırdığı ancak, % 2.5' luk arıtma çamuru uygulamasından sonra azalan miktarlara tanık ve en son uygulama hariç tüm uygulamaları aynı Duncan grubu içerisinde yer almıştır. Mısır bitkisi toplam kuru ağırlıkları en düşük 3.76 g ile tanık uygulamasından (AÇ<sub>0</sub>) elde edilirken, AÇ<sub>2.5</sub> dozunda 5.96 g' a yükselmiş ve bundan sonra tanığa göre yükselmesine karşılık diğer dozlar (AÇ<sub>5</sub>: 5.86 g, AÇ<sub>7.5</sub>: 5.66 g ve AÇ<sub>10</sub>: 4.69 g) azalarak artmıştır.

Çizelge 3. Arıtma çamuru uygulamalarının mısır bitkisi toplam yaş ve toplam kuru verim değerlerine ait ortalama değerleri ile standart hataları ve ortalamalar arasındaki farkı gösteren Duncan grupları ve F değerleri

Uygulamalar	Toplam Yaş verim (g/bitki)	Toplam Kuru verim (g/bitki)
Arıtma Çamuru (%)		
AÇ <sub>0</sub>	26.53±1.80 c	3.76±0.25 c
AÇ <sub>2.5</sub>	50.60±1.08 ab	5.96±0.14 a
AÇ <sub>5</sub>	53.42±4.26 ab	5.86±0.40 a
AÇ <sub>7.5</sub>	56.36±2.80 a	5.66±0.37 a
AÇ <sub>10</sub>	47.45±1.65 b	4.69±0.16 b
F değerleri	21.15***	10.86***

a, b, c: aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir (P>0.05)

\*\*\* İle gösterilen F değeri, % 0.1 düzeyinde önemlidir

Yapılan Duncan analizinde tanık ve en üst dozlar farklı grupları oluştururken aradaki tüm uygulamalar (AÇ<sub>2.5</sub>, AÇ<sub>5</sub> ve AÇ<sub>7.5</sub>) aynı grubu oluşturmuştur. Yapılan farklı çalışmalarda arıtma çamurunun çeşitli bitkiler üzerinde meydana getirdiği etkilere bakıldığında, birçok çalışmada bulgulara benzer sonuçlar rapor edilmiştir. Örnek olarak, Çimrin ve ark. (2000), Triple Süper Fosfat ve arıtma çamuru kombinasyonlarını kireçli bir toprağa fosfor kaynağı olarak uygulamaları sonucu mısır bitkisinin bitki kuru ağırlığının kontrol uygulamasına göre önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir. Akat ve ark. (2015) tarafından Limonium sinuatum 'compindi white' çeşidinde bitki gelişimi, verim ve çiçek kalitesi üzerine arıtma çamuru uygulamalarının bitki verimi üzerine etkileri kontrole göre önemli bulunmuştur. Diğer yandan, bazı çalışmalarda arıtma çamurunun kök yaş ve kuru ağırlıkları üzerine etkilerinin önemli olduğunu bildirirken bazılarında ise önemsiz olduğunu belirtilmiştir. Örnek olarak, Bozkurt ve ark. (2000) kireçli toprakta yetiştirilen mısır bitkisine artan dozlarda arıtma çamuru ve tek dozda humik asit uygulamışlardır. Arıtma çamuru uygulamaları ile mısır bitkisinin kök kuru ağırlığının arttığını bildirmişlerdir. Çimrin ve ark. (2000), Triple Süper Fosfat ve arıtma çamuru kombinasyonlarını kireçli bir toprağa fosfor kaynağı olarak uygulamaları sonucu mısır bitkisinin kök kuru ağırlığının önemli düzeyde değişmediğini bildirmişlerdir. Türkmen ve ark. (2001) kentsel arıtma çamurunun hıyarda çıkış ve fide gelişimi üzerine etkisi üzerine yaptıkları çalışmada, uygulamaların kök yaş ve kök kuru ağırlıkları üzerine olumlu etki yaptığını bildirmişlerdir. Demir ve Çimrin (2011) tarafından arıtma çamuru ve humik asit uyguladıkları mısır bitkisinin gelişimi, besin elementi ve ağır metal içerikleri ile bazı toprak özelliklerini araştırdıkları çalışmada artan dozlarda uygulanan arıtma çamurunun kök aksam yaş ve kuru ağırlıklarının önemli olarak arttırdığı bildirilmiştir. Akat ve ark.

(2017) kesme gül yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, çiçeklenme ve kalite üzerine arıtma çamuru uygulamalarının kök yaş ağırlığına etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmaz iken, kök kuru ağırlığına etkisinin istatistiksel açıdan önemli bulunduğu bildirmişlerdir.

Arıtma çamuru uygulamalarının mısır bitkisi kök aksam azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) içeriklerine ait ortalamaları ile standart hataları ve ortalamalar arasındaki farkı gösteren Duncan grupları ile F değerleri Çizelge 4' da verilmiştir. Arıtma çamuru uygulamaları mısır bitkisi kök N, P, K, Ca ve Mg içerikleri üzerine etkileri istatistiki olarak çok önemli (P<0.001) olmuştur (Çizelge 4). Çizelge 4 incelendiğinde toprağa artan dozda uygulanan arıtma çamurunun etkisiyle, bitki kökünün ortalama N ve P içeriklerinde doğrusal düzenli artışlar gözlenirken, kök K içeriği tanıktan sonra ilk dozda düşmüş ancak sonraki dozlarda artmıştır. Kök aksamın artış gösteren N değerleri içerisinde en düşük % 1.80 değeri ile kontrol uygulamasında (AÇ<sub>0</sub>) elde edilmiş ve farklı Duncan grubunu oluşturmuşken, artan arıtma çamuru dozlarına bağımlı olarak, AÇ<sub>2.5</sub> (% 2.11) başka bir grubu, AÇ<sub>5</sub> (% 2.40) ve AÇ<sub>7.5</sub> (% 2.55) uygulamalarının her ikisi başka bir Duncan grubunu oluştururken, AÇ<sub>10</sub> (% 3.06) tek başına farklı bir Duncan grubunu oluşturmuştur (Çizelge 4).

Artan arıtma çamuru uygulamaları ile en düşük kök aksam P içeriği % 0.08 ile tanık parsellerden (AÇ<sub>0</sub>) elde edilirken, sırasıyla AÇ<sub>2.5</sub> uygulamasında % 0.09, AÇ<sub>5</sub> uygulaması ile % 0.10, AÇ<sub>7.5</sub> uygulamasında % 0.10 ve en yüksek fosfor içeriği AÇ<sub>10</sub> uygulamasından % 0.12 ile elde edilmiştir. Yapılan Duncan analizine göre AÇ<sub>0</sub> uygulaması bir grubu oluştururken, AÇ<sub>2.5</sub> ve AÇ<sub>5</sub> uygulamaları farklı bir grubu, AÇ<sub>7.5</sub> uygulaması diğer ve AÇ<sub>10</sub> uygulaması bir başka farklı Duncan grubunu oluşturmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. Arıtma çamuru uygulamalarının mısır bitkisi kök N, P, K, Ca ve Mg içeriklerine ait ortalama değerleri ile standart hataları ve ortalamalar arasındaki farkı gösteren Duncan grupları ve F değerleri

Uygulamalar	N	P	K	Ca	Mg
Arıtma Çamuru			(%)		
AÇ <sub>0</sub>	1.80±0.05 d	0.08±0.00 d	0.48±0.00 b	0.16±0.00 c	0.20±0.02 d
AÇ <sub>2.5</sub>	2.11±0.06 c	0.09±0.00 c	0.16±0.01 e	0.10±0.00 d	0.24±0.02 cd
AÇ <sub>5</sub>	2.40±0.06 b	0.10±0.00 c	0.42±0.00 d	0.22±0.00 b	0.28±0.02 bc
AÇ <sub>7.5</sub>	2.55±0.04 b	0.10±0.00 b	0.44±0.00 c	0.21±0.00 b	0.30±0.02 ab
AÇ <sub>10</sub>	3.06±0.07 a	0.12±0.00 a	0.64±0.00 a	0.26±0.00 a	0.35±0.00 a
F değerleri	64.20***	48.61***	514.59***	98.98***	11.26***

a, b, c, d, e: aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir (P>0.05)

\*\*\* İle gösterilen F değerleri, % 0.1 düzeyinde önemlidir.

Uygulamalar ile mısır bitkisi kök aksamında yer alan K içeriği % 0.48 ile tanık parsellerden (AÇ<sub>0</sub>) elde edilirken, sırasıyla AÇ<sub>2.5</sub> uygulamasında en düşük K % 0.16, AÇ<sub>5</sub> uygulaması ile % 0.42 ve AÇ<sub>7.5</sub> uygulamasında % 0.44 ve en yüksek P içeriği AÇ<sub>10</sub> uygulamasından % 0.64 ile elde edilmiştir. Yapılan çoklu karşılaştırma testine göre tüm uygulamaların hepsi farklı farklı Duncan gruplarını meydana getirmişlerdir (Çizelge 4). Bulguları destekler nitelikte birçok araştırmacı aşağıda da belirtildiği gibi benzer sonuçları bildirmişlerdir. Örnek olarak, Çimrin ve ark. (2000), Triple Süper Fosfat ve arıtma çamuru kombinasyonlarını kireçli bir toprağa fosfor kaynağı olarak uygulamaları sonucu mısır bitkisinin fosfor içeriğinin, Topçuoğlu ve ark. (2003) toprağa uyguladıkları farklı kentsel arıtma çamurlarının artan dozlarıyla domates bitkisinde meydana gelen bitki besin elementi ve ağır metal içeriklerinin değişimlerini araştırdıkları çalışmada arıtma çamurunun artan dozlarıyla domates bitkisinin azot, fosfor ve potasyum içeriklerinin arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca, Demir ve Çimrin (2011)' in arıtma çamuru ve humik asit uyguladıkları mısır bitkisinin gelişimi, besin elementi ve ağır metal içerikleri ile bazı toprak özelliklerini araştırdıkları çalışmada, artan dozlarda uygulanan arıtma çamurunun etkisiyle mısır bitkisinin kök fosfor ve potasyum içeriklerinde önemli artışların saptandığı belirtilmiştir. Akat ve ark. (2017) tarafından kesme gül yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, çiçeklenme ve kalite üzerindeki etkilerinde kök aksam azot, fosfor ve potasyum içeriklerinin artan arıtma çamuru uygulamalarıyla artış gösterdiği bildirilmiştir.

Toprağa uygulanan arıtma çamurunun artan miktarları ile bitki kökünde bulunan ortalama Ca içerikleri % 0.16 değeriyle AÇ<sub>0</sub> uygulamasında, % 0.10 değeriyle AÇ<sub>2.5</sub> uygulamasında, % 0.22 değeriyle AÇ<sub>5</sub> uygulamasında, % 0.21 değeriyle AÇ<sub>7.5</sub> uygulamasında ve % 0.26 değeriyle de AÇ<sub>10</sub> uygulamasında ortaya çıkmıştır. En yüksek Ca, AÇ<sub>10</sub> uygulamasında meydana gelmiştir. Yapılan çoklu karşılaştırma testine göre AÇ<sub>0</sub>, AÇ<sub>2.5</sub> ve AÇ<sub>10</sub> dozlarının her biri farklı Duncan gruplarını oluşturmuş, AÇ<sub>5</sub> ve AÇ<sub>7.5</sub> ve dozları ise aynı Duncan

grubunu oluşturmuşlardır (Çizelge 4). Toprağa uygulanan arıtma çamurunun artan miktarlarının bitki kökünde bulunan kök Mg içerikleri üzerinde düzenli bir artış gözlenmiş olup, en az miktarda Mg içerikleri AÇ<sub>0</sub> (% 0.20) uygulamasında açığa çıkmış ve artan uygulama miktarlarıyla birlikte AÇ<sub>2.5</sub> uygulamasında % 0.24, AÇ<sub>5</sub> uygulamasında % 0.28, AÇ<sub>7.5</sub> uygulamasında % 0.30 ve AÇ<sub>10</sub> uygulamasında % 0.35 değerlerini almışlardır. En yüksek Mg düzeyi AÇ<sub>10</sub> uygulamasında meydana gelmiştir (Çizelge 4). Farklı arıtma çamuru ve farklı bitkilerle çalışan birçok araştırmacı benzer sonuçları bildirmişlerdir. Örnek olarak, Akat ve ark. (2015) Limonium sinuatum 'compindi white' çeşidinde bitki gelişimi, verim ve çiçek kalitesi üzerine arıtma çamuru uygulamalarının bitki kök kalsiyum ve magnezyum içeriklerine önemli etki yaptığını bildirmişlerdir. Akat ve ark. (2017) kesme gül yetiştiriciliğinde farklı dozlarda arıtma çamuru uygulamışlar ve bitki kök aksam kalsiyum ve magnezyum içeriklerinin artan arıtma çamuru uygulamalarıyla artış gösterdiği ve artışın istatistiksel açıdan önemli bulunduğunu bildirmişlerdir.

Artan arıtma çamuru uygulamalarının mısır bitkisinin kök üstü aksamlarındaki azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) miktarlarına etkileri Çizelge 5' de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırma toprağına uygulanan arıtma çamuru dozlarının mısır bitkisi kök üstü aksamlarındaki N, P, K, Ca ve Mg içerikleri üzerine etkisi istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde çok önemli bulunmuştur. Çizelge 5 incelendiğinde toprağa artan dozda uygulanan arıtma çamurunun etkisiyle, bitki kök üstü aksamının ortalama N ve P içeriklerinde doğrusal olarak artışlar gözlenmiştir. Mısır bitkisi kök üstü aksam N içerikleri içerisinde en düşük % 1.82 değeri ile farklı bir Duncan grubunu oluşturan kontrol uygulamasından (AÇ<sub>0</sub>) elde edilirken, artan arıtma çamuru dozlarına bağımlı (AÇ<sub>2.5</sub>, % 2.46; AÇ<sub>5</sub>, % 2.85; AÇ<sub>7.5</sub>, % 3.28; AÇ<sub>10</sub>, % 3.96) olarak, bütün uygulamalar farklı farklı Duncan gruplarını oluşturmuşlardır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Arıtma çamuru uygulamalarının mısır bitkisi kök üstü aksam N, P, K, Ca ve Mg içeriklerine ait ortalama değerleri ile standart hataları ve ortalamalar arasındaki farkı gösteren Duncan grupları ile F değerleri

Uygulamalar	N	P	K	Ca	Mg
Arıtma Çamuru			(%)		
AÇ <sub>0</sub>	1.82±0.05 e	0.08±0.00 e	1.88±0.03 b	644.52± 8.38 e	48.87±1.98 c
AÇ <sub>2.5</sub>	2.46±0.16 d	0.09±0.00 d	1.58±0.02 d	1131.72±27.22 c	69.96±4.30 b
AÇ <sub>5</sub>	2.85±0.12 c	0.10±0.00 c	1.72±0.02 c	1405.59±19.62 b	80.00±2.32 a
AÇ <sub>7.5</sub>	3.28±0.07 b	0.12±0.00 b	2.12±0.05 a	1018.42±42.08 d	85.20±2.76 a
AÇ <sub>10</sub>	3.96±0.09 a	0.14±0.00 a	1.98±0.03 b	2234.18±38.84 a	82.68±1.96 a
F değerleri	53.70***	111.22***	38.70***	396.62***	28.12***

a, b, c, d, e: aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir (P>0.05)

\*\*\* İle gösterilen F değerleri, % 0.1 düzeyinde önemlidir

Uygulamalar ile en düşük kök üstü aksam P içeriği % 0.08 ile tanık parsellerden (AÇ<sub>0</sub>) elde edilirken, sırasıyla AÇ<sub>2.5</sub> uygulamasında % 0.09, AÇ<sub>5</sub> uygulaması ile % 0.10 ve AÇ<sub>7.5</sub> uygulamasında % 0.12 ve en yüksek P içeriği AÇ<sub>10</sub> uygulamasından % 0.14 ile elde edilmiştir. İstatistiksel analizler sonucu AÇ<sub>0</sub>, AÇ<sub>2.5</sub>, AÇ<sub>5</sub>, AÇ<sub>7.5</sub> ve AÇ<sub>10</sub> uygulamalarının her biri farklı farklı Duncan gruplarını oluşturmuştur (Çizelge 5).

Uygulamalar ile mısır bitkisi kök üstü aksamında yer alan K içeriği % 1.88 ile tanık parsellerden (AÇ<sub>0</sub>) elde edilirken, sırasıyla AÇ<sub>2.5</sub> uygulamasında en düşük K % 1.58, AÇ<sub>5</sub> uygulaması ile % 1.72 ve AÇ<sub>7.5</sub> uygulamasında % 2.12 ve en yüksek K içeriği AÇ<sub>10</sub> uygulamasından % 1.98 ile elde edilmiştir. Yapılan Duncan analizlerine göre AÇ<sub>0</sub> ve AÇ<sub>10</sub> uygulamaları aynı Duncan grubunda yer alırken, AÇ<sub>2.5</sub>, AÇ<sub>5</sub> ve AÇ<sub>7.5</sub> uygulamalarının her biri farklı bir Duncan grubunda yer almıştır (Çizelge 5). Toprak organik maddesine fakir olan bu topraklara arıtma çamuru uygulamaları bitkinin N, P ve K alımını olumlu yönde etkilemiştir. Benzer olarak, Bozkurt ve ark. (2001) Van ekolojik koşullarında kışık arpa bitkisinin azotlu gübre isteğinin inorganik azotlu gübre ve kentsel arıtma çamuru verilerek karşılaştırıldığı denemede, her iki uygulamanın bitki azot içeriğini ve alımını artırdığını fakat, bu artışın arıtma çamuru uygulamalarında daha fazla olduğunu ancak, azot içeriği ve alımı bakımından, inorganik azotlu gübre ve arıtma çamuru uygulamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz bulunduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmada, artan arıtma çamuru dozlarının arpa bitkisi tanesinde fosfor kapsamlarını kontrole göre önemli düzeyde arttırdığını ancak potasyum kapsamına etkisinin önemli olmadığını bildirmişlerdir. Küçükhemek ve ark. (2008) toprağa uygulanan arıtma çamuru, ahır gübresi ve karışımlarının, çim bitkisinin bazı makro-mikro besin elementleri ve verimine etkisi üzerine yaptıkları çalışmada kontrole göre arıtma çamurunun bitkinin azot, fosfor ve potasyum

içeriklerini arttırdığını azot ve potasyum içeriklerinin istatistiksel düzeyde önemli (P<0.01) olduğu bildirilmiştir. Ahır gübresine göre arıtma çamurunun bitkinin azot ve potasyum içeriklerini artırdığını ve bu artışların önemli (P<0.01) olduğunu bildirmişlerdir. Demir ve Çimrin (2011) arıtma çamuru ve humik asit uyguladıkları mısır bitkisinin gelişimi, besin elementi ve ağır metal içerikleri ile bazı toprak özelliklerini araştırdıkları çalışmada artan dozlarda uygulanan arıtma çamurunun etkisiyle mısır bitkisinin kök üstü aksam fosfor ve potasyum içeriklerinde önemli artışların saptandığı ifade edilmiştir. Akat ve ark. (2017)'nin bildirdiğine göre kesme gül yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, çiçeklenme ve kalite üzerindeki etkilerinde kök üstü aksam azot, fosfor ve potasyum içeriklerinin artan arıtma çamuru uygulamalarıyla kontrole göre artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel açıdan önemli bulunduğu belirtilmiştir. Uygulamalar sonrası bitkinin kök üstünde bulunan ortalama Ca miktarları incelendiğinde de görüleceği gibi toprağa uygulanan arıtma çamurunun artan miktarlarıyla birlikte Ca en az 644.52 mg/kg değeriyle AÇ<sub>0</sub> uygulamasında ve daha sonra 1131.72 mg/kg değeriyle AÇ<sub>2.5</sub> uygulamasında, 1405.59 mg/kg değeriyle AÇ<sub>5</sub> uygulamasında, 1018.42 mg/kg değeriyle AÇ<sub>7.5</sub> uygulamasında ve 2234.18 mg/kg değeriyle de AÇ<sub>10</sub> uygulamasında ortaya çıkmıştır. En yüksek Ca içeriği AÇ<sub>10</sub> uygulamasında elde edilmiştir. Yapılan çoklu karşılaştırma testine göre tüm uygulamaların her biri (AÇ<sub>0</sub>, AÇ<sub>2.5</sub>, AÇ<sub>5</sub>, AÇ<sub>7.5</sub> ve AÇ<sub>10</sub>) farklı farklı Duncan gruplarını oluşturmuşlardır (Çizelge 5). Çizelge 5' de mısır bitkisi kök üstü aksamının Mg içerikleri sırayla 48.87 mg/kg (AÇ<sub>0</sub>), 69.96 mg/kg (AÇ<sub>2.5</sub>), 80.00 mg/kg (AÇ<sub>5</sub>), 85.20 mg/kg (AÇ<sub>7.5</sub>) ve 82.68 mg/kg (AÇ<sub>10</sub>) olarak belirlenmiştir. Yapılan Duncan analiz sonuçlarına göre AÇ<sub>0</sub> ve AÇ<sub>2.5</sub> uygulamaları farklı iki grubu oluştururken, AÇ<sub>5</sub>, AÇ<sub>7.5</sub> ve AÇ<sub>10</sub> uygulamaları aynı Duncan grubunda yer almıştır.

Ünal ve Katkat (2003) bisküvi ve şekerleme üretimi yapan bir fabrikadan temin ettikleri arıtma

çamurunu sera koşullarında farklı dozlarda toprağa uygulayarak inkübasyona bırakmışlardır. Bitkide Ca'un kontrole göre doz artışıyla paralel şekilde arttığı ve artışın istatistiksel açıdan % 0.1 düzeyinde önemli bulunduğu bildirilmiştir. Benzer olarak, Demir ve Çimrin (2011) arıtma çamuru ve humik asit uyguladıkları mısır bitkisinin gelişimi, besin elementi ve ağır metal içerikleri ile bazı toprak özelliklerini araştırdıkları çalışmada artan dozlarda uygulanan arıtma çamurunun etkisiyle mısır bitkisinin kök üstü aksam kalsiyum ve magnezyum içeriklerinde önemli artışların saptandığı ifade edilmiştir. Akat ve ark. (2015) tarafından Limonium sinuatum 'compindi white' çeşidinde bitki gelişimi, verim ve çiçek kalitesi üzerine arıtma çamuru doz uygulamalarının bitki kök üstü kalsiyum ve magnezyum içeriklerine olumlu yönde önemli etki yaptığı bildirilmiştir. Akat ve ark. (2017) tarafından kesme gül yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, çiçeklenme ve kalite üzerindeki etkilerinde kök üstü aksam kalsiyum ve magnezyum içeriklerinin artan arıtma çamuru uygulamalarıyla kontrole göre artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel açıdan önemli bulunduğu belirtilmiştir.

## SONUÇ

Mustafa Kemal Üniversitesi seralarında mısır bitkisi ile saksı denemesi olarak yürütülen çalışmada artan arıtma çamuru (% 0, % 2.5, % 5, % 7.5, % 10) uygulamaları sonrası deneme toprağının N, P, K, Ca ve Mg içeriklerindeki değişimler ile mısır bitkisinin toplam yaş ve kuru ağırlıkları ile kök ve kök üstü aksamının N, P, K, Ca ve Mg içeriklerindeki değişimler incelenmiştir.

Artan dozda uygulanan arıtma çamurunun etkisiyle toprağın N, P, K, Ca ve Mg içeriklerinde doğrusal olarak artışlar gözlenmiştir. Uygulamalarla N, P, K ve Ca içeriklerinde meydana gelen bu artışlar istatistiki açıdan çok önemli bulunurken, uygulamaların Mg içeriğinde meydana getirdiği artışlar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Uygulamalar mısır bitkisinin yaş ve kuru verimi üzerinde tanığa göre olumlu etki yapmış ve bu etki istatistiki düzeyde çok önemli bulunmuştur. Artan dozda arıtma çamuru uygulamalarıyla mısır bitkisi kök N, P, K, Ca ve Mg içeriklerine etkisi istatistiki açıdan çok önemli bulunmuştur. Arıtma çamurunun artan dozlarda toprağa uygulanmasıyla bitki kökünün N, P ve Mg içeriklerinde doğrusal düzenli artışlar gözlenmiştir.

Artan dozda arıtma çamuru uygulamalarıyla mısır bitkisi kök üstü N ve P içeriklerinde düzenli artışlar gözlenmiş, kök üstü Ca ve Mg içeriklerinde tanığa göre artışlar meydana gelmiş ve uygulamaların kök üstü N, P, K, Ca ve Mg içerikleri üzerine etkisi istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur.

Sonuç olarak, Hatay ili İskenderun ilçesi evsel

biyolojik arıtma tesisinden taze alınan arıtma çamuru ile yapılan çalışmada, her ne kadar arıtma çamuru uygulamaları ile genelde bitki besin elementleri açısından olumlu etkilerde bulunmuş olsa bile, artan arıtma çamuru uygulamaları ile bitki yaş veriminin arıtma çamurunun % 7.5' luk (AÇ<sub>7.5</sub>) uygulamasında, bitki kuru veriminin ise arıtma çamurunun % 5' lik (AÇ<sub>5</sub>) uygulamasında azalmaya başlaması bu çamurun kontrolsüz bir şekilde ard arda uygulanmaları durumunda zamanla toprakta ve bitkilerde mineral dengeyi kritik düzeyin üzerine çıkarıp besin dengesini bozarak, çeşitli problemlere sebep olabileceğini göstermektedir.

## TEŞEKKÜR

Yazarlar çalışmaya maddi destek sağlayan Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne (Proje No: 15880) teşekkür ederler.

## KAYNAKLAR

- Akat H, Çetinkale Demirkan G, Akat Ö, Yağmur B, Yokaş, İ 2015. Arıtma Çamuru Uygulamalarının Limonium sinuatum 'Compindi White' Çeşidinde Bitki Gelişimi, Verim ve çiçek Kalitesi Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 52(1): 107-114.
- Akat H, Altunlu H, Çetinkale Demirkan G, Akat Saraçoğlu Ö, Yokaş, İ 2017. Kesme Gül Yetiştiriciliğinde Arıtma Çamuru Uygulamalarının Bitki Gelişimi, Çiçeklenme ve Kalite Üzerine Etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 54(3): 327-332.
- Aşık BB, Katkat AV 2004. Gıda Sanayi Arıtma Tesisi Atığının (Arıtma Çamuru) Tarımsal Alanlarda Kullanım Olanakları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(2): 59-71.
- Aydeniz A 1985. Toprak Amenajmanı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 928, Ders Kitabı No: 263, Ankara.
- Belhaj D, Elloumi N, Jerbi B, Zouari M, Abdallah F B, Ayadi H, Kallel M 2016. Effects of Sewage Sludge Fertilizer on Heavy Metal Accumulation and Consequent Responses of Sunflower (*Helianthus annuus*). Environmental Science and Pollution Research, 23(20):20168-20177.
- Bouyoucos GD 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soil. Agronomy Journal, 43:434-438.
- Bozkurt MA, Erdal İ, Çimrin KM, Karaca S, Sağlam M 2000. Kentsel Arıtma Çamuru ve Hümik Asit Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Besin İçeriği ve Ağır Metal Kapsamına Etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 6(4): 35-43.
- Bozkurt MA, Yılmaz İ, Çimrin KM 2001. Kentsel Arıtma Çamurunun Kışlık Arpada Azot Kaynağı Olarak Kullanılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi

- Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 7(1): 105-110.
- Bozkurt, M. A. ve Çimrin, K. M., 2003. Kanalizasyon çamuru uygulamalarının kireçli bir topraktaki besin maddesi ve ağır metal konsantrasyonuna etkisi. *Fresenius Environmental Bulletin*, 12(11): 1354-1360.
- Bremner JM 1965. Total nitrojen. in. C.A. Black et al. (ed). *Methods of Soil Analysis. Part 2. Agronomy* 9; 1149 - 1178. Am. Soc. of Agron., Inc. Madison, Wisconsin, USA.
- Çimrin KM, Bozkurt MA, Erdal İ 2000. Kentsel Arıtma Çamurunun Tarımda Fosfor Kaynağı Olarak Kullanılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(1): 85-90.
- Demir E, Çimrin KM 2011. Arıtma Çamuru ve humik Asit Uygulamalarının Mısırın Gelişimi, Besin Elementi ve Ağır Metal İçerikleri ile Bazı Toprak Özelliklerine Etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 17: 204-216.
- Düzgüneş A, Kesici OT, Kavuncu O, Gürbüz F 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları-II). *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*: 1021, Ankara, 381 s.
- Hızalan E, Ünal E 1966. Topraklarda Önemli Analizler. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*: 278.
- Jackson M 1958. *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall, Inc. New Jersey. USA.
- Kacar B 1984. Bitki Besleme Uygulama Kılavuzu. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*: 900, Uygulama Kılavuzu: 214, Ankara, 140 s.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri: III toprak analizleri. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3*, Ankara, 705 s.
- Khan, K. D., Frankland, B., 1983. Chemical forms of Cd and Pb in some contaminated soils. *Environmental Pollution*, 6: 15-31.
- Kocaer, F. O. ve Başkaya, S. H., 2001. Arıtma çamurlarının araziye uygulanması. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 11(41): 12-15.
- Küçükhemek M, Gür K, Uyanöz R 2008. Toprağa Uygulanan Arıtma Çamuru, Ahır Gübresi ve Karışımlarının, Çim Bitkisinin Bazı Makro-Mikro Besin Elementleri ve Verimi Üzerine Etkisi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(45): 94-104.
- Lindsay, W. L. ve Norvell, W. A., 1978. Development of a DTPA micro nutrient soil test. for Fe, Cu, Zn and Mn. *Soil Science Soc. Amer. Proc.* 42: 421-428.
- Mazen, A., Faheed, F. A., Ahmed, A. F., 2010. Study of potential impacts of using sewage sludge in the amendment of desert reclaimed soil on wheat and jews mallow plants. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 53(4): 917-930.
- Olsen SR, Cole V, Watanabe FS, Dean LA 1954. Estimations of Available Phosphorus in Soils by Extractions with Sodium Bicarbonate. *U. S Dept. Of Agric. Cric.* 939.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H., 1993. Toprak bilimi. *Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 73, Ders Kitapları Yayın No: 16*, Adana.
- Richards LA 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. Handbook: 60*, U. S. Dept. of Agriculture.
- Thomas GW 1982. *Exchangeable Cations. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Monography. No: 9, A.S.A.-S.S.S.A., Madison, Winconsin. USA. P. 159-165.*
- Topçuoğlu, B., Önal, M. K., Arı, N., 2003. Toprağa uygulanan kentsel arıtma çamurunun domates bitkisine etkisi I. bitki besinleri ve ağır metal içerikleri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1): 87-96.
- Türkmen Ö, Şensoy S, Çırka M 2001. Kentsel Arıtma Çamurunun Hıyarda Çıkış ve Fide Gelişimi Üzerine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(1): 1-4.
- Ünal M, Katkat AV 2003. Bisküvi ve Şekerleme Sanayi Arıtma Çamurunun Toprak Özelliklerine ve Mısır Bitkisinin Kimi mineral Madde İçeriği üzerine Etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1): 107-118.
- Walkley A, Black LA 1934. An Examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic Acid titration Method. *Soil Sci.*, 37: 29-38.
- Yalçın G, Yavuz R, Taşpınar K, Yılmaz M, Ateş Ö 2010. Eskişehir Atık Su Arıtma Tesislerinden Çıkan Çamurların Farklı Münavebe Sistemlerinde Kullanılması. *Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Temmuz-2010*, s:43.
- Yalçın G, Yavuz R, Yılmaz M, Taşpınar K, Ateş Ö 2011. Arıtma Çamurlarının Tarım Alanlarında Değerlendirilmesi. *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Sigma 3*: 156-164.



## Kentsel Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi; II. Mısır Bitkisi ve Toprağın Mikro Besin Element ve Ağır Metal İçerikleri Üzerine Etkisi

Hüda Nur ÇAKIR<sup>1</sup> , K.Mesut ÇİMRİN<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme AnaBilim Dalı, Hatay<sup>2</sup>, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Hatay

✉: mcimrin@hotmail.com

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, artan arıtma çamuru (% 0, % 2.5, % 5, % 7.5, % 10) uygulamaları sonrası deneme toprağı ve mısır bitkisinin bazı besin elementi ve ağır metal içeriklerinde meydana gelen değişimleri incelemektir.

Artan dozda uygulanan arıtma çamurunun etkisiyle deneme toprağının Zn, Cu, Mn, Pb, Ni, Cd ve Co içeriklerinde istatistiki açıdan önemli artışlar meydana gelmiştir. Artan arıtma çamuru dozlarıyla mısır bitkisinin kök Zn, Cu, Mn ve Co içeriklerindeki değişimler önemli olmakla birlikte, mısır bitkisinin kök Cu içeriğinde tanığa göre doğrusal azalmalar, mısır bitkisinin kök Zn, Mn içeriklerinde tanığa göre artışlar belirlenmiştir. Artan dozda uygulanan arıtma çamuru mısır bitkisinin kök üstü Fe, Zn, Mn ve Pb içeriklerine istatistiki olarak önemli etkide bulunmuştur. Uygulamalar ile mısır bitkisinin sürgünündeki Fe, Zn, Mn ve Pb içeriklerinde tanığa göre önemli artışlar meydana gelmiş ve sürgündeki bu artışlar Zn ve Mn içeriklerinde doğrusal olmuştur.

Sonuç olarak, Hatay ili İskenderun ilçesi Biyolojik arıtma tesisinden taze alınan arıtma çamurunun farklı oranlarda toprağa uygulaması ile her ne kadar bazı bitki ve toprak özelliklerine olumlu etkilerinin bulunması ve herhangi bir ağır metal toksitesine rastlanmamasına rağmen arıtma çamuru uygulamasıyla dozlara bağımlı olarak topraktaki ağır metal içeriklerinin artması kontrolsüz bir şekilde ard arda uygulanmaları durumunda zamanla toprakta ağır metal birikimi ve toksitesine sebep olabileceğini göstermektedir.

DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.452931

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi: 28.03.2018

Kabul Tarihi : 28.05.2018

### Anahtar Kelimeler

Toprak,  
arıtma çamuru,  
mısır,  
mikro besin,  
ağır metal

### Araştırma Makalesi

## Effect of Municipal Sewage Sludge Applications: II. on some Mikro Nutrient and Heavy Metal Contents Plant Corn and Soil

### ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the existing changes for the contents of some nutrients and heavy metals of soil and root and shoot of corn plant after applications of increased sewage sludge (0 %, 2.5 %, 5 %, 7.5 %, 10 %). Significant increases were found in the contents of Zn, Cu, Mn, Pb, Ni, Cd, and Co of the experimental soil as sewage sludge application were increased. Besides, there were significant changes of the root Zn, Cu, Mn, Co contents by the increased doses of sewage sludge application. it was determined that the root Cu content decreased linearly compared to the control but, the reverse was the case for the Zn and Mn contents. Application of the sewage sludge at the increasing rates affected the plant shoot Fe, Zn, Mn and Pb contents significantly. While there were significant increases for the plant shoot contents of Fe, Zn, Mn and Pb by the applications compared to the control. The increases for the shoot contents in question were linear for the nutrients Zn and Mn. The applications of the different rates of the sewage sludge taken from biological processing foundation for the housing from iskenderun county of Hatay province indicated that there were somehow positive effects on plant soil properties without any heavy

### Article History

Received : 28.03.2018

Accepted : 28.05.2018

### Keywords

Soil,  
sewage sludge,  
corn,  
micro nutrient,  
heavy metal

### Research Article

metal toxicity effect. It was shown that the sewage sludge applications depending upon the rates leading the resulted heavy metal increases in soil which can cause the heavy metal accumulation and toxicity in the soil in time in the case of applications in sequence during the growing seasons under uncontrolled conditions.

**To cite:** Çakır HN, Çimrin KM 2018. Kentsel Arıtma Çamur Uygulamalarının Etkisi: II. Mısır Bitkisi ve Toprağın Mikro Besin Element ve Ağır Metal İçerikleri Üzerine Etkisi. KSÜ Tar Doğa Derg 21(6) : 891-901, DOI:10.18016/ksutarimdoga.vi.452931

## GİRİŞ

Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de belediyelerin atık su arıtma tesislerinde arıtma işlemleri sonucunda kanalizasyon suları temizlenip doğaya verilirken, ne yapılacağı bilinmeyen ve depolanması gün geçtikçe sorun olan büyük miktarlarda arıtma çamurları ortaya çıkmaktadır. Bu çamurların kullanılmasında yakma, denize veya okyanusa deşarj, arazi dolgusu olarak belirli ve sınırlı olarak veya tarım arazilerine organik madde yada besin elementi kaynağı olarak kullanma gibi çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Ancak, arıtma çamuru miktarının birçok (Nüfus artışı, endüstrileşme, arıtma tesislerinin yaygınlaşması vs.) sebepten sürekli artması yanında gelişen teknolojiye bağlı olarak kanalizasyona dolayısı ile arıtma çamuruna katılan kimyasal madde çeşitliliğinin artarak farklılaşması, arıtma çamurunun bertarafını önemli bir sorun haline getirmektedir.

Uzun zamandır arıtma çamurlarının tarım arazilerine uygulanarak, topraklara ve bitkilere, organik madde ve bitki besin elementi kaynağı olarak değerlendirilmesi üzerinde çalışmalar artarak devam etmektedir (Çimrin ve ark., 2000; Bozkurt ve Çimrin, 2003; Demir ve Çimrin, 2011; Yalçın ve ark., 2011). Ayrıca arıtma çamurunun kontrollü koşullarda uygun miktar ve oranlarda toprağa verildiğinde ticari gübrelere ciddi bir alternatif veya destek olacakları çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Çimrin ve ark., 2000; Bozkurt ve ark., 2001; Kocaer ve Başkaya, 2001; Yalçın ve ark., 2011).

Arıtma çamurlarının bazılarının tarımsal açıdan olumlu özellikleri yanında doğa ve insan sağlığını tehdit eden olumsuz özellikleri de bulunması bunların tarımda kontüolsüz kullanımını engellemektedir. Olumsuz özelliklerin başında mangan, çinko, bakır, krom, kobalt, nikel, kurşun ve kadmiyum gibi ağır metaller, tuzlar, toksik organik kimyasallar ve hastalık yapıcı mikroorganizmalar sayılabilir. Diğer yandan arıtma çamurlarının hiçbir yerde sürekli yada belli zamanlarda homojen olarak elde edilememesi nedeniyle, gerek doğrudan kullanımlarını gerekse bunlardan ticari bir ürün haline getirilmesini de engellemektedir. Özetle değişik tesislerden çıkan çamurların özelliklerinin farklı olması, çamurun verime etkisini ve kullanım olanaklarını da değiştirebilir. Bu nedenle, arıtma

çamurları toprağa uygulanmadan önce mutlaka analiz edilerek içerikleri belirlenmeli ve bu amaçla farklı arıtma çamurları farklı topraklarda denenerek en uygun dozlarının belirlenmesi gerekmektedir.

Bu araştırmanın amacı Hatay ili İskenderun ilçesi biyolojik evsel atık su arıtma tesisinden alınan taze kentsel arıtma çamurunun tarım toprağına uygulanmasıyla, toprak ve mısır bitkisinin mikrobesein elementleri ve ağır metal kapsamı üzerindeki meydana gelecek değişimleri incelemektir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada Hatay' ın Reyhanlı ilçesi, gazimürsel tepesi mevki yakınlarındaki tarlalardan alınan yüzey toprakları kullanılırken, arıtma çamuru İskenderun Belediyesi biyolojik evsel atık su arıtma tesislerinden üretimden çıktığı anda bekletilmeden taze ve yaş olarak naylon torbalara konulara aynı gün laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen arıtma çamuru örnekleri gölgede hava kurusu hale gelinceye kadar sabah akşam karıştırılarak kurutulmuştur. Araştırmada bitki materyali olarak sertifikalı % 99 çimlenme oranına sahip mısır bitkisinin (*Zea mays L.*) Pioneer 1570 nolu yazlık melez tohumu kullanılmıştır.

Jackson (1958)' a göre alınan ve analize hazırlanan topraklarda tekstür Bouyoucou (1951)'e göre yapılmıştır. Hem toprak hemde arıtma çamurunda, reaksiyon 1:2.5 toprak veya çamur/su süspansiyonunda Jackson, (1958), total tuz 1:2.5 toprak veya çamur/su süspansiyonunda Richards (1954)' ın bildirdiği şekilde elektriki kondaktivimetre aleti ile, kireç Scheibler kalsimetresi ile (Hızalan ve Ünal, 1966), organik madde modifiye edilmiş Walkley Black yöntemi ile (Walkley and Black, 1934), toplam azot Bremner (1965) alınabilir fosfor sodyum bikarbonat ile ekstrakte edilen örneklerde topraklarda renklendirme Mavi (Olsen ve ark. 1954), arıtma çamurunda renklendirme Barton sarı renk yöntemi ile yapılarak spektrofometrede belirlenmiştir (Kacar, 1984). Değişebilir potasyum ve kalsiyum amonyum asetat (1 N) ile çalkalanarak Thomas (1982), yayayışlı Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, Pb, Ni, Cd ve Co Kacar (1994)' ın bildirdiği şekilde DTPA ile çalkalanarak hazırlanan toprak ekstraktlarının mikrodalga plazma atomik emisyon spektrofotometre

(MPAES) aletinde belirlenmiştir (Çizelge 1). Arıtma çamurundaki toplam besin elementi ve ağır metal analizleri ise yaş yakma ile Khan ve Frankland (1983)'a göre K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, Pb, Ni, Cd ve Co Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinde belirlenmiştir (Çizelge 2). Yapılan analizlere göre deneme toprağının killi bünyeli, hafif alkalin reaksiyonlu, tuzsuz, orta kireçli, organik madde içeriğinin orta, azot ve fosfor içeriğinin yeterli, potasyum, kalsiyum ve magnezyum içeriğinin yüksek olduğu belirlenmiştir (Aydeniz, 1985). Deneme toprağının yarayışlı demir, çinko ve mangan

içerikleri noksan, bakır içeriği ise yeterli bulunurken (Lindsay ve Norvell, 1978), kurşun, nikel, kadmiyum ve kobalt içerikleri normal sınır değerlerinin altındadır (Özbek ve ark., 1993).

Arıtma çamuru örneklerine ait bazı kimyasal özelliklerin analizleri verildiği Çizelge 2 incelendiğinde, kullanılan arıtma çamurunun pH'ının hafif asidik, aşırı tuzlu, organik madde içeriğinin yüksek, azot ve fosfor içeriğinin çok fazla, potasyum, kalsiyum ve magnezyum içeriğinin çok yüksek olduğu belirlenmiştir (Aydeniz, 1985).

Çizelge 1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Kil (%)	62.04	Değ. Ca (mg/kg)	4658.7
Silt (%)	25.00	Yarayışlı Mg (mg/kg)	328.1
Kum (%)	12.96	Yarayışlı Fe (mg/kg)	0.461
Tekstür sınıfı	Killi	Yarayışlı Zn (mg/kg)	0.657
pH (1:2.5 su)	7.76	Yarayışlı Cu (mg/kg)	2.493
Tuz (µs/cm)	967.5	Yarayışlı Mn (mg/kg)	12.68
Kireç (%)	13.19	Yarayışlı Pb (mg/kg)	0.463
Organik madde (%)	1.71	Yarayışlı Ni (mg/kg)	0.86
N (%)	0.13	Yarayışlı Cd (mg/kg)	0.018
Yar. Fosfor (mg/kg)	12.74	Yarayışlı Co (mg/kg)	0.204
Değ. K (mg/kg)	584.0		

Çizelge 2. Denemede kullanılan arıtma çamuruna ait bazı kimyasal özellikler

pH (1:2.5 su)	6.91	Toplam Fe (mg/kg)	6611.65
Tuz (µs/cm)	21060	Toplam Zn (mg/kg)	732.5
Kireç (%)	9.71	Toplam Cu (mg/kg)	86.22
Organik madde (%)	33.8	Toplam Mn (mg/kg)	160.7
N (%)	4.07	Toplam Pb (mg/kg)	30.88
Yarayışlı P (mg/kg)	868.51	Toplam Ni (mg/kg)	84.52
Toplam K (mg/kg)	34800	Toplam Cd (mg/kg)	1.06
Toplam Ca (mg/kg)	6900	Toplam Co (mg/kg)	1.5
Toplam Mg (mg/kg)	84.12		

Deneme dört tekrarlı olarak, tesadüf parselleri deneme desenine göre, beş farklı arıtma çamuru dozunda olmak üzere toplam 20 saksıda Mustafa Kemal Üniversitesi seralarında saksı denemesi olarak yürütülmüştür. Ağırlık ilkesine göre bir kg'lık saksılara % 0, % 2.5, % 5, % 7.5 ve % 10 dozlarında, İskenderun Belediyesi biyolojik evsel atık su arıtma tesisinden taze olarak alınan ve hava kurusu hale getirilen arıtma çamuru uygulanmıştır.

Denemede topraklara hava kurusu arıtma çamurları eklendikten sonra saf su ile zaman zaman sulanarak yaklaşık 50 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda saksılara sekiz adet tohum ekilmiş ve saf su ile sulanmıştır. Tohum ekiminin 3. gününde ilk çimlenme görülürken 8. gününde çimlenme tamamlanmış ve her saksıda dört bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Temel gübreleme olarak her saksıya 100 mg/kg N, 40 mg/kg P ve 40 mg/kg K olacak şekilde 18+18+18 gübresi uygulanmıştır. Deneme boyunca bitkiler saf su ile

sulanmış ve tohum ekiminden sonraki kırk sekizinci gün deneme sonlandırılmıştır.

Kurutulup öğütülen bitki kök ve kök üstü aksam örneklerinin bitki besin ve ağır metal analizleri Kacar (1984)'a göre belirlenmiştir.

Çalışmada elde edilen veriler istatistik paket programından yararlanılarak varyans analizine tabi tutularak, etkileri önemli bulunan uygulamalara ait ortalamalar "Duncan çoklu karşılaştırma" testine göre gruplandırılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Uygulamaların hasattan sonra toprağın mikrobesein ve ağır metal içerikleri üzerine etkileri:

Deneme toprağına artan dozlarda uygulanan arıtma çamurunun etkisi ile toprağın demir (Fe) içeriğinde istatistiki olarak önemsiz olmasına karşılık, çinko (Zn), bakır (Cu) ve mangan (Mn) içeriklerinde ise çok önemli düzeyde ( $P<0.001$ ) düzenli artışlar belirlenmiştir (Çizelge 3). Topraklardaki en düşük Fe

miktarı kontrol uygulamasında (AÇ<sub>0</sub>) 0.84 mg/kg elde edilirken, bunu 1.29 mg/kg ile ikinci uygulama (AÇ<sub>2.5</sub>), 1.52 mg/kg ile üçüncü uygulama (AÇ<sub>5</sub>), 2.10 mg/kg ile dördüncü uygulama (AÇ<sub>7.5</sub>) izlemiştir. Uygulamalara bağlı olarak en yüksek Fe değerleri 3.92 mg/kg ile son arıtma çamuru uygulamasında (AÇ<sub>10</sub>) elde edilmiştir. Toprağın çinko içeriği en düşük değerini 0.96 mg/kg AÇ<sub>0</sub> uygulamasında almış olup, 4.70 mg/kg Zn AÇ<sub>2.5</sub> uygulamasında, 9.27 mg/kg Zn AÇ<sub>5</sub> uygulamasında, 15.00 mg/kg Zn AÇ<sub>7.5</sub> uygulamasında, en yüksek değeri ise 18.36 mg/kg AÇ<sub>10</sub> uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 3). Özetle artan oranda uygulanan arıtma çamuru uygulamaları ile toptaki Zn içerikleri farklı Duncan gruplarını oluşturmuşlardır. Arıtma çamuru uygulamalarıyla toprakların Cu içeriği minimum değerini AÇ<sub>0</sub> dozunda (2.09 mg/kg) almıştır. AÇ<sub>0</sub> uygulamasını sırasıyla AÇ<sub>2.5</sub> uygulaması (2.14

mg/kg), AÇ<sub>5</sub> uygulaması (2.28 mg/kg), AÇ<sub>7.5</sub> uygulaması (2.75 mg/kg) ve AÇ<sub>10</sub> uygulaması izlemiş (4.38 mg/kg) ve en yüksek değer AÇ<sub>10</sub> uygulamasında görülmüştür. Yapılan Duncan analizleri sonucunda AÇ<sub>0</sub>, AÇ<sub>2.5</sub> ve AÇ<sub>5</sub> dozları aynı, AÇ<sub>7.5</sub> ve AÇ<sub>10</sub> dozlarının farklı gruplarda yer almıştır (Çizelge 4). Topraktaki artan Mn içerikleri incelendiğinde 22.66 mg/kg ile kontrol uygulamasının (AÇ<sub>0</sub>) en düşük değere sahip olduğu görülmektedir. Diğer uygulamalar sırasıyla (AÇ<sub>2.5</sub>) 99.78 mg/kg, (AÇ<sub>5</sub>) 135.62 mg/kg, (AÇ<sub>7.5</sub>) 217.45 mg/kg ve (AÇ<sub>10</sub>) 229.45 mg/kg değerlerini almış olup en yüksek Mn miktarı son uygulamada belirlenmiştir (Çizelge 3). Yapılan Duncan analizleri sonucunda AÇ<sub>0</sub> uygulaması farklı bir Duncan grubunu açığa çıkarmış olup, AÇ<sub>2.5</sub> ve AÇ<sub>5</sub> uygulamaları diğer bir grubu oluştururken, AÇ<sub>7.5</sub> ve AÇ<sub>10</sub> uygulamaları ise bir başka grubu oluşturmuşlardır.

Çizelge 3. Arıtma çamuru uygulamalarının toprağın demir, çinko, bakır ve mangan içeriklerine ait ortalama değerleri ile standart hataları ve ortalamalar arasındaki farkı gösteren Duncan grupları ve F değerleri

Uygulamalar	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)
Aritma Çamuru (%)				
AÇ <sub>0</sub>	0.84±0.02	0.96±0.11 e	2.09±0.06 c	22.66±0.63 c
AÇ <sub>2.5</sub>	1.29±0.08	4.70±0.17 d	2.14±0.08 c	99.78±10.86 b
AÇ <sub>5</sub>	1.52±0.22	9.27±0.32 c	2.28±0.12 c	135.62±28.26 b
AÇ <sub>7.5</sub>	2.10±0.39	15.00±1.17 b	2.75±0.22 b	217.45±20.14 a
AÇ <sub>10</sub>	3.92±2.58	18.36±0.49 a	4.38±0.16 a	229.45±37.80 a
F değerleri	1.04	144.86***	46.50***	13.36***

a, b, c, d, e: aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir (P>0.05)

\*\*\* İle gösterilen F değerleri, % 0.1 düzeyinde önemlidir.

Farklı yerlerde farklı arıtma çamuru ile çalışan araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlar bildirmişlerdir (Bozkurt ve ark. 2000; Aşık ve Katkat, 2004; Angın ve Yağanoğlu, 2009; Demir ve Çimrin, 2011; Özyazıcı ve ark. 2012) Bu durum denemede kullanılan arıtma çamurlarının mikroelement içeriklerinin yüksek oluşu ile açıklanabilir.

Arıtma çamuru uygulaması sonucunda deneme topraklarının içerdiği kurşun (Pb), nikel (Ni), kadmiyum (Cd) ve kobalt (Co) değerlerine ait ortalama değerler Çizelge 4' de gösterilmiştir. Çizelge incelendiğinde arıtma çamuru uygulamalarının toprağın Pb, Ni, Cd ve Co içeriklerine etkileri istatistikî açıdan (P<0.001) çok önemli olduğu görülebilir. Toprağın arıtma çamuru uygulaması sonrası toprağın Pb, Ni, Cd ve Co içeriklerinin doğrusal bir şekilde artmıştır. Topraklarda belirlenen ortalama Pb miktarları en az 0.85 mg/kg ile tanık parsellerde (AÇ<sub>0</sub>) elde edilirken, arıtma çamurunun

birinci dozunda (AÇ<sub>2.5</sub>) 0.96 mg/kg, ikinci dozunda (AÇ<sub>5</sub>) 1.20 mg/kg, üçüncü dozunda (AÇ<sub>7.5</sub>) 1.69 mg/kg ve dördüncü ve son dozunda (AÇ<sub>10</sub>) 1.74 mg/kg olarak bulunmuştur. Yapılan Duncan analizleri sonucunda ilk üç doz (AÇ<sub>0</sub>, AÇ<sub>2.5</sub> ve AÇ<sub>5</sub>) aynı grubu oluştururken, son iki doz (AÇ<sub>7.5</sub> ve AÇ<sub>10</sub>) uygulamaları ise farklı bir grubu oluşturmuştur. Arıtma çamuru uygulamaları sonrası toprakta bulunan Ni değerleri sırasıyla 1.94 mg/kg (AÇ<sub>0</sub>, en düşük), 2.84 mg/kg (AÇ<sub>2.5</sub>), 4.02 mg/kg (AÇ<sub>5</sub>), 4.14 mg/kg (AÇ<sub>7.5</sub>) ve 4.32 mg/kg (AÇ<sub>10</sub>, en yüksek) olmuştur. AÇ<sub>5</sub>, AÇ<sub>7.5</sub> ve AÇ<sub>10</sub> uygulamaları aynı Duncan grubunda yer alırken diğer uygulamalar (AÇ<sub>0</sub> ve AÇ<sub>2.5</sub>) farklı bir grupta yer almıştır (Çizelge 4).

Toprağa artan dozda uygulanan arıtma çamurunun etkisiyle toprağın Cd içerikleri AÇ<sub>0</sub>, AÇ<sub>2.5</sub>, AÇ<sub>5</sub>, AÇ<sub>7.5</sub> ve AÇ<sub>10</sub> uygulamaları ile sırasıyla 0.02 (en düşük), 0.03, 0.04, 0.05 ve 0.06 (en yüksek) mg/kg olarak doğrusal olarak artmıştır.

Çizelge 4. Arıtma çamuru uygulamalarının toprağın kurşun, nikel, kadmiyum ve kobalt içeriklerine ait ortalama değerleri ile standart hataları ve ortalamalar arasındaki farkı gösteren Duncan grupları ve F değerleri

Uygulamalar	Pb (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Co (mg/kg)
Arıtma Çamuru (%)				
AÇ <sub>0</sub>	0.85±0.02 b	1.94±0.04 c	0.02±0.00 d	0.25±0.02 d
AÇ <sub>2.5</sub>	0.96±0.06 b	2.84±0.22 b	0.03±0.00 c	1.84±0.19 c
AÇ <sub>5</sub>	1.20±0.13 b	4.02±0.34 a	0.04±0.00 b	2.30±0.45 bc
AÇ <sub>7.5</sub>	1.69±0.12 a	4.14±0.22 a	0.05±0.00 b	2.90±0.34 ab
AÇ <sub>10</sub>	1.74±0.17 a	4.32±0.16 a	0.06±0.00 a	3.55±0.20 a
F değerleri	12.88***	22.00***	50.98***	19.54***

a, b, c, d: aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir (P>0.05)

\*\*\* İle gösterilen F değerleri, % 0.1 düzeyinde önemlidir

Yapılan Duncan analizleri sonucunda AÇ<sub>5</sub> ve AÇ<sub>7.5</sub> uygulamaları aynı Duncan grubunda yer alır iken diğer tüm uygulamalar ayrı ayrı grupları oluşturmuşlardır (Çizelge 4). Çizelge 4'e göre toprakların içerdiği Co miktarları doğrusal bir artış göstermektedir. En düşük miktardan başlayarak topraklardaki Co miktarları AÇ<sub>0</sub> uygulamasında 0.25 mg/kg, AÇ<sub>2.5</sub> uygulamasında 1.84 mg/kg, AÇ<sub>5</sub> uygulamasında 2.30 mg/kg, AÇ<sub>7.5</sub> uygulamasında 2.90 mg/kg ve AÇ<sub>10</sub> uygulamasında 3.55 mg/kg olarak bulunmuştur. Farklı ekolojilerde farklı atık çamurlarla yapılan birçok çalışmada, istatistiki olarak önemli ya da önemsiz ancak, artan arıtma çamuru uygulamaları ile topraktaki ağır metallerin arttığını bildiren benzer birçok çalışma rapor edilmiştir. Yalçın ve ark. (2010) Eskişehir atık su arıtma tesislerinden çıkan arıtma çamurlarının farklı münavebe sistemlerinde (buğday, şekerpancarı ve mısır) kullanılması üzerine yürüttükleri çalışmada topraktaki Pb ve Ni değerlerinin arttığını, Cd değerinin değişiklik göstermediğini bildirmişlerdir. Demir ve Çimrin (2011)'in arıtma çamuru ve humik asit uygulamalarının mısırın verim, besin elementi ve ağır metal içeriğine etkilerini araştırdıkları çalışmada, artan dozda arıtma çamuru uygulamalarının toprakta Pb, Ni, Cd ve Co içeriklerini önemli miktarda arttırdığını bildirmişlerdir. Ünal ve ark. (2011) içme suyu arıtma çamurunun artan dozlarının arpa zambacı bitkisinin gelişimi ve bazı toprak özellikleri üzerine yürüttükleri çalışmada toprağın toplam Pb, Ni ve Cd miktarlarını arttırmasına rağmen bu artışın istatistiksel düzeyde etkili olmadığını bildirmişlerdir. Belhaj ve ark. (2016) saksılarda yetiştirilen ayçiçeğine arıtma çamurunun dozlarının etkisi araştırılmış, arıtma çamuru uygulamalarının topraktaki Pb ve Ni konsantrasyonlarında önemli artışlara sebep olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca ülkemizde evsel ve kentsel arıtma çamurlarının

toprakta kullanılmasına dair yönetmelikte arıtma çamuru uygulanan pH' sı 7 ve üzeri topraklarda; Pb' da 100 mg/kg, Cd' da 1.5 mg/kg, Cu' da 100 mg/kg, Ni' de 70 mg/kg ve Zn' da 200 mg/kg' ı aşamayacağı bildirilmiştir (TÇV 2010). Yönetmelikteki sınır değerlerine bakıldığında, çalışmada arıtma çamuru dozları ile toprakta ağır metaller için toksisite sınırlarına ulaşılmamıştır.

#### Uygulamaların Mısır Bitkisi kök ve kök üstü aksam mikrobese ve ağır metal içerikleri üzerine etkileri:

Arıtma çamuru uygulamalarının mısır bitkisi kök kısmının içerdiği demir (Fe), çinko (Zn), bakır (Cu) ve mangan (Mn) miktarlarına ait ortalamaları ile standart hataları ve ortalamalar arasındaki farkı gösteren Duncan grupları Çizelge 5' de verilmiştir. Çizelge 5 incelendiğinde arıtma çamuru uygulamalarının mısır bitkisi kök aksam Zn içeriğine etkisi istatistiki olarak çok önemli (P<0.001), Cu ve Mn içeriklerine etkisi ise istatistiki olarak önemli (P<0.05) bulunurken, Fe içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemsiz olarak belirlenmiştir. Uygulamalar ile mısır bitkisi kök Fe içerikleri AÇ<sub>0</sub> uygulamasında 1503.02 mg/kg olarak belirlenirken, AÇ<sub>2.5</sub> uygulamasında 1370.70 mg/kg, AÇ<sub>5</sub> uygulamasında 1559.32 mg/kg, AÇ<sub>7.5</sub> uygulamasında 1260.96 mg/kg ve AÇ<sub>10</sub> uygulamasında ise 899.09 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Artan arıtma çamuru uygulamaları ile mısır bitkisi kök Zn ve Mn içerikleri düzenli olarak artarken Cu içerikleri benzer şekilde azalmıştır. Mısır bitkisinin kök Zn içerikleri incelendiğinde 22.94 mg/kg ile kontrol uygulamasının (AÇ<sub>0</sub>) en düşük değere sahip olduğu görülmektedir. Diğer uygulamalar sırasıyla (AÇ<sub>2.5</sub>) 37.92 mg/kg Zn, (AÇ<sub>5</sub>) 45.81 mg/kg Zn, (AÇ<sub>7.5</sub>) 51.82 mg/kg Zn ve (AÇ<sub>10</sub>) 80.30 mg/kg Zn değerlerini almış olup en yüksek Zn miktarı son uygulamada belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Arıtma çamuru uygulamalarının mısır bitkisi kök aksam demir, çinko, bakır ve mangan içeriklerine ait ortalama değerleri ile standart hataları ve ortalamalar arasındaki farkı gösteren Duncan grupları ve F değerleri

Uygulamalar	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)
Arıtma Çamuru (%)				
AÇ <sub>0</sub>	1503.02±532.01	22.94±3.88 d	24.31±2.66 a	82.54±15.94 c
AÇ <sub>2.5</sub>	1370.70±191.36	37.92±2.46 c	16.43±2.27 b	108.92±19.62 bc
AÇ <sub>5</sub>	1559.32±217.94	45.81±2.10 bc	15.76±2.44 b	142.95±18.00 ab
AÇ <sub>7.5</sub>	1260.96±114.26	51.82±5.42 b	17.74±2.09 b	175.18±20.04 a
AÇ <sub>10</sub>	899.09±100.61	80.30±6.09 a	14.62±0.96 b	148.66±14.24 ab
F değerleri	0.88	24.34***	3.11*	4.18*

a, b, c, d: aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir (P>0.05)

\*, \*\*\* İle gösterilen F değerleri sırasıyla, % 5 ve % 0.1 düzeyinde önemlidir

Çizelge 5' da yer alan mısır bitkisi kök aksamı ortalama Cu içeriklerine bakıldığında tanığa göre tüm uygulamaların bitki kök Cu içeriğini azalttığı ve tanık uygulama hariç tüm uygulamaların aynı Duncan grubu içerisinde yer aldığı görülmektedir. Mısır bitkisi kök aksamı ortalama Cu en yüksek 24.31 mg/kg ile tanık uygulamasından (AÇ<sub>0</sub>) elde edilirken, AÇ<sub>2.5</sub> dozunda 16.43 mg/kg' a düşmüş ve bundan sonra da uygulamalar tanığa göre (AÇ<sub>5</sub>: 15.76 mg/kg, AÇ<sub>7.5</sub>: 17.74 mg/kg ve AÇ<sub>10</sub>: 14.62 mg/kg) azalmaya devam etmiştir (Çizelge 5).

Arıtma çamuru uygulamaları ile mısır bitkisi kök Mn içerikleri incelendiğinde 82.54 mg/kg ile kontrol uygulamasının (AÇ<sub>0</sub>) en düşük değere sahip olduğu görülmektedir. Diğer uygulamalar sırasıyla (AÇ<sub>2.5</sub>) 108.92 mg/kg, (AÇ<sub>5</sub>) 142.95 mg/kg, (AÇ<sub>7.5</sub>) 175.18 mg/kg ve (AÇ<sub>10</sub>) 148.66 mg/kg değerlerini almış olup en yüksek Mn miktarı en yüksek arıtma çamuru uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 5). Bozkurt ve ark. (2000) kireçli toprakta yetiştirilen mısır bitkisine artan dozlarda arıtma çamuru ve tek dozda humik asit uygulamışlardır. Arıtma çamuru verilen topraklara humik asit uygulanması ile mısır bitkisinin ekstrakte edilebilir bakır düzeyinin azaldığı bildirilmiştir. Çimrin ve ark. (2000), Triple Süper Fosfat ve arıtma çamuru kombinasyonlarını kireçli bir toprağa fosfor kaynağı olarak uygulamaları sonucu, uygulamaların mısır bitkisinin demir ve çinko içeriğini önemli ölçüde arttırdığını, bakır içeriğini ise önemli olarak azalttığını ve mangan içeriğini önemli ölçüde etkilemediğini bildirmişlerdir. Topçuoğlu ve ark. (2003) sera koşullarında iki yıllık olarak yürüttükleri saksı denemelerinde toprağa uyguladıkları farklı kentsel arıtma çamurlarının artan dozlarıyla domates bitkisinde meydana gelen bitki besin elementi ve ağır metal içeriklerinin değişimlerini araştırmışlardır. Araştırmanın her iki yılda da arıtma çamurunun artan dozlarıyla domates bitkisinin Fe, Zn, Cu ve Mn içeriklerinin arttığı bildirilmektedir. Küçükhemek ve ark. (2008) toprağa uygulanan arıtma çamuru, ahır gübresi ve karışımlarının, çim bitkisinin bazı makro-mikro besin elementleri ve verimine etkisi üzerine yaptıkları çalışmada kontrole göre arıtma

çamurunun bitkinin çinko ve bakır içeriklerini arttırdığını, mangan içeriğinde azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada, ahır gübresine göre arıtma çamurunun bitkinin çinko ve bakır içeriklerini arttırdığını ve çinko içeriğindeki artışların önemli (P<0.01) olduğunu, mangan içeriğinde ise azalmaya neden olduğunu bildirilmiştir. Yalçın ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada Eskişehir atık su arıtma tesislerinden çıkan arıtma çamurlarının farklı münavebe sistemlerinde kullanılmasıyla buğday danesi, şekerpancarı yumrusu ve mısır danesinde toplam bakır değerleri bakımından arıtma çamuru uygulamaları ile kontrol konuları arasında fark bulunmamasına rağmen uygulamalar sonucu bitkideki çinko değerlerinde artış görüldüğü ifade edilmiştir. Demir ve Çimrin (2011)' in arıtma çamuru ve humik asit uyguladıkları mısır bitkisinin gelişimi, besin elementi ve ağır metal içerikleri ile bazı toprak özelliklerini araştırdıkları çalışmada, artan dozlarda uygulanan arıtma çamuruyla mısır bitkisinin kök Zn içeriklerinde önemli artışların, Fe ve Mn içeriklerinde ise önemli azalmaların saptandığı ifade edilmiştir. Akat ve ark. (2015)' nin bildirdiğine göre Limonium sinuatum 'compindi white' çeşidinde bitki gelişimi, verim ve çiçek kalitesi üzerine arıtma çamuru doz uygulamaları bitki kök Fe, Zn, Cu ve Mn içeriklerine önemli etki yapmıştır. Akat ve ark. (2017) tarafından kesme gül yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, çiçeklenme ve kalite üzerindeki etkilerinde kök aksam Fe, Zn, Cu ve Mn içeriklerinin artan arıtma çamuru uygulamalarıyla artış gösterdiği bildirilmiştir. Ancak bu artışın Zn ve Cu üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli bulunduğu bildirilirken, Fe ve Mn üzerine etkisinin istatistiksel açıdan önemli bulunmadığı ifade edilmiştir. Farklı çalışmalarda farklı sonuçların çıkması, arıtma çamurlarının farklı miktarlarda Fe, Zn, Cu ve Mn içermesi ile ilişkili olabilir.

Çizelge 6' da farklı dozlarda arıtma çamuru uygulamaları sonrası mısırın kök aksamında bulunan kurşun (Pb), nikel (Ni), kadmiyum (Cd) ve kobalt (Cd) içeriklerine ait ortalama değerler gösterilmiştir. Çizelge 6' da arıtma çamuru uygulamalarının mısır bitkisi kök aksam Co içeriğine

etkisi istatistiki açıdan  $P < 0.001$  düzeyinde önemli bulunurken, Pb ve Ni içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuş olup bitkinin kök aksamında Cd tespit edilememiştir. Mısır bitkisi kök aksamı Pb miktarı en yüksek 0.87 mg/kg ile tanık uygulamasından (AÇ<sub>0</sub>) elde edilirken, AÇ<sub>2.5</sub> dozunda 0.70 mg/kg' a düşmüş ve bundan sonra da uygulamalar tanığa göre (AÇ<sub>5</sub>: 0.45 mg/kg, AÇ<sub>7.5</sub>: 0.62 mg/kg ve AÇ<sub>10</sub>: 0.72 mg/kg) azalmaya devam etmiştir (Çizelge 6). Çizelge 6' da mısır bitkisi kök aksamındaki Ni içerikleri en düşük 45.32 mg/kg ile tanık uygulamasından (AÇ<sub>0</sub>) elde edilirken, AÇ<sub>2.5</sub> dozunda 56.36 mg/kg' a yükselmiş ve bundan sonra tanığa göre yükselmesine karşılık diğer dozlar (AÇ<sub>5</sub>: 46.56 mg/kg, AÇ<sub>7.5</sub>: 54.40 mg/kg ve AÇ<sub>10</sub>: 50.01 mg/kg) azalarak artmıştır (Çizelge 6). Çizelge 6' ya göre arıtma çamuru uygulamaları sonrası mısır bitkisinin kök kısımlarında Cd tespit edilememiştir. Uygulamalar ile mısır bitkisi kök aksamında bulunan

Co miktarı 7.32 mg/kg ile tanık parsellerden (AÇ<sub>0</sub>) elde edilmiş, sırasıyla AÇ<sub>2.5</sub> uygulamasında en yüksek Co 9.58 mg/kg, AÇ<sub>5</sub> uygulaması ile 5.64 mg/kg, AÇ<sub>7.5</sub> uygulamasında 6.22 mg/kg ve en düşük Co içeriği AÇ<sub>10</sub> uygulamasından 2.74 mg/kg ile elde edilmiştir. Yapılan istatistik analizine göre AÇ<sub>0</sub>, AÇ<sub>5</sub> ve AÇ<sub>7.5</sub> uygulamaları aynı Duncan grubunu meydana getirmiş, AÇ<sub>2.5</sub> ve AÇ<sub>10</sub> uygulamaları ayrı iki Duncan grubunu meydana getirmiştir (Çizelge 6). Bu sonuçların kullanılan arıtma çamuru içerisindeki Pb, Cd, Ni ve Co ile ilişkili olduğu düşünülebilir. Bozkurt ve ark. (2000) kireçli toprakta yetiştirilen mısır bitkisine artan dozlarda arıtma çamuru ve tek dozda humik asit uygulamışlardır. Arıtma çamuru verilen topraklara humik asit uygulanması ile mısır bitkisinin Ni, Cd ve Co düzeyinde hafif azalmaların görüldüğü ifade edilmiştir.

Çizelge 6. Arıtma çamuru uygulamalarının mısır bitkisi kök aksam kurşun, nikel, kadmiyum ve kobalt içeriklerine ait ortalama değerleri, standart hataları, önemlilik ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Uygulamalar	Pb (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Co (mg/kg)
<b>Arıtma Çamuru (%)</b>				
AÇ <sub>0</sub>	0.87±0.06	45.32±3.21	Tespit edilemedi	7.32±0.72 b
AÇ <sub>2.5</sub>	0.70±0.05	56.36±2.98	Tespit edilemedi	9.58±0.60 a
AÇ <sub>5</sub>	0.45±0.04	46.56±7.13	Tespit edilemedi	5.64±0.99 b
AÇ <sub>7.5</sub>	0.62±0.24	54.40±3.16	Tespit edilemedi	6.22±0.14 b
AÇ <sub>10</sub>	0.72±0.12	50.01±3.08	Tespit edilemedi	2.74±0.33 c
<b>F değerleri</b>	<b>1.44</b>	<b>1.28</b>		<b>15.57***</b>

a, b, c: aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir ( $P > 0.05$ )

\*\*\* İle gösterilen F değerleri, % 0.1 düzeyinde önemlidir

Küçükhemek ve ark. (2008) toprağa uygulanan arıtma çamuru, ahır gübresi ve karışımlarının, çim bitkisinin bazı makro-mikro besin elementleri ve verimine etkisi üzerine yaptıkları çalışmada kontrole göre arıtma çamurunun bitkinin kurşun içeriğini arttırdığını, çim bitkisindeki kadmiyum miktarlarının ise ölçülemeyecek kadar az seviyede olması sebebiyle analizler sonucu tespit edilemediğini bildirmişlerdir. Yalçın ve ark. (2010)' nın yaptıkları çalışmada Eskişehir atık su arıtma tesislerinden çıkan arıtma çamurlarının farklı münavebe sistemlerinde kullanılmasıyla buğday danesi, şekerpancarı yumrusu ve mısır danesinde toplam Pb, Ni ve Cd değerleri bakımından arıtma çamuru uygulamaları ile kontrol konuları arasında fark bulunmadığı ifade edilmiştir.

Arıtma çamuru uygulamalarının mısır bitkisi kök üstü aksamında tespit edilen demir (Fe), çinko (Zn), bakır (Cu) ve mangan (Mn) miktarlarına ait ortalamalar ile standart hataları ve ortalamalar arasındaki farkı gösteren Duncan grupları ve F değerleri Çizelge 7' de verilmiştir. Çizelge

incelendiğinde arıtma çamuru uygulamalarının mısır bitkisi kök üstü aksam Fe, Zn ve Mn içeriklerine etkisi istatistiki olarak  $P < 0.001$  düzeyinde önemli bulunurken, Cu içeriğine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Çizelge 7' de arıtma çamuru uygulamaları sonrası mısır bitkisi kök üstü aksamının ihtiva ettiği Fe içeriklerinin en düşük 36.10 mg/kg ile AÇ<sub>0</sub> uygulamasında ve yapılan Duncan analizlerine göre tek başına bir grubu oluştururken, diğer uygulamalarda Fe içerikleri sırayla 55.96 mg/kg (AÇ<sub>2.5</sub>), 55.47 mg/kg (AÇ<sub>5</sub>), 58.38 mg/kg (AÇ<sub>7.5</sub>) ve 57.08 mg/kg (AÇ<sub>10</sub>) olmuş ve tüm bu uygulamalar hep birlikte diğer bir Duncan grubunu oluşturmuşlardır.

Mısır bitkisi kök üstü aksamın Zn içeriklerine bakıldığında artan arıtma çamuruna bağımlı düzenli bir artış belirlenmiştir. Endüşük Zn içeriği 11.74 mg/kg ile kontrol uygulamasının (AÇ<sub>0</sub>) elde edilirken, AÇ<sub>2.5</sub> uygulamasında 28.40 mg/kg'a, AÇ<sub>5</sub> uygulamasında 35.16 mg/kg, AÇ<sub>7.5</sub> uygulamasında 46.48 mg/kg, ve AÇ<sub>10</sub> uygulamasında 53.66 mg/kg'a yükselmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Arıtma çamuru uygulamalarının mısır bitkisi kök üstü aksam demir, çinko, bakır ve mangan içeriklerine ait ortalama değerleri ile standart hataları ve ortalamalar arasındaki farkı gösteren Duncan grupları ve F değerleri

Uygulamalar	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)
Arıtma Çamuru (%)				
AÇ <sub>0</sub>	36.10±0.80 b	11.74±0.82 e	8.45±1.58	35.78±2.74 d
AÇ <sub>2.5</sub>	55.96±2.14 a	28.40±1.88 d	6.38±1.03	45.32±2.76 cd
AÇ <sub>5</sub>	55.47±3.61 a	35.16±1.84 c	6.10±0.40	50.63±0.96 bc
AÇ <sub>7.5</sub>	58.38±2.18 a	46.48±1.56 b	10.55±1.52	57.84±3.84 ab
AÇ <sub>10</sub>	57.08±2.04 a	53.66±2.15 a	8.34±1.76	62.52±5.08 a
F değerleri	15.86***	90.40***	1.77	9.74***

a, b, c, d, e: aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir (P>0.05)

\*\*\* İle gösterilen F değerleri, % 0.1 düzeyinde önemlidir

Yapılan Duncan analizlerinde AÇ<sub>0</sub>, AÇ<sub>2.5</sub>, AÇ<sub>5</sub>, AÇ<sub>7.5</sub> ve AÇ<sub>10</sub> uygulamalarının her biri farklı farklı Duncan gruplarını meydana getirmişlerdir. Çizelge 7' de mısır bitkisi kök üstü aksamının ihtiva ettiği Cu miktarlarının sırayla 8.45 mg/kg (AÇ<sub>0</sub>), 6.38 mg/kg (AÇ<sub>2.5</sub>), 6.10 mg/kg (AÇ<sub>5</sub>), 10.55 mg/kg (AÇ<sub>7.5</sub>) ve 8.34 mg/kg (AÇ<sub>10</sub>) değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Mısır bitkisi kök üstü aksamın artan Mn içerikleri incelendiğinde 35.78 mg/kg ile kontrol uygulaması (AÇ<sub>0</sub>) en düşük içerik ortalaması olarak belirlenirken, diğer uygulamalar sırasıyla (AÇ<sub>2.5</sub>) 45.32 mg/kg, (AÇ<sub>5</sub>) 50.63 mg/kg, (AÇ<sub>7.5</sub>) 57.84 mg/kg ve (AÇ<sub>10</sub>) 62.52 mg/kg değerlerini alarak artan arıtma çamuru uygulamaları ile düzenli bir şekilde artmışlardır (Çizelge 7). Farklı bitki ve artma çamuru ile yapılan çalışmalarda farklı ve benzer sonuçlar bulunmuştur. Örneğin, Bozkurt ve ark. (2001) Van ekolojik koşullarında kışlık arpa bitkisinin azotlu gübre isteğinin inorganik azotlu gübre ve kentsel arıtma çamuru verilerek karşılaştırıldığı denemede artan arıtma çamuru dozlarının arpa bitkisi tanesinde Fe, Cu ve Mn kapsamını kontrole göre önemli düzeyde arttırdığını ancak, Zn kapsamını önemli olarak etkilemediğini bildirirken, Ünal ve Katkat (2003) bisküvi ve şekerleme üretimi yapan bir fabrikadan temin ettikleri arıtma çamuru ile yaptıkları çalışmada mısır bitkisinin Fe, Zn ve Cu içeriklerinin kontrole göre doz artışıyla paralel şekilde arttığı ve bu artışın Zn üzerine etkisinin istatistiksel açıdan % 0.1 düzeyinde, Cu ve Mn üzerine etkisinin istatistiksel açıdan % 5 düzeyinde önemli bulunduğunu bildirmişlerdir. Küçükhemek ve ark. (2006) organik madde ve besin elementi açısından fakir bir toprağa evsel karakterli arıtma çamurunun farklı dozlarını iki yıl süreyle uygulayarak, yetiştirilen çim bitkisinin ağır metal kapsamına etkisini belirlemeye çalışmışlardır. Sonuç olarak çalışmada çim bitkisinin kontrole göre Zn ve Cu içeriklerinin arttığını ve Mn içeriğinde ise azalmaya sebep olduğunu bildirilmiştir. Demir ve Çimrin (2011) arıtma çamuru ve humik asit uyguladıkları mısır bitkisinin gelişimi, besin elementi ve ağır metal içerikleri ile bazı toprak özelliklerini araştırdıkları çalışmada, artan dozlarda uygulanan arıtma

çamurunun etkisiyle mısır bitkisinin kök üstü aksam Fe, Zn, Cu ve Mn ihtivalarında önemli artışların saptandığı ifade edilmiştir. Akat ve ark. (2015) Limonium sinuatum 'compindi white' çeşidinde bitki gelişimi, verim ve çiçek kalitesi üzerine arıtma çamuru doz uygulamalarının bitki kök üstü Fe, Zn, Cu ve Mn içeriklerine olumlu yönde önemli etki yaptığını bildirmişlerdir.

Çizelge 8' de artan dozlarda arıtma çamuru uygulamalarının mısır bitkisi kök üstü aksamında bulunan kurşun (Pb), nikel (Ni), kadmiyum (Cd) ve kobalt (Co) içeriklerine ait ortalama değerler gösterilmiştir. Çizelge 8' de arıtma çamuru uygulamalarının mısır bitkisi kök üstü aksam Pb içeriğine etkisi P<0.05 düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuş, kök üstü aksam Ni düzeyine etkisi ise istatistiki yönden önemsiz olarak belirlenmiştir. Ayrıca, mısır bitkisinin kök üstü aksamında Cd ve Co içerikleri tespit edilememiştir. Arıtma çamurunun mısır bitkisi kök üstü aksam Pb içeriğine etkisi incelendiğinde, tanığa göre tüm uygulamaların Pb içeriğinde artış gözlenmesine rağmen bu artışlar düzenli olmamıştır. (Çizelge 8). Mısır bitkisi kök üstü aksam Pb en düşük 0.77 mg/kg ile tanık uygulamasından (AÇ<sub>0</sub>) elde edilirken, artan dozlar ile kök üstü aksam Pb içeriği artmış olup (AÇ<sub>2.5</sub>: 0.98 mg/kg, AÇ<sub>5</sub>: 1.16 mg/kg ve AÇ<sub>7.5</sub>: 2.58 mg/kg), bu dozdan sonraki doz olan (son doz) AÇ<sub>10</sub> dozunda 1.54 mg/kg' a düşerek azalmıştır. AÇ<sub>0</sub>, AÇ<sub>2.5</sub>, AÇ<sub>5</sub> ve AÇ<sub>10</sub> uygulamaları birlikte aynı Duncan grubu içerisinde yer almış, AÇ<sub>7.5</sub> uygulaması ise farklı Duncan grubunu oluşturmuştur (Çizelge 8). Mısır bitkisi kök üstü aksamındaki Ni tanık uygulamasında (AÇ<sub>0</sub>) 3.44 mg/kg olarak belirlenmiş, AÇ<sub>2.5</sub> uygulamasında 3.86 mg/kg, AÇ<sub>5</sub> uygulamasında 4.76 mg/kg, AÇ<sub>7.5</sub> uygulamasında 4.18 mg/kg ve AÇ<sub>10</sub> uygulamasında 3.28 mg/kg Ni belirlenmiştir (Çizelge 8). Arıtma çamuru uygulamaları sonrası mısır bitkisinin kök üstü aksamında Cd ve Co tespit edilemeyecek kadar düşük bulunmuştur (Çizelge 8).

Bozkurt ve ark. (2001) Van ekolojik koşullarında kışlık arpa bitkisinin azotlu gübre isteğinin inorganik azotlu gübre ve kentsel arıtma çamuru verilerek



karşılaştırıldığı denemede artan arıtma çamuru dozlarının arpa bitkisi tanesinde Ni, Cd ve Co kapsamalarını önemli düzeyde etkilemediğini bildirmişlerdir. Topçuoğlu ve ark. (2003) sera koşullarında iki yıllık olarak yürüttükleri saksı denemelerinde toprağa uyguladıkları farklı kentsel arıtma çamurlarının artan dozlarıyla domates bitkisinde meydana gelen bitki besin elementi ve ağır

metal içeriklerinin değişimlerini araştırmışlardır. Araştırmanın her iki yılda da arıtma çamurunun artan dozlarıyla domates bitkisinin Pb, Ni ve Cd içeriklerinin arttığı bildirilmektedir. Yüksek düzeyde tuz ve mineral içeren çamurun ikinci yıldaki uygulamaları Pb ve Cd' un bitkide insan sağlığı açısından müsaade edilen sınır değerleri aştığı bildirilmiştir.

Çizelge 8. Arıtma çamuru uygulamalarının mısır bitkisi kök üstü aksam kurşun, nikel, kadmiyum ve kobalt içeriklerine ait ortalama değerleri ile standart hataları ve ortalamalar arasındaki farkı gösteren Duncan grupları ve F değerleri

Uygulamalar	Pb (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Co (mg/kg)
Arıtma Çamuru (%)				
AÇ <sub>0</sub>	0.77±0.18 b	3.44±0.38	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
AÇ <sub>2.5</sub>	0.98±0.08 b	3.86±0.74	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
AÇ <sub>5</sub>	1.16±0.06 b	4.76±0.89	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
AÇ <sub>7.5</sub>	2.58±0.71 a	4.18±0.32	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
AÇ <sub>10</sub>	1.54±0.08 b	3.28±0.22	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
F değerleri	4.56*	1.08		

a, b: aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir (P>0.05)

\* İle gösterilen F değerleri, % 5 düzeyinde önemlidir

Küçükhemek ve ark. (2006) organik madde ve besin elementi açısından fakir bir toprağa evsel karakterli arıtma çamurunun farklı dozlarını iki yıl süreyle uygulayarak, yetiştirilen çim bitkisinin ağır metal kapsamalarına etkisini belirlemeye çalışmışlardır. Çim bitkisinin kontrole göre Pb ve Ni içeriklerinin arttığını bildirmişlerdir. Demir ve Çimrin (2011) arıtma çamuru ve humik asit uyguladıkları mısır bitkisinin gelişimi, besin elementi ve ağır metal içerikleri ile bazı toprak özelliklerini araştırdıkları çalışmada artan dozlarda uygulanan arıtma çamurunun etkisiyle mısır bitkisinin kök üstü aksam Pb, Ni, Cd ve Co ihtivalarında önemli artışların saptandığını ifade etmişlerdir. Küçükhemek ve ark. (2008) toprağa uygulanan arıtma çamuru, ahır gübresi ve karışımlarının, çim bitkisinin bazı makro-mikro besin elementleri ve verimine etkisi üzerine yaptıkları çalışmada kontrole göre arıtma çamurunun bitkinin Pb içeriğini arttırdığını, çim bitkisindeki Cd miktarlarının ise ölçülemeyecek kadar az seviyede olması sebebiyle analizler sonucu tespit edilemediğini bildirmişlerdir.

## SONUÇ

Mustafa Kemal Üniversitesi seralarında mısır bitkisi ile saksı denemesi olarak yürütülen çalışmada artan arıtma çamuru (% 0, % 2.5, % 5, % 7.5, % 10) uygulamaları sonrası deneme toprağının Fe, Zn, Cu, Mn, Pb, Ni, Cd ve Co içeriklerindeki değişimler ile mısır bitkisinin kök ve kök üstü aksamının Fe, Zn, Cu, Mn, Pb, Ni, Cd ve Co içeriklerindeki değişimler incelenmiştir.

Artan dozda uygulanan arıtma çamurunun etkisiyle toprağın Fe, Zn, Cu, Mn, Pb, Ni, Cd ve Co içeriklerinde doğrusal olarak artışlar meydana

gelmiştir. Toprağın mikro elementlerden Fe içeriğine etkisi istatistiki olarak önemsiz olmasına karşılık, diğer mikro elementlerden Zn, Cu ve Mn içeriklerine ve ağır metallere Pb, Ni, Cd ve Co içeriklerine etkisi istatistiki olarak çok önemli olmuştur.

Uygulamalar mısır bitkisinin kök mikro elementlerinden Zn, Cu ve Mn içeriklerine etkisi istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur. Uygulamalar ile kök Zn içeriği doğrusal olarak artarken, Cu içeriği tanığa göre azalmış, Mn içeriği ise tanığa göre düzensiz bir şekilde artmıştır. Artan dozda yapılan uygulamalar sonrası mısır bitkisinin kökünde ağır metallere Pb tanığa göre azalırken Ni tanığa göre artmış ancak uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuştur. Bitki kökünde Cd tespit edilememiş, uygulamaların Co içeriğine etkisi ise çok önemli bulunmuştur.

Artan dozda arıtma çamuru uygulamalarıyla mısır bitkisi kök üstü aksamda tespit edilen mikro elementlerden Fe tanığa göre artmış, Zn ve Mn içeriklerinde düzenli artışlar meydana gelmiş olup, uygulamaların Fe, Zn ve Mn üzerine etkisi çok önemli ancak, Cu içeriğine etkisi önemsiz bulunmuştur. Uygulamalar sonrası kök üstü aksamda tespit edilen ağır metallere Pb içerikleri tanığa göre artış göstermiş ve istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamaların kök üstü Ni kapsamına etkisi önemsiz olmuştur. Bitkinin kök üstü kısımlarında Cd ve Co tespit edilememiştir.

Sonuç olarak, Hatay ili İskenderun ilçesi evsel biyolojik arıtma tesisinden taze alınan arıtma çamuru ile yapılan çalışmada, her ne kadar arıtma çamuru uygulamaları bitki besin elementleri açısından olumlu etkilerde bulunmasına rağmen

toprakta artan arıtma çamuru ile dozlara bağımlı olarak topraktaki ağır metal içeriklerinin artması her ne kadar bu çalışmada "Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik" te yer alan sınır değerlerini aşmamış olsa bile, çamurun kontrolsüz bir şekilde ard arda uygulanmaları durumunda zamanla toprakta ağır metal birikimi ve toksisitesine sebep olabileceğini göstermektedir.

### TEŞEKKÜR

Yazarlar çalışmaya maddi destek sağlayan Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne (Proje No: 15880) teşekkür ederler.

### KAYNAKLAR

- Akat H, Çetinkale Demirkan G, Akat Ö, Yağmur B, Yokaş, İ 2015. Arıtma Çamuru Uygulamalarının *Limonium sinuatum* 'Compindi White' Çeşidinde Bitki Gelişimi, Verim ve çiçek Kalitesi Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 52(1): 107-114.
- Akat H, Altunlu H, Çetinkale Demirkan G, Akat Saraçoğlu Ö, Yokaş, İ 2017. Kesme Gül Yetiştiriciliğinde Arıtma Çamuru Uygulamalarının Bitki Gelişimi, Çiçeklenme ve Kalite Üzerine Etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 54(3): 327-332.
- Angın İ, Yağanoğlu AV 2009. Arıtma Çamurlarının Fiziksel ve Kimyasal Toprak Düzenleyicisi Olarak Kullanımı. Ekoloji Çevre Dergisi, 19(73): 39-47.
- Aşık BB, Katkat AV 2004. Gıda Sanayi Arıtma Tesisi Atığının (Arıtma Çamuru) Tarımsal Alanlarda Kullanım Olanakları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(2): 59-71.
- Aydeniz A 1985. Toprak Amenajmanı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 928, Ders Kitabı No: 263, Ankara.
- Belhaj D, Elloumi N, Jerbi B, Zouari M, Abdallah F B, Ayadi H, Kallel M 2016. Effects of Sewage Sludge Fertilizer on Heavy Metal Accumulation and Consequent Responses of Sunflower (*Helianthus annuus*). Environmental Science and Pollution Research, 23(20):20168-20177.
- Bouyoucos GD 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soil. Agronomy Journal, 43 434-438.
- Bozkurt MA, Erdal İ, Çimrin KM, Karaca S, Sağlam M 2000. Kentsel Arıtma Çamuru ve Hümik Asit Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Besin İçeriği ve Ağır Metal Kapsamına Etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 6(4): 35-43.
- Bozkurt MA, Yılmaz İ, Çimrin KM 2001. Kentsel Arıtma Çamurunun Kışlık Arpada Azot Kaynağı Olarak Kullanılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 7(1): 105-110.
- Bozkurt MA, Çimrin KM 2003. The Effects of Sewage Sludge Applications on Nutrients and Heavy Metal Concentration in a Calcareous Soil, Fresenius Environmental Bulletin, 12, (11), 1354-1360.
- Bremner JM 1965. Total nitrogen. in. C.A. Black et al. (ed). Methods of Soil Analysis. Part 2. Agronomy 9; 1149 - 1178. Am. Soc. of Agron., Inc. Madison, Wisconsin, USA.
- Çimrin KM, Bozkurt MA, Erdal İ 2000. Kentsel Arıtma Çamurunun Tarımda Fosfor Kaynağı Olarak Kullanılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 10(1): 85-90.
- Demir E, Çimrin KM 2011. Arıtma Çamuru ve humik Asit Uygulamalarının Mısırın Gelişimi, Besin Elementi ve Ağır Metal İçerikleri ile Bazı Toprak Özelliklerine Etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 17: 204-216.
- Düzgüneş A, Kesici OT, Kavuncu O, Gürbüz F 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları-II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1021, Ankara, 381 s.
- Hızalan E, Ünal E 1966. Topraklarda Önemli Analizler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 278.
- Jackson M 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall, Inc. New Jersey. USA.
- Kacar B 1984. Bitki Besleme Uygulama Kılavuzu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 900, Uygulama Kılavuzu: 214, Ankara, 140 s.
- Kacar B 1994. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri: III toprak analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3, Ankara, 705 s.
- Khan KD, Frankland B 1983. Chemical forms of Cd and Pb in some contaminated soils. Environmental Pollution, 6: 15-31.
- Kocaer, F. O. ve Başkaya, S. H., 2001. Arıtma çamurlarının araziye uygulanması. Ekoloji Çevre Dergisi, 11(41): 12-15.
- Küçükhemek, M., Gür, K., Berktaş, A., 2006. Evsel karakterli atık su arıtma çamurlarının çim bitkisi ağır metal içeriği üzerine etkisi. Selçuk Üniversitesi Mimarlık Mühendislik Fakültesi Dergisi, 21(3-4).
- Küçükhemek M, Gür K, Uyanöz R 2008. Toprağa Uygulanan Arıtma Çamuru, Ahır Gübresi ve Karışımlarının, Çim Bitkisinin Bazı Makro-Mikro Besin Elementleri ve Verimi Üzerine Etkisi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(45): 94-104.
- Lindsay W L, Norvell W A 1978. Development of a DTPA Micro nutrient Soil Test. for Fe, Cu, Zn and Mn Soil Science Soc. Amer. Proc. 42: 421-428 p.

- Olsen SR, Cole V, Watanabe FS, Dean LA 1954. Estimations of Available Phosphorus in Soils by Extractions with Sodium Bicarbonate. U. S Dept. Of Agric. Cric. 939.
- Önal MK, Topçuoğlu B, Arı N 2003. Toprağa Uygulanan Kentsel Arıtma Çamurunun Domates Bitkisine Etkisi. II. Gelişme ve Meyve Özellikleri ile Meyvede Mineral İçerikleri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(1): 97-106.
- Özbek H, Kaya Z, Gök M, Kaptan H 1993. Toprak bilimi. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 73, Ders Kitapları Yayın No: 16, Adana.
- Özyazıcı MA, Özyazıcı G, Bayraklı B 2012. Arıtma Çamuru Uygulamalarının Toprağın Ekstrakte Edilebilir Demir, Bakır, Çinko ve Mangan Kapsamı Üzerine Etkileri. Toprak Su Dergisi, 1(2): 110-118.
- Richards LA 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. Handbook: 60, U. S. Dept. of Agriculture.
- TÇV 2010. Evsel ve kentsel arıtma çamurlarının toprakta kullanılmasına dair yönetmelik: [http://www.cevre.org.tr/Tcm/Yonetmelikler/Evsel\\_ve\\_Kentsel\\_Aritma\\_Camurlarinin\\_Toprakta\\_Kullanilmasina\\_Dair\\_Yonetmelik.htm](http://www.cevre.org.tr/Tcm/Yonetmelikler/Evsel_ve_Kentsel_Aritma_Camurlarinin_Toprakta_Kullanilmasina_Dair_Yonetmelik.htm)
- Thomas GW 1982. Exchangeable Cations. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Monography. No: 9, A.S.A.-S.S.S.A., Madison, Winconsin. USA. P. 159-165.
- Topçuoğlu B, Önal M K, Arı N 2003. Toprağa uygulanan kentsel arıtma çamurunun domates bitkisine etkisi I. bitki besinleri ve ağır metal içerikleri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(1): 87-96.
- Ünal M, Katkat AV 2003. Bisküvi ve Şekerleme Sanayi Arıtma Çamurunun Toprak Özelliklerine ve Mısır Bitkisinin Kimi mineral Madde İçeriği üzerine Etkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(1): 107-118.
- Ünal M, Karaca A, Çetin Camcı S, Çelik A 2011. İçme suyu tesisi arıtma çamurunun arpa zambağı (freesia spp.) bitkisi gelişimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 25(2): 46-56.
- Walkley A, Black LA 1934. An Examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic Acid titration Method. Soil Sci., 37: 29-38.
- Yalçın G, Yavuz R, Taşpınar K, Yılmaz M, Ateş Ö 2010. Eskişehir Atık Su Arıtma Tesislerinden Çıkan Çamurların Farklı Münavebe Sistemlerinde Kullanılması. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Temmuz-2010, s:43.
- Yalçın G, Yavuz R, Yılmaz M, Taşpınar K, Ateş Ö 2011. Arıtma Çamurlarının Tarım Alanlarında Değerlendirilmesi. Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Sigma 3: 156-164.

## Estimation of Nitrogen Levels By Remote Sensing Method in Alfalfa (*Medicago sativa* L.)

Yaşar ÖZYİĞİT<sup>1</sup> , Mehmet BİLGİN<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Akdeniz Üniversitesi, Korkuteli Meslek Yüksekokulu Bahçe Tarımı Programı 07800 Korkuteli/Antalya, <sup>2</sup> Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 07059, Antalya

✉ : ozyigit@akdeniz.edu.tr

### ABSTRACT

The aim of this study was to obtain spectral reflectance values by using remote sensing method in alfalfa plant and to estimate nitrogen levels by using these values. The treatments were carried out in both field and greenhouse conditions. Different nitrogen, phosphorus and potassium doses were applied to plots in the field and pots in greenhouse. Spectral reflectance measurements were made at both the canopy (general) level and the single leaf level when the plants were in pre-flowering stage. Reflectance measurements were undertaken using a portable spectroradiometer measuring the wavelength range of 325-1075 nm of the electromagnetic spectrum. Plant probe with artificial light source and leaf clip were used for leaf measurements. Statistical analyses were conducted using stepwise regression analysis implemented in MINITAB-13 statistical program. As a result of the study, significant relationships (Field-canopy: 0.94, Field-leaf: 0.23, Greenhouse-canopy: 0.55, Greenhouse-leaf: 0.92) were determined between the nitrogen levels in the plant and the reflectance values. Also results showed that changes in nitrogen levels affect reflectance in the visible region (400-700 nm) of the spectrum. When the wavelengths were evaluated separately, it was observed that the wavelengths of the blue, red and near infrared regions, which are important for photosynthesis, can be used to estimate the nitrogen levels.

DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.453069

### Article History

Received : 20.02.2018

Accepted : 07.06.2018

### Keywords

Nitrogen estimation, spectral reflectance, remote sensing, alfalfa

### Research Article

## Yonca (*Medicago sativa* L.)'da Uzaktan Algılama Yöntemi İle Azot Düzeylerinin Tahmin Edilebilirliği

### ÖZET

Bu çalışmada, yonca (*Medicago sativa* L.) bitkisinde uzaktan algılama yöntemi ile spektral yansıma değerlerinin elde edilmesi ve bu değerlerin kullanılmasıyla azot düzeylerinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmalar hem tarla hem de sera koşullarında yürütülmüştür. Tarla koşullarında parsellere ve sera koşullarında saksılara farklı oranlarda azot, fosfor ve potasyum uygulaması yapılmıştır. Spektral yansıma ölçümleri bitkilerin çiçeklenmeye başladığı dönemde kanopi (genel) ve tek yaprak düzeyinde yapılmıştır ve yansıma ölçümleri elektromanyetik spektrumun 325-1075 nm dalga boyları arasında yansıma ölçümleri yapabilen taşınabilir bir spektrodürometre kullanılarak yapılmıştır. Yapraktan yapılan ölçümler için yapay ışık kaynağı bulunan yaprak ölçüm cihazı (plant probe) ve yaprak tutucu (leaf clip) kullanılmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi MINITAB 13 istatistik programında stepwise (değişken ekleme-çıkarma) regresyon analizi kullanılarak yapılmıştır. Çalışma sonucunda, bitkideki azot düzeyleri ile yansıma değerleri arasında önemli (Tarla-genel: 0.94, Tarla-yaprak: 0.23, Sera-genel: 0.55, Sera-yaprak:0.92) ilişkiler belirlenmiştir. Sonuçlar ayrıca, azot düzeylerindeki değişimlerin özellikle spektrumun görünür bölgesindeki (400-700 nm) yansımaları etkilediğini göstermiştir. Dalga boyları ayrı ayrı değerlendirildiğinde ise özellikle fotosentez için önemli olan mavi, kırmızı ve yakın kızılötesi bölgelere

### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 20.02.2018

Kabul Tarihi : 07.06.2018

### Anahtar Kelimeler

Azot tahmini, spektral yansıma, uzaktan algılama, yonca

### Araştırma Makalesi

ait dalga boylarının azot seviyelerinin tahmininde kullanılabileceğini göstermiştir.

**To cite:** Özyiğit Y, Bilgen M 2018. Estimation of Nitrogen Levels By Remote Sensing Method in Alfalfa (*Medicago sativa* L.). KSÜ Tar Doğa Derg 21(6) : 902-907, DOI : 10.18016/ksutarimdog.vi.453069

## INTRODUCTION

Alfalfa (*Medicago sativa* L.) has an important place in animal nutrition all over the world and can grow in many areas thanks to its wide adaptability ability. Economic value of alfalfa is quite high and cultivation areas are around 660 thousand hectares in Turkey (Anonymous, 2018). The alfalfa plant is called "the queen of forage plants" because of its broad adaptability, nitrogen binding to the soil, high protein content from the unit side, and rich nutritional content in terms of mineral substances and vitamins (Manga et al. 1995; Elçi, 2005; Yılmaz and Albayrak, 2016).

Despite having a very large prescription in animal nutrition, there are some problems with forage crops in our country. Low forage crop area and poor quality of feed can be noted as leading problems. However, it is believed that the quality of feed as well as the high efficiency in the production of forage crops is at the desired level (Açıköz et al. 2005).

The quality concept of forage crops is closely related to nutritional value (Sulak and Aydın, 2005). The most important factor affecting the nutritional value of plants is the plant nutrients that plants received from the soil (Kacar and Katkat, 2007). For the cultivation of good forage crops, it is necessary that all of these elements be present in sufficient quantities (Ball et al. 1996). Nitrogen is one of the most important nutrients in forage crops cultivation as in many plants. Nitrogen is used most intensively in plant production (Schlemmer et al. 2005) and is very important for yield and quality in forage plants. It is an essential element for normal growth and development in plants with the reason that it is a building blocks of proteins and nucleic acids. The effect of nitrogenous fertilizers on the crude protein ratio in the forage crops is very significant. The ratio of raw protein to nitrogen and fertilized protein per unit area is increased with applied nitrogenous fertilizers (Açıköz 2001).

The lack of one or more nutrients in plants (in some cases excess) affects the yield and quality of the product negatively. One of the biggest causes of poor quality in forage crops is lack of plant nutrients as is in many plants. For this reason, to determine the nutrient content of the plant quickly and to intervene immediately are very important if there is a deficiency. Various chemical analysis (eg, the Kjeldahl method for nitrogen) are performed in laboratories to determine the nutrient status of plants. However, these chemical methods used in determining the quality characteristics of plants are intensive laboratory studies and so, they are expensive and time-consuming

methods (Kokaly and Clark 1999, Graeff et al 2001, Li et al 2006, Zhao et al 2007). Therefore, alternative methods are needed to determine nutrient levels in plants.

The remote sensing method, which has been used in many areas in recent years, also has the potential to be used in nutrient diagnosis in plants. Remote sensing, which allows information to be obtained from objects at any distance without physical contact, is now widely used in agriculture and forestry (Wright et al. 2005). These systems are very advantageous because they are faster and cheaper than traditional methods.

In this study, it is aimed to estimate nitrogen levels in alfalfa plant by using spectral reflectance values obtained by remote sensing systems.

## MATERIALS and METHODS

The study was carried out in both greenhouse and field conditions in the Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Field Crops Department (Antalya). Alfalfa (*Medicago sativa* L.) was used as a plant material. The field applications of the experiment were carried out at a pH of 8.7, a strong alkaline, clayey and organic medium soil. Greenhouse experiments were performed in plastic pots with capacity of 5.5 L filled with a mixture of soil (pH: 8.5, strong alkaline, clay loam, low humus), peat (pH:6.5, buffered, high organic matter), and perlite.

In the study, Ammonium Nitrate fertilizer containing 33% nitrogen was applied to the parcels and pots at a ratio of 0, 10 and 20 kg da<sup>-1</sup>. Diamonium Phosphate and Potassium sulphate fertilizers were applied to the plots and pots at the same doses and 27 different applications (N: P: K, 0:0:0, 0:0:10, 0:0:20, 0:10:0, 0:10:10, 0:10:20, 0:20:0, 0:20:10, 0:20:20, 10:0:0, 10:0:10, 10:0:20, 10:10:0, 10:10:10, 10:10:20, 10:20:0, 10:20:10, 10:20:20, 20:0:0, 20:0:10, 20:0:20, 20:10:0, 20:10:10, 20:10:20, 20:20:0, 20:20:10, 20:20:20) were performed with three replication. Thus, the experiment contained 81 plots in field and 81 pots in greenhouse. In the field experiments, 10 grams of seed were sown to each plot at a rate of 5 kg da<sup>-1</sup>. In the pots, 15-20 seeds were applied and they were reduced to 5 plants per pot by thinning.

Reflectance measurements were made at the beginning of the flowering and a spectroradiometer was used to measure the reflectance of the electromagnetic spectrum between 325-1075 nanometers (nm) wavelengths (Albayrak 2008). However, since the reflectance values below 400 nm

and above 900 nm were in extreme fluctuations, the values between 400 and 900 nm wavelengths were taken into account when the results were evaluated. This situation has been pointed out by some researchers (Han and Rundquist 2003; Lin and Liquean 2006; Johan et al., 2013; Kahriman et al., 2016).

In the study, both canopy (general) and single leaf reflectance measurements were made in plots and pots and measurements were performed between 10.00 and 11.30 during the day when the weather was clear. In canopy measurements, the distance between the sensor of the device and the upper surface of the plants was set at 1.5 m (Albayrak 2008) in the plots and 25 cm in the pots. Reflectance measurements were made in 5 replications of each of the 81 plots and pots and a reference panel (spectralon) measurement was performed for calibration in every three measurements (Beeri et al 2007).

For leaf measurements, 5 leaflets were chosen randomly from each plot and pot. Reflectance measurements were performed with plant probe which mounted 100-watt halogen lamp as artificial light source and leaf clip (Delalieux et al., 2008). After the leaf measurements, whole plants in the plots and in the pots were harvested and 150 g of plants in the plots and all of plants in the pots were dried in oven at 65°C for 48 hours (Brink et al., 2003). Wet digestion method was used for the nitrogen analysis of the samples (Karaca and Çimrin 2002). However, no nitrogen analysis was performed on leaves taken for leaf measurements.

For the statistical analysis of the data, stepwise regression analysis was used in the MINITAB statistical program. As a result of the statistical analysis, the wavelength related to the nitrogen level of the plant was determined and regression equations were formed by using this wavelength. When the results were evaluated, wavelengths were considered for four different spectral bands [blue: 400-500 nm, green: 501-600 nm, red: 601-700 nm, NIR (Near Infrared): 701-900 nm] (Summy et al., 2003).

## RESULTS

### Field experiment

The regression equations and the R<sup>2</sup> values which show the relation between the nitrogen levels and the reflectance values of the field experiment results, are shown in Table 1. According to the regression analyzes applied to the field-canopy measurements, a total of 32 wavelengths including 10 from the blue region, 3 from the green region and 19 from the red region of the spectrum were included in the regression equation determined for nitrogen and a very high regression coefficient (0.94) was calculated. In the field-leaf measurements, 4 wavelengths were included in equation, but the regression coefficient of the equation produced by these wavelengths was low (0.23). Graphs showing the relationship between the values determined by the analyzes in the laboratory and the values calculated by the regression equations are shown in Figure 1 for field-canopy and field-leaf.

Table 1. The regression equations and R<sup>2</sup> values showing the relationship between measured nitrogen levels and reflectance values (Field)

	Regression equations	R <sup>2</sup>
Field Canopy	$3.76 + (180 \times R_{609}) + (-483 \times R_{695}) + (-338 \times R_{449}) + (-334 \times R_{480}) + (533 \times R_{435}) + (324 \times R_{672}) + (93.9 \times R_{512}) + (323 \times R_{439}) + (196 \times R_{696}) + (-513 \times R_{438}) + (-154 \times R_{679}) + (-472 \times R_{625}) + (343 \times R_{603}) + (297 \times R_{636}) + (337 \times R_{614}) + (-109 \times R_{607}) + (-383 \times R_{423}) + (243 \times R_{485}) + (295 \times R_{422}) + (-289 \times R_{648}) + (-195 \times R_{585}) + (-233 \times R_{663}) + (145 \times R_{668}) + (-204 \times R_{631}) + (175 \times R_{602}) + (180 \times R_{694}) + (-155 \times R_{590}) + (126 \times R_{615}) + (243 \times R_{494}) + (-91.4 \times R_{612}) + (-191 \times R_{450}) + (101 \times R_{680})$	0.94**
Field Leaf	$3.71 + (-186 \times R_{647}) + (21.4 \times R_{417}) + (195 \times R_{648}) + (-29.0 \times R_{495})$	0.23**

\*\* : P<0.01

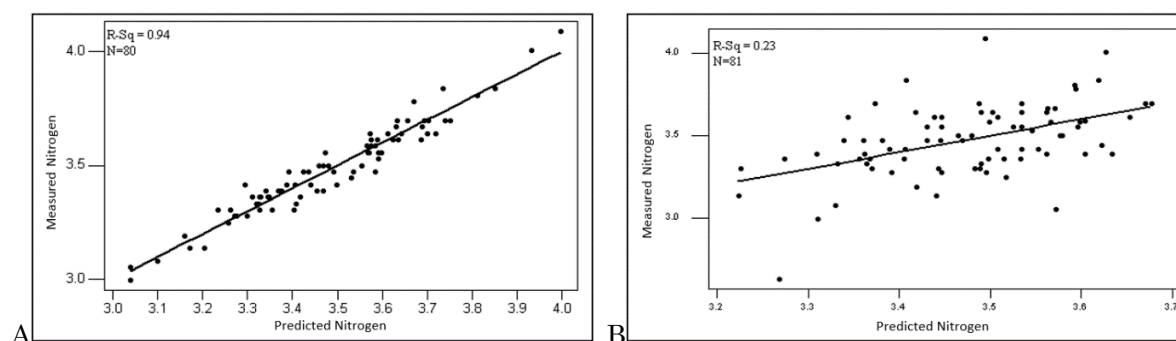


Figure 1. Regression graphs showing the relation between the nitrogen values measured in the laboratory and the nitrogen values predicted by regression equations (A:Field-Canopy and B:Field-Leaf)

### Greenhouse experiment

The regression equations and  $R^2$  values showing the relationship between the nitrogen levels and the reflectance values of the greenhouse experiment results are shown in Table 2. As a result of the stepwise

regression analysis applied to the greenhouse-canopy measurement, 9 wavelengths which located in the near infrared region (701-900 nm) were found to be associated with the nitrogen levels and the  $R^2$  value of the regression equation generated with these wavelengths was 0.55.

Table 2. The regression equations and  $R^2$  values showing the relationship between measured nitrogen levels and reflectance values (Greenhouse)

		Regression equations	$R^2$
Greenhouse	Canopy	$3.18 + (-62.9xR_{820}) + (-168xR_{834}) + (295xR_{797}) + (62.3xR_{899}) + (-127xR_{845}) + (26.4xR_{896}) + (107xR_{877}) + (-70.2xR_{858}) + (-62.6xR_{891})$	0.55**
	Leaf	$2.80 + (-226xR_{722}) + (-55.0xR_{439}) + (16.4xR_{425}) + (117xR_{467}) + (-28.4xR_{473}) + (-24.8xR_{442}) + (-32.7xR_{465}) + (13.2xR_{403}) + (-89.5xR_{502}) + (262xR_{514}) + (63.4xR_{487}) + (-143xR_{518}) + (80.5xR_{440}) + (224xR_{723}) + (-11.3xR_{406}) + (-25.4xR_{491}) + (24.3xR_{444}) + (128xR_{524}) + (-60.8xR_{535}) + (-148xR_{515}) + (-148xR_{513}) + (33.5xR_{496}) + (-19.8xR_{433}) + (6.73xR_{415}) + (79.1xR_{709}) + (135xR_{516}) + (-10.0xR_{420}) + (-49.6xR_{480}) + (-42.7xR_{686}) + (-69.1xR_{713})$	0.92**

\*\* :  $P < 0.01$

According to the results of the greenhouse-leaf measurement, 30 wavelengths (blue: 17, green: 8, red: 1, NIR: 4) which are related to the nitrogen values were determined. The  $R^2$  value of the regression equation generated by using these wavelengths was recorded as 0.92. The relationship between the nitrogen values predicted by regression equations and the measured values of the laboratory analyzes are shown in Figure 2.

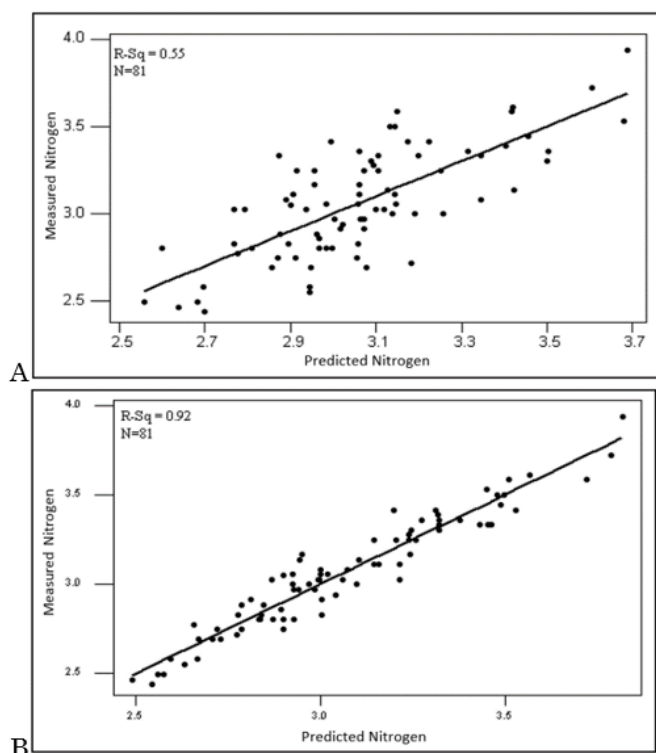


Figure 2. Regression graphs showing the relation between the nitrogen values measured in the laboratory and the nitrogen values predicted by regression equations (A:Greenhouse-Canopy and B: Greenhouse-Leaf)

### DISCUSSION

In this study, the wavelengths of blue, red and NIR (Near Infrared) regions of the spectrum are mostly found in the regression equations for nitrogen in the alfalfa plant. Results indicated that there is a significant relationship between nitrogen levels and wavelength reflectance in these regions. Walburg et al. (1982), reported that nitrogen applications affected the reflectance in the red and infrared regions and the reflectance in the red region increased while the reflectance in the infrared region decreased in the case of nitrogen deficiency. St-Jacques and Bellefleur (1991) indicated that the reflectance values in the red region of the spectrum are strongly correlated with the leaf nitrogen concentration. While the reflectance is lower due to absorption of light by chlorophyll in the blue and red regions of the spectrum, reflectance is high in the green region. For this reason, plants appear to be green. Also, chlorophyll concentration reduces in the case of nitrogen deficiency. This leads to an increase in reflectance in the green and red regions (Daughtry et al., 2000). Thomas and Oerther (1972) concluded that there is no visual difference in the pepper when the leaf nitrogen ratio falls from 5% to below 4%, but that these differences can be determined with the help of reflectance values and reflectance values at 550 nm and 675 nm.

### CONCLUSION

This study was conducted to investigate the estimation of nitrogen levels in alfalfa plants based on spectral reflectance values. Findings of the study showed that there was significant relationship between the nitrogen level of the plant and the wavelength reflectance in the blue, red and near infrared regions of spectrum. The results show that nitrogen levels in alfalfa plants can be estimated using reflectance values obtained by remote sensing systems, and that

in studies, especially blue and red region of spectrum, must be taken into account.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The abstract of this study was presented as a poster presentation in 12th Turkey Fields Crops Congress (12 to 15 September 2017 Kahramanmaraş). The study was taken from Yaşar ÖZYİĞİT's PhD thesis. We would like to thank "Akdeniz University Scientific Research Projects Coordination Unit" which supports the PhD thesis project with project number 2005.03.0121.014.



## REFERENCES

- Açıkgöz E 2001. Yem Bitkileri (3. Baskı). Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182. VİPAŞ A.Ş. Yayın No: 58, Bursa, ss. 584.
- Açıkgöz E, Hatipoğlu R, Altınok S, Sancak C, Tan A, Uraz D 2005. Yem bitkileri üretimi ve sorunları, *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi*, 3-7 Ocak 2005, Ankara, s. 503-518, 2005.
- Albayrak S. 2008. Use of reflectance measurements for the detection of N, P, K, ADF and NDF contents in sainfoin pasture. *Sensors*, 8 (11): 7275-7286.
- Anonymous 2018. <https://www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BUGEM.pdf> (Access date: 10.05.2018)
- Ball DM, Hoveland CS, Lacefield GD 1996. Forage Quality" (Chapter 16) Southern Forages. Publ. By the Williams Printing Company, pp: 124-132.
- Beeri O, Phillips R, Hendrickson J, Frank AB, Kronberg S 2007. Estimating forage quantity and quality using aerial hyperspectral imagery for Northern mixed-grass prairie. *Remote Sensing of Environment*, 110(2): 216-225.
- Brink GE, Rowe DE, Sistani KR, Adeli A 2003. Bermudagrass cultivar response to swine effluent application. *Agronomy Journal*, 95(3): 597-601.
- Daughtry CST, Walthall CL, Kim MS, De-Colstoun EB, McMurtrey JE 2000. Estimating corn leaf chlorophyll concentration from leaf and canopy reflectance. *Remote Sensing of Environment*, 74(2): 229-239.
- Delalieux S, Somers B, Verstraeten WW, Keulemans W, Coppin P 2008. Hyperspectral canopy measurements under artificial illumination. *International Journal of Remote Sensing*, 29(20): 6051-6058.
- Elçi Ş 2005. Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkileri. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı. ISBN 975-407-189-6. Mart Matbaası- İstanbul. Ankara, 486 s.
- Graeff S, Steffens D, Schubert S 2001. Use of reflectance measurements for the early detection of N, P, Mg, and Fe deficiencies in corn (*Zea mays* L.). *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 164: 445-450.
- Han L, Rundquist DC 2003. The spectral responses of *Ceratophyllum demersum* at varying depths in an experimental tank. *International Journal of Remote Sensing*, 24(4): 859-864.
- Johan F, MatJafri MZ, Lim HS, Sim CK 2013. Preliminary study: Spectral reflectance properties of microalgae in freshwater. *Proceeding of the 2013 IEEE International Conference on Space Science and Communication (IconSpace)*, 1-3 July 2013, Melaka, Malaysia, pp. 337-340.
- Kacar B, Katkat VA 2007. Bitki Besleme" (Genişletilmiş ve Güncellenmiş 3. Baskı). Nobel Yayınları ISBN: 978-975-591-834-1, ss. 975.
- Kahriman F, Demirel K, Inalpulat M, Egesel CO, Genç L 2016. Using Leaf Based Hyperspectral Models for Monitoring Biochemical Constituents and Plant Phenotyping in Maize. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 18 (6): 1705-1718
- Karaca S, Çimrin KM 2002. Effects of the Nitrogen and Phosphorus Fertilization on the Yield and Quality of the Common Vetch (*Vicia sativa* L.) and Barley (*Hordeum vulgare* L.) Mixture. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 12(1): 47-52.
- Kokaly RF, Clark RN 1999. Spectroscopic determination of leaf biochemistry using band-depth analysis of absorption features and stepwise multiple linear regression. *Remote Sensing of Environment*, 67(3): 267-287.
- Li B, Liew OW, Asundi AK 2006. Pre-visual detection of iron and phosphorus deficiency by transformed reflectance spectra. *Journal of Photochemistry and Photobiology. B: Biology*, 85: 131-139
- Lin Y, Liquan Z 2006. Identification of the spectral characteristics of submerged plant *Vallisneria spiralis*. *Acta Ecologica Sinica*, 26 (4): 1005-1011.
- Manga İ, Acar Z, Ayan İ 1995. Baklagil Yembitkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders notu No: 7
- Schlemmer MR, Francis DD, Shanahan JF, Schepers JS 2005. Remotely measuring chlorophyll content in corn leaves with differing nitrogen levels and relative water content. *Agronomy Journal*, 97(1): 106-112.
- St-Jacques C, Bellefleur P 1991. Determining leaf nitrogen concentration of broadleaf tree seedlings by reflectance measurements. *Tree Physiology*, 8(4): 391-398.
- Sulak M, Aydın İ 2005. Nitrate accumulation in forage. *Journal of Agriculture Faculty, OMU*, 20(2): 106-109.
- Summy KR, Little CR, Mazariegos RA, Everitt JH, Davis MR, French JV, Scott AW 2003. Detecting stress in glasshouse plants using color infrared imagery: a potential new application for remote sensing. *Subtropical Plant Science* 55(1): 51-58.
- Thomas JR, Oerther GF 1972. Estimating nitrogen content of sweet pepper leaves by reflectance measurements. *Agronomy Journal*, 64(1): 11-13.



- Walburg G, Bauer ME, Daughtry CST, Housley TL 1982. Effects of nitrogen nutrition on the growth, yield, and reflectance characteristics of corn canopies. *Agronomy Journal*, 74(4): 677-683.
- Wright DL, Rasmussen VP, Ramsey RD 2005. Comparing the Use of Remote Sensing with Traditional Techniques to Detect Nitrogen Stress in Wheat. *Geocarto International*, 20 (1): 63-68.
- Yılmaz M, Albayrak S 2016. Determination of Forage Yield and Quality of Some Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Cultivars under Isparta Ecological Conditions. *Journal of Field Crops Central Research Institute*, 25(1): 42-47.
- Zhao D, Starks PJ, Brown MA, Phillips WA, Coleman SW 2007. Assessment of forage biomass and quality parameters of bermudagrass using proximal sensing of pasture canopy reflectance. *Grassland Science*, 53(1): 39-49.

## Studies on the Fauna of Crabronidae Family (Insecta: Hymenoptera) in Tokat Province

Yaşar GÜLMEZ<sup>1</sup> , Faruk Tolga ÇUBUK<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Gaziosmanpaşa University, Faculty of Science and Arts, Department of Biology, Tokat, <sup>2</sup>Tokat Vocational and Technical Anatolian High School, Tokat

✉ : yasar.gulmez@gop.edu.tr

### ABSTRACT

In this study, 587 adult insect specimens belonging to the Crabronidae family (Insecta: Hymenoptera) were collected from Tokat Province between 2009 and 2012. Totally 89 taxa were identified, of which 68 are new records for the fauna of the province. As a result, the total number of species in the family is reached to 114 together with the previously known 46. All specimens were prepared as standard museum materials and deposited in Gaziosmanpaşa University, Faculty of Sciences and Arts, Department of Biology, Entomological Research Laboratory Tokat/Turkey.

DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.453072

### Article History

Received : 26.03.2018

Accepted : 16.05.2018

### Keywords

Crabronidae,  
Fauna,  
Hymenoptera,  
Tokat

### Research Article

## Tokat İlinde Crabronidae Familyası (Insecta: Hymenoptera) Üzerinde Araştırmalar

### ÖZET

Bu çalışmada Tokat ilinden 2009-2012 yılları arasında Crabronidae familyasına (Insecta: Hymenoptera) ait 587 ergin böcek örneği toplanmıştır. Toplam 89 takson tanımlanmış olup bunların 68'i il faunası için yeni kayıttır. Sonuç olarak familyaya ait toplam tür sayısı daha önce bilinen 46'dan 116'ya yükselmiştir. Tüm örnekler standart müze materyali şeklinde hazırlanmış ve Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Entomoloji Araştırma Laboratuvarı'nda (Tokat/Türkiye) depolanmıştır.

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 26.03.2018

Kabul Tarihi : 16.05.2018

### Anahtar Kelimeler

Crabronidae,  
Fauna,  
Hymenoptera,  
Tokat

### Araştırma Makalesi

**To cite:** Gülmez Y, Çubuk FT 2018. Studies on the Fauna of Crabronidae Family (Insecta: Hymenoptera) in Tokat Province. KSÜ Tar Doğa Derg 21(6) : 908-915, DOI : 10.18016/ksutarimdog.vi.453072

### INTRODUCTION

Crabronidae family includes solitary wasps which are known as 'digger wasps', 'sand wasps', and 'mud dauber wasps' referring to their biologies and habitats. As implied by these names some of them make their nests by digging the soil while others daubing the mud gathered from all around. Although adult crabronids feed on nectar of flowering plants, their larvae feed on various insects such as mole-crickets, grasshoppers, aphids, honeybees, as well as spiders paralyzed and carried to the nest by the female wasps (Bohart and Menke, 1976). The family is currently represented by 9881 species in the World (Pulawski, 2018) and 485 species in Turkey (de Beaumont, 1967; de Beaumont, 1969; Pulawski, 1967; Pulawski, 1971; Hensen and van Ooijen, 1987; Tüzün et al., 1999; Gülmez and Tüzün, 2005; Straka, 2005; Ljubomirov and Yıldırım, 2008; Yıldırım, 2012; Çubuk and Gülmez, 2013).

Tokat province is located in the interior part of the Middle Black Sea region of Turkey which has suitable natural habitats for dwelling of insects. The altitude ranges from 250 m to 1900 m through the province, the northern parts are under the effect of wet Black Sea region climate, whereas southern parts are under the effect of dry Central Anatolian region climate. The vegetation of Tokat province is also distinct and unique in many aspects. Such as Euro-Siberian elements are on the North, while typical mountain steppe elements of Central Anatolian region on the South are dominant through the area. There are also Mediterranean vegetation remnants around Erbaa and Niksar (Kurt, 2006). This habitat diversity around the province brings about a rich fauna, so its biological diversity is worth investigating.

Recently, human impact on ecosystems such as rapid industrialization, pollution and urbanization has

caused the destruction of natural habitats, for this reason many insect species have faced the danger of extinction. Consequently, faunistic studies gained great importance not only for the detection of our biological richness but also for the monitoring of species under threat of extinction. There is no direct faunistic study about Crabronidae family in Tokat province prior to this one. Mostly foreign scientists have collected materials from Tokat province during their visits to our country (Guichard & Harvey, 1967; de Beaumont, 1967, de Beaumont, 1969; Pulawski, 1967; Pulawski, 1971; Gayubo et al., 2003; Gayubo & Özbek, 2005; Ljubomirov & Yıldırım, 2005). The aim of this study was to determine the current fauna of the family Crabronidae of Tokat province.

## MATERIALS and METHODS

The number of specimens examined in this study is 587 which are belonging to the family Crabronidae (Hymenoptera). Adult wasps were collected by insect net from their natural habitats around Tokat province between 2009-2012. After they were killed and prepared as standard museum materials, specimens were identified by one of the authors (Gülmez) according to their original descriptions and/or keys in the following literature: de Beaumont (1961), Bitsch et.al. (1997, 2001), Nemkov (1996) and Pulawski (1971). Leica S6E stereomicroscope was used to examine the body parts of the specimens in detail. Within the text, all species are given in the subfamilies they belong and in systematic order. Turkey distribution of the species are given according to Ljubomirov and Yıldırım (2008) and Çubuk and Gülmez (2013). The material is deposited in the Entomological Research Laboratory, in Gaziosmanpaşa University, Tokat/Turkey.

## RESULTS

### *Subfamily Astatinae Lepeletier de Saint-Fargeau, 1845*

#### *Astata affinis radoszkowskii* Pulawski, 1957

Distributions in Turkey: Adana, Erzurum (Gayubo, Özbek and Yıldırım, 2003), Erzurum, Hatay, Konya, Kars, Osmaniye.

Material examined: Tokat, Zile, Edeköy Kızılüzüm Yaylası, 660 m, 01.VIII.2009, 1 ♀.

#### *Astata boops* (Schrank, 1781)

Distributions: Adana, Afyonkarahisar, Ankara, Artvin, Aydın, Bilecik, Burdur, Çanakkale, Erzurum, Eskişehir, İçel, İzmir, Kahramanmaraş, Kayseri, Kars, Kocaeli, Konya, Rize, Tokat, Trabzon.

Material examined: Tokat, Erbaa, Kaleköy, 280 m, 25.IV.2010, 1 ♂; Tokat, Pazar, Akdağ, 1900 m, 04.VIII.2009 1 ♂; Tokat, Kampüs içi, 650 m, 07.VI.2010 1 ♂; Tokat, Toki ırmak kenarı, 620 m, 03.VII.2010 3 ♀♀.

#### *Astata miegii scapularis* Kohl, 1889

Distributions: Amasya, Ankara, Aksaray, Bilecik, Çankırı, Erzincan, Erzurum Gümüşhane, İzmir, Kars, Kütahya, Manisa, Tokat.

Material examined: Almus: Tufantepe, 850 m, 01.VII.2010 1 ♀.

#### *Astata minor* Kohl, 1885

Distributions: Ankara, Bilecik, Erzurum, Gümüşhane, Hatay, Kars.

Material examined: Tokat, Pazar, Akdağ, 1900 m, 04.VIII.2009 1 ♂; Tokat, Sulusaray, Ilıcak Köyü, 1030m, 03.VII.2010 1 ♂; Tokat, Toki ırmak kenarı, 620 m, 03.VII.2010 1 ♂.

#### *Astata rufipes* Mocsâry, 1883

Distributions: Bitlis, Kars, Kütahya.

Material examined: Tokat Merkez: Toki ırmak kenarı, 620 m, 03.VII.2010 1 ♀.

#### *Dryudella tricolor anatolica* (Pulawski, 1967)

Distributions: Ankara, Artvin, Eskişehir, Kars.

Material examined: Tokat Merkez: Havaalanı, 650 m, 12.VII.2010, 1 ♀.

### *Subfamily Bembicinae Latreille, 1802*

#### *Alysson ratzeburgi* Dahlbom, 1843

Distributions:

Material examined: Almus: Ormandibi Kasabası yolu 10. km, 900 m, 06.VII.2010 1 ♀.

#### *Brachystegus scalaris* (Illiger, 1807)

Distributions: Çankırı, Erzurum, Iğdır, Kayseri, Konya, Sivas.

Material examined: Almus: Çevreli Kasabası, 900 m, 28.VII.2010, 1 ♂.

#### *Nysson maculosus* (Gmelin, 1790)

Distributions: Amasya, Ankara, Artvin, Erzurum.

Material examined: Tokat Merkez: Kampüs içi, 650 m, 07.VI.2010 4 ♀♀.

#### *Gorytes foveolatus foveolatus* Handlirsch, 1888

Distributions: Antalya, Bilecik, Bursa, Erzurum, Gaziantep, Hatay, Isparta, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Konya, Manisa, Muğla, Şanlıurfa, Şırnak.

Material examined: Tokat Merkez: Gılgıj, 950 m, 18.VI.2010 1 ♀.

#### *Gorytes quinquefasciatus quinquefasciatus* (Panzer, 1798)

Distributions: Ankara, Artvin, Batman, Bursa, Erzurum, Giresun, İçel, Kastamonu, Konya, Muğla, Tokat.

Material examined: Almus: Merkez, 950 m, 05.VII.2010 1 ♂ 1 ♀; Almus: Tufantepe, 950 m, 30.VI.2010, 1 ♂; Almus: Tufantepe, 950 m, 01.VII.2010 1 ♂; Artova: Tokat – Artova yolu 10. km, 1000 m, 03.VII.2010 1 ♀; Artova: Merkez, 1000 m, 03.VII.2010, 1 ♀; Tokat Merkez: Kampüs içi, 650 m, 16.VI.2010 1 ♀.

#### *Harpactus affinis* (Spinola, 1808)

Distributions: Amasya, Bursa, Erzincan, Erzurum, İçel, İstanbul, Kırşehir.

Material examined: Erbaa: Kaleköy, 280 m, 25.IV.2010, 2 ♂♂; Tokat: Kampüs içi, 650 m, 29.V.2010, 1 ♀.

***Harpactus elegans elegans* Lepeletier de Saint-Fargeau, 1832**

Distributions: Ankara, Artvin, Erzincan, Erzurum, Sinop, İçel, Kars, Konya.

Material examined: Almus: Tufantepe, 950 m, 30.VI.2010, 1 ♀; 01.VII.2010, 2 ♀♀; Sulusaray: Ilıcak Köyü, 1000 m 03.VII.2010 1 ♀.

***Harpactus tauricus* Radoszkowski, 1884**

Distributions: ??????????

Material examined: Tokat Merkez: Çördük, 900 m, 04.VIII.2009, 1 ♀.

***Oryttus concinnus paradisiacus* (de Beaumont, 1967)**

Distributions: Kars, İzmir.

Material examined: Turhal: Çaylı Kasabası, 650 m, 01.VIII.2010, 1 ♀;

***Psammaecius punctulatus* (Vander Linden, 1829)**

Distributions: Turkey: Balıkesir, Erzincan, Erzurum, Iğdır, Kars, Konya, Muş.

Material examined: Almus: Merkez, 950 m, 05.VII.2010, 1 ♀.

***Ammatomus coarctatus* (Spinola, 1808)**

Distributions: Adana, Amasya, Ankara, Antalya, Artvin, Bursa, Çankırı, Denizli, Erzincan, Eskişehir, Hatay, Iğdır, İçel, Kahramanmaraş, Kars, Konya, Kütahya, Manisa, Şanlıurfa, Tekirdağ, Tokat.

Material examined: Almus: Tufantepe, 950 m, 30.VI.2010, 1 ♂.

***Ammatomus rogenhoferi* (Handlirsch, 1888)**

Distributions: Adana, Amasya, Ankara, Artvin, Bilecik, Bursa, Denizli, Erzurum, Hatay, İçel, İzmir, Kahramanmaraş, Konya, Kütahya, Manisa, Niğde, Şanlıurfa.

Material examined: Tokat Merkez: Kampüs içi, 650 m, 16.VI.2010, 2 ♂♂ 6 ♀♀; Tokat Merkez: Kampüs içi, 650 m, 17.VI.2010, 2 ♂♂.

***Sphecius nigricornis* (Dufour, 1838)**

Distributions: Amasya, Erzurum, İçel, Konya, Sivas, Kars.

Material examined: Almus: Tokat yolu 5. km Serince civarı, 1000 m, 17.VI.2010, 1 ♀.

***Bembecinus innocens* de Beaumont, 1967**

Distributions: Ankara, İçel, Malatya, Siirt, Erzincan, Erzurum.

Material examined: Tokat Merkez: Kampüs içi, 650 m, 16.VI.2010, 1 ♂.

***Bembecinus meridionalis* A. Costa, 1859**

Distributions: Antalya, Batman, Denizli, Gaziantep, Hatay, Isparta, İçel, İzmir, Kayseri, Konya, Mardin, Siirt, Şanlıurfa.

Material examined: Tokat Merkez: Kampüs içi, 650 m, 07.VI.2010, 1 ♂.

***Bembecinus tridens tridens* (Fabricius, 1781)**

Distributions: Adana, Adıyaman, Afyonkarahisar, Amasya, Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Balıkesir, Bursa, Denizli, Erzurum, Erzincan, Eskişehir, Gaziantep, Hakkâri, Hatay, Iğdır, İçel, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Kars, Kayseri, Konya, Kütahya, Malatya, Manisa, Niğde, Samsun, Sinop,

Şanlıurfa, Şırnak, Tekirdağ, Tokat, Trabzon, Tunceli, Yozgat, Van.

Material examined: Almus: Almus – Akarçay yolu 15. km, 950 m, 09.VII.2009, 1 ♀.

***Stizus pubescens pubescens* (Klug, 1835)**

Distribution: Antalya, Artvin, Erzincan, Erzurum, İçel, İstanbul, İzmir, Kars, Konya, Manisa.

Material examined: Zile: Edeköy Kızılüzüm Yaylası, 660 m, 01.VIII.2009, 3 ♀♀.

***Bembix oculata oculata* Panzer, 1801**

Distributions: Adana, Afyonkarahisar, Antalya, Artvin, Aydın, Balıkesir, Burdur, Çanakkale, Erzincan, Hatay, Iğdır İçel, İstanbul, İzmir, Kars, Kilis, Mardin, Muğla.

Material examined: Erbaa: Kelkit kumocağı, 280 m, 04.X.2009, 2 ♀♀; Tokat: Kampüs içi, 650 m, 17.VI.2010, 2 ♀♀; Tokat Merkez: Kömeç Köyü, 650 m, 16.X.2008, 1 ♀; Zile: Edeköy Kızılüzüm Yaylası, 660 m, 01.VIII.2009, 1 ♀.

***Bembix olivacea olivacea* Fabricius, 1787**

Distributions: Adana, Ankara, Antalya, Burdur, Denizli, Hatay, Iğdır, İçel, İzmir, Kars, Kayseri, Manisa, Mardin, Samsun, Tokat, Trabzon.

Material examined: Erbaa: Kelkit kumocağı, 280 m, 03.X.2009, 7 ♀♀; Erbaa: Kelkit kumocağı, 280 m, 04.X.2009, 4 ♀♀.

***Bembix rostrata rostrata* (Linnaeus, 1758)**

Distributions: Balıkesir, Erzurum, İstanbul, İzmir, Kars, Kayseri, Muğla, Sinop.

Material examined: Zile: Edeköy Kızılüzüm Yaylası, 660 m, 01.VIII.2009, 1 ♂.

***Bembix sinuata sinuata* Panzer, 1804**

Distributions: Balıkesir, Erzurum, İzmir, Kars, Manisa, Muğla.

Material examined: Erbaa: Kelkit kumocağı, 280 m, 03.X.2009, 1 ♀.

**Subfamily Crabroninae Latreille, 1802*****Larra (Larra) anathema anathema* (Rossi, 1790)**

Distributions: Adana, Ankara, Amasya, Antalya, Aydın, Artvin, Balıkesir, Bilecik, Burdur, Bursa, Erzincan, Erzurum, Hatay, Iğdır, Isparta, İçel, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Kars, Kırşehir, Konya, Malatya, Manisa, Niğde, Ordu, Rize, Samsun, Trabzon, Yalova.

Material examined: Tokat Merkez: Toki ırmak kenarı, 620 m, 03.VII.2010, 1 ♂.

***Liris atratus* (Spinola, 1805)**

Distributions: Ankara (Ljubomirov and Yıldırım, 2008) Ankara.

Material examined: Almus: Bakımlı, 1000m, 29.VII.2009, 1 ♀; Zile: Edeköy Kızılüzüm Yaylası, 660 m, 01.VIII.2009, 1 ♀.

***Liris inopinatus* de Beaumont, 1961**

Distributions: ??????????

Material examined: Erbaa: Samsun – Lâdik yolu, 280 m, 25.IV.2010, 1 ♀; Tokat Merkez: Kömeç Köyü, 650 m, 16.X.2008, 1 ♂.

***Liris niger niger* (Fabricius, 1775)**

Distributions: Adana, Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Burdur, Bursa, Çorum, Denizli, Erzincan, Erzurum, Hatay, İçel, Kars, Konya, Malatya, Manisa, Şanlıurfa, Tokat.

Material examined: 1 ♀; Erbaa: Kaleköy, 280 m, 25.IV.2010, 2 ♀♀; Tokat Merkez: Kömeç Köyü, 650 m, 16.X.2008, 2 ♀♀; Tokat Merkez: Kampüs içi, 650 m, 16.VI.2010, 3 ♀♀; Tokat Merkez: Kampüs içi, 650 m, 17.VI.2010, 1 ♀; Zile: Edeköy Kızılüzüm Yaylası, 660 m, 01.VIII.2009, 1 ♀.

***Liris nigricans nigricans* (Walker, 1871)**

Distributions: Antalya, Kars.

Material examined: Erbaa: Kelkit ırmak içi, 280 m, 27.III.2010, 2 ♀♀; Erbaa: Kelkit kumocağı, 280 m, 04.X.2009, 1 ♀; Tokat Centrum: Kömeç Köyü, 650 m, 16.X.2008, 3 ♀♀.

***Prosopigastra bulgarica* Pulawski, 1958**

Distributions: Ankara, Kırıkkale, Hakkâri.

Material examined: Niksar: Dönekse, 350 m, 05.VII.2009, 1 ♀.

***Tachysphex brullii brullii* (F. Smith, 1856)**

Distributions: Amasya, Ankara, Çorum, Erzurum, Konya, Muğla, Niğde, Sivas.

Material examined: Almus: Ormanevleri, 950 m, 13.V.2010, 1 ♂.

***Tachysphex fulvitaris* (A. Costa, 1867)**

Distributions: Ankara, Antalya, Artvin, Bilecik, Erzurum, Hatay, İçel, İstanbul, Kayseri, Konya, Samsun, Sinop, Şanlıurfa.

Material examined: Almus: Almus – Tokat yolu 3. km, 1000 m, 19.VII.2009, 1 ♀; Tokat Centrum: Kampüs içi, 650 m, 17.VI.2010, 1 ♀.

***Tachysphex incertus* (Radoszkovsky, 1877)**

Distributions: Adana, Amasya, Antalya, Hatay, İçel, İstanbul, Kahramanmaraş, Konya, Muğla.

Material examined: Almus: Merkez, 900 m, 03.VIII.2010, 1 ♀; Almus: Tufantepe, 950 m, 05.VI.2010, 1 ♀; Almus: Tufantepe, 950 m, 20.VII.2010, 1 ♀; Başçiftlik: Merkez, 1400 m, 26.IX.2009, 1 ♀; Niksar: Dönekse, 350 m, 10.VII.2009, 1 ♀; Niksar: Dönekse, 350 m, 05.VII.2009, 1 ♀; Zile: Edeköy Kızılüzüm Yaylası, 660 m, 01.VIII.2009, 3 ♀♀.

***Tachysphex latifrons* Kohl, 1884**

Distributions: Turkey:Ankara, Bursa, Çorum, Eskişehir, Erzurum, Giresun, Hatay, Kars, Samsun.

Material examined: Almus: Dumanlı, 1600 m, 30.V.2009, 1 ♀; Niksar: Dönekse, 350 m, 03.X.2009, 1 ♀.

***Tachysphex mocsaryi* Kohl, 1884**

Distributions: Balıkesir, Kayseri.

Material examined: Almus: Almus – Görümlü yolu 10. km, 950 m, 25.VII.2009, 1 ♀.

***Tachysphex nitidior* de Beaumont, 1940**

Distributions: Çankırı, Hakkâri, Hatay, Erzurum, Kars, Tokat.

Material examined: Almus: Toki civarı, 950 m, 21.VII.2010 1 ♀; Reşadiye: Zinav Gölü, 1200 m,

26.IX.2009, 1 ♀; Tokat Merkez: Havaalanı, 650 m, 12.VII.2010, 1 ♀.

***Tachysphex panzeri* (Vander Linden, 1829)**

Distributions: Adana, Amasya, Ankara, Antalya, Bursa, Erzincan, Erzurum, Hatay, İçel, Kars, Tekirdağ, Tokat.

Material examined: Tokat Merkez: Kampüs içi, 650 m, 16.VI.2010, 1 ♀; Zile: Edeköy Kızılüzüm Yaylası, 660 m, 01.VIII.2009, 2 ♂♂ 1 ♀.

***Tachysphex pompiliformis* (Panzer, 1805)**

Distributions: Ankara, Ağrı, Artvin, Bitlis, Bolu, Bursa, Erzincan, Erzurum, Hatay, Kars, Kastamonu, Kayseri, Kırşehir, Konya, Kütahya, Niğde, Sinop, Trabzon.

Material examined: Erbaa: Kelkit kumocağı, 280 m, 25.IV.2010, 1 ♀; Tokat Merkez: Kampüs içi, 650 m, 07.VI.2010 1 ♀; Yeşilyurt: Su deposu civarı, 900 m, 03.VII.2010, 1 ♀.

***Tachysphex psammobius* (Kohl, 1880)**

Distributions: Amasya, Ankara, Antalya, Bilecik, Bingöl, Çorum, Hatay, İçel, Kars, Konya, Muğla, Şanlıurfa, Trabzon.

Material examined: Erbaa: Kelkit kumocağı, 280 m, 25.IV.2010, 1 ♀; Tokat Merkez: Kampüs içi, 650 m, 16.VI.2010 1 ♀; Tokat Merkez: Kömeç Köyü, 650 m, 24.IV.2010, 1 ♀.

***Tachytes etruscus etruscus* (Rossi, 1790)**

Distributions: Bursa, Erzurum, Hatay, Samsun.

Material examined: Zile: Edeköy Kızılüzüm Yaylası, 660 m, 01.VIII.2009, 3 ♂♂ 5 ♀♀.

***Miscophus bicolor bicolor* Jurine, 1807**

Distributions: Denizli, Hatay, Konya.

Material examined: Tokat Merkez: Kömeç Köyü, 650 m, 16.X.2008, 2 ♀.

***Nitela truncata* Gayubo and Felton, 2000**

Distributions: ????????????

Material examined: Almus: Teknecik, 1250 m, 28.VII.2010, 1 ♀.

***Solierella compedita compedita* (Piccioli, 1869)**

Distributions: Denizli, Hatay, Konya, İçel, Kırşehir, Şanlıurfa.

Material examined: Almus: Teknecik, 1250 m, 28.VII.2010, 1 ♀.

***Pison (Pison) sericeum* Kohl, 1888**

Distributions: Amasya, Ankara, Bursa, Denizli, Edirne, İçel.

Material examined: Zile: Edeköy Kızılüzüm Yaylası, 660 m, 01.VIII.2009 1 ♂.

***Trypoxylon attenuatum attenuation* F. Smith, 1851**

Distributions: Amasya, Artvin, Aydın, Bilecik, Bursa, Erzurum, Konya, Manisa, Muğla, Samsun.

Material examined: Almus: Ormanevleri, 950 m, 13.V.2010, 1 ♀.

***Trypoxylon minus* de Beaumont, 1945**

Distributions: Artvin, İstanbul, Samsun.

Material examined: Pazar: Ocaklı, 1200 m, 04.VIII.2009, 1 ♂.

***Oxybelus subspinosus* Klug, 1835**

Distributions: Adana, Amasya, Ağrı, Ankara, Antalya, Bingöl, Bursa, Erzurum, Eskişehir, Denizli, Hatay, İçel, Kayseri, Kırşehir, Konya, Kütahya, Samsun, Şanlıurfa, Tekirdağ, Tokat.

Material examined: Almus: Merkez, 950 m, 03.VIII.2010, 1 ♂; Tokat: Kampüs içi, 650 m, 29.V.2010, 1 ♀

***Entomognathus brevis* (Vander Linden, 1829)**

Distributions: Amasya, Ankara, Antalya, Kocaeli, Bursa, Erzurum, İçel, İstanbul, Kastamonu, Konya.

Material examined: Almus: Almus – Görümlü yolu 10. km, 950 m, 25.VII.2009, 1 ♂.

***Crossocerus assimilis assimilis* (F. Smith, 1856)**

Distributions: Ankara, Erzurum, Giresun, Trabzon.

Material examined: Almus: Ormandibi Kasabası yolu 10. km, 900 m, 06.VII.2010 1 ♀.

***Crossocerus podagricus podagricus* (Vander Linden, 1829)**

Distributions: Amasya Antalya, Bitlis, Hakkâri, Erzurum, Konya, Sivas.

Material examined: Tokat Merkez: Kızılöz köyü, 750 m, 08.VII.2010 1 ♀. Almus: Teknecik, 1250 m, 28.VII.2010, 1 ♂.

***Crossocerus vagabundus vagabundus* (Panzer, 1798)**

Distributions: Ankara, Artvin, Bursa, Bitlis, Erzurum, Samsun, Trabzon.

Material examined: Almus: Teknecik, 1250 m, 28.VII.2010, 1 ♀.

***Crossocerus elongatulus elongatulus* (Vander Linden, 1829)**

Distributions: Amasya, Ankara, Denizli, Erzurum, Hatay, İstanbul, Konya, Kütahya, Muğla, Trabzon.

Material examined: Almus: Teknecik, 1250 m, 28.VII.2010, 1 ♀.

***Crossocerus quadrimaculatus* (Fabricius, 1793)**

Distributions: Amasya, Bayburt, Bursa, Erzincan, Erzurum, Hakkâri, İstanbul, İzmir, Van.

Material examined: Tokat Merkez: Kömeç Köyü, 650 m, 16.X.2008, 3 ♀.

***Crossocerus acanthophorus* (Kohl, 1892)**

Distributions: Amasya, Ankara, Konya, Kahramanmaraş, Hakkâri, Nevşehir.

Material examined: Tokat Merkez: Kömeç Köyü, 650 m, 16.X.2008, 1 ♀.

***Ectemnius continuus continuus* (Fabricius, 1804)**

Distributions: Adana, Amasya, Ankara, Antalya, Artvin, Bitlis, Bolu, Bursa, Erzincan, Erzurum, Eskişehir, Giresun, Gümüşhane, Iğdır, İçel, İstanbul, Kars, Konya, Kütahya, Malatya, Muğla, Rize, Samsun, Tokat, Trabzon, Van.

Material examined: Almus: Çatak, 1100 m, 28.VII.2010, 1 ♀; Almus: Merkez, 950 m, 05.VII.2010 1 ♂; Almus: Merkez, 950 m, 30.VI.2010, 1 ♀; Tokat Merkez: Kat Kasabası, 560 m, 31.VII.2010, 1 ♀; Tokat Merkez: Kızılöz köyü, 750 m, 08.VII.2010, 3 ♂♂; Tokat Merkez: Kızılöz köyü, 750 m, 13.VII.2010, 5 ♂♂ 2 ♀♀; Turhal: Çaylı Kasabası, 650 m, 19.VII.2010, 1 ♂ 1 ♀; Sulusaray: Ilıcak Köyü, 1030m, 03.VII.2010 1 ♀.

***Ectemnius meridionalis* (A. Costa, 1871)**

Distributions: Adana, Adıyaman, Amasya, Antalya, Ankara, Artvin Bitlis, Bolu, Bursa, Çanakkale, Denizli, Edirne, Erzincan, Erzurum, Eskişehir, Hakkâri, Hatay, Iğdır, İçel, İzmir, Kahramanmaraş, Konya, Kütahya, Malatya, Mardin, Muğla, Samsun, Sinop, Şanlıurfa, Van.

Material examined: Almus: Ormandibi Kasabası yolu 10. km, 900 m, 13.VII.2010 1 ♂; Almus: Tufantepe, 850 m, 01.VII.2010 1 ♂; Tokat Merkez: Kat Kasabası, 560 m, 31.VII.2010, 1 ♂; Turhal: Çaylı Kasabası, 650 m, 12.VII.2010, 1 ♂.

***Ectemnius rubicola rubicola* (Dufour and Perris, 1840)**

Distributions: Artvin, Bayburt, Bitlis, Bursa, Erzurum, Hakkâri, Kars, İstanbul.

Material examined: Almus: Ormandibi Kasabası yolu 10. km, 900 m, 13.VII.2010 1 ♀.

***Ectemnius fossorius fossorius* (Linnaeus, 1758)**

Distributions: Antalya, Artvin, Erzurum, Gümüşhane, İstanbul.

Material examined: Tokat Merkez: Kızılöz köyü, 750 m, 13.VII.2010, 1 ♀.

***Ectemnius kriechebaumeri* (Kohl, 1879)**

Distributions: Antalya, Batman, Erzurum, Hakkâri, İçel.

Material examined: Tokat Merkez: Toki ırmak kenarı, 620 m, 03.VII.2010 1 ♀.

***Ectemnius crassicornis* (Spinola, 1808)**

Distributions: Adana, Adıyaman, Ağrı, Amasya, Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Balıkesir, Batman, Bilecik, Bitlis, Bursa, Çanakkale, Denizli, Edirne, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Gaziantep, Hakkâri, Hatay, Iğdır, İçel, İzmir Kahramanmaraş, Kars, Kırıkkale, Konya, Kütahya, Malatya, Muğla, Nevşehir, Niğde, Sivas, Şanlıurfa, Van.

Material examined: Tokat Merkez: Toki ırmak kenarı, 620 m, 03.VII.2010 1 ♀.

***Lestica clypeata clypeata* (Schreber, 1759)**

Distributions: Adana, Amasya, Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Balıkesir, Bilecik, Bolu, Bursa, Çanakkale, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Giresun, Hatay, Iğdır, İçel, İstanbul, Kahramanmaraş, Kars, Kastamonu, Konya, Kütahya, Malatya, Samsun, Şanlıurfa, Tekirdağ, Van.

Material examined: Almus: Tokat yolu 3. km, 1000 m, 19.VII.2009, 1 ♀; Tokat Merkez: Kat Kasabası, 560 m, 31.VII.2010, 1 ♀; Turhal: Çaylı Kasabası, 650 m, 19.VII.2010, 1 ♀.

***Lindenius albilabris albilabris* (Fabricius, 1793)**

Distributions: Adana, Amasya, Ardahan, Artvin, Bilecik, Bolu, Erzincan, Erzurum, Eskişehir, Kars, Kastamonu, Kayseri, Konya, Malatya, Nevşehir, Sakarya, Sivas, Tokat, Trabzon, Van.

Material examined: Tokat Merkez: Havaalanı, 650 m, 12.VII.2010, 1 ♀.

***Lindenius panzeri* (Vander Linden, 1829)**

Distributions: Ağrı, Ankara, Hatay, Isparta, İstanbul, Van.

Material examined: Tokat Merkez: Havaalanı, 650 m, 12.VII.2010, 1 ♂.

**Subfamily Pemphredoninae Dahlbom, 1835**

***Entomosericus concinnus* Dahlbom, 1845**

Distributions: Ağrı, Amasya, Ankara, Antalya, Batman, Bilecik, Bolu, Elazığ, Erzurum, İçel, Isparta, Konya, Kütahya, Manisa, Mardin, Muğla, Nevşehir, Şanlıurfa, Sivas, Van.

Material examined: Almus: Tufantepe, 950 m, 30.VI.2010, 1 ♀.

***Mimesa grandii grandii* Moidl, 1933**

Distributions: İçel, Erzurum, Konya, Nevşehir.

Material examined: Tokat: Kampüs içi, 650 m, 21.VII.2010, 1 ♀.

***Psenulus fuscipennis fuscipennis* (Dahlbom, 1843)**

Distributions: Amasya, Ankara, Artvin, Kocaeli, Çankırı.

Material examined: Almus: Tufantepe, 950 m, 05.VI.2010, 1 ♀; Tokat Merkez: Taşocağı, 650 m, 03.VII.2010 1 ♀; Tokat: Tahtoba Köyü, 700 m, 27.V.2010, 1 ♀.

***Psenulus meridionalis* de Beaumont, 1937**

Distributions: Bitlis, Bursa, Erzurum, Gümüşhane, Hatay, Kars, Şanlıurfa, Tekirdağ, Van.

Tokat Merkez: Havaalanı, 650 m, 12.VII.2010, 1 ♀.

Material examined: Almus: Merkez, 950 m, 21.VI.2009, 1 ♀.

***Psenulus pallipes pallipes* (Panzer, 1798)**

Distributions: Amasya, Ankara, Denizli Erzurum Hatay İstanbul, Konya, Nevşehir Sakarya Samsun Şanlıurfa Van.

Material examined: Erbaa: Akça Köyü, 300 m, 19.VI.2010, 1 ♀; Tokat: Toki ırmak kenarı, 03.VII.2010 1 ♀; Tokat: Kampüs içi, 650 m, 03.VII.2010, 1 ♀; Tokat: Kampüs içi, 650 m, 19.VII.2010, 3 ♀♀.

***Diodontus (Diodontus) minutus minutus* (Fabricius, 1793)**

Distributions: Adana, Amasya, Ankara, Bursa, Çorum, Denizli, Erzincan, Erzurum, Eskişehir, Hatay, İçel, İstanbul, Kayseri, Konya, Samsun, Tekirdağ, Trabzon, Şanlıurfa.

Material examined: Almus: Merkez, 950 m, 20.VII.2010, 1 ♀; Erbaa: Kaleköy, 280 m, 25.IV.2010, 1 ♀; Tekneçik, 1250 m, 28.VII.2010, 1 ♂; Tokat Merkez: Kömeç Köyü, 650 m, 16.X.2008 5 ♀♀.

***Passalocus corniger corniger* Shuckard, 1837**

Distributions: Amasya, Ankara, Bursa.

Material examined: Almus: Merkez, 950 m, 21.VI.2009, 1 ♂.

***Passalocus eremita* Kohl, 1893**

Distributions: Ankara.

Material examined: Almus: Merkez, 950 m, 21.VI.2009, 2 ♀♀; Tokat: Kampüs içi, 650 m, 29.V.2010, 1 ♀.

***Passalocus pictus* Ribaut, 1952**

Distributions: Amasya, Ankara, Antalya, Bolu, Hatay, İçel, Şanlıurfa.

Material examined: Almus: Merkez, 950 m, 30.VI.2010, 2 ♀♀; Almus: Merkez, 950 m, 05.VII.2010, 1 ♀.

***Pemphredon lethifer* (Shuckard, 1837)**

Distributions: Amasya, Ankara, Antalya, Bolu, Hatay, İçel, Şanlıurfa.

Material examined: Almus: Merkez, 950 m, 21.VII.2010, 1 ♂; Erbaa: Kaleköy, 280 m, 25.IV.2010, 1 ♂; Tokat Merkez: Havaalanı, 650 m, 22.VII.2010, 2 ♂♂.

***Pemphredon rugifer* (Dahlbom, 1844)**

Distributions: Amasya, Ankara, Antalya, Bitlis, Bursa, Erzurum, Eskişehir Gümüşhane, Hakkâri, Hatay, Iğdır, İçel, İstanbul, İzmir, Kars, Konya, Malatya, Niğde, Samsun, Tokat.

Material examined: Almus: Merkez, 950 m, 21.VII.2010, 1 ♀; Almus: Ormanevleri, 950 m, 13.V.2010, 1 ♀.

**Subfamily Philanthinae Latreille, 1802**

***Philanthus triangulum triangulum* (Fabricius, 1775)**

Distributions: Adana, Afyonkarahisar, Amasya, Ankara, Antalya, Aydın, Artvin, Balıkesir, Bingöl, Bitlis, Bursa Erzincan, Erzurum, Gümüşhane, Iğdır, İstanbul, İzmir, İçel, Kars, Kayseri, Konya, Kütahya, Malatya, Manisa, Niğde, Rize, Samsun, Sinop, Sivas, Şanlıurfa, Tokat, Trabzon.

Material examined: Almus: Tufantepe, 950 m, 07.VII.2009, 2 ♂♂; Almus: Tufantepe, 950 m, 26.VII.2009, 1 ♂; Erbaa: Kelkit kumocağı, 280 m, 03.X.2009, 1 ♀; Erbaa: Kelkit ırmak içi, 280 m, 04.X.2009, 1 ♀; Erbaa: Kelkit kumocağı, 280 m, 04.X.2009, 2 ♀♀; Tokat Merkez: Kampüs içi, 650 m, 16.VI.2010, 1 ♂.

***Philanthus venustus* (Rossi, 1790)**

Distributions: Adana, Amasya, Ankara, Antalya, Artvin, Bursa, Erzurum, İçel, Kars, Kayseri, Konya, Kütahya, Manisa, Samsun, Sinop, Tokat, Trabzon.

Material examined: Almus: Tufantepe, 950 m, 01.VII.2010, 1 ♂.

***Cerceris arenaria arenaria* (Linnaeus, 1758)**

Distributions: Adana, Amasya, Ankara, Artvin, Aydın, Balıkesir, Bayburt, Bilecik, Bursa, Denizli, Edime, Erzincan, Erzurum, Hatay, Iğdır, İçel, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Kars, Kastamonu, Kayseri, Konya, Kütahya, Malatya, Manisa, Niğde, Sakarya, Samsun, Sinop, Sivas, Tekirdağ.

Material examined: Tokat Merkez: Kampüs içi, 650 m, 16.VI.2010, 2 ♂♂; Pazar: Akdağ, 1900 m, 04.VIII.2009, 1 ♂ 1 ♀.

***Cerceris circularis dacica* Schletterer, 1887**

Distributions: Adana, Antalya, Aydın, Hatay, Iğdır, İçel, Kars Kayseri.

Material examined: Zile: Edeköy Kızılüzüm Yaylası, 660 m, 01.VIII.2009, 1 ♂.

***Cerceris eryngii eryngii* Marquet, 1875**

Distributions: Adana, Ankara, Artvin, Bayburt, Denizli, Erzurum, Eskişehir, Giresun, İçel, Kars, Kayseri, Konya, Kütahya, Şanlıurfa, Tekirdağ, Tokat, Yozgat.

Material examined: Artova: Tokat – Artova yolu 10. km, 1000 m, 03.VII.2010 1 ♀; Reşadiye: Başçiftlik yolu 2. km, 500 m, 24.VII.2010, 1 ♂.

***Cerceris flavicornis* Brullé, 1833**

Distributions: Ankara, Artvin Denizli, Erzincan Erzurum Gümüşhane, İçel, İzmir Konya Manisa Şanlıurfa Tekirdağ, Zonguldak.

Material examined: Artova: Tokat – Artova yolu 10. km, 1000 m, 03.VII.2010, 1 ♂.

***Cerceris flavilabris flavilabris* (Fabricius, 1793)**

Distributions: Amasya, Bilecik Erzincan Erzurum Hatay Iğdır, İçel, Kars, Kastamonu, Niğde Rize.

Material examined: Reşadiye: Başçiftlik yolu 2. km, 500 m, 24.VII.2010, 1 ♀.

***Cerceris lunata lunata* A. Costa, 1867**

Distributions: Adana, Amasya, Ankara, Balıkesir Bilecik Bursa, Eskişehir Erzurum Hatay, İçel, Konya Kütahya, Samsun, Şanlıurfa Tekirdağ.

Material examined: Tokat Merkez: Kampüs içi, 650 m, 16.VI.2010, 1 ♀.

***Cerceris quadricinctus quadricinctus* (Panzer, 1799)**

Distributions: Adana, Amasya, Ankara, Antalya, Artvin, Bilecik, Bingöl, Çankırı, Erzincan, Erzurum, Hatay, Iğdır, İçel, İstanbul, Kahramanmaraş, Kars, Konya, Kütahya, Manisa, Muğla, Rize, Sinop, Tekirdağ, Tokat, Trabzon.

Material examined: Tokat Merkez: Kat Kasabası, 560 m, 31.VII.2010, 1 ♂; Tokat Merkez: Kızılöz köyü, 750 m, 13.VII.2010 1 ♂; Tokat Merkez: Taşocağı, 650 m, 03.VII.2010, 1 ♂.

***Cerceris quadrifasciatus* (Panzer, 1799)**

Distributions: Ankara, Balıkesir, Erzurum, İçel, İzmir, Konya, Manisa, Tokat.

Material examined: Artova: Tokat – Artova yolu 10. km, 1000 m, 03.VII.2010 1 ♂; Başçiftlik: Bereketli Köyü, 1450 m, 24.VII.2010, 1 ♀.

***Cerceris quinquefasciatus quinquefasciatus* (Rossi, 1792)**

Distributions: Erzurum, Kars, Konya.

Material examined: Artova: Tokat – Artova yolu 10. km, 1000 m, 03.VII.2010 1 ♂.

***Cerceris rubida rubida* (Jurine, 1807)**

Distributions: Amasya Ankara Antalya Artvin, Aydın Balıkesir, Bilecik, Çanakkale Çankırı Edirne Erzincan, Erzurum Eskişehir, Hakkâri Iğdır İstanbul, İzmir Kars Kayseri, Konya Muğla Sivas Tekirdağ, Tokat.

Material examined: Tokat Merkez: Kat Kasabası, 560 m, 31.VII.2010, 1 ♂ 1 ♀; Tokat Merkez: Kömeç Köyü, 650 m, 16.X.2008, 1 ♀.

***Cerceris rybyensis rybyensis* (Linnaeus, 1771)**

Distributions: Ankara, Çankırı, Erzurum İçel, İstanbul, Kırşehir, Konya, Manisa.

Material examined: Başçiftlik: Merkez, 1400 m, 26.IX.2009, 1 ♀.

***Cerceris sabulosa sabulosa* (Panzer, 1799)**

Distributions: Adana, Afyonkarahisar, Amasya, Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Balıkesir, Bayburt,

Bilecik, Bingöl, Bursa, Denizli, Erzincan, Erzurum, Eskişehir, Hatay, Iğdır, İçel, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Kars, Kocaeli, Konya, Kütahya, Malatya, Manisa, Niğde, Sinop, Şanlıurfa, Tekirdağ, Tokat, Trabzon.

Material examined: Almus: Merkez, 950 m, 30.VI.2010, 1 ♂; Almus: Merkez, 950 m, 20.VII.2010 1 ♂; Almus: Teknecik, 1250 m, 28.VII.2010, 2 ♂♂; Almus: Tufantepe, 950 m, 01.VII.2010, 1 ♂; Tokat Merkez: Kat Kasabası, 560 m, 31.VII.2010, 5 ♂♂ 11 ♀♀; Tokat Merkez: Kömeç Köyü, 650 m, 16.X.2008, 1 ♂; Tokat Merkez: Taşocağı, 650 m, 03.VII.2010, 1 ♂; Sulusaray: Ilıcak Köyü, 1030 m, 03.VII.2010, 1 ♂.

***Cerceris stratiotes* Schletterer, 1887**

Distributions: Ankara, Antalya, Artvin, Erzincan, Erzurum, Iğdır İçel, Konya, Şanlıurfa.

Material examined: Turhal: Çaylı Kasabası, 650 m, 01.VIII.2010, 1 ♂.

***Cerceris tuberculata tuberculata* (de Villers, 1789)**

Distributions: Adana, Ankara, Bursa, Hatay, İstanbul, Manisa.

Material examined: Zile: Edeköy Kızılüzüm Yaylası, 660 m, 01.VIII.2009, 1 ♀.

**Discussion And Conclusion**

89 taxa were identified belonging to Crabronidae family in this study, of which 68 are new records for the fauna of Tokat province. Therefore, the number of species belonging to Crabronidae family is reached to 114 from 46 for the province. The species identified in our study are shown below together with those in the literature (Table 1).

Some of the species recorded for the first time by this study for Tokat fauna had been known from only a few cities in Turkey (Ljubomirov and Yıldırım, 2008) namely: *Astata rufipes*, *Nysson maculosus*, *Oryttus concinnus paradisiacus*, *Liris atratus*, *Liris nigricans nigricans*, *Prosopigastra bulgarica*, *Tachysphex mocsaryi*, *Miscophus bicolor bicolor*, *Passaloecus corniger corniger* and *Trypoxylon minus*. The identification of these narrow-spread species in Tokat is an important record which contributes precious knowledge to the Crabronidae fauna of Tokat.

Crabronid wasps are flying very fast, they are solitary insects and some of them are very small, so some species can be overlooked easily during field studies. Similarly specimens with short flight periods or due to absence of road network to all habitats in the region, some species may have been missed. On the other hand lots of natural habitats have been destroyed recently due to the constructions of highways and dams or opening of sand mine enterprises in Tokat. This kind of adverse environmental impacts directly affects Crabronidae species which dig nest burrows in the soil, which may have caused some specimens to be overlooked.



**ACKNOWLEDGEMENTS**

This study is supported by Gaziomanpaşa University BAP, Project Number: 2009/42.

**REFERENCES**

- Bitsch J, Barbier Y, Gayubo SF, Schmidt K, OHL M 1997. Faune de France 82. Hymenopteres Sphecidae d'Europe Occidentale, Volume 2, Fédération Française des Sociétés de Sciences naturelles, France, 429 p.
- Bitsch J, Dollfuss H, Boucek Z, Schmidt K, Schmid-Egger C, Gayubo SF, Antropov AV, Bohart RM, Menke AS 1976. Sphecid Wasps of the World. A generic revision. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London, 1 color plate, IX+695 pp.
- Çubuk FT, Gülmez Y 2013. New Records of Crabronidae (Insecta: Hymenoptera) From Turkey. J. Ent. Res. Soc. 15(1): 33-36.
- De Beaumont J 1967. Hymenoptera from Turkey. Sphecidae, I. With Appendix. *Sphex* Linné, Subgenus *Palmodes* Kohl par P. Roth. Bulletin of the British Museum (Natural History). Entomology 19: 253-382.
- De Beaumont J 1969. Sphecidae de Turquie (Hym.). Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 42: 79-95.
- Dollfuss H 1995. A worldwide revision of *Pemphredon* Latreille 1796 (Hymenoptera, Sphecidae). Linzer Biologische Beiträge 27: 905-1019.
- Gayubo SF, Özbek H, Yıldırım E 2003. A contribution to the knowledge of Spheciformes of Turkey: tribes Astatini, Dinetini, Larrini, Palarini and Trypoxylini (Hymenoptera: Apoidea: Crabronidae). Zoology in the Middle East, 29: 83-92.
- Guichard KM, Harvey DH 1967. Collecting in Turkey 1959, 1960 & 1962. Bulletin of the British Museum (Natural History). Entomology 19: 223-250.
- Gülmez Y, Tüzün A 2005. Spheciformes (Hymenoptera: Apoidea) from Ankara province. Subfamilies: Sphecinae, Pemphredoninae and Astatinae. Journal of the Entomological Research Society 7(1): 41-57.
- Hensen RV, van Ooijen PDJ 1987. Notes on Turkish *Tachysphex* Kohl (Hymenoptera: Sphecidae). Entomologische Berichten 47:12-16.
- Kurt B 2006. Kelkit Vadisi. (Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları II. Ankara: Ed. Eken G, Bozdoğan M, İsfendiyaroğlu S, Kılıç DT, Lise Y) 188. [http://www.dogadernegi.org/wp-content/uploads/2015/09/01\\_ONYAZI\\_CILT\\_2.pdf](http://www.dogadernegi.org/wp-content/uploads/2015/09/01_ONYAZI_CILT_2.pdf)
- Ljubomirov T and Yıldırım E 2008. Annotated catalogue of the Ampulicidae, Sphecidae and Crabronidae (Insecta : Hymenoptera) of Turkey. Pensoft Publishers, 316 p, Sofya.
- Nemkov PG 1996. Digger wasps of the tribe Gorytini (Hymenoptera, Sphecidae) in the fauna of Russia and neighbouring countries. Genus Harpactus Shuckard. Zoologicheskij Zhurnal 75: 1204-1213.
- Pulawski WJ 1967. Hymenoptera from Turkey. – Sphecidae, II (Genera *Astata* Latreille and *Tachysphex* Kohl). Bulletin of the British Museum (Natural History). Entomology 19: 383-410.
- Pulawski WJ 1971. Les *Tachysphex* (Hym., Sphecidae) de la région paléarctique occidentale et centrale. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Wrocław. 464 pp.
- Pulawski WJ 2018. Catalog of Sphecidae sensu lato. <https://www.calacademy.org/scientists/projects/catalog-of-sphécidae>.
- Schmid-Egger C 2000. A revision of *Entomosericus* Dahlbom 1845 (Hymenoptera: Apoidea: "Sphecidae"), with description of a new species. Journal of Hymenoptera Research 9: 352-362.
- Straka J 2005. A review of the genus *Tachysphex* (Hymenoptera: Apoidea) of Turkey, with description of four new species. Acta Societatis Zoologicae Bohemicae, 69: 247-276.
- Tüzün A, Gülmez Y, Bağrıaçık N 1999. Studies on Sphecidae of Aegean Region. Entomofauna 20: 381-388.
- Yıldırım E, Ljubomirov T 2005. Contribution to the knowledge of Sphecidae and Crabronidae (Hymenoptera, Aculeata) fauna of Turkey. Linzer Biologische Beiträge, 37: 1785-1808.
- Yıldırım E 2012. Contribution to the knowledge of the Sphecidae and Crabronidae (Hymenoptera: Aculeata) fauna of Turkey. Entomologie faunistique - Faunistic Entomology, 64(3): 73-82.

## Kuzuların Gelişimi Üzerine Koyunların Doğum Dönemindeki Vücut Kondisyonu ve Canlı Ağırlığın Etkisi

Mehmet KOYUNCU<sup>1</sup>, Şeniz ÖZİŞ ALTINÇEKİÇ<sup>1</sup>, Serdar DURU<sup>1</sup>, Yağmur DUYNAMAZ<sup>2</sup>, Merve KARACA<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Bursa, <sup>2</sup>Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootečni Ana Bilim Dahı, Bursa  
✉: koyuncu@uludag.edu.tr

### ÖZET

Bu araştırma, 3-4 yaşlarındaki 115 baş Kıvırcık koyunda, doğum dönemindeki vücut kondisyon skoru (VKS) ve canlı ağırlığın kuzuların doğum ve sütten kesim ağırlığına etkilerini belirlemek için yürütülmüştür. Koyunlarda VKS doğumu takip eden gün içinde, bel bölgesinde omurların üzerindeki ve çevresindeki kas ve yağ birikiminin palpasyonu ile 1-5 aralığında puanlanarak yapılmıştır. Veriler VKS ve canlı ağırlığı içeren bir model ve üretim özelliklerini etkileyen diğer faktörler kullanılarak analiz edilmiştir. Doğum dönemindeki koyunların VKS, canlı ağırlığı, kuzuların doğum ağırlığı, sütten kesim ağırlığı ve günlük canlı ağırlık artışı (doğumdan sütten kesime kadarki dönemde) değerlerinin ortalaması sırasıyla 2.9, 57.1 kg, 4.5 kg, 23.6 kg ve 0.249 kg olarak saptanmıştır. Ele alınan özelliklerden VKS ile koyunların canlı ağırlığı, kuzu doğum ağırlığı ve günlük canlı ağırlık artışı arasında pozitif önemli korelasyonlar 0.440, 0.301 ve 0.219 bulunmuştur (P<0.01; P<0.05). VKS'nin kuzularda sadece doğum ağırlığı üzerine önemli (P<0.01) bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak Kıvırcık koyun sürüsünde gebelik döneminin sonunda VKS'nin 3.0-3.5 olması ve aynı zamanda gebelik boyunca da bu değerlerin altına düşmemesinin önemi ortaya konmuştur.

DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.420321

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi: 02.05.2018  
Kabul Tarihi : 25.06.2018

### Anahtar Kelimeler

Kıvırcık,  
vücut kondisyon skoru,  
kuzulama ağırlığı,  
büyüme özellikleri

### Araştırma Makalesi

## The Effect of Live Weight and Body Condition Score of Ewe on Growth of Lamb at Lambing Period

### ABSTRACT

This study was carried out to determine the effect of birth and weaning weight of lamb of ewe body condition score (BCS) and ewe birth weight at lambing period on 115 Kivircik ewes at the 3-4 years of age. BCS was assessed 1 day after lambing, based on a scale of 1-5, by palpation of muscling and fat deposits over and around the vertebrae in the loin region. The data set was analyzed using a model that included body condition score, live weight of ewes, as well as other factors that affected productive traits. The results showed that the overall mean ewe BCS at lambing, ewe live weight, birth weight, weaning weight and daily live weight gain (from birth to weaning) were 2.9, 57.1 kg, 4.5 kg, 23.6 kg and 0.249 kg, respectively. As a result of the analyses, the relationship between body condition score and ewe lambing weight, birth weight and daily live weight gain of lamb were found to be 0.440, 0.301, and 0.219, respectively (P<0.01; P>0.05). The effect of ewe BCS was only significant (P<0.01) effect on lamb birth weight. According to the results, BCS at the end of the gestation period should be at least 3.0-3.5 and also this condition should be maintained during the period of gestation in Kivircik ewes.

### Article History

Received : 02.05.2018  
Accepted : 25.06.2018

### Keywords

Kivircik,  
body condition score,  
lambing weight,  
growth traits

### Research Article

**To cite:** Koyuncu M, Özış Altınçekiç Ş, Duru S, Duymaz Y, Karaca M. 2018. Kuzuların Gelişimi Üzerine Koyunların Doğum Dönemindeki Vücut Kondisyonu ve Canlı Ağırlığın Etkisi. KSÜ Tar Doğa Derg 21(6) : 916-925, DOI : 10.18016/ksutarimdog.vi.420321

## GİRİŞ

Üretim döngüsünün farklı aşamaları için (üreme, gebelik, laktasyon) koyunların kondisyonlarının (çok zayıf, çok yağlı veya ideal) bilinmesi önemlidir. VKS, bir hayvanın kas ve yağ gelişiminin sübjektif olarak tahminidir ve son kaburga kısmındaki derinliğin veya hayvan vücudundaki yağ oranının ölçümü ile ilişkilidir (Russel ve ark., 1969; Sanson ve ark., 1993). VKS aynı zamanda sürünün beslenme durumunu değerlendirmenin öznel bir yolu olup, yetiştiricilerin sürülerindeki verimliliği artırmaları için potansiyel bir gösterge olarak da kullanılabilir (Sejian ve ark., 2010). Sürüdeki koyunların üretim döngüsünün her aşaması için optimum bir VKS vardır. Özellikle üreme verimliliği ile VKS arasında pozitif korelasyon olduğunu bildiren birçok çalışma bulunmaktadır (Atti ve ark., 2001; Abdel-Mageed, 2009; Sejian ve ark., 2010; Yılmaz ve ark., 2011).

VKS ve kullanımı, ekstansif yetiştirme koşullarının baskın olduğu koyun yetiştiriciliğinde belirli fizyolojik dönemlerde istenen performansı elde etmek açısından da değerlendirilebilir. Lopez ve ark. (1995), koyunlarda vücut kondisyonundaki değişimin döl ve süt verimine etkilerini inceledikleri çalışmada, yıl boyunca vücut rezervlerindeki değişimlerin üreme performansı üzerine olumlu bir etki yaptığını fakat süt verimi üzerine etkisinin olmadığını saptamışlardır. Vücut enerji rezervleri (yağ ve kas), üreme performansı ve karkas kalitesinin önemli bir belirleyicisidir. Hayvanlar pozitif enerji dengesine sahip olduğunda fazla enerji vücutta yağ olarak depolanır. Negatif enerji dengesi durumunda ise vücuttaki yağ depoları kullanılır (Samardzija ve ark., 2013). Hayvan vücudundaki yağ dokusu rezervlerinin bilinmesi sağlıklı ve verimli bir sürünün elde tutulması açısından son derece önemlidir.

Gebelik, kuzulama ve süttten kesim döneminde koyunun vücut kapasitesinin profili, üreme performansının bir göstergesi olarak verimliliği arttırma noktasında işletmede sürü yönetimine yönelik kararlar alınırken de bir araç olarak kullanılabilir. Canlı ağırlık, bir hayvanın vücut büyüklüğü kadar vücut kondisyonuna da bağlı olup, VKS bir koyunda enerji rezervlerinin belirlenmesinde canlı ağırlıktan daha fazla belirleyici olabilmektedir. Bu durum, Sanson ve ark. (1993) tarafından ergin koyunlarda ortaya konulurken, Borg ve ark. (2009) ise canlı ağırlık ve VKS ile gebelik esnasındaki canlı ağırlık gelişiminin kuzulama ve süttten kesim sonuçları arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir. Ayrıca, laktasyon sırasında canlı ağırlık kaybeden ve sonrasında çiftleşme ve gebelik döneminde canlı ağırlık artışı ile durumu telafi eden koyunların, kuzu büyütme ve analık kabiliyeti bakımından yüksek genetik değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan çiftleşme sırasında koyunun vücut ağırlığının sonraki yavru verimini (Gordon, 1997) ve genel

anlamda koyunun verimliliğini etkilediği de ortaya konmuştur (Vatankhah ve ark., 2012).

Çiftleşme dönemi öncesi ve sonrası VKS ve canlı ağırlığın (statik etkiler) ve dönem içinde VKS ve canlı ağırlıkta ortaya çıkan değişimlerin (dinamik etkiler), farklı yetiştirme sistemlerindeki ırkların üreme performansı üzerine etkisine yönelik de birçok çalışma yapılmıştır. Araştırmacıların çoğu VKS ve canlı ağırlıktaki varyasyonun koyunlarda üreme performansı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu, beslenme, fizyolojik koşullar ve üreme arasındaki etkileşimlerin önemini ortaya koymuşlardır. Bu çalışmalarda VKS'nin üreme performansına (Yılmaz ve ark., 2011), kolostrum üretimine (Jalilian ve Moeini, 2013), kuzuların hayatta kalma ve büyüme oranlarına doğrudan etkileri saptanmıştır (Sarı ve ark., 2013; Corner-Thomas ve ark., 2015). Kaliteli kolostrum üretimi için gebeliğin sonu ve kuzulama döneminde koyunların iyi vücut kondisyonunda olmalarının gerekliliği tartışılmaz bir gerçektir.

Bu çalışmada Kıvırcık koyunlarında doğum dönemindeki VKS ve canlı ağırlığın (CA) kuzuların doğum ağırlığı (DA) ve süttten kesim ağırlığı (SKA) ile bu dönemler arasındaki günlük canlı ağırlık artışına (GCAA) etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

## MATERYAL ve METOT

### Hayvan Materyali

Bu çalışmanın materyalini Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde yetiştirilen daha önce doğum yapmış 3-4 yaşlı 115 baş Kıvırcık ırkı koyun ve bunlardan doğan 128 baş kuzu oluşturmuştur. Aralık-Ocak ayları içinde doğum yapan koyunların doğumu takip eden 24 saat içinde CA tartılmış ve doğumdaki VKS belirlenmiştir. Aynı zamanda doğan kuzular bir saat içinde tartılarak DA belirlenmiş ve kulak numaraları takılmıştır. Doğum yapan koyunlar ve kuzuları diğer koyunlardan ayrı bir bölmede tutulmuş ve iki haftanın sonunda kuzulara alıştırma yemlemesi (*creep feeding*) uygulamasına geçilmiştir. Kuzular için ağıl içinde ayrılan bu alanda daima temiz su ve kaliteli kaba yem ve kuzu büyütme yemi bulundurulmuştur. Kuzular isteğe bağlı olarak alıştırma yemlemesi alanına veya analarının yanına rahatlıkla geçebilmişlerdir. Mevsim koşullarından dolayı koyunlar bu dönemde ağıl içinde tutulmuşlardır. Koyunlara kaba yem olarak kuru ot ve yonca (1.5 kg/baş), yoğun yem olarak %57.5 buğday, %15 mısır, %25 ayçiçeği tohumu küspesi, %1.3 mermer tozu, %1 tuz ve %0.20 vitamin ve mineral içeren karışım (400 g/baş) sabah ve akşam olmak üzere günde 2 kez ve her gün aynı saatte verilmiştir. Hayvanların önünde sürekli olarak temiz su ve mineral gereksinimlerinin karşılanması için yalama taşı bulundurulmuştur. Kuzular farklı sürelerde ve yaklaşık 2.5-3 aylık yaşta süttten kesilmiş ve bu

dönemde SKA belirlenmiştir. Bu nedenle SKA'nın değerlendirildiği modele süttan kesim yaşı (SKY) kovaryet olarak dâhil edilmiştir. Kuzularda DA, SKA ve her bir kuzunun SKY bilindiğinden, doğum-süttan kesim arası GCAA hesaplanmıştır. Araştırmada ikiz doğan 7 baş kuzu, doğumu takip eden ilk bir ay içinde ölmüştür bu nedenle bunların SKY ve SKA verisi eksiktir.

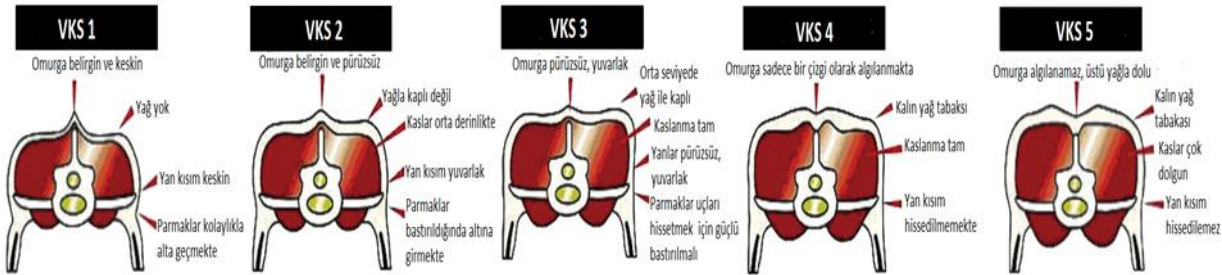
### Vücut kondisyonunun belirlenmesi

Bel bölgesindeki kas ve deri altı yağ depolarının subjektif olarak değerlendirilmesine dayanan VKS, koyunlarda zamanla beslenme durumundaki değişikliklerin değerlendirilmesi için kullanılan bir göstergedir (Khan, 1993). VKS uygulaması için 1 den 5'e kadar yapılacak puanlamada, puanlama aralığı 0.5 olarak kabul edilmiştir. Koyunlara bel bölgesinin çevresindeki kas ve yağ birikimine bağlı olarak 5

(obez) ve 1 (zayıf) puan verilmiştir (Thompson ve Meyer, 2006). Uygulama Russel ve ark. (1969), ile Thompson ve Meyer (1994), tarafından belirtilen esaslar çerçevesinde yapılmıştır. Bu sistemde subjektif olarak puanlama, bel bölgesinden son kaburga kemiğinin hemen arkasında yer alan omurun etrafı ve üzerindeki kas ve yağ dokusuna deri üzerinden dokunarak ve parmak uçlarının anılan bölgede gezdirilmesi (handling) ile yapılmaktadır. Bu yöntemle parmak uçları ile son kaburganın hemen arkasından bel kemiği ve kısa kaburgaların ucuyla omurga hissedilmeye çalışılır (Şekil 1 ve 2). Araştırmada skorlama, koyunlarda VKS'nin DA ve SKA'ya etkisini belirlemek için doğumu takip eden 24 saat içinde yapılmıştır. VKS için gruplar oluştururken 1.5 ve 2 puan alan koyunlar veri azlığı nedeniyle 2.5 grubunda, 4 puan alanlar da 3.5 grubunda birleştirilmiştir.



Şekil 1. Koyunlarda vücut kondisyon puanlaması için değerlendirme noktaları (Anonim, 2013)



Şekil 2. Vücut kondisyon skoru değerlendirilme kriterleri (Anonim, 2013)

### İstatistik analizler

Araştırmada incelenen özelliklere ait verinin normal dağılıma uygunluğu Anderson-Darling testi ile kontrol edilmiş ve normal dağıldığı görülmüştür. Bu nedenle verilere herhangi bir dönüşüm uygulanmamıştır. Büyüme özelliklerine etkili faktörleri belirlemek için varyans analizi ve grupların karşılaştırılmasında LSD çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Analizler için Minitab 17.0 programının GLM prosedürü kullanılmıştır (Minitab, 2010). Ayrıca değerlendirilen özellikler arası korelasyonlar da hesaplanmıştır.

DA ve GCAA için kullanılan doğrusal modellerde sürekli varyasyon gösteren koyunların ağırlıkları kesikli hale getirilmiştir. Bunun için ana ağırlığı grupları; hafif <50 kg, orta ≤50-60 kg ve ağır ≥60 kg olarak belirlenmiştir. Kullanılan model;

$$Y_{ijklm} = \mu + C_i + DT_j + VKS_k + CA_l + e_{ijklm}$$

SKA için kullanılan model ise aşağıdaki şekildedir.

$$Y_{ijklm} = \mu + C_i + DT_j + VKS_k + CA_l + b_1 X_{ijklm} + b_2 Z_{ijklm} + e_{ijklm}$$

Modellerde kullanılan sembollerin anlamları aşağıdaki gibidir.

$Y_{ijklm}$ :  $i$ . cinsiyette  $j$ . doğum tipinde  $k$ . VKS'de  $l$ . ağırlık grubundaki anadan doğan  $m$  kuzusunun doğum veya süttan kesim ağırlığı,  $\mu$ : populasyonun beklenen ortalaması,  $C_i$ :  $i$ . cinsiyetin etkisi (erkek, dişi),  $DT_j$ :  $j$ . doğum tipinin etkisi (tek, ikiz),  $VKS_k$ :  $k$ . vücut kondisyon skorunun etkisi (2.5, 3.0, 3.5),  $CA_l$ :  $l$ . ana ağırlık grubunun etkisi,  $b_1$ : süttan kesim ağırlığının doğum ağırlığına kısmi regresyon katsayısı,  $b_2$ : süttan kesim ağırlığının süttan kesim yaşına kısmi regresyon katsayısı,  $X_{ijklm}$ :  $i$ . cinsiyette  $j$ . doğum tipinde  $k$ . VKS'de  $l$ . ağırlık grubundaki anadan doğan  $m$  kuzusunun doğum ağırlığı,  $Z_{ijklm}$ :  $i$ . cinsiyette  $j$ . doğum tipinde  $k$ .

VKS'de *l* ağırlıkta anadan doğan *m* kuzusunun sütten kesim yaşı,  $e_{ijk}$  ortalaması 0 standart sapması 1 olan normal dağılım gösteren hata etkisi.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırmada değerlendirilen özellikler için tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1'de verilmiştir. CA, VKS, DA, SKA, SKY ve GCAA için ortalamalar sırasıyla 57.1 kg, 2.9, 4.5 kg, 23.6 kg, 76.5 gün ve 0.249 kg olarak bulunmuştur. Kıvırcık koyunlarının doğum dönemi canlı ağırlıkları 40.6-78.5 kg, DA 2.2-6.4 kg, SKY 63-93 gün ve SKA 12.6-36.1 kg arasında değişmiştir. CA'da geniş bir varyasyonun olduğu görülmektedir. Aynı çizelgede kuzuların DA ve SKA etkileyen

faktörlere göre düzeltilmiş değerlerden hesaplanan en küçük ve en büyük değerler ile standart sapmaları verilmiştir. Beklendiği gibi düzeltilmiş değerlerde varyasyon ve dolayısıyla standart sapma azalmıştır. Araştırmada kullanılan koyunlar 3-4 yaşlı olup, doğru bir ayırım yapılamayacağından dolayı yaş değerlendirmeye alınmamıştır. Bu konuda yapılan çalışmalarda da koyunun yaşının kuzunun tüm gelişme dönemi boyunca canlı ağırlığa etkisinin olmadığı, ana yaşının doğum ağırlığı ve farklı yaşlardaki kuzuların canlı ağırlığına etkisinin önemsiz olduğunu ifade eden çalışmalar bulunmaktadır (Aliyari ve ark., 2012; Aktaş ve Doğan, 2014).

Çizelge 1. Koyunların CA, VKS ve kuzularının büyüme özelliklerine ait değerler

Özellikler	N	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\sigma$	Minimum	Maksimum
CA (kg)	115	57.1±0.76	8.2	40.6	78.5
VKS	115	2.9±0.04	0.44	1.5	4.0
DA (kg)	128	4.5±0.15	0.8	2.2	6.4
DA_EKK (kg)	128	4.5±0.07	0.4	3.3	5.2
SKA (kg)	121	23.6±0.47	4.6	12.6	36.3
SKA_EKK (kg)	121	23.6±0.31	3.4	14.7	33.9
SKY (gün)	121	76.5±0.83	9.0	63	93
GCAA (kg)	121	0.249±0.004	0.049	0.139	0.419

Kuzuların DA, SKA ve GCAA üzerine etkili faktörler, standart hataları ve önem düzeyleri Çizelge 2'de verilmiştir. Doğum tipi ve cinsiyetin DA, SKA ve GCAA üzerine etkileri önemlidir ( $P<0.01$ ;  $P<0.05$ ). Tek doğmuş erkek kuzuların ikiz ve dişi kuzulardan daha iyi doğum ve büyüme özelliklerine sahip olduğu görülmektedir. Tek doğanların ikizlerden yaklaşık 1 kg, erkeklerin de dişilerden 0.3 kg ağır doğdukları bulunmuştur. Buna paralel olarak sütten kesimde tek doğanlar ikizlerden 2.5 kg, erkekler dişilerden 1.5 kg daha ağırdır. Bu durum ağır doğan kuzuların takip eden zaman diliminde başlanan *creep feeding* uygulamasına daha kısa sürede adapte olduklarını ve kaba ve yoğun yemlerden daha iyi yararlanabildiklerinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Oransal olarak bakıldığında ikiz doğanlar tek doğanlardan doğumda %20, sütten kesimde %11, GCAA için %13 daha düşük büyüme performansı göstermişlerdir. Dişiler erkeklerden doğumda %7, sütten kesimde %6 ve GCAA için %9 daha dezavantajlıdır. Bu araştırma sonuçlarına benzer şekilde İdris ve ark. (2011) ve Aktaş ve Doğan (2014) erkek kuzuların doğumdan 120 güne kadar dişilerden daha ağır olduğunu bildirmişlerdir (sırasıyla  $P<0.05$ ,  $P<0.001$ ). Sarı ve ark. (2013) ise cinsiyetin doğum ile 180 günlük yaş arasındaki kuzu canlı ağırlıkları üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını belirtmiştir. Kuzu cinsiyetinin farklı yaşlardaki canlı ağırlıklar üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı, ancak erkek kuzuların 60-120 gün arasında dişi kuzulardan daha ağır olduğu ifade edilmektedir (Karakuş ve Atmaca,

2016). Bu araştırmada tekiz doğanların DA, SKA ve GCAA artışı ikizlere göre daha yüksektir. Bu sonuçlar Sarı ve ark. (2013) ile Karakaş ve Atmaca (2016)'nın doğum ağırlığının doğum tipinden anlamlı düzeyde ( $P<0.001$ ) etkilendiğini bildiren çalışmalarına benzerlik göstermektedir.

Bu çalışmada CA'nın kuzuların DA ve SKA'ya etkisi önemli bulunmamıştır. Ağır anaların kuzuları hafif anaların kuzularından doğumda ve sütten kesimde daha ağır olmalarına ve yaklaşık 15 g/gün daha hızlı GCAA sağlamalarına rağmen aradaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Bu sonuç Corner-Thomas ve ark. (2014) tarafından bulunan sonuçlara benzerdir. McCall ve ark. (1986), koyunlarda kuzulama öncesi canlı ağırlığın kuzu canlı ağırlık gelişimi üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu, benzer şekilde gebeliğin son döneminde koyunların yüksek canlı ağırlığı ve kondisyon değerlerinin de kuzuların gelişimini olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (Gibb ve Treacher, 1980; Wilson ve ark., 1985; Hossamo ve ark., 1986).

Russel ve ark., (1981) ise çiftleşme dönemindeki koyunların canlı ağırlığının, gebelik döneminde, normalin altında bir beslenme seviyesinde tutulsalar bile tekiz kuzuların doğum ağırlığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu, ikiz kuzuların doğum ağırlıklarının ise, önemli ölçüde olmamakla birlikte, çiftleşme sırasındaki kondisyon puanlarının artmasıyla artma eğiliminde olduğunu ifade etmektedirler. Koç katım dönemindeki canlı ağırlık ve kondisyon puanlarının kuzuların doğum ağırlığına ve

ikiz kuzularda büyüme oranlarına belirgin bir etkisinin olduğu ortaya konmuştur (Kenyon ve ark., 2004). Wallace (2000) ve Wallace ve ark. (2008)'nin bulguları ise uzun süreli yanlış beslemenin koyunların yüksek canlı ağırlığa ulaşmalarına, bunun da daha hafif kuzu DA ile ilişkili olduğu yönündedir. Benzer şekilde, Smeaton ve ark. (1999), çiftleşme dönemi canlı ağırlıklarının yaklaşık 5 kg ile farklılık göstermesi halinde, koyunların canlı ağırlığının kuzuların DA veya SKA'ya etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Schreurs ve ark. (2010), kuzu doğum ağırlığı ve sütten

kesim ağırlığı üzerine gebeliğin son dönemindeki canlı ağırlığın küçük bir pozitif etkisi olduğunu belirtmişlerdir. 7 aylık dönemde gebe kalan koyunların bu dönemdeki beslenmeleri gebeliğin son dönem canlı ağırlığını etkilediğini, bunun da kuzuların sütten kesim ağırlığı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Kenyon ve ark., 2008; Morris ve ark., 2005; Mulvaney ve ark., 2010). Bu da dişi kuzu veya tokluların canlı ağırlığının mümkün olduğunca yüksek olmasının doğuracakları kuzuların SKA'yı arttırmanın bir aracı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 2. Kuzularda DA, SKA ve GCAA için hayvan sayısı (n), en küçük kareler ortalaması (kg) ve standart hatalar

Faktör	DA		SKA		GCAA
	n	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	n	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
D. Tipi		**		**	**
Tek	102	4.7±0.07 <sup>a</sup>	98	24.1±0.38 <sup>a</sup>	0.257±0.005 <sup>a</sup>
İkiz	26	3.8±0.13 <sup>b</sup>	23	21.5±0.77 <sup>b</sup>	0.210±0.0091 <sup>b</sup>
Cinsiyet		**		*	*
Erkek	63	4.4±0.09 <sup>a</sup>	59	23.5±0.48 <sup>a</sup>	0.246±0.006 <sup>a</sup>
Dişi	65	4.1±0.10 <sup>b</sup>	52	22.1±0.56 <sup>b</sup>	0.221±0.007 <sup>b</sup>
Ana Ağır.		ÖD		ÖD	ÖD
Hafif	25	4.2±0.14	21	22.9±0.84	0.226±0.011
Orta	53	4.3±0.10	52	22.4±0.54	0.234±0.007
Ağır	50	4.4±0.10	48	23.1±0.52	0.240±0.0071
VKS		**		ÖD	ÖD
≤2.5	27	4.0±0.10 <sup>b</sup>	39	22.3±0.58	0.225±0.007
3	60	4.3±0.10 <sup>ab</sup>	55	23.0±0.56	0.235±0.007
≥3.5	41	4.5±0.14 <sup>a</sup>	27	23.1±0.70	0.240±0.009
b <sub>1</sub>				2.43 <sup>**</sup>	
b <sub>2</sub>				0.326 <sup>**</sup>	

b<sub>1</sub>: DA'nın SKA üzerine, b<sub>2</sub>: SKY'nin SKA üzerine regresyon katsayısı.

\*\* P<0.01, \* P<0.05

Hayvanların enerji durumunu veya beslenme refahını tahmin etmek amacıyla, canlı ağırlığa göre daha fazla tercih edilen VKS geliştirilmiştir (van Burgel ve ark., 2011). Koyunun canlı ağırlığı genellikle temel iskelet boyutu ve vücut kondisyonu olmak üzere iki bileşene sahiptir. Koyunlar arasında iskelet büyüklüğündeki değişiklik nedeniyle, vücut ağırlığı tek başına kondisyon derecesini göstermemektedir. Koyunun kondisyon skorunun üretkenlik (kuzu doğum ağırlığı ve koça verilen her 100 koyundan sütten kesimde elde edilen toplam kuzu ağırlığı gibi) üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır.

Bu çalışmada kuzulama dönemi için bulunan ortalama VKS değeri (2.9) Sezenler ve ark. (2011) bulgusundan (3.3) düşüktür. Kuzu üretim sistemlerinde, toplam sütten kesilen kuzu sayısının ve ağırlığının kârlılık üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır (Morel ve Kenyon, 2006; Young ve ark., 2010). Koyunların enerji dengesi, sütten kesilen kuzu sayısını ve ağırlığını etkileyen önemli bir faktördür (Scaramuzzi ve ark., 2006). Bu nedenle düşük VKS'li koyunların kuzularının, yüksek olanlara göre sütten kesim döneminde daha düşük bir performans göstermesi beklenebilir. Buna neden olan etkenlerin başında kondisyonu düşük olan

koyunların süt verimlerinin de düşük olabileceği ihtimali gelmektedir.

VKS'nin DA üzerine etkisi önemli (P<0.01) bulunmasına rağmen, SKA ve GCAA üzerine etkisi önemli değildir. Araştırmada, istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte, en yüksek VKS'ye sahip (3.5) koyunlardan doğan kuzuların, SKA ve GCAA'nın VKS 2.5 ve 3.0 olan koyunlardan doğan kuzulardan daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Koyunların kondisyon değerlerinin kuzuların gelişimi üzerindeki olumlu etkisi Mathias-Davis ve ark. (2013) ve Sarı ve ark. (2013) tarafından da belirtilmektedir. VKS 3 olan Sanjabi koyunlarından doğan kuzularının DA'nın diğer gruplara göre daha yüksek olduğunu ve daha iyi bir üreme performansı gösterdiği belirtilmektedir (Jalilian ve ark., 2012; Jalilian ve Moeini, 2013). VKS 3.5 olan koyunlardan doğan ve sütten kesilen kuzuların aynı koşullardaki diğer koyunların kuzularına göre daha yüksek gelişim gösterdiği ifade edilmektedir (Rhind ve ark., 2001). Doğumda toplam kuzu ağırlığı ve koçaltı koyun başına düşen kuzu sayısı, 3.5 VKS koyunlarda artarken, 4 VKS'li koyunlarda azalmıştır (Vatankhah ve ark., 2012). Bu noktada 3.5 üstü kondisyona sahip koyunlarda toplam kuzu ağırlığı ve kuzu sayısındaki azalma eğilimi, daha yüksek olan yaşama ve verim payı

gereksinimlerine atfedilebilir, çünkü VKS 4'ün üstünde olanlar, VKS 3-3.5 olan koyunlardan daha ağırdır. Bu noktada kuzulama dönemindeki koyunların kondisyon skoru ve buna uygun besleme programı kuzuların sütten kesime kadar gelişiminde önemli olduğunu belirten başka çalışmalar da bulunmaktadır (Khan, 1993; Sezenler ve ark., 2008; Al-Sabbagh, 2009; Mathias-Davis ve ark., 2013).

VKS'nin, kuzuların DA'yı etkilemediğini belirten çalışmalar da bulunmaktadır (Al-Sabbagh ve ark., 1995; Aliyari ve ark., 2012). Bu kapsamda değerlendirildiğinde, koyunların gebeliğin son dönemindeki VKS'nin kuzuların gelişimi üzerinde etkisinin olmadığını belirten çalışmalarda aşırı beslenen koyunların (Gibb ve Treacher, 1982), veya koyunlar içinde düşük kondisyon değerine sahip olanların mukayese edildiği görülmektedir (Litherland ve ark., 1999). Kenyon ve ark. (2004) çok yüksek vücut kondisyon değerlerinin olumsuz etkilerini ve gebeliğin son döneminde ortaya çıkan fazla canlı ağırlığın kuzu DA üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabileceğini ifade etmektedir.

Kondisyonun kuzuların SKA'yı etkilemediğini bildiren araştırma sonuçlarının yanı sıra, çok zayıf VKS'li koyunlardan doğan kuzuların daha düşük SKA'ya sahip olduğunu bildirenler de olmuştur (Al-Sabbagh ve ark., 1995; Kenyon ve ark., 2011; Sejian ve ark., 2009). Benzer şekilde bazı çalışmalarda anlamlı bir etki bulunurken (Jalilian ve Moeini, 2013; Corner-Thomas ve ark., 2015; Sejian ve ark., 2015), diğerlerinde hiçbir etkiye rastlanmamıştır (Aliyari ve ark., 2012; Kenyon ve ark., 2013; Corner-Thomas ve ark., 2015). Sonuçlar arasındaki farklılığa, değerlendirme koşulları, VKS zamanlaması, orta veya geç gebelik ve emzirme dönemindeki besleme koşullarının neden olabileceği unutulmamalıdır.

Kondisyon değerlendirmelerinin üreme performansına etkilerini ortaya koyan çalışmalarda da ekstansif koşullarda yetiştirilen Kıvrıkcık koyunlarında koç katımında yapılan değerlendirme sonucunda VKS'nin koyunların gebelik ve kuzulama oranına ile koçaltı koyun başına düşen kuzu sayısına etkisinin önemli ( $P<0.05$ ) (Yılmaz ve ark., 2011) ve Tuj koyunlarında VKS ile doğuran koyun başına düşen kuzu sayısı arasında pozitif yönde önemli bir korelasyon bulunduğu ifade edilmektedir (Uçar ve ark., 2005). Rhind ve ark. (1985), yüksek VKS'li ( $>4$ ) koyunlarda embriyo kayıplarının arttığını ve üreme performansının azaldığını bildirmişlerdir. Ergin koyunlarda, çok düşük veya çok yüksek VKS, üreme performansını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Kenyon ve ark., 2004; Maurya ve ark., 2009; Sejian ve ark., 2009; Yılmaz ve ark., 2011).

Araştırma kapsamında değerlendirilen özellikler arası korelasyon katsayıları hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir. CA ile VKS ve SKY; VKS ile DA ve GCAA; DA ile SKA, SKY, GCAA; SKA ile SKY, GCAA arasındaki korelasyonlar önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ;  $P<0.05$ ). Kuzularda GCAA ile SKA arasındaki

korelasyon katsayısı beklendiği gibi yüksek ve  $r=+0.877$ 'dir. Bu çalışmada doğum dönemindeki koyunların VKS ile kuzuların DA ve büyüme hızları arasındaki korelasyon katsayıları pozitif ve önemlidir ( $P<0.05$ ). Bu sonuç kuzularda daha yüksek DA ve canlı ağırlık kazancı için anaların kondisyon skorunun gerek gebelik gerekse doğum dönemindeki önemini de ortaya koymaktadır.

Çizelge 3. Koyun ve kuzulara ait incelenen özellikler arasındaki korelasyonlar

Özellikler	KCA	VKS	DA	SKA	SKY
VKS	0.440**				
DA	0.050	0.301**			
SKA	0.164	0.162	0.378**		
SKY	0.199*	-0.125	-0.289**	0.465**	
GCAA	0.088	0.219*	0.425**	0.877**	0.025

\*\*  $P<0.01$ , \*  $P<0.05$

VKS: Vücut kondisyon skoru, DA: Doğum ağırlığı, SKA: Sütten kesim ağırlığı, SKY: Sütten kesim yaşı, GCAA: Günlük canlı ağırlık artışı

Araştırmada koyunların kondisyon skorları ile canlı ağırlıkları arasında önemli bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Belirlenen korelasyon ( $r=0.44$ ) değeri, koyunların boyut ve iskelet yapısındaki farklılıklara bağlı olarak, Vatankhah ve ark. (2012)'nin Lori-Bakhtiari koyunlarında bulunduğu ( $r=0.29$ ) değerden yüksek, Kıvrıkcık koyunu için bildirilen değerden ise ( $r=0.59$ ) düşüktür (Yılmaz ve ark., 2011).

Molina ve ark. (1991)'nin Manchega ırkı koyunlarda VKS'nin kuzulama mevsimi ve doğum tipine göre değişimi ve kuzu gelişmesine olan etkilerini inceledikleri çalışmada, tek doğuran koyunlarda kuzulamadaki VKS ile DA, GCAA ve SKA arasındaki korelasyon katsayılarını tekiz kuzularda sırasıyla 0.931, 0.634 ve 0.955, ikiz kuzularda ise; 0.744, 0.467 ve 0.668 olarak hesaplamışlardır. Kuzulama döneminde ve sütten kesimde VKS'nin, kuzulama mevsimi ve doğum tipine göre değiştiğini belirlemişlerdir ( $P<0.01$ ). O'Connor (1996) ise DA ve büyüme oranları ile kuzuların SKA'sı arasında pozitif bir ilişki olduğunu, bu nedenle kuzu DA'sını artırabilen herhangi bir yönetim uygulamasının kuzuların sütten kesime kadar ki gelişmelerini olumlu etkileyeceğini belirtmektedir. Kıvrıkcık koyunları üzerinde yapılan bir çalışmada ise VKS ve DA arasındaki korelasyon katsayısı bu araştırma sonuçlarından düşük ve  $r=0.248$  olarak belirlenmiştir (Ada ve ark., 2004).

Kuzularda DA ve SKY'nin SKA üzerine etkisi önemlidir ( $P<0.01$ ). Doğum tipi, cinsiyet, DA ve SKY'yi kullanarak SKA'yı tahmin etmek için kullanılacak regresyon eşitliği aşağıdaki gibi tahmin edilmiştir.

$$SKA = -13.19 + 2.43DA + 0.326SKY + 1.343Tek - 1.343İkiz + 0.656Erkek - 0.656Dişi$$

Çizelge 4. Kıvırcık kuzularında doğum ağırlığına ve sütten kesim yaşına göre sütten kesim ağırlığının değişimi

Sütten kesim yaşı, gün	Doğum ağırlığı, kg																					
	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0	6.2	6.4
90	20.8	21.3	21.8	22.2	22.7	23.2	23.7	24.2	24.7	25.2	25.6	26.1	26.6	27.1	27.6	28.1	28.6	29.0	29.5	30.0	30.5	31.0
88	20.1	20.6	21.1	21.6	22.1	22.6	23.1	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	26.9	27.4	27.9	28.4	28.9	29.4	29.9	30.3
86	19.5	20.0	20.5	20.9	21.4	21.9	22.4	22.9	23.4	23.9	24.3	24.8	25.3	25.8	26.3	26.8	27.3	27.7	28.2	28.7	29.2	29.7
84	18.8	19.3	19.8	20.3	20.8	21.3	21.7	22.2	22.7	23.2	23.7	24.2	24.7	25.1	25.6	26.1	26.6	27.1	27.6	28.1	28.6	29.0
82	18.2	18.7	19.2	19.6	20.1	20.6	21.1	21.6	22.1	22.6	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.4	26.9	27.4	27.9	28.4
80	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.4	20.9	21.4	21.9	22.4	22.9	23.4	23.8	24.3	24.8	25.3	25.8	26.3	26.8	27.2	27.7
78	16.9	17.4	17.8	18.3	18.8	19.3	19.8	20.3	20.8	21.2	21.7	22.2	22.7	23.2	23.7	24.2	24.7	25.1	25.6	26.1	26.6	27.1
76	16.2	16.7	17.2	17.7	18.2	18.7	19.1	19.6	20.1	20.6	21.1	21.6	22.1	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	25.9	26.4
74	15.6	16.1	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	19.9	20.4	20.9	21.4	21.9	22.4	22.9	23.3	23.8	24.3	24.8	25.3	25.8
72	14.9	15.4	15.9	16.4	16.9	17.3	17.8	18.3	18.8	19.3	19.8	20.3	20.8	21.2	21.7	22.2	22.7	23.2	23.7	24.2	24.6	25.1
70	14.3	14.8	15.2	15.7	16.2	16.7	17.2	17.7	18.2	18.6	19.1	19.6	20.1	20.6	21.1	21.6	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5
68	13.6	14.1	14.6	15.1	15.6	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.4	19.9	20.4	20.9	21.4	21.9	22.4	22.8	23.3	23.8
66	13.0	13.4	13.9	14.4	14.9	15.4	15.9	16.4	16.9	17.3	17.8	18.3	18.8	19.3	19.8	20.3	20.7	21.2	21.7	22.2	22.7	23.2
64	12.3	12.8	13.3	13.8	14.3	14.7	15.2	15.7	16.2	16.7	17.2	17.7	18.1	18.6	19.1	19.6	20.1	20.6	21.1	21.5	22.0	22.5
62	11.7	12.1	12.6	13.1	13.6	14.1	14.6	15.1	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	18.9	19.4	19.9	20.4	20.9	21.4	21.9
60	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.4	13.9	14.4	14.9	15.4	15.9	16.4	16.8	17.3	17.8	18.3	18.8	19.3	19.8	20.2	20.7	21.2
58	10.4	10.8	11.3	11.8	12.3	12.8	13.3	13.8	14.2	14.7	15.2	15.7	16.2	16.7	17.2	17.6	18.1	18.6	19.1	19.6	20.1	20.6
56	9.7	10.2	10.7	11.2	11.6	12.1	12.6	13.1	13.6	14.1	14.6	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	18.9	19.4	19.9
54	9.1	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	12.9	13.4	13.9	14.4	14.9	15.4	15.9	16.3	16.8	17.3	17.8	18.3	18.8	19.3
52	8.4	8.9	9.4	9.9	10.3	10.8	11.3	11.8	12.3	12.8	13.3	13.7	14.2	14.7	15.2	15.7	16.2	16.7	17.1	17.6	18.1	18.6



Doğum tipine ve cinsiyete göre değişmekle birlikte DA'nın 1 kg artmasına karşılık SKA 2.43 kg, SKY'nin 1 gün uzamasına paralel SKA'nın 0.326 kg artacağı söylenebilir. Söz konusu regresyon denklemi kullanılarak Kıvırcık kuzularında çeşitli DA ve SKY için tahmin edilen SKA değerleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Sezenler ve ark. (2011) tarafından bir birim VKS'nin, koyunların canlı ağırlığında üreme, kuzulama ve sütten kesme dönemlerinde sırasıyla 6.962, 6.771 ve 7.074 kg'a eşdeğer olduğu ve bu değişimlerin önemli bulunduğu belirtilmektedirler ( $P < 0.01$ ). Özder ve ark. (1997), Türkgeldi koyunlarında canlı ağırlık ve kondisyon puanı arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada kondisyon puanındaki her bir birimlik değişimin canlı ağırlıkta aşım dönemi için 10.961 kg, kuzulama dönemi için 10.376 kg ve sütten kesim dönemi içinde 7.310 kg'lık bir değişimle sonuçlandığını saptamışlardır. Treacher ve Filo (1995), İvesi koyunlarında depo yağları, kondisyon skoru ve canlı ağırlık arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada, kondisyon puanındaki her birimlik değişimin canlı ağırlıkta 11.8 kg'lık bir değişim meydana getirdiğini belirlemiştir.

## SONUÇ

Yerli koyun ırklarının kuzu üretimini arttırmak için uygulanacak beslenme programlarının belirlenmesi açısından tüm fizyolojik dönemlerde VKS hakkında bilgi sahibi olmak önemlidir. Farklı fizyolojik dönemlerde koyunların dengeli bir rasyon ile beslenebilmeleri için VKS kullanılmalıdır. Bununla birlikte ele alınan dönemler için kondisyon skorlamasının, ırka ve bölgeye göre değişebileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle, her bir ırk için genel bir standart VKS yerine, farklı fizyolojik dönemler için ayrı ayrı ve yerel olarak belirlenmelidir. Buna ek olarak, ırkların VKS'lerini mevcut bölgesel koşullarında karşılaştırmak daha doğru olacaktır. Özellikle koyun yetiştirilmede üreme sezonunda, koyunların VKS ile değerlendirilmesi, sınırlı yem kaynaklarının daha etkin kullanımını sağlayabilir ve üretkenliği artırabilir ki bu da üretimin daha ekonomik bir şekilde gerçekleşmesini sağlayacaktır. Bu kapsamda koyun yetiştiriciliğinde verimliliği arttırmak için yıllık mera mevsimi ve mera koşullarına göre dikkatli bir planlama yapılmalı ve koyunlar fizyolojik dönemlerine uygun VKS değerlerine sahip olmalıdır.

## KAYNAKLAR

Abdel-Mageed I 2009. Body Condition Scoring of Local Ossimi Ewes Mating and its Impact on Fertility and Prolificacy. Egyptian Journal of Sheep and Goat Sciences, 4: 37-44.

- Ada M, Ceyhan A, Sezenler T, Özder M, Köycü E 2004. Farklı Kondüsyon Puanına Sahip Kıvırcık Koyunlarında Aşım Dönemi Ek Yemlemenin (Flushing) Kuzu Verimi Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1): 89-96.
- Aktaş AH, Doğan S 2014. Effect of Live Weight and Age of Akkaraman Ewes at Mating on Multiple Birth Rate, Growth Traits, and Survival Rate of Lambs. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 38: 176-182.
- Aliyari D, Moeini MM, Shahir MH, Sirjani MA 2012. Effect of Body Condition Score Live Weight and Age on Reproductive Performance of Afshari Ewes. Asian Journal of Animal and Veterinary Advances, 7: 904-909.
- Al-Sabbagh T 2009. Colostral Immunoglobulin as Affected by Nutritional Status in Border Leicester Merino Ewes Deliver at Kuwait. Global Veterinaria, 3: 281-285.
- Al-Sabbagh TA, Swanson LV, Thompson JM 1995. The Effect of Body Condition at Lambing on Colostral Immunoglobulin G Concentration and Lamb Performance. Journal of Animal Science, 73: 2860-2864.
- Anonim, 2013. Ewe Body Condition Scoring Scoring (Bcs) Handbook. Beeflamb, [www.beeflambnz.com](http://www.beeflambnz.com) (15.04.2017).
- Atti N, Theriez M, Abdennebi L 2001. Relationship Between Ewe Body Condition at Mating and Reproductive Performance in the Fat-Tailed Barbarine Breed. Animal Research, 50:135-144.
- Borg RC, Notter DR, Kott RW 2009. Phenotypic and Genetic Associations between Lamb Growth Traits and Adult Ewe Body Weights in Western Range Sheep. Journal of Animal Science, 87: 3506-3514.
- Corner-Thomas RA, Hickson RE, Morris ST, Kenyon PR 2014. The Influences of Live Weight and Body Condition Score of Ewe Lambs From Breeding to Lambing on the Live Weight of Their Singleton Lambs to Weaning. Small Ruminant Research, 119: 16-21.
- Corner-Thomas RA, Ridler AL, Morris ST, Kenyon PR 2015. Ewe Lamb Live Weight and Body Condition Scores Affect Reproductive Rates in Commercial Flocks. New Zealand Journal of Agricultural Research, 58(1): 26-34.
- Gibb MJ, Treacher TT 1980. The Effect of Ewe Body Condition at Lambing on the Performance of Ewes and Their Lambs at Pasture. Journal of Agricultural Science, 95: 631-640.
- Gibb MJ, Treacher TT 1982. The Effect of Body Condition and Nutrition during Late Pregnancy on the Performance of Grazing Ewes during Lactation. Animal Production, 34: 123-129.
- Gordon IR 1997. Controlled Reproduction in Sheep and Goats. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, 450p.

- Hossamo HE, Owen JB, Farid MFA 1986. Body Condition Score and Production in Fat-Tailed Awassi Sheep under Range Conditions. *Research and Development in Agriculture*, 3: 99-104.
- Idris AO, Elemam MB, Kijora C, El-Hag FM, Salih AM 2011. Effect of Dietary Supplementation, Sex and Birth Type on Body Weight of Desert Ewes and Their Lambs' Growth Performance in Semi Arid Area of Kordofan State, Sudan, *Livestock Research for Rural Development*, 23: 1-9.
- Jalilian MT, Moeini MM 2012. The Effect of Body Condition Score of Morghoz Goats on Reproductive Parameters Were Studied. 5th Congress of Animal Science Association, Isfahan University, 1-3 Sep. (Abstract book).
- Jalilian MT, Moeini MM 2013 The Effect of Body Condition Score and Body Weight of Sanjabi Ewes on Immune System, Productive and Reproductive Performance. *Acta Agriculturae Slovenica*, 102: 99-106.
- Karakus F, Atmaca M 2016. The Effect of Ewe Body Condition at Lambing on Growth of Lambs and Colostral Specific Gravity. *Archives Animal Breeding*, 59: 107-112.
- Kenyon PR, Morel PCH, Morris ST 2004. The Effect of Individual Liveweight Live weight and Condition Scores of Ewes at Mating on Reproductive and Scanning Performance. *New Zealand Veterinary Journal*, 52: 230-235.
- Kenyon PR, Morris ST, Burnham DL, West DM 2008. Effect of Nutrition during Pregnancy on Hogget Pregnancy Outcome and Birthweight and Liveweight Live weight of Lambs. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 51: 77-83.
- Kenyon PR, Morris ST, Hickson RE, Back PJ, Ridler AL, Stafford KJ, West DM 2013. The Effects of Body Condition Score and Nutrition of Triplet-Bearing Ewes in Late Pregnancy. *Small Ruminant Research*, 113: 154-161.
- Kenyon PR, Morris ST, Stafford KJ, West DM 2011. The Effect of Ewe Body Condition and Nutrition in Late Pregnancy on the Performance of Triplet bearing Ewes and Their Progeny. *Animal Production Science*, 51: 557-564.
- Khan K 1993. Effects of Body Condition and Pre-Lambing Supplementation on Ewe Productivity. MS Thesis, Oregon State University, Oregon, USA, 102p.
- Litherland AJ, Lambert MG, McLaren PN 1999. Effects of Herbage Mass and Ewe Condition Score at Lambing on Lamb Survival and Live weight Gain. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 59: 104-107.
- Lopez F, Espejo M, Villar A 1995. Evolution of Ewe Body Condition and the Production of Lamb and Milk in Different Productive Strategies. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, p.53-58.
- Mathias-Davis HC, Shackell GH, Greer GJ, Bryant AI, Everett-Hincks JM 2013. Ewe Body Condition Score and The Effect on Lamb Growth Rate. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 73: 131-135.
- Maurya VP, Kumar S, Kumar D, Gulyani R, Joshi A, Naqvi SMK, Arora AL, Singh VK 2009. Effect of Body Condition Score on Reproductive Performance of Chokla Ewes. *Indian Journal of Animal Sciences*, 79: 1136-1138.
- McCall DG, Smeaton DC, Wadam TK, Gibbison ML, Hockey HUP 1986. Lambing Date, Ewe Live weight and Pasture Mass Effects on Ewe and Lamb Performance during Lactation. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 46: 129-32.
- Minitab 2010. Minitab Inc. MINITAB: Minitab for Windows Version Release 17. State College, PA, USA: Minitab Inc.
- Molina A, Gallego L, Perez JI, Bernabeu R 1991. Growth of Manchega Lambs in Relation to Body Condition of Dam, Season of Birth, Type of Birth and Sex. *Avances en Alimentacion Mejora Animal*, 31: 198-205.
- Morel PCH, Kenyon PR 2006. Sensitivity Analysis of Weaner Lamb Production in New Zealand. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 66: 377-381.
- Morris ST, Kenyon PR, West DM 2005. Effect of Hogget Nutrition In pregnancy on Lamb Birth Weight and Survival to Weaning. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 48: 165-175.
- Mulvaney FJ, Morris ST, Kenyon PR, Morel PCH, West DM 2010. Effect of Nutrition Pre-breeding and during Pregnancy on Breeding Performance of Ewe Lambs. *Animal Production Science*, 50: 953-960.
- O'Connor CEO 1996. Ewe Maternal Behaviour Score and Lamb Growth: Ten Years on. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 56: 107-109.
- Özder M, Arık İZ, Yurtman İY, Özduven ML 1997. Türkgeldi Koyunlarında Kondüsyon Puanı, Yaş ve Canlı Ağırlığın Bazı Performans Özellikleri Üzerine Etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10: 119-128.
- Rhind SM, Leslie LD, Gunn RG, Doney JM 1985. Plasma FSH, LH, Prolactin and Progesterone Profiles of Cheviot Ewes with Different Levels of Intake Before and After Mating, and Associated Effects on Reproductive Performance. *Animal Reproduction Science*, 8: 301-313.
- Rhind SM, Rae MT, Brooks AN 2001. Effects of Nutrition and Environmental Factors on the Fetal Programming of the Reproductive Axis. *Reproduction*, 122: 205-214.
- Russel AJF, Doney JM, Gunn RG 1969. Subjective Assessment of Body Fat in Live Sheep. *Journal of Agricultural Science*, 72: 451-454.
- Russel AJF, Foot JZ, White IR, Davies GJ 1981. The Effect of Weight at Mating and of Nutrition during Mid-pregnancy on the Birthweight of Lambs from

- Primiparous Ewes. *Journal of Agricultural Science*, 97: 723-729.
- Samardzija M, Vince S, Duricic D 2013. Association of Parity, Fecundity and Body Condition Score with Blood Serum Concentration of Some Metabolites during Pre and Post Parturient Period in German Improved Fawn Goats. *Veterinarski Arhiv*, 83(5): 469-477.
- Sanson DW, West TR, Tatman WR, Riley ML, Judkins MB, Moss GE 1993. Relationship of Body Composition of Mature Ewes with Condition Score and Body Weight. *Journal of Animal Science*, 71: 1112-1126.
- Sarı M, Önk K, Aksoy AR, Tilki M 2013. Tuj Koyunlarında Doğum Kondisyon Puanının Kuzuların Büyüme Özellikleri ve Yaşama Gücüne Etkisi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 27: 149-154.
- Scaramuzzi RJ, Campbell BK, Downing JA, Kendall NR, Khalid M, Munoz-Gutierrez M, Somchit A 2006. A Review of the Effects of Supplementary Nutrition in the Ewe on the Concentrations of Reproductive and Metabolic Hormones and the Mechanisms that Regulate Folliculogenesis and Ovulation Rate. *Reproduction Nutrition Development*, 46: 339-354.
- Schreurs NM, Kenyon PR, Morel PCH, West DM, Morris ST 2010. Response of Additional Ewe Live weight during Gestation on the Birthweight and Weaning Weight of Offspring and Weight of the Ewe Lamb at Weaning. *Animal Production Science*, 50: 528-532.
- Sejian V, Maurya VP, Naqvi SMK, Kumar D, Joshi A 2009. Effect of Induced Body Condition Score Differences on Physiological Response, Productive and Reproductive Performance of Malpura Ewes Kept in a Hot, Semi-Arid Environment. *Journal of Animal Physiological and Animal Nutrition*, 94: 154-161.
- Sejian V, Maurya VP, Naqvi SMK, Kumar D, Joshi A 2010. Effect of Induced Body Condition Score Differences on Physiological Response, Productive and Reproductive Performance of Malpura Ewes Kept in a Hot, Semiarid Environment. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 94: 154-161.
- Sejian V, Maurya VP, Prince LLL, Kumar D, Naqvi SMK 2015. Effect of Body Condition Score on the Allometric Measurements and Reproductive Performance of Garole x Malpura Ewes under Hot Semi-Arid Environment. *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research*, 2(6): 1-4.
- Sezenler T, Köycü E, Özder M 2008. Karacabey Merinosu Koyunlarda Doğum Kondüsyon Puanının Kuzuların Gelişimi Üzerine Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5: 45-53.
- Sezenler T, Yildirir M, Ceyhan A, Yüksel MA, Önal AR, Özder M 2011. The Effects of Body Condition Score and Age of Ewes on the Reproductive Performance in Kivircik, Sakiz and Gokceada Sheep. *Journal of Animal Science Advances*, 1: 94-99.
- Smeaton DC, Webby RW, Tarbotton IS 1999. Nutritional Effects, in Early Pregnancy, on Lamb Production of Finnish Landrace x Romney Ewes. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 59: 108-110.
- Thompson J, Meyer H 1994. Body Condition Scoring of Sheep. Oregon State University Extension Service.
- Thompson JM, Meyer H 2006. Body Condition Scoring of Sheep. *Proc. 52nd Bien. Spooner Sheep D.* 28p.
- Treacher T, Filo S 1995. Relationships between Fat Depots and Body Condition Score or Live Weight in Awassi Ewes. *Zaragosa: CIHEAM – IAMZ*, 13-17p.
- Ucar O, Kaya M, Yildiz S, Onder F, Cenesiz M, Uzun M 2005. Effect of progestagen/PMSG treatment for oestrus synchronization of Tuj ewes to be bred after the natural breeding season, *Acta Veterinaria Brno*, 74: 385-393.
- van Burgel AJ, Oldham CM, Behrendt R, Curnow M, Gordon DJ, Thompson AN 2011. The Merit of Condition Score and Fat Scores as Alternatives to Live Weight for Managing the Nutrition of Ewes. *Animal Production Science*, 51: 834-841.
- Vatankhah M, Talebi MA, Zamani F 2012. Relationship between Ewe Body Condition Score (BCS) at Mating and Reproductive and Productive Traits in Lori-Bakhtiari Sheep. *Small Ruminant Research*, 106: 105-109.
- Wallace JM 2000. Nutrient Partitioning during Pregnancy: Adverse Gestational Outcome in Overnourished Adolescent Dams. *Proceedings of the Nutrition Society*, 59: 107-117.
- Wallace JM, Milne JS, Matsuzaki M, Aitken RP 2008. Serial Measurement of Uterine Blood Flow from Mid to Late Gestation in Growthrestricted Pregnancies Induced by Overnourishing Adolescent Sheepdams. *Placenta*, 29: 718-724.
- Wilson JW, English PR, Macdonald DC, Bampton PR, Warren M, Birnie M, MacPherson O 1985. Factors Influencing Lamb Growth Rate in An Upland Flock of Blackface Ewes Producing Greyface Lambs. *Animal Production*, 40: 563.
- Yılmaz M, Altın T, Karaca O, Cemal I, Bardakcioglu HE, Yılmaz O, Taskın T 2011. Effect of Body Condition Score at Mating on the Reproductive Performance of Kivircik Sheep Under an Extensive Production System. *Tropical Animal Health Production*, 43: 1555-1560.
- Young JM, Thompson AN, Kennedy AJ 2010. Bioeconomic Modelling to Identify the Relative Importance of A Range of Critical Control Points for Prime Lamb Production Systems in South-West Victoria. *Animal Production Science*, 50: 748-756.

## Kahramanmaraş-Elmalar Yeşil Kuşak Ek-3 Plantasyon Sahasında Görülen Biyotik ve Abiyotik Zararlıların Tespiti

Bülent LAZ<sup>1</sup>, Emre BABUR<sup>1</sup>, Durdu Mehmet AKPINAR<sup>2</sup>, Sakine Serap AVGIN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü imam Üniversitesi, Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, <sup>2</sup>Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü, Merkez İşletme Şefliği, Kahramanmaraş, <sup>3</sup>Kahramanmaraş Sütçü imam Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Kahramanmaraş

✉: bulentlaz@ksu.edu.tr

### ÖZET

Kahramanmaraş İlinde tehlikeli boyutlara ulaşan çevre ve hava kirliliği problemlerini önlemenin yanında rekreatif amaçlı kent ormanları tesisi de düşünülerek Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü tarafından 2003-2004 yıllarında Yeşil kuşak Ağaçlandırma Projesi kapsamında kentin çevresinde ağaçlandırmalar yapılmıştır. Bu ağaçlandırma çalışmalarından kent merkezine yakın olan 1675 ha lık sahada araştırmamız gerçekleştirilmiştir. Ağaçlandırma sahasında *Pinus brutia*, *Pinus pinea*, *Cupressus sempervirens*, *Prunus mahaleb*, *Amygdalus sp*, *Pyrus elaeagnifolia* ve yabancı orijinli *Pinus brutia var. elderica* türleri kullanılmıştır. Kullanılan türlerden yabancı orijinli *Pinus brutia var. elderica* da oldukça fazla miktarda form bozuklukları ve kurumalar olduğu gözlemlenmiştir. Bu türde diğer türlere göre daha fazla böcek ve mantar hastalık zararlıları tespit edilmiştir. Bu zararlı böcekler arasında *Thaumetopha pityocampa-wilkinsoni* (Lep.), *Rhyacionia buoliana* (Lep.), *Ortotomicus erosus* (Scolytidea, Col.), *Hylurgus ligniperda* (Scolytidea, Col.), *Hylurgus micklitzi* (Scolytidea, Col.), *Tomicus piniperda* (Scolytidea, Col.), *Tomicus destruens* (Scolytidea, Col.), *Ips sexdentatus* (Scolytidea, Col.), *Leucaspis pusilla* (Coccoidea-Hem.) gibi zararlı böceklerle, *Melampsora piniturqua*, *Diplodea pinea* gibi mantar hastalıkları tespit edilmiştir. Ağaç türlerinin genelinde kurumaların gözlemlenmesi sonucunda yetiştirme ortamı faktörlerinden iklim, anakaya ve toprak özellikleri incelenmiştir. Verimsiz anakaya ve toprak koşullarının olumsuz iklim koşulları ile birleşmesi sonucunda bu alandaki yetiştirme ortamı koşullarına uyum sağlayamayan ağaçların zayıf düştüğü ve sonunda kurumaların görüldüğü tespit edilmiştir. Bu çalışmada ileride yapılacak ağaçlandırmalarda sekonder zararlılar olan kabuk böceği ve mantar zararlılarının en aza indirilmesi için yetiştirme ortamı faktörlerinin de göz önünde bulundurularak uygun türlerin seçimi ekolojik ve ekonomik açıdan oldukça önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

DOI:10.18016/ksutarimdogavi.426042

### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi: 23.05.2018

Kabul Tarihi : 04.07.2018

### Anahtar Kelimeler

Yeşil kuşak ağaçlandırmaları, Böcek ve mantar zararı, yetiştirme ortamı koşulları, toprak sağlığı

### Araştırma Makalesi

## Determination of Biotic and Abiotic Plant Diseases in Green Belt Afforestation of Kahramanmaraş-Elmalar

### ABSTRACT

The afforestation was carried out around the city in order to prevent hazardous environmental and air pollution problems and with the purpose of recreational urban forests facility for public health in Green Belt Afforestation Project in 2003-2004 supported by Kahramanmaraş Regional Directorate of Forestry. Our study was performed in one of the Green Belt Afforestation Fields (1675 ha.) area near the city center. In the study *Pinus brutia*, *Pinus pinea*, *Cupressus sempervirens*, *Prunus mahaleb*, *Amygdalus sp*, *Pyrus elaeagnifolia* and the alien origin *Pinus brutia var. elderica* plant species were used. A large quantity of disorders and dryness in the alien origin (*Pinus brutia var. Elderica*) were observed during the study. Greater number

### Article History

Received : 23.05.2018

Accepted : 04.07.2018

### Keywords

Green belt afforestation, biotic and abiotic diseases, site, soil health

### Research Article

of insect and fungal diseases were detected on this species than others. The insects including *Thaumetopha pityocampa-wilkinsoni* (Lep.), *Rhyaciona buoliana* (Lep.), *Ortotomicus erosus* (Scolytidea, Col.), *Hylurgus ligniperda* (Scolytidea, Col.), *Hylurgus micklitzi* (Scolytidea, Col.), *Tomicus piniperda* (Scolytidea, Col.), *Tomicus destruens* (Scolytidea, Col.), *Ips sexdentatus* (Scolytidea, Col.), *Leucaspis pusilla* (Coccoidea-Hem.) and some fungal diseases such as *Melampsora piniturqua*, *Diplodea pinea* were detected. As a result of observing the form disorder within the whole tree species, some factors such as climate, bedrock and soil characteristics were examined. As a result of the combination of inefficient bedrock and soil conditions with adverse climatic conditions, it has been determined that trees that cannot be well adapted to the conditions of the site were weakened and finally dried. Consequently, the selection of the suitable species is very important in terms of ecological and economic aspects considering the site factors in order to minimize the diseases of insect and fungi in the future afforestation.

**To cite:** Laz B, Babür E, Akpınar DM, Avgın SS 2018. Kahramanmaraş-Elmalar Yeşil Kuşak Ek-3 Plantasyon Sahasında Görülen Biyotik ve Abiyotik Zararlıların Tespiti. KSÜ Tar Doğa Derg 21(6) : 926-935, DOI:10.18016/ksutarimdoga.vi.426042

## GİRİŞ

Günümüzde artan çevre, su, toprak ve hava kirliliği, karbon emisyonları gibi sorunların en etkili çözümü olarak ağaçlandırma çalışmaları ile orman alanlarının arttırılmasıdır. Bunun yanında küresel ısınmaya bağlı iklim değişimlerini önlemek, çölleşme ve erozyona engel olmak amacıyla farklı boyutlara evrilen çevre sorunları ile başa çıkmada ormanların giderek artan fonksiyonel özellikleri dikkate alınarak ormanların verimli hale getirilmesinin yanında yeni orman alanlarının kazanılması da ekolojik ve ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır. Ormanlar ayrıca insanların içme ve kullanmak amacıyla depoladıkları suyun kaliteli ve yeterli miktarda olmasını sağlamaktadır. Su toplama havzalarında yapılan ağaçlandırma çalışmaları toprakların akarsular ile taşınmasını önleyerek barajların ömrünün uzamasına, enerji üretimi ve içme-kullanma-arazi sulaması sürelerini de yüzyıllarla ifade edilecek şekilde uzatabilmektedir. Bozulan doğal dengenin yeniden kurulması ve bu su rejiminin düzenlenmesi ancak "ağaçlandırmalarla" mümkündür.

Günümüzde yaşam olanaklarının ve imkânların daha iyi olduğu düşünülen Büyük şehirlerde nüfus artışları oldukça yüksek miktarlara ulaşmıştır. Artan nüfus beraberinde tehlikeli boyutlara ulaşan çevre sorunlarının doğmasına neden olmuştur. Ayrıca bu şehirlerde insanların rahat ve huzurlu yaşayabilmesi için kişi başına düşen yeşil alan miktarını arttırmak, topluma rekreatif amaçlı imkânlar sağlamak, toprak ve bitki arasında bozulan tabii dengeyi kurmak, yerleşim yerlerini sel ve taşkın zararlarından korumak ve karbon stokunu arttırmak gibi ihtiyaçların oluşması söz konusudur. Bütün bu ihtiyaçların giderilmesi ve sürdürülebilir çevre koşullarının sağlanması için Orman Genel Müdürlüğü tarafından

(bilhassa son 10-20 yıldır) büyük şehirlere yakın stratejik alanlarda Yeşil Kuşak Projeleri uygulamalarına gerek duyulmuştur (Anonim, 1992).

Ağaçlandırmaya konu olan sahalarda, genelde üzerinde daha önceden orman formasyonu bulunmayan ya da antropojen etkilerle orman örtüsü tahrip edilmiş, toprak ve diğer ekolojik koşullar bakımından problemli yerlerdir. Serpantinli anakayasının bulunduğu alanlar ise bu problemli sahalarda en önemlilerinden birisidir. Serpantinli anakaya yapısı bakımından zor ayrışmasından dolayı üzerinde genellikle sığ ve taşlı topraklar meydana gelmektedir. Ayrıca serpantinli anakaya mineralojik özellikleri bakımından toprağa fazla miktarda Mg kazandırmaktadır. Bu ise bitkilerin yetişmesi, gelişmesi açısından hiç de uygun olmayan bir durumdur. Serpantinli probleminin edafik faktör kısmı, kimyasal, fiziksel ve biyotik bileşenleri ile çok yönlüdür. Bitkiler üzerindeki en etkili bileşen ise kimyasal olanıdır (Kruckeberg, 1985). Serpantinli topraklar düşük Ca:Mg oranı ile karakterize edilmektedir. Bu alanlarda Ca konsantrasyonu, civardaki diğer alanlara kıyasla çok düşüktür. Ayrıca serpantinli toprakları Ni, Co, Cr gibi ağır metaller bakımından zengindir ve yüksek oranda Mg ve Fe içerirken, Ca, K, N ve P gibi bazı ana besinler açısından da fakirdir (Gordon ve Lipman, 1926; Vlamis ve Jenny, 1948; Walker, 1954; Proctor ve Woodell, 1975; Brooks, 1987). Serpantinli anakayaları üzerinde oluşan topraklarda bulunan bu elementler birçok bitki için zehir etkisi oluşturur. Serpantinli topraklarda düşük konsantrasyonda bulunan Ca, serpantinli sendromunun başlıca sebebidir (Vlamis ve Jenny, 1948). Yüksek Mg oranı da bu problemi daha da karmaşıktır. Bu hipotez birçok çalışma ile de desteklenmiştir (Walker, 1948; Vlamis, 1949;

Kruckeberg, 1954; Walker ve ark., 1955). Ayrıca, serpantinit toprakların verimsiz ve su tutma kapasitesinin düşük olması, bu toprakların organik materyalinin az ve fiziksel yapısının zayıf olmasından kaynaklanmaktadır (Brooks, 1987). Serpantinit topraklarda toz ve kil miktarı bakımından çok düşük seviyededir (Brady ve ark., 2005). Bu toprakların fiziksel şartları birçok bitki türü için uygun değildir, bu durum serpantinit alanlarda vejetasyon açısından çok seyrek olan, flora açısından ise çok fazla farklılık gösteren bir tablo ortaya koymuştur (Baker ve ark., 1992; Batianoff ve Singh, 2001). Bu alanlar üzerinde yaşayan bitkiler, olumsuz edafik faktörlere ve yüksek konsantrasyondaki ağır metaller gibi ekstrem koşullara uyum sağlamalıdır (Kruckeberg, 1985; Avcı, 2005).

Serpantinit kayaçların bulunduğu alanlar endemik bitkilerce zengindir ve bu durum da “jeolojik izolasyon” olarak açıklanmaktadır. “Jeolojik adalar” veya “edafik adalar” olarak serpantin habitatları diğer toprak çeşitleri arasında yerini almaktadır. Ekstrem edafik koşullara genetik açıdan adapte olmuş kimi bitkilerin bu topraklar üzerinde yayıldığı belirtilmektedir (Kantaracı, 1987; Kruckeberg ve ark., 1999; Reeves ve ark., 1999; Adıgüzel ve Reeves, 2002). Serpantinik anakayalarının bulunduğu alanlar üzerinde yaşayan bitkilerin daha çok sert yapraklılar (sklerofil) bakımından zengin bodur bitki örtüsü, tür sayısının az ancak bu koşullara uyum sağlamış endemik bitkilerce zengin bir yapı oluşturmaktadır (Kruckeberg, 1954).

Kahramanmaraş ilinin bulunduğu Doğu Akdeniz'in doğusu arazi bozulması ve çölleşme riskinin en yüksek olduğu bölgelerden biridir (Şahin ve Avcıoğlu, 2017). Kahramanmaraş Türkiye'de ağaçlandırma çalışmalarının en fazla yapıldığı illerin başında gelmektedir. 2004-2005 yıllarında Kahramanmaraş-Gaziantep Karayolu üzerinde 675 ha lik alanda farklı türler kullanılarak ağaçlandırma gerçekleştirilmiştir. Sahaya hızlı gelişen ve kuraklığa dayanıklı olduğu bilinen yabancı orijinli *Pinus brutia* var. *elderica*, yerel orijinli *Pinus brutia*, *Pinus pinea*, *Cupressus sempervirens*, *Prunus mahaleb*, *Pyrus communis*, *Pyrus elaeagnifolia*, *Amygdalus* sp. türleri dikilmiştir. Plantasyon sahasında kullanılan *Pinus brutia* var. *elderica* kuraklığa dayanıklı olarak bilinen bir ağaç türüdür. Bu yüzden dünya da pek çok ülkede kuraklığa dayanıklı olan bu tür ağaçlandırma sahaslarında kullanılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde ağaçlandırmada kullanılan *Pinus brutia* var. *elderica*, afid türlerine ve bazı akar türlerine karşı hassas olduğu, sürgünlerde zarar yapan *Ryaciona neomexicana* (Lep.), *Eurytomidae* familyasından yaban arılarının, yaprak yiyen bazı kelebek türleri ve bazı kabuk böcekleri tarafından zarara uğratıldığı ayrıca *Phymatotrichopsis omnivora*, *Diplodia pinea* gibi mantar zararlılarıyla karşılaştıkları rapor edilmiştir (Shine-Ring, 2010).

Kahramanmaraş kent merkezine yakın plantasyon sahasında (Ek-3) görülen zararlı böcek ve hastalıkların belirlenmesi amacıyla bu çalışma ele alınmıştır.

## MATERYAL ve METOT

### Çalışma Sahasının Genel Özellikleri

Çalışmanın yapıldığı alan Kahramanmaraş ilinin yaklaşık 20 km doğusundaki Elmalar Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde kalmaktadır. Yeşil kuşak ek-3 ağaçlandırma çalışması adı altında 675 ha lik alanda bu çalışma gerçekleştirilmiştir. Plantasyon sahası 550-800 m rakımlar arasında, serpantinit anakayası üzerinde bulunmaktadır. Akdeniz iklimi ile Karasal iklim geçiş alanı üzerinde bulunan ağaçlandırma alanında genellikle sıcak ve ılıman iklim görülmektedir. Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Csa olarak adlandırılabilir. Sahanın yıllık ortalama sıcaklığı 16.1 °C dir. Temmuz ayı 28.1 °C sıcaklıkla yılın en sıcak ayı iken Ocak ayında ortalama sıcaklık 4.1 °C ile en soğuk aydır. Yıllık ortalama yağış miktarı 638 mm dir. Temmuz ayı 2 mm lik yağışla yılın en kurak ayıdır. En fazla yağış miktarı ise ortalama 118 mm ile Ocak ayında görülmektedir. Toprak derinliğinin 30-50 cm, fizyolojik derinliğin 60-120 cm arasında değişken olduğu bir alandır. Arazi gözlemlerinde anakayanın yer yer yüzeye yakın olduğu, toprak yüzeyinin oldukça kuru ve organik materyal bakımından çıplak olan verimsiz alanlardan olduğu gözlemlenmiştir.

### Arazi Çalışmaları

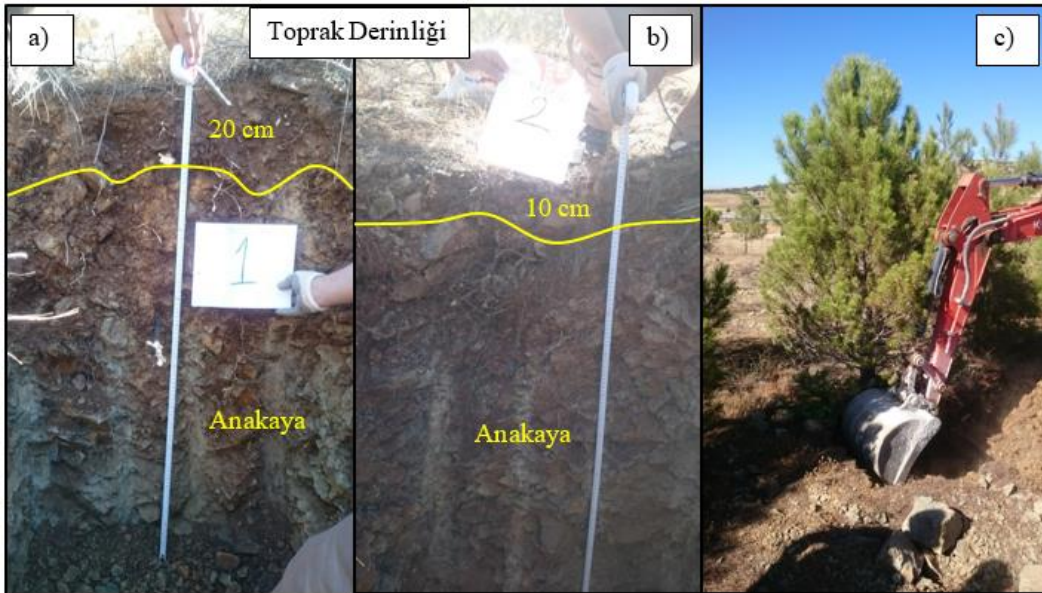
Çalışma alanında biyotik ve abiyotik zararlıların tespit edilebilmesi için tür bazında alan üzerinde böcek ve mantar zararına uğramış ağaçların yoğun bulunduğu noktalardan dal, kabuk, yaprak örnekleri alınarak böcek ve mantar teşhisleri yapılmıştır. Bununla birlikte, araştırma sahasındaki zararlı böcek faunasını ortaya koymak amacıyla sahaya yerleştirilen feromon tuzaklarına gelen böcekler 15 günlük periyotlarla toplanmış ve elde edilen kabuk böceklerinin teşhisi Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Entomoloji ve Koruma Laboratuvarında yapılmıştır. Ayrıca bu noktalarda sekonder zararlılar olan biyotik zararlıları bu alanlar için cazip kılan etkinin ne olduğunu anlamak için yetiştirme ortamının ve toprak özelliklerinin incelenmesi için rast gele yöntem ile (kurumaların yoğun olduğu yerlerden) belirlenen noktalardan 5 adet toprak çukuru ekskavatör kullanılarak açılmıştır. Açılan toprak çukurlarından üst (0- 20 cm) ve alt (20-40 cm) derinlik kademelerinden bozulmamış (yaklaşık 1 kg kadar) toprak örnekleri alınmıştır (Şekil 1). Alınan toprak örneklerinin fiziksel özellikleri KSÜ Orman Fakültesi Toprak ve Ekoloji Laboratuvarında, kimyasal özellikleri ise Eskişehir Ormanlık Araştırma Enstitüsü Toprak Laboratuvarında analiz

edilmiştir. Çalışma sahasının anakaya teşhisinin yapılması için rast gele yöntemler ile toprak numunelerinin alındığı noktalardan anakaya

örnekleri toplanmış ve KSÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümünde teşhis ettirilmiştir.



Şekil 1. Çalışma sahasının bulunduğu konum



Şekil 2a ve 2b. Toprak numunelerinin alınması

### Laboratuvar Çalışmaları

Açılan toprak çukurlarından alınan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerini belirlemek için hava kurusu hale gelinceye dek kurutulup, taş ve kökleri ayrılarak porselen havanda öğütülür ve 2 mm'lik elekten geçirilerek, numuneler polietilen plastik poşetlerde saklanır. Alınan toprak örneklerinde; nem içeriği (gravimetrik yöntem), tane çapı (Tekstür hidrometre (Bouyoucus, 1951)), organik karbon (yaş yakma (Walkley, 1947)), EC 1/5 toprak su çözeltisi (Janzen, 2004), pH 1/2.5 toprak su çözeltisi (Janzen, 2004) cam elektrotu metotları ile belirlenmiştir.

Toplam makro ve mikro besin elementlerinden

yarayışlı fosfor (P) Spectronic 20D cihazında değiştirilmiş Bray ve Kurtz yöntemine göre (Ülgen ve Ateşalp 1972),  $K^+$  ve  $Na^+$  Jenway PFP 7 flame photometer cihazında,  $Ca^{++}$  ve  $Mg^{++}$  Perkin-Elmer 3110 atomic absorption spectrometer cihazında ölçülmüştür.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

#### Abiyotik Bulgular:

#### Ağaçlandırma Sahası Toprak Özellikleri

Ağaçlandırma alanından alınmış toprak numunelerinin (0-10 cm ve 10-20 cm) fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi sonucunda kumlu killi balçık türündeki araştırma sahası toprakları hafif

alkali reaksiyona sahiptir. Ortalama kum, toz ve kil oranları bakımından sırasıyla %60.57, %15.04 ve %24.40 dır. Toprak reaksiyonu (pH) değeri 7.22-7.60 arasında değişmektedir. Ortalama pH değeri 7.44 olması hafif alkali sınıfta olduğunu bu pH derecelerinde bitki besin elementlerinin bitkiler tarafından alınımının azalacağı anlamına gelmektedir (Çizelge 1). Toprak organik karbonu bakımından da oldukça fakir olan toprakların ortalama karbon yüzdesi % 0.81 dir. Bu değer alanda organik

materyalin az olduğunu ve ağaçların organik besin kaynağının yetersiz olduğunu göstermektedir.

Bitki besin elementlerinden azot (%N), kalsiyum (Ca ppm), magnezyum (Mg ppm), potasyum (K ppm), sodyum (Na) ve fosfor (ppm) değerleri analiz edilmiştir. Bu analizler sonucunda K (166.30 ppm), N (%0.12), Na (17.80 ppm) ve Ca (2033.20 ppm) bakımından yeterli seviyede bulunmaktadır. Buna karşın Mg miktarı oldukça fazla (1292.20 ppm) ve P miktarı (3.82 ppm) oldukça azdır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Toprak numunelerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ortalama değerleri

Toprak no	Kum %	Kil %	Toz %	pH	OC (%)	N (%)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	P (ppm)
1	67.82	14.60	17.57	7.60	0.750	0.1	2479	1218	140	15	4.7
2	42.83	42.00	15.17	7.40	1.537	0.17	2799	1336	309	17	4.17
3	51.92	37.36	10.72	7.47	0.678	0.11	1323	1504	62	23	3.38
4	64.46	18.32	17.22	7.22	1.823	0.16	3098	1211	342	18	4.68
5	54.75	32.18	13.08	7.35	0.714	0.1	2234	1257	306	24	3.32
6	56.96	28.85	14.19	7.43	0.499	0.1	1157	1173	99	19	2.54
7	60.19	25.34	14.47	7.36	0.642	0.1	2297	1212	116	11	3.13
8	73.74	6.10	20.16	7.51	1.108	0.13	2529	1176	145	14	8.16
9	71.98	23.44	4.58	7.55	0.320	0.13	1798	1359	81	18	2.23
10	60.99	15.79	23.21	7.54	0.034	0.08	618	1476	63	19	1.92
<b>Ortalama</b>	<b>60.57</b>	<b>24.40</b>	<b>15.04</b>	<b>7.44</b>	<b>0.81</b>	<b>0.12</b>	<b>2033.20</b>	<b>1292.20</b>	<b>166.30</b>	<b>17.80</b>	<b>3.82</b>

OC: organik karbon, N: toplam azot, Ca: kalsiyum, Mg: magnezyum, K: potasyum, Na: sodyum, P: fosfor

### Biyotik Bulgular:

#### Sahada görülen böcek zararları:

##### Yapraklarda Zarar Yapan Böcekler:

**Çam Kese Böceği (*Thaumetopha pityocampae-wilkinsoni*):** Çam Kese Böceği Lepidoptera takımının Thaumetopoeidea familyasındandır. Bu böceğin larvaları ağaçların ibrelerini yiyerek zarar verirler. Miktarı az olursa yalnız yuvalarının civarında bulunan ibreler zarar görür. Kitle halinde ürediklerinde ağaçları ve meşcereleri tamamen çıplak hale getirirler. Bu türe genellikle güney bakılarda edafik faktörlerin zayıf olduğu topraklar üzerinde bulunan, herhangi bir sebeple açılmış, seyrekleşmiş çam meşcerelerinde ve makiler içerisinde bulunan çamlarda bu zararlıya fazla rastlanır. Buna karşın kuzey bakıdaki derin ve nemli topraklar içeren sağlıklı yetişme ortamı koşullarında epidemiyi oluşturmamaktadır (Çanakçıoğlu ve Mol, 1998). Araştırma sahasında her yıl çam kese böceği zararı görülmüştür.

**Sürgün Bükücüsü (*Rhyaciona buoliana*):** Sürgün bükücüsü Lepidoptera takımının Tortricidae familyasındandır. Türkiye'de çam ağaçlarının en zararlı böceklerinden biridir. Larvalar tomurcukların iç kısımlarını oyarak tomurcukların ya kurumasına ya da postacı boynuzu denilen anormal bir oluşuma sebep olur. Bu durum yan sürgünün ana sürgünün yerini

almasıyla gerçekleşir. Fidanlarda bu olay görüldüğünde fidanın tepe sürgünleri kurduğundan fidanın değiştirilmesi gerekmektedir. Böcek epidemiyi yaptığından tüm tomurcuklar zarar görebilir ve ağaç çalı formu şeklini alabilir (URL 1). Araştırma sahasında bu böceğin geçmişte yaptığı zararlara rastlanmaktadır.

**Çam Yaprak Kabuklu Biti (*Leucaspis pusilla*):** Çam yaprak kabuklubiti Hemiptera takımının Coccidae familyasındandır. Çoğunlukla ibrelerin dip kısımlarında ya da iki ibrenin iç yüzeylerinde yerleşerek zarar oluştururlar. Böceğin beslendiği kısımlarda sarı renkli lekeler oluşturması tipiktir. İlerleyen zamanlarda sarı lekeler kahverengine dönüşür ve ibreler dökülmesine sebep olur. Epidemiyi yaptığından ağaçların ölümüne sebep olur. Ülkemizde *Cedrus libani*, *Pinus brutia*, *Pinus pinea*, *Pinus sylvestris*, *Pinus halepensis*, *Pinus nigra* üzerinde bulunduğu bildirilmiştir. Araştırma alanında bu böceğe yoğun şekilde rastlanmaktadır (Çanakçıoğlu ve Mol, 1998, Yaşar ve Küçükçakal, 2013).

##### Kabukta Zarar Yapan Böcekler:

**Akdeniz Çam Kubuk böceği (*Orthotomicus erosus*):** Akdeniz Çam Kubuk böceği Coleoptera takımının Scolytidae familyasındandır. Başta kızılçam olmak üzere tüm çam türlerinde zarar yapar. *O. erosus*,



Akdeniz ikliminin görüldüğü tüm alanlarda çam meşcerelerinin en önemli zararlı böceklerinden biridir. Bu tür sekonder zararlı bir böcektir. Kış yağışlarının az olduğu, ılık ve kurak geçen kışların birbirini takip ettiği, isteklerine uygun olmayan yetiştirme ortamında yetiştirilmeye çalışıldığında, sıg ve kumlu toprakların olduğu yerlerde, kar kırması ile kurutucu rüzgârların etkisi altında kalmış veya mantar ve çam kese böceği tarafından zarar görmüş olan bütün yaş sınıflarında bu böceğe rastlamak mümkündür. Bu böceğe karşı araştırma alanında her yıl Nisan ayından Kasım ayına kadar feromon mücadelesi yapılmaktadır (URL 2).

***Hylurgus ligniperda* (Fabricius, 1787):** *Hylurgus ligniperda* böceği Coloptera takımının Scolytidae familyasındandır. Sekonder zararlı bir böcek. Özellikle çeşitli edafik ve iklimik problemler yüzünden ya da çeşitli mantar ve çam kese böceği tarafından zayıf düşmüş çam ağaçlarının kabuklarında veya açıkta bulunan kök kısımlarında zarar yapar. Bu böceğin varlığı feromon tuzaklarına düşmesiyle fark edilmiştir. Feromon tuzaklarına Akdeniz Çam Kabuk Böceği miktarından çok daha az sayılarda düşmektedir (URL-3).

***Hylurgus micklitzi* (Wachtl, 1881):** *Hylurgus micklitzi* böceği Coloptera takımının Scolytidae familyasındandır. Sekonder zararlı bir türdür. Yetiştirme ortamının bozuk olduğu kızılçam, karaçam, halep çamı ve fıstık çamlarında zarar yapmaktadır (Sarıkaya ve Avcı, 2011).

***On İki Dişli Çam Kabuk Böceği (Ips sexdentatus* (Boerner, 1776)):** On iki dişli çam kabuk böceği Coloptera takımının Scolytidae familyasındandır. Türkiye'de *Picea orientalis*te epidemiy yapmakta, bunun yanında çam (özellikle *Pinus nigra*, *P. brutia* ve *P. sylvestris*) ile göknar türlerinde de zarar yapmaktadır. Özellikle kabuğu kalın olan ağaçları tercih eder. İnce kabuklu ağaçlara da gitmektedir. Yumurta bırakmak için hastalıklı, rüzgâr ve fırtına devriği, yanık alanlar, diğer böcekler tarafından tahrip edilmiş veya fizyolojik bakımdan zayıflamış ağaçları tercih eder. Sekonder zararlı bir böcek olmasına rağmen kolaylıkla çoğalarak primer zararlı bir vaziyet alır ve sağlıklı ağaçlara da zarar verir. Ağaçlara vermiş olduğu zarar ilk olarak tepe kısmında başladığı görülür. Ülkemiz ladin ormanlarında küçük gruplar halinde ağaçları kurutarak kapalılığın kırılmasına ve meşcere yapısının bozulmasına sebebiyet verir. Araştırma alanında diğer kabuk böcekleri kadar çok olmamakla beraber feromon tuzaklarına düştükleri görülmektedir (Bouhot ve ark, 1988).

**Büyük Orman Bahçivanı (*Tomicus piniperda* (L.)):** Büyük Orman Bahçivanı Coloptera takımının Scolytidae familyasındandır. Ülkemizde çam

türlerinde zarar yapmaktadır. Ormancılığımız açısından önemli bir böcektir. Sekonder zararlılardandır. Bu yüzden sağlık durumları bozulmuş, dikili ağaçlarda zarar yapar. Olgunluk yiyimi yapmak amacıyla mayıs sürgünlerine giderek primer zarar oluşturur. Bu tür özellikle çeşitli tırtıllar tarafından zarar verilmiş çam türleri için çok tehlikeli olabilir. Araştırma alanında daha öncesinden çam kese böceği ve sürgün bükücüsü larvaları tarafından zarar uğratılmış ağaçlarda bu böceklere rastlanmıştır. Bu tür diğer kabuk böceklerinin aksine feromon üretmez. (Çanakçıoğlu ve Mol, 1998, Kennedy ve McCullough, 2012).

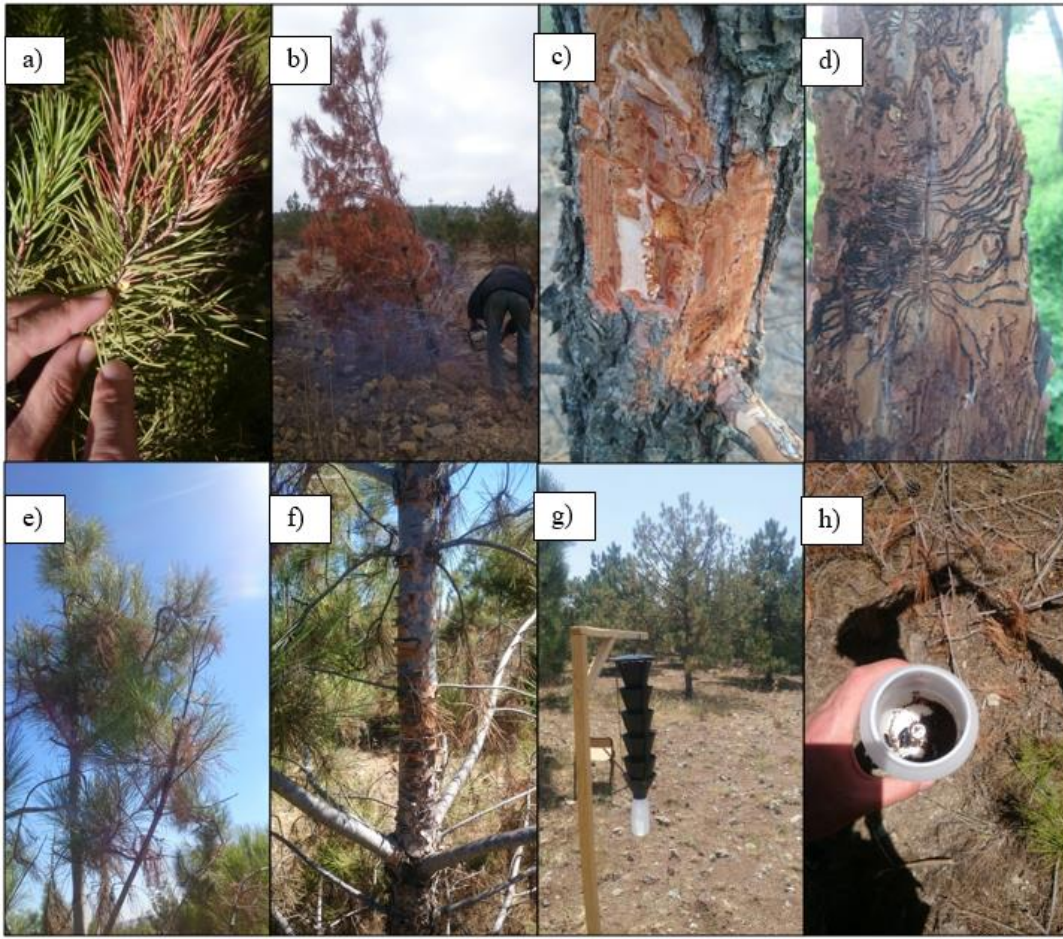
***Tomicus destruens* (Wollaston, 1865):** *Tomicus destruens* Coloptera takımının Scolytidae familyasındandır. *Pinus brutia*, *Pinus canariensis*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, *Pinus pinea*, *Pinus radiata*, *Pinus sylvestris* türlerinde zarar yapmaktadır. Bu tür ile büyük orman bahçivanı morfolojik olarak birbirine çok benzemektedir. *T. piniperda* erken ilkbaharda, *T. destruens* ise sonbahar ile erken kış arası uçmaktadır. Bu türe özellikle *Pinus pinea* türleri üzerinde rastlanmaktadır (URL 4; Sarıkaya ve Avcı, 2010).

#### Sahada Görülen Mantar Hastalıkları:

**2.2.1. *Melampsora piniturqua* (Çam Sürgün Bükücü Pası):** Genç çam ağaçlarında görülen (özellikle 1-10 yaşlarında) bir mantar hastalığıdır. Sürgünlerin ilk büyüme başlangıcında 1-3 cm uzunluğunda sarı lekeler oluşur. Bu lekeler nedeniyle kabukta Haziran ayında çatlamalar görülür.

Kabuğun çatlaması sebebiyle desteğini kaybeden sürgün karşı taraftaki sürgün kısmının büyümesine devam etmesi sonucu aşağı doğru kıvrılır ve sarkık bir vaziyet alır. Daha sonra sürgün doğrularak yukarı doğru büyümesine devam eder fakat bu arada S şeklini almış olur. Bu arada birçok sürgün ölür ve ağaçların çalı formunda kalmasına sebep olur. Sahada birçok çam ağacında hastalığın tipik belirtisi olan S şeklinde sürgünler görülmektedir (Çanakçıoğlu ve Eliçin, 1998).

***Diplodia pinea*:** Yetiştirme ortamı şartlarının kötü olduğu fazla gölgeye maruz kalma gibi durumların olduğu şatlarda görülen bir mantar hastalığı. Ağaçlandırma alanlarında bu hastalıktan egzotik türler daha fazla etkilenmektedir. 25 yaş üstü çamlar bu hastalıktan daha fazla etkilenmektedir. Her yaş grubunda çam ağaçları toprağın sıkı, fakir ve verimsiz, drenajın az olduğu ve kurak mıntikalarda yapılmış ağaçlandırmalarda hastalıktan etkilenme oranı artmaktadır. Özellikle kökler çeşitli sebeplerle toprakta bulunan bazı kimyasal ve mekanik zararlılardan etkilenmişse besin yetersizliğiyle beraber ağacın hastalığa karşı direnci düşmektedir (Günay, 2001).



Şekil 3. Ağaçlandırma sahasında tespit edilen bazı zararlılar ve zararları (a= *Tomicus piniperda*-büyük orman bahçivani; b= kuruyan ağaçların alandan uzaklaştırılması; c= *Orthotomicus erosus*-Akdeniz çam kabuk böceği zararı; d= Akdeniz çam kabuk böceğinin larva yolları; e= *Melampsora pinitorqua*- sürgünlerin bükülmesi; f= kabuğu zarar gören kızıl çam ağacı; g= Araştırma alanındaki Feromon tuzakları; h= tuzakta yakalanan böcekler).

Kahramanmaraş Elmalar Yeşil kuşak sahasında yapılan ağaçlandırma çalışmalarında yoğun olarak kullanılan *Pinus brutia* var. *elderica* dünya da birçok ağaçlandırma çalışmalarında kuraklığa dayanıklı olduğu gerekçesiyle kullanılmış bir türdür. Bu türün kullanıldığı yerlerden birisi de Amerika Birleşik Devletlerinin Texas Eyaletidir. 1960'lı yıllarda kuraklığa dayanıklı olduğu gerekçesiyle bu tür kullanılmış ve bunun sonunda birtakım böcek ve mantar hastalıklarıyla karşılaşmıştır. Karşılaşılan bu zararlılar *Rhyacionia neomexicana*, *Chionaspis pinifoliae*, çeşitli kabuk böcekleri, *Diplodea pinea*, *Phymatotrichopsis omnivora* gibi mantar hastalıklarıdır (URL-5). Araştırma alanında görülen biyotik zararlılarla Amerika'da yapılan ağaçlandırma çalışmalarında görülen biyotik zararlılar arasında çok yakın benzerlikler olduğu görülmektedir. Araştırma alanında ileriki dönemlerde magnezyumun zehir etkisinden dolayı kökler gerekli besin maddelerini alamadığı için mantar ve böcek zararlarına karşı koyamamaktadır.

Topraklardaki Mg fazlalığı toprakların yararlanılabilir Ca miktarını ve bitkiler tarafından alınabilir K miktarını olumsuz etkilemektedir. Toprakta Mg miktarının fazla oluşu zehir etkisine neden olduğu için Ca mineralinin bitkiler tarafından alınımı engellemektedir (Proctor, 1971). K noksanlığı, bitkilerde büyüme geriliğine, çiçeklenmenin zayıflamasına ve yapraklarda sararmalara neden olurken, Ca noksanlığı da bitkilerin vejetasyon periyodu boyunca zayıf büyümesine ve hatta ölmesine neden olabilmektedir.

Ayrıca elde edilen verilere bakıldığında P eksikliği özellikle yaşlı yapraklarda sararma, kalın ve dik yaprak görünümü, bodur büyüme, mavimsi yeşil veya mor renk oluşumu gözlenmektedir.

## SONUÇLAR

1. Günümüzde küresel ısınma, çevre ve hava kirliliği, erozyon, karbon salınımı gibi sorunlarla başa çıkabilmenin en önemli yollarından birisi

ağaçlandırma çalışmalarıdır. Bu çalışmalar yapılırken ağaçlandırma etüt projelerinin çok iyi yapılması gerekmektedir. Bilhassa serpantin toprakları kimyasal, fiziksel, hidro-fiziksel ve biyolojik özellikler bakımından uygun yetiştirme ortamı koşulları oluşturmadığı için bu alanlarda çok yönlü toprak ıslahı çalışması yapılmalıdır.

2. Çalışma sonucunda abiyotik zararlılardan toprak özelliklerinin ve iklim özelliklerinin ağaçlandırma çalışmaları sonucu alana dikilen ağaçlarda olumsuz etklere neden oldukları, zayıf düşen ağaç türlerine sekonder zararlılar olan böcek ve mantarların yerleşerek popülasyonlarındaki artışa neden oldukları anlaşılmıştır.
3. Sertantın habitatlarının hassas alanlar olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bu doğal alanlardaki biyotanın yoğunlaştırılması, çeşitlilik ve endemizm korunması farklı tür ağaçlandırmalarına karşı daha uygun olabilmektedir.
4. Sertantin anakayasına yapılacak ağaçlandırmalarda tür seçiminde serpantin sendromu sonucu ortaya çıkan kalsiyum eksikliğine, kuraklığa, zayıf toprak kalitesine, ağır metal fazlalığına ve güneşin etkisine karşı fenotip ve genotip bakımından toleranslı bitki türlerinin seçilmesi ekolojik ve ekonomik açıdan oldukça önem arz etmektedir.
5. Ağaçlandırma yapılması düşünülen serpantin sahaları çıplak ve erozyona duyarlı alanlar olduğu için doğal erozyonu önlenmelidir. Bunu engellemek için 0-30 cm derinliğine kadar malçlama yöntemi ile toprak karıştırılarak ıslah edilme çalışmaları yapılabilir. Bu alanlara uygun türler seçilerek yeniden ağaçlandırılmalı ve ilk yıllar (fidan adaptasyonuna yardımcı olmak amacıyla) sulama ve gübreleme çalışmaları ile fidanlar desteklenebilir. Örneğin; Malek ve ark. (2011) ladin meşcerelerinde yaptıkları N, P ve K gübrelemeleri ile ölmekte olan ladin meşcerelerinin kurtarmıştır.
6. Orman ekosistemlerinin gelişimini ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için toprak koşullarının bilinmesi ve sürekli izlenmesi gereklidir.
7. Sertantinler üzerinde yayılış gösteren bitkiler, özellikle de endemik bitkiler tüm dünyada taranmakta ve bu türlerin bazıları ekonomik değer taşımaktadır. Bu türler insanlar tarafından ağır metaller bakımından kirletilmiş alanların bu bitkiler tarafından temizlenmesi için kullanılmaktadır. Araştırma alanında gözlemlenen *Silene*, *Alyssum*, *Thlaspi*, *Cochleria* gibi türler nikel akümülatörü olarak bilinirler ve yapılan çalışmalarda bu türler üzerinde nikel içeriğinin %2'yi geçtiği bulunmuştur (Avcı, 2005). Araştırma alanının yukarıda açıklanan duruma

göre bu bitkiler bakımından taranması ve araştırılması gerekmektedir.

8. Bu sahalar üzerinde ekstrem toprak koşullarına karşı genetik çözümler üretmiş bazı bitkiler yaşama imkanı bulmuştur. Bu bakımdan bu alanlar endemik türler bakımından zengindir. Aynı zamanda bu alanlar biyolojik çeşitlilik açısından önemlidir. Son yapılan çalışmalara göre Sertantin habitatlarına özgü takson sayısı 248 olarak bulunmuş ve bu sayının daha da artacağı tahmin edilmektedir (Özdeniz ve ark., 2017). Yine bu alanlarda yüksek oranda nikel biriktiren bitkiler üzerinde beslenen böceklerin de tespit edilmesi gerekmektedir. Ortaya çok sayıda endemik böcek türlerinin çıkacağı düşünülmektedir. Küba ve Amerika'da yapılan çalışmalarda bu özel habitatlarda bulunan böceklerin üzerinde yüksek oranda nikel bulunduğu tespit edilmiştir (Rascio ve Navari-Izzo, 2011). Sertantin içeren alanların dar bir görüşle ağaçlandırılması yanlıştır.
9. Araştırma alanında eskiden kalma çok sayıda *Quercus coccifera* türlerine rastlanmıştır. Yapılan literatür taramasında serpantin alanlarda sert yapraklı türlerin bu alanlarda daha iyi yetiştiği belirtilmektedir. Bu yüzden serpantin alanlarda ağaçlandırma çalışmalarında sert yapraklı türlere ağırlık verilmesi gerekliliği çalışma sonucunda tespit edilmiştir.

## TEŞEKKÜR

Kabuk böceklerinin teşhisinde Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Orman Entomolojisi ve Koruma Anabilim Dalından Doç. Dr. Oğuzhan SARIKAYA'ya ve OGM Orman Zararlıları ile Mücadele Şube Müdürü biyolog Yaşar AKSU ya, Anakaya teşhisi için Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Dr. Öğretim Üyesi Tamer RIZAOĞLU'na teşekkür ederiz.



## KAYNAKLAR

- Anonim 1992. Orman Genel Müdürlüğü. Yeşil Kuşak Ağaçlandırma Çalışmaları, Tamim No:10.
- Anonim 1994. Npag Data: Hylurgus Ligniperda Red-Haired Bark Beetle. [https://pestalert.org/storage/H\\_ligniperda\\_ds94.pdf](https://pestalert.org/storage/H_ligniperda_ds94.pdf)
- Anonim 2004. Orthotomicus erosus. <http://www.fao.org/docrep/011/i0640e/i0640e10r.pdf>
- Anonim 2011. **Tomicus destruens**. [https://wiki.bugwood.org/Tomicus\\_destruens](https://wiki.bugwood.org/Tomicus_destruens)
- Avcı M 2005. Çeşitlilik Ve Endemizm Açısından Türkiye'nin Bitki Örtüsü. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi, 13:27-55.
- Blake GR 1965. Particle density. In: *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods*, ed. A Klute, Agronomy Monograph 9, American Society of Agronomy-Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, pp. 371-373.

- Brearely F 2005. Nutrient limitation in a Malaysian ultramafic soil. *Journal of Tropical Forest Science*, 17(4): 596-609.
- Bouhot L, Lieutier F, Debouzie D 1988. Spatial and temporal distribution of attacks by *Tomicus piniperda* L. and *Ips sexdentatus* Boern. (Col., Scolytidae) on *Pinus sylvestris*. *Journal of Applied Entomology*, 106 (1-5): 356-371.
- Bouyoucos GJ 1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. *Agronomy Journal*, 54: 464-465.
- Brooks RR 1987. In *Serpentine and Its Vegetation*, ed. TR Dudley. Portland, OR: Dioscorides. 454 pp.
- Brooks RR, Yang XH 1984. Elemental levels and relationships in the endemic serpentine flora of the Great Dyke, Zimbabwe and their significance as controlling factors for this flora. *Taxon*, 33:392-99
- Çanakçıoğlu H, Eliçin G 1998. Fitopatoloji Özel Bölüm. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:456, İstanbul, 322s.
- Çanakçıoğlu H, Mol T 1998. Orman Entomolojisi, Zararlı ve Yararlı Böcekler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 542s.
- Günay İ 2001. Çamlarda Dilodia (*Diplodia pinea* Desm.) Hastalığı. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, DOA DERGİSİ (Journal of DOA), 7: 1-12.
- Hızalan E, Ünal H 1965. Topraklarda önemli kimyasal analizler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:278, Ankara, Yrd. Ders Kitabı No:97.
- Hoover GA 2004. European Pine Shoot Moth. Entomological Notes Department of Entomology, College of Agricultural Sciences. <https://ento.psu.edu/extension/factsheets/pdf/euPineShootMoth.pdf>
- Janzen HH 2004. Carbon cycling in earth systems—a soil science perspective. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 104:399-417.
- Jenny H 1980. *The Soil Resource: Origin and Behavior*. *Ecol. Stud.* 37:256-59. New York: Springer-Verlag. 377 pp.
- Kennedy AA, McCullough DG 2012. Phenology of the Larger European Pine Shoot Beetle *Tomicus piniperda* (L.) (Coleoptera: Scolytidae) in Relation to Native Bark Beetles and Natural Enemies in Pine Stands. *Environmental Entomology*, 31(2): 261-272.
- Krause W 1958. Andere Bodenspezialisten. In *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, ed. G Michael, Berlin: Springer-Verlag, 4:758-806.
- Krückeberg AR 1954. The ecology of serpentine soils: A symposium. III. Plant species in relation to serpentine soils. *Ecology* 35:267-74.
- Krückeberg AR 1985. *California Serpentine: Flora, Vegetation, Geology, Soils, and Management Problems*. Berkeley: Univ. Calif. Press. 180 pp.
- Krückeberg AR 2002. The influences of lithology on plant life. In *Geology and Plant Life: The Effects of Landforms and Rock Type on Plants*, Seattle/London: Univ. Wash. Press. 362 pp.
- Loew O, May DW 1901. The relation of lime and magnesia to plant growth. *U.S. Dep. Agric. Bur. Plant Ind. Bull.* 1:1-53
- Małek S, Januszek K, Barszcz J, Błońska E, Wanic T, Gašienica-Fronek W, Kroczeck M 2011. Preliminary assessment of the ecochemical condition of soils after fertilization of younger spruce *Picea abies* (L.) H. Karst. stands in the Beskid Śląski and Żywiecki Mts. *Folia Forestalia Polonica, A*, 53(2): 93-104.
- Marrs RH, Proctor J 1976. The response of serpentine and nonserpentine *Agrostis stolonifera* L. to magnesium and calcium. *Journal of Ecology*, 64:953-64
- Moody JB 1976. Serpentinization: a review. *Lithos*, 9:125-138.
- O'Hanley DS 1996. *Serpentinities: Records of Tectonic and Petrological History*. New York: Oxford University Press.
- Özdeniz E, Özbey BG, Kurt L, Bölükbaşı A 2017. Serpentin Ekolojisi ve Türkiye Serpentin Florası'na Katkıları. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 5 (1): 22 - 33.
- Proctor J 1970. Magnesium as a toxic element. *Nature*, 227:742-43
- Proctor J 1971. The plant ecology of serpentine. II. Plant responses to serpentine soils. *Journal of Ecology*, 59:397-410.
- Proctor J, Woodell SRJ 1975. The ecology of serpentine soils. *Advance Ecological Research*, 9:255-365.
- Proctor J 2003. Vegetation and soil and plant chemistry on ultramafic rocks in the tropical Far East. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 6(1-2): 105-124.
- Rascio N, Navari-Izzo F 2011. Heavy metal hyperaccumulating plants: How and why do they do it? And what makes them so interesting? *Plant Science*, 180(2): 169-181.
- Ritter-Studnička H 1968. Die serpentinomorphosen der flora bosniens. *Bot. Jahrb.* 88: 443-65.
- Sarıkaya O, Avcı M 2010. Distribution and biology of the Mediterranean Pine Shoot Beetle *Tomicus destruens* (Wollaston, 1865) in the Western Mediterranean region of Turkey. *Türk. Entomol. Dergisi*, 34 (3): 289-298.
- Sarıkaya O, Avcı M 2011. Bark beetle fauna (Coleoptera: Scolytinae) of the coniferous forests in the Mediterranean region of Western Turkey, with a new record for Turkish fauna. *Türk J Zool*, 35(1): 33-47.
- Şahin K, Avcıoğlu B 2017. Türkiye Çölleşme Risk Modeli. 2023'e Doğru 4. Doğa ve Ormancılık Sempozyumu Bildiri Kitabı. TMMOB Orman Mühendisleri Odası, 3-6 Aralık, Antalya.
- URL1. <https://services.countyofnapa.org/AgendaNet/DownloadDocument.aspx?type=BOS&doctype=ATTACHMENT&id=30584>
- Ülgen N, Ateşalp M 1972. Toprakta Bitki Tarafından Alınabilir Fosfor Tayini, Köy İşleri Bakanlığı, Toprak Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre

- Araştırma Enstitüsü, Teknik Yayınlar Serisi, Sayı 21, Ankara, 17 s.
- Walker RB 1948. A study of serpentine soil infertility with special reference to edaphic endemism. Univ. Calif., Berkeley, PhD thesis, 101 pp.
- Walker RB 1954. The ecology of serpentine soils: A symposium. II. Factors affecting plant growth on serpentine soils. *Ecology*, 35:259–66.
- Walker RB, Walker HM, Ashworth PR 1955. Calcium-magnesium nutrition with special reference to serpentine soils. *Plant Physiol.* 30:214–21
- Walkley A, Black A 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37: 29–38.
- Yaşar, B., Küçükçakal, Ü. 2013 Isparta ili park ve süs bitkilerinde zararlı Diaspididae (Hemiptera: Coccoidea) türleri. *Türk. Entomol. Bült.*, 3 (3):161-168.

## Examination of Some Biochemical Properties of Honeys in Mutki (Bitlis-Turkey)

Ayşe Dilek ÖZŞAHİN KİREÇÇİ<sup>1</sup>  Oğuz Ayhan KİREÇÇİ<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Bitlis Eren University, Faculty of Science and Arts, Bitlis, <sup>2</sup>Bitlis Eren University, Hizan Vocational School, Bitlis, Turkey  
✉: molekuler@gmail.com

### ABSTRACT

In this study, the sugar content, total phenolic content, flavonoid types and levels of hydroxymethylfurfural (HMF), proline of 13 honey samples collected from Bitlis-Mutki were analyzed. The Mutki district is at 1500 altitude and has terrestrial climate characteristics. In winter there is heavy snowfall and the summers are hot and dry. According to the sugar analysis of honey samples, the samples contained arabinose, fructose, glucose, sucrose and maltose. Glucose and fructose were found at the maximum amount, but sucrose at the minimum level in the samples. In addition, two comparative antioxidant assays, namely DPPH and ABTS radicals scavenging assay, were applied to detect the antioxidant power of honey samples. The antioxidant and chemical properties in Bitlis-Mutki's honeys make it to be high added value and excellent quality product. In conclusion, it was observed that the results were in accordance with the EU standards as well as the Turkish Food Codex Honey Notification.

DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.423630

### Article History

Received : 15.05.2018

Accepted : 16.07.2018

### Keywords

Antioxidant capacity,  
Flavonoid,  
HMF,  
Mutki honey,  
Sugar

### Research Article

## Mutki (Bitlis-Türkiye) Ballarının Bazı Biyokimyasal Özelliklerinin Araştırılması

### ÖZET

Bu çalışmada, Bitlis-Mutki'den toplanan 13 bal örneğinin şeker içeriği, total fenolik içeriği, flavonoid türleri ve hidroksimetilfurfural (HMF) düzeyleri ölçüldü. Mutki ilçesi 1500 rakıma sahiptir. Mutki karasal iklim özelliklerine sahiptir. Kış aylarında yoğun kar yağışı olup, yazları sıcak ve kuraktır. Bal örneklerinin şeker analizi sonuçlarında arabinoz, früktoz, glukoz, sukroz ve maltoz bulundu. Bal örneklerinde glukoz ve früktozun maksimum düzeyde, sukrozun ise minimum seviyede bulunduğu belirlendi. Buna ek olarak, bal örneklerinin metanolik ekstraktlarının DPPH ve ABTS radikallerini temizleme aktiviteleride incelenmiştir. Bitlis-Mutki'nin ballarındaki antioksidan ve kimyasal özellikler, onları yüksek katma değerli ve mükemmel kalitede ürünler haline getirmektedir. Sonuç olarak, sonuçların AB standartlarına ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine uygun olduğu görülmüştür.

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi: 15.05.2018

Kabul Tarihi : 16.07.2018

### Anahtar Kelimeler

Antioksidan kapasite,  
Flavonoid,  
HMF,  
Mutki balı,  
Şeker

### Araştırma Makalesi

**To cite:** Kireççi OA, Özşahin Kireççi, AD 2018. Examination of some biochemical properties of honeys in Mutki (Bitlis-Turkey). KSÜ Tar Doğa Derg 21(6) : 936-943, DOI : 10.18016/ksutarimdog.vi.397124:

### INTRODUCTION

Honey is unique product containing natural rich source of amino acids, vitamins, minerals, biologically active compounds and sweet concentrated solution of readily available sugars produced by honey bees (Nayik and Nanda, 2015). Naturally, honey has been traditionally recognized as a valuable source of energy. Being a complex food product, the composition of honey depends on not the only floral source, but also many factors geographical origin, climatic conditions, storage period, temperature as well as environmental factors (Nayik and Nanda, 2015).

Honey is known to be rich in antioxidants, including flavonoids, phenolic acids, carotenoid derivatives, organic acids, Maillard reaction products, amino acids and proteins (Gheldof et al., 2002; Lachman et al., 2010; Schramm et al., 2003). Honey is considered a part of apitherapy since early human, and has recently been used in treatment of burns, gastrointestinal disorders, chronic wounds, asthma, skin ulcers, cataracts etc. due to its antimicrobial, antioxidant, antiviral, anti-inflammatory, anticancer and immunosuppressive activities (Subrahmanyam et al., 2001; Kucuk et al., 2007). Both animal studies and clinical trials in different

parts of the world revealed some highly promising results regarding the healing potential of honey (Subrahmanyam et al., 2001; Kucuk et al., 2007; Nayik et al., 2015). The Mutki district is at 1500 altitude and has terrestrial climate characteristics. In winter there is heavy snowfall and the summers are hot and dry. In the district, there are 10.500 hives and thus Mutki can produce about 150 tons of honey per year. The land structure consists of mountainous, wooded, steep valleys and hills. The general plant cover of the town is forest (about 40%), agricultural land (about 10%), and remaining being meadow, pasture, steppe and rocky.

Due to features such as its geographical position, climatic conditions and three seasons of the year being suited to honey production, Turkey is one of the richest regions of the world in terms of honey production and floral variety. It is home to a wide variety of nectar and honeydew honey types, both monofloral and multifloral. The purpose of this study was to reveal the chemical characterizations and antioxidant activities of honey samples from Mutki (Bitlis-Turkey) and to identify honeys with a high apitherapy potential for future studies. So far, no research has been conducted to determine the total phenolic, sugar content, flavonoid types, levels of HMF with prolin and antiradical scavenging of Mutki region honeys. In the present study, we investigated the above mentioned constituents of honey samples collected from thirteen different regions of Mutki.

## MATERIAL and METHODS

### Honey Materials

Thirteen varieties of honey samples were collected from Mutki-Bitlis of Turkey (harvested in 2015) through the producers. Fresh honey samples were weighted as 250 g, packed and sealed in glass bottles, were purchased from local producers and stored at 4°C. The samples were analyzed as soon as they were received in the laboratory. None of the samples exceeded the storage period beyond six months. The honey samples were kept at ambient temperature (25 ±2°C) overnight before the analyses.

### Chromatographic conditions for flavonoid analysis

Initially, 1 g of a sample was dissolved in 10 mL of 80% methanol, homogenized by centrifuging at 5,000 rpm for 5 min at 4°C and filtered through a filter paper. Chromatographic analysis was carried out using PREVAIL C18 reversed-phase column (15 × 4.6 mm) 5 µm diameter particles. The mobile phase was methanol/water/acetonitrile (46/46/8, v/v/v) containing 1.0% acetic acid (Zu et al., 2006). The mobile phase was filtered through 0.45 µm membrane filters (Millipore), then diaurated ultrasonically prior to use. Catechin, naringin, rutin, myricetin, morin and quercetin were quantified by DAD detector following RP-HPLC separation at 280 nm for catechin and naringin, 254 nm for rutin, myricetin, morin and quercetin. The flow rate and injection volumes were 1.0 mL/min and 10 µL,

respectively. The chromatographic peaks of the analyses were confirmed by comparing their retention time and UV spectra with those of reference standards. Quantification was carried out by peak area integration using the external standard method. All chromatographic operations were carried out at an ambient temperature of 25°C.

### Determination of sugars using liquid chromatography

10 g of fresh honey samples were homogenized in 100 mL of distilled water. Homogenates were centrifuged at 5,000 rpm for 5 min at 4°C and the supernatant collected. Sugar concentrations in the combined extracts were determined using high performance liquid chromatography (HPLC) with a refractive index detector (RID). The mobile phase was acetonitrile/water (75/25, v/v) and elution was performed at a flow-rate of 1 mL/min, at 40°C constant column temperature (Ozsahin and Yilmaz, 2010). The column used was a supelcosil-NH<sub>2</sub>, (25 × 4.6 mm, 5 µm, Sigma, USA). The analyses were performed in triplicate batches. Prior to the quantitative and qualitative determination of sugars in the sample, standard solutions of different sugars were prepared: sucrose, maltose, glucose and fructose. These standard solutions were used in the preparation of calibration curves for each corresponding sugar and used for assessing the concentrations corresponding to the different peaks in the chromatograms.

### Antioxidant assay by DPPH radical scavenging activity

The 2 g of honey sample was dissolved in 10 mL of distilled water. Homogenates were centrifuged at 5,000 rpm for 5 min at 4°C and filtered through a filter paper. The free radical scavenging activities of the extract was assessed by the discoloration of the methanolic DPPH· solution according to the method of Brand-Williams et al., (1995). A solution of 25 mg/L DPPH in methanol was prepared and 4.0 mL of this solution was mixed with 100 and 250 µL of the extract in DMSO. The reaction mixture was stored in darkness at room temperature for 30 min. The absorbance of the mixture was measured spectrophotometrically at 517 nm. The ability to scavenge DPPH radical was calculated by the following equation: DPPH radical scavenging activity (%) = [(Abs control - Abs sample)/(Abs control)] × 100 where Abs control is the absorbance of DPPH radical + methanol; Abs sample is the absorbance of DPPH radical + sample extract/standard.

### ABTS+ cation radical scavenging

The ABTS test was performed according to the methodology by Re et al., (1999). The cation radical ABTS<sup>+</sup> was synthesized by the reaction of a 7 mM ABTS solution with a 2.45 mM potassium persulfate solution. The mixture was kept at 23°C in the dark room for 16 h. Afterwards, the ABTS<sup>+</sup> solution was diluted with ethanol until an absorbance (A) of 0.7 at 734 nm was

reached in a UV–VIS spectrophotometer. Aliquots of 2.7 mL from the ABTS<sup>+</sup> solution were added, immediately after being prepared, to the sample solutions diluted in methanol to reach final concentration range of 0.1 and 0.5 mg/mL. After 10 min, the percent inhibition of absorbance at 734 nm was calculated for each concentration, relative to blank. The scavenging capability of the ABTS<sup>+</sup> radical (%AS) was calculated using the following equation:

$$\% AS = 100(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}}$$

where  $A_{\text{control}}$  is the control absorbance obtained from the ABTS<sup>+</sup> radical alcoholic solution, and  $A_{\text{sample}}$  is the radical absorbance in the presence of the sample or the Trolox standard.

### Total phenolic content

The total phenolic content was determined by the Folin–Ciocalteu method (Singleton et al., 1999). Thirty microlitres of honey solution (0.1 g/mL) were mixed with 2.37 mL of milli Q water and 150  $\mu$ l of 0.2 N Folin–Ciocalteu reagent. The solution was thoroughly mixed by vortexing and incubated for 2 min at room temperature. Four hundred and fifty microlitres of sodium carbonate solution (0.2 g/mL) were added to the reaction mixture and further incubated for 2 h at ambient temperature. The absorbance was measured at 765 nm using a spectrophotometer (Agilent Cary 60 Uv Vis G6860 A). The total phenolic content was determined by comparing with a standard curve prepared using gallic acid (0–200 mg/L). The mean of at least three readings was calculated and expressed as mg of gallic acid equivalents (mg GAE)/100 g of honey.

### Determination of 5-hydroxymethylfurfural (HMF) content

5-HMF contents of the honey samples were determined according to the modified method of Zappalà et al., (2005). Ten grams of honey sample was diluted with the addition of 40 mL distilled water, filtered with 0.22  $\mu$ m filter and injected to an HPLC (Shimadzu, Kyoto, Japan). C18 column, 5  $\mu$ m and 4.6  $\times$  250 mm, was used for 5-HMF analyze. The mobile phase, flow rate and injection volume were 95% acetic acid solution (1%) and 5% acetonitrile, 1 mL/min and 20  $\mu$ L, respectively. The wavelength of the detector was set at 284 nm. The 5-HMF concentration was determined by using a standard calibration curve.

### Proline content

The proline content was determined based on its reaction with ninhydrin which forms a colored complex. After adding 2-propanol, the absorbance of the sample solution and a reference solution at 510 nm using spectrophotometer was determined. Results were expressed in proline milligrams per kilograms of honey (Codex Alimentarius Commission 2001).

### Statistical analysis

One-way analysis of variance (ANOVA) and Post Hoc Tukey-HSD test were used to determine differences between groups. Results are presented as mean  $\pm$  S.E.M. Values were considered statistically significant if  $P < 0.05$ . The SPSS/PC program (Version 15.0; SPSS, Chicago, IL) was used for the statistical analysis.

## RESULTS

### Flavonoids, Total Phenolic, Hydroxymethylfurfural (HMF) and Proline Contents of Mutki Honey

Flavonoid analysis determined that catechin, morin and naringenin were present in all honey samples (Table 1). Comparison of catechin contents showed that the H1 group had the highest content whereas other H8 and H13 groups were present at low levels. Among all the honey groups, the morin amount was highest in the H13 group whereas other H8 and H13 groups were present at lower levels. In honey samples; H2 and H12 groups contain a high level of naringenin flavonoid, although no significant difference was other groups (Table 1). These results demonstrate the variability in the quantities compounds based on honey type. When levels of total phenolics and total flavonoid were compared, it was found that the H6 group contained high levels of phenolic and flavonoid content, although no significant differences were found in the other groups (Table 1).

Comparison of HMF contents showed that the H3 and H9 groups ( $p < 0.0001$ ) has the lowest content whereas no difference was observed among the other groups (Table 1). When proline quantities are compared between groups; it was observed in all samples that this amino acid was present at certain ratios, but in the samples H7 and H8 there was proline at a significantly lower level ( $p < 0.001$ ;  $p < 0.0001$ ).

### Sugar Contents of Mutki Honey

Sugar analysis showed that arabinose, fructose, glucose and maltose were present in all honey samples (Table 2). When the amounts of sugars were compared, it was found that glucose and fructose were the most high sugar types. Comparison of arabinose contents showed that the H7 group had the highest content whereas other H1 and H12 groups were present at lower levels. It was also observed that fructose content was high in the H13 group, but not statistically significantly different among other groups (Table 2). Fructose is always quantitatively the most important sugar, followed by glucose. In the current study, glucose was lower than fructose in all the honey samples analyzed. When glucose contents were compared it was found glucose amount was significantly high in the H13 group and that there was no difference among honey groups. Statistical comparison of maltose contents indicated that H2, H5 and H8 groups contained significantly low amounts of this sugar and there was no significant difference between other groups. Among all the honey groups, the



sucrose amounts were highest in the H12 group whereas no difference was observed among the other groups (Table 2).

Table 1: Flavonoids, Total Phenolic, and Proline Contents of Mutki Honey

Honey Samples N=3	Catechin (µg/g)	Morin (µg/g)	Naringenin (µg/g)	Total Phenolic Content (µg/100 g)	HMF (µg)	Proline (mg/g)
Honey 1	389.83±0.15	3.05±0.02	12.22±0.09	17.82±0.2	0.20±0.03	1.55±0.10
Honey 2	356.27±0.23	4.77±0.01	2.77±0.06	23.85±0.6	0.20±0.02	1.35±0.09
Honey 3	190.27±0.36	7.88±0.05	1.22±0.01	19.33±0.1	0.07±0.00 <sup>cd</sup>	1.38±0.10
Honey 4	333.05±0.11	2.72±0.03	1.27±0.05	21.63±0.3	0.33±0.05	1.41±0.12
Honey 5	319.55±0.27	3.38±0.06	1.61±0.07	38.80±0.1	0.13±0.02	1.51±0.11
Honey 6	373.11±0.12	2.77±0.05	1.27±0.02	51.55±0.9	0.20±0.01	1.25±0.09
Honey 7	230.27±0.29	0.38±0.08	0.55±0.05	33.98±0.2	0.20±0.02	0.95±0.09 <sup>d</sup>
Honey 8	146.50±0.22	0.61±0.02	0.50±0.01	21.28±0.3	0.27±0.04	0.87±0.08 <sup>cd</sup>
Honey 9	198.05±0.38	7.83±0.03	1.27±0.06	30.15±0.6	0.07±0.00 <sup>cd</sup>	1.43±0.12
Honey 10	-	1.77±0.07	1.38±0.09	39.07±0.6	0.13±0.02	1.54±0.14
Honey 11	-	2.88±0.08	1.33±0.03	25.97±0.9	0.13±0.02	1.61±0.11
Honey 12	174.05±0.09	4.83±0.03	2.44±0.08	36.22±0.3	0.13±0.02	1.20±0.09
Honey 13	139.22±0.87	9.61±0.06	1.27±0.08	28.20±0.2	0.13±0.01	1.52±0.10
General average	219.24±9.97	4.04±0.44	2.24±0.22	29.83±0.09	0.17±0.01	1.35±0.78

cd: p<0.0001

Table 2: Sugar Content of Tested Honey (mg/10 g)

Honey Samples N=3	Arabinose	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose
Honey 1	13.85±0.04	349.46±0.25	253.97±0.11	13.83±0.03	10.80±0.04
Honey 2	19.93±0.06	343.18±0.31	246.60±0.15	15.97±0.05	8.95±0.04
Honey 3	24.41±0.05	344.31±0.18	247.04±0.12	10.62±0.02	10.04±0.02
Honey 4	22.12±0.06	353.84±0.26	245.23±0.17	14.60±0.06	13.98±0.05
Honey 5	27.34±0.03	336.90±0.20	243.89±0.15	18.40±0.06	8.50±0.02
Honey 6	28.40±0.05	342.28±0.15	241.23±0.09	15.64±0.04	11.18±0.06
Honey 7	177.86±0.15 <sup>cd</sup>	329.35±0.11	239.03±0.10	12.97±0.02	10.25±0.05
Honey 8	22.02±0.02	342.84±0.32	241.87±0.11	13.92±0.03	8.76±0.02
Honey 9	24.93±0.03	317.65±0.21	237.99±0.09	10.57±0.02	15.45±0.07 <sup>cd</sup>
Honey 10	27.73±0.03	347.12±0.25	250±0.12	16.19±0.07	9.63±0.03
Honey 11	19±0.02	346.49±0.30	256.84±0.16	15.71±0.05	14.60±0.06 <sup>cd</sup>
Honey 12	11.37±0.04	338.71±0.27	252.24±0.20	25.75±0.09 <sup>d</sup>	10.35±0.03
Honey 13	17.75±0.08	357.58±0.33	263.04±0.25	14.73±0.02	12.50±0.05
General Average	33.59±0.45	342.29±0.89	247.61±0.77	15.30±0.12	11.15±0.16

cd: p<0.0001

### Antioxidant Capacity of Mutki Honey Samples

In the present study, ABTS and DPPH assays were preferred to evaluate the antioxidant activities of honey samples from Mutki region. According to the results of DPPH free radical scavenging activity, all samples displayed antioxidant activity from 100 µl concentration (Table 3). The H11 had more significant radical cleaning characteristics than the other groups in 100 µl concentration. When the groups were compared depending on increasing concentration the group having the highest antioxidant capacity was the H6 group. When the radical scavenging activity of honey samples was compared at the interval of 250 µl

concentration, it was detected that the H6 group was more effective than other concentrations. The H6 and H12 groups were found to have more significant radical cleaning characteristics than the other groups in 250 µl concentration (Table 3). The ABTS assay is one of the most frequently used analytical strategies for antioxidant activity. The results of the determination of ABTS free radical scavenging are demonstrated in Table 3. The lowest radical scavenging activity was determined for sample H9. When the groups were compared depending on increasing concentration the group having the highest antioxidant capacity was the H5 group (Table 3).

Table 3: DPPH and ABTS radical scavenging effects of honey samples (%)

Honey Samples	DPPH (100 µL)	DPPH (250 µL)	ABTS (100 µL)	ABTS (250 µL)
Honey 1	80.06±0.09	69.37±0.06	82.27±0.05	59.53±0.02
Honey 2	69.78±0.02	74.39±0.03	61.14±0.09	69.56±0.06
Honey 3	38.16±0.1	45.87±0.21	47.90±0,11	63.02±0.12
Honey 4	79.60±0.06	78.12±0.02	70.28±0,06	60.52±0.05
Honey 5	76.95±0.09	75.85±0.24	66.52±0.06	82.45±0.07
Honey 6	76.48±0.03	85.09±0.02	82.63±0.03	61.68±0.02
Honey 7	41.74±0.11	53.48±0.13	56.85±0.27	69.83±0.07
Honey 8	64.33±0.09	72.77±0.06	65.17±0.07	71.44±0.06
Honey 9	24.45±0.02	32.90±0.09	33.12±0.03	54.88±0.04
Honey 10	81.31±0.08	75.36±0.04	77.08±0.08	67.68±0.05
Honey 11	80.53±0.17	76.50±0.05	59.00±0.21	74.40±0.05
Honey 12	72.43±0.07	79.42±0.04	61.77±0.08	70.10±0.02
Honey 13	44.86±0.06	52.84±0.01	61.24±0.02	70.72±0.07
General Avarage	63.9	67.07	63.46	67.37

## DISCUSSION

Honey is produced and largely used as an important energy food and medicinal source (El-Haskoury et al., 2017). Honey is a highly supersaturated solution of a complex mixture of sugars, it also contains a small amount of other constituents such as minerals, proteins, vitamins, organic acids, flavonoids, phenolic compounds (Sime et al., 2015). The determination of phenols, flavones and flavonols contents is an important criterion for determining the nutritional quality of honey; this composition depends on the botanical origin of honey (Fernandez-Torres et al., 2005; Habib et al., 2014; Escriche et al., 2014). Our results showed the richness of the all samples honey for these bioactive molecules. The phenolic content of our honey samples was similar to those reported in Yemen and Morocco honeys (75.13-246.21 mg/100 g) (Al-Mamary et al., 2002) and was higher than that obtained in from Brazil (61.16-111.37 mg GAE/100g) (Bueno-Costa et al., 2016), India (49-98 mg GAE/100 g) (Saxena et al., 2010), Serbia (27.44-61.42 mg GAE/100 g) and Algeria (15.84-61-63 mg/10 g) (Mouhoubi-Tafinine et al., 2016).

Sugar is the main components of honey which depend mostly on floral and geographical origins and less on seasonal, processing and storage conditions (Ouchemoukh et al., 2010; Dobre et al., 2012). Sugar composition has been used to discriminate honey samples on the basis of floral as well as the geographical origin (Gomez-Barez et al., 2000). In the study, sugar analysis showed that arabinose, fructose, glucose and maltose were present in all honey samples. Glucose and fructose were the major carbohydrates of all honey samples analyzed. Sucrose contents of the honey samples were in the range of 10.57 and 25.75 mg/100 g. None of the samples exceeded the European Codex Honey Standards, which is 5 g/100 g for honeys (Codex Alimentarius, 2001). A higher sucrose content observed in one honey sample can be attributed to

reasons such as overfeeding of honeybees with sucrose syrup, adulteration, or an early harvesting of honey, where sucrose has not been fully transformed into glucose (Anklam 1998; Saxena et al., 2010). In addition, a high sucrose concentration of honey, most of the time, means an early harvest of honey because sucrose has not been fully transformed to glucose and fructose by the action of invertase (Kucuk et al., 2007, Tornuk et al., 2013). Generally, the sugar composition of the honey is affected by the plant species flowers used by the bees, regional and climatic conditions (Mateo and Bosch-Reig, 1998). 5-HMF is a good indicator for honey freshness and/or overheating.

5-HMF can form at even low temperatures in acidic conditions by dehydration of sugar (Lee and Nagy, 1990). However, 5-HMF alone can not be used for the determination of the severity of the heat treatment. As the temperature of the thermal treatment and storage increase, its concentration increases drastically (Capuano and Fogliano, 2011). It was reported that there was not a direct relationship between the 5-HMF content of honey and its composition (Turhan et al., 2008). This statement may be true in the case of that only one factor such as sucrose concentration is considered and other factors such as pH, fructose and glucose concentration, phenolic contents of the honey are eliminated. However, several factors influence the levels of HMF, such as temperature and time of heating, storage conditions, pH and floral source, thus it provides an indication of overheating and storage in poor conditions (Fallico et al., 2006). Overall, 5-HMF content of honeys should be below 40 mg/kg according to the International Standards of Codex Alimentarius (2001). In the present study, the HMF of the thirteen examined Mutki honeys ranged from 0.07 to 0.20 µg/g. All honey samples had an HMF value lower than the above limit, and none showed values higher than 40 mg/kg.

Honey contains 20 amino acids with proline being the

highest quantities present. The amount of proline in honey is a marker of purity and its level decreases significantly in adulterated honeys. The level of proline has been reported to vary according to the honey flora, but this is more closely associated with the bees' work performance (Cotte et al., 2004; Can et al., 2015). Experimental studies have reported that honey from bees fed on sugar water exhibit low proline values (Cavrar et al., 2013). According to honey codices, the desired level of proline in honey is 250 mg/kg, although the level is much higher in quality honeys and the codices need to be revised (Codex, Standard 2001). The proline amount for the honey samples used in our study varied between the interval 0.87 mg/g- 1.61 mg/g. When the results from our study were compared; it can be stated that the proline amount of the honey samples we used were quite high and that they were very nutritious in terms of protein.

Several studies demonstrate that a great number of medicinal and aromatic herbs, as well as fruits and leaves of some plants, biosynthesize phytochemicals possessing antioxidant activity and may be used as a natural source of free radical scavenging compounds (Jawanmardi et al., 2002). The majority of these plants are used by the bees to collect honey nectar; consequently, plant origin bioactive components can be transferred to honey (Baltrušaityte et al., 2007). Recently, honey is often investigated in terms of antioxidant power as an eligible parameter for quality due to acceptance as a natural antioxidant (Lachman et al., 2007). In the present study demonstrates that the DPPH and ABTS radicals scavenging activity of Mutki honeys are significantly high in all honey samples. Phenolic compounds play a major role in the antioxidant activity of natural products. The differences between honey samples in terms of antioxidant activity could be attributed to the natural variations in floral sources of nectar and the different locations. Although honey by itself may not serve as a major source of dietary antioxidants, it demonstrates the potential to play a role in providing antioxidants in a highly palatable form.

## CONCLUSION

In conclusion, this study presents the results of a wide spectrum of biochemical parameters including flavonoid, total phenolic, proline and HMF contents, antioxidant capacity and sugar profiles obtained by the analysis of Bitlis-Mutki honeys originating from Turkey. Mutki honeys, contain important total phenolic concentrations, showing a substantial antioxidant capacity which may be used as a natural source of compounds with these properties. This study is the first report about the phytochemical composition, HMF and proline analysis, the antioxidant activity of Mutki region honeys. The higher total phenolic content honey samples were

determined to have a high radical scavenging property. These results support the hypothesis that phenolic compounds contribute greatly to the nutritional value of honey. Therefore, more investigations are highly recommended to elucidate the potential use of honey as a rich source of natural antioxidant phenolics. Our data is of particular interest in defining the effect of botanical origin in the biological activity of honey and to confirm its importance on the availability of phytochemistry compounds.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are also would like to thank experienced beekeepers Mr. Alican Yasar, Soner Altepe, Adil Ozalp, Sabri Konut, Hüsametdin Kartal, Felemez Bulac, Resul Dursun, Ramazan Kardas, İsmail Balci, Besim Akdas, İrfan Bilit and Erkan Dogan, who supplied the honey samples.

## REFERENCES

- Al-Mamary A, Al-Meerı M, Al-Haborı M 2002. Antioxidant activities and total phenolics of different types of honeys. *Nutrition Research*, 22: 1041-1047. [http://dx.doi.org/10.1016/S0271-5317\(02\)00406-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0271-5317(02)00406-2)
- Anklam E 1998. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chemistry*, 63: 549-562. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00057-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00057-0)
- Baltrušaityte V, Venskutoris PR, Čeksteryte V 2007. Radical scavenging activity of different floral origin honey and beebread phenolic extracts. *Food Chemistry*, 101: 502-514. doi: <http://dx.doi.org/10.1016%2Fj.foodchem.2006.02.007>
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C 1995. Use of free radical method to evaluation of antioxidant activity. *LWT – Food Science and Technology*, 28(1): 25-30.
- Bueno-Costa FM, Zambiazzi RC, Bohmer BW, Chaves FC, Padilha Da Silva W, Zanusso JT, Dutra I 2016. Antibacterial and antioxidant activity of honeys from the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *LWT- Food Science and Technology*, 65: 333-340. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.018>
- Can Z, Yildiz O, Sahin H, Akyuz Turumtay E, Silici S, Kolaylı S 2015. An investigation of Turkish honeys: their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles. *Food Chemistry*, 180: 133-141. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.024>
- Canadanovic-Brunet J, Cetkovic G, Saponjac VT, Stajcic S, Vulic J, Stajner D, Popovic B 2014. Evaluation of phenolic content, antioxidant activity and sensory characteristics of Serbian honey-based product. *Industrial Crops and Products*, 62: 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.08.009>

- Capuano E, Fogliano V 2011. Acrylamide and 5-Hydroxymethylfurfural (HMF): a review on metabolism, toxicity, occurrence in food and mitigation strategies. *LWT – Food Science and Technology*, 44: 793–810. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.11.002>.
- Cavrar S, Yildiz O, Sahin H, Karahalil F, Kolayli S 2013. Comparison of physical and biochemical characteristics of different quality of Turkish honey. *Uludag Bee Journal*, 13: 55-62.
- Codex Alimentarius Commission. 2001. Revised standards for honey. Codex Standard 12-1981. Rev 1 (1987), Rev 2 (2001), Rome, FAO.
- Cotte JF, Casabianca H, Giroud B, Albert M, Lheritier J, Grenier-Loustalot MF 2004. Characterization of honey amino acid profiles using high-pressure liquid chromatography to control authenticity. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 378: 1342-1350. <https://doi.org/10.1007/s00216-003-2430-z>
- Djilas S, Lachman J, Orsak M, Hejtmankova A, Kovarova E 2010. Evaluation of antioxidant activity and total phenolics of selected Czech honeys. *LWT-Food Science and Technology*, 43: 52-58. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.06.008>
- Dobre I, Georgescu LA, Alexe P, Escuredo O, Seijo MC 2012. Rheological behavior of different honey types from Romania. *Food Research International*, 49: 126-132. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.08.009>
- El-Haskoury R, Kriaa W, Lyoussi B, Makni M 2018. *Ceratonia siliqua* honeys from Morocco: Physicochemical properties, mineral contents and antioxidant activities. *Journal of Food and Drug Analysis*, 26(1): 67-73. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.11.016>
- Escriche I, Kadar M, Juan-Borras M, Domenech E 2014. Suitability of antioxidant capacity, flavonoids and phenolic acids for floral authentication of honey. Impact of industrial thermal treatment. *Food Chemistry*, 142: 135-143. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.07.033>
- Fallico B, Arena E, Verzera A, Zappala M 2006. The european food legislation and its impact on honey sector. *Accreditation and Quality Assurance*, 11: 49–54. <http://dx.doi.org/10.1007/s00769-006-0128-6>
- Fernandez-Torres R, Perez-Bernal JL, Bello-Lopez MA, Gallejon-Mochon M, Jimenez-Sanchez JG, Guiraum-Perez A 2005. Mineral content and botanical origin of Spanish honeys. *Talanta*, 65: 686-691. doi: 10.1016/j.talanta.2004.07.030.
- Gheldof N, Wang XH, Engeseth NJ 2002. Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 5870-5877. <https://doi.org/10.1021/jf02561135>.
- Gomez-Barez JA, Garcia-Vilanova RJ, Elvira-Garcia S, RivasPala T, Gonzalez-Paramas AM, Sanchez-Sanchez J 2000. Geographical discrimination of honeys through the employment of sugar patterns and common chemical quality parameters. *European Food Research Technology*, 210: 437–444. <http://dx.doi.org/10.1007/s002170050578>
- Habib HM, Al Meqbali FT, Kamal H, Souka UD, Ibrahim WH 2014. Physicochemical and biochemical properties of honeys from arid regions. *Food Chemistry*, 153: 35-43. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.048>.
- Jawanmardi J, Khaligh A, Kash, A, Bais HP, Vivanco JM 2002. Chemical characterization of basil (*Ocimum basilicum* L.) found in local accessions and used in traditional medicines in Iran. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(21): 5878–5883. <https://doi.org/10.1021/jf020487q>.
- Kucuk M, Kolayli S, Karaoglu S, Ulusoy E, Baltaci C, Candan F 2007. Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. *Food Chemistry*, 100: 526-534. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.10.010>
- Lachman J, Koliheva D, Miholova D, Košata J, Titera D, Kult K 2007. analysis of minority honey components: possible use for the evaluation of honey quality. *Food Chemistry*, 101(3): 973–979. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.049>
- Lee HS, Nagy S 1990. Relative reactivities of sugars in the formation of 5-hydroxymethyl furfural in sugar-catalyst model systems. *Journal of Food Processing and Preservation*, 14: 171–178. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.1990.tb00126.x>.
- Mateo R, Bosch-Reig F 1997. Sugar profiles of spanish unifloral honeys. *Food Chemistry*, 60(1): 33–41.
- Mouhoubi-Tafinine Z, Ouchemoukh S, Tamendjari A. 2016. Antioxydant activity of some algerian honey and propolis. *Industrial Crops and Products*, 88: 85-90. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.02.033>
- Nayik GA, Nanda V 2015. Physico-chemical, enzymatic, mineral and colour characterization of three different varieties of honeys from Kashmir valley of India with a multivariate approach. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 65(2): 101-108. <https://doi.org/10.1515/pjfn-2015-0022>
- Ouchemoukh S, Schweitzer P, Bachir Bey M, Djoudad-Kadji H 2010. HPLC sugar profiles of Algerian honeys. *Food Chemistry*, 121: 561-568. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.047>
- Ozsahin AD, Yilmaz O 2010. *Prunus armeniaca* L. cv. hacihaliloglu fruits extracts prevent lipid peroxidation and protect the unsaturated fatty acids in the fenton reagent environment. *Asian Journal of Chemistry*, 22: 8022–8032.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C 1999. Antioxidant activity applying an improved abts radical cation decolorization assay. *Free Radicals and Biology Medicine*, 26: 1231–1237. [https://doi.org/10.1016/S08915849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S08915849(98)00315-3)

- Saxena S, Gautam S, Sharma A 2010. Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys. *Food Chemistry*, 118: 391-397. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.001>
- Schramm DD, Karim M, Schrader HR, Holt RR, Cardetti M, Keen CL 2003. Honey with high levels of antioxidants can provide protection to healthy human subjects. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 1732-1735. <https://doi.org/10.1021/jf025928k>
- Sime D, Atlabachew M, Redi-Abshiro M, Zewde T 2015. Total phenols and antioxidant activities of natural honeys and propolis collected from different geographical regions of Ethiopia. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*, 29(2): 163-172. <http://dx.doi.org/10.4314/bcse.v29i2.1>
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299: 265-275. [http://dx.doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Subrahmanyam M, Sahapure AG, Nagane NS, Bhagwat VR, Ganu JV 2001. Effects of topical application of honey on burn wound healing. *Annals of Burns and Fire Disasters*, 14: 143-145.
- Tornuk F, Karaman S, Ozturk I, Toker OS, Tastemur B, Sagdic O, Dogan M, Kayaciger A 2013. Quality characterization of artisanal and retail turkish blossom honeys: determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile. *Industrial Crops and Products*, 46: 124-131. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/2Fj.indcrop.2012.12.042>
- Turhan I, Tetik N, Karahan M, Gurel F, Tavukcuoglu R 2008. Quality of honeys influenced by thermal treatment. *LWT – Food Science and Technology*, 41: 1396-1399. doi: <http://dx.doi.org/10.1016%2Fj.lwt.2007.09.008>
- Yucel Y, Sultanoglu P 2013. Characterization of honeys from Hatay region by their physicochemical properties combined with chemometrics. *Food Bioscience*, 1: 16-25. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2013.02.001>
- Zappalà M, Fallico B, Arena E, Verzera A 2005. Methods of the determination of 5-hmf in honey: a comparison. *Food Control* 16: 273-277. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.03.006>
- Zu Y, Li C, Fu Y, Zhao C 2006. Simultaneous determination of catechin, rutin, quercetin kaempferol and isorhamnetin in the extract of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) leaves by RP-HPLC with DAD. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41: 714-719. . <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2005.04.052>

## Renal İskemi-Reperfüzyon ile İndüklenmiş Oksidatif Stres Hasarının Pankreas Üzerine Etkisi: Doza Bağımlı Borik Asidin Rolü

Hakan ŞENTÜRK<sup>1</sup> , Fatih KAR<sup>2</sup> , Ceyhan HACIOĞLU<sup>2</sup> , Güngör KANBAK<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Anabilim Dalı, Eskişehir; Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Eskişehir

✉: hsenturk@ogu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, doza bağımlı borik asit (BA) uygulamasının renal I/R sebep olduğu uzak doku pankreas fonksiyonu üzerindeki etkilerini göstermektir. Bu amaçla, 35 Sprague Dawley albino sıçan her grupta 7 hayvan olacak şekilde beş gruba ayrıldı: sham, I/R, I/R+50 mg/kg BA, I/R+100 mg/kg BA ve I/R+200 mg/kg BA. Sham grubuna sadece cerrahi stres prosedürü uygulandı. I/R grubunda, sol renal arter izole edilerek, antitravmatik vaskular klemp yardımıyla 45 dakika süreyle iskemi oluşturuldu, ardından 24 saat reperfüzyon uygulandı. I/R + BA gruplarında, reperfüzyondan 10 dakika önce intraperitoneal olarak BA uygulandı. Böbrekteki I/R hasarını belirlemek için kan üre azotu (BUN) ve kreatinin değerlerine bakıldı. Uzak doku hasarını belirlemek amacıyla pankreas fonksiyonları üzerine etkileri için insülin, amilaz ve glukoz seviyeleri değerlendirildi. Pankreas dokusu üzerindeki oksidatif stres hasarını ve BA'nin koruyucu etkilerini göstermek amacıyla CAT, SOD, MDA ve glutasyon değerlerine bakıldı. Sonuç olarak, bu çalışmada, renal I/R'nin sebep olduğu uzak doku pankreas hasarına karşı doza bağımlı borik asidin koruyucu etkileri ortaya konuldu.

DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.430369

### Makale Tarihi

Geliş : 04.06.2018

Accepted : 02.07.2018

### Anahtar Kelimeler

Borik Asit,  
Oksidatif Stres,  
Pankreas,  
Renal İskemi/Reperfüzyon

### Araştırma Makalesi

## The Effect of Renal Ischemia-Reperfusion Induced Oxidative Stress Damage on the Pancreas: Role of Dose-Dependent Boric Acid

### ABSTRACT

The purpose of this study was to demonstrate the effects of dose-dependent boric acid (BA) administration on the renal I/R effect on remote tissue pancreas function. For this purpose, 35 Sprague Dawley albino rats were divided into five groups as 7 animals in each group: sham, I/R, I/R + 50 mg/kg of BA, I/R + 100 mg/kg of BA and I/R + 200 mg/kg of BA. Sham group was only subjected to surgical stress procedure. In the I/R group, the left renal artery was isolated and ischemia was induced with antitravmatik vascular clamp for 45 minutes, followed by reperfusion for 24 hours. In the I/R+BA groups, boric acid was administered intraperitoneally for 10 minutes before reperfusion. Blood urea nitrogen (BUN) and creatinine levels were measured to determine I/R damage in the kidney. Insulin, amylase and glucose levels were assessed for pancreatic functions as distant tissue damage. CAT, SOD, MDA and glutathione levels were recorded in order to show the oxidative stress damage and protective effects of boric acid on pancreatic tissue. In conclusion, this study demonstrated the protective effects of boric acid against remote tissue pancreatic injury caused by renal ischemia/reperfusion.

### Article History

Received : 04.06.2018

Accepted : 02.07.2018

### Keywords

Boric Acid,  
Oxidative Stress,  
Pancreas,  
Renal Ischemia/Reperfusion

### Research Article

**To cite:** Şentürk H, Kar F, Hacıoğlu C, Kanbak G 2018. Renal İskemi-Reperfüzyon ile İndüklenmiş Oksidatif Stres Hasarının Pankreas Üzerine Etkisi: Doza Bağımlı Borik Asidin Rolü. KSÜ Tar Doğa Derg 21(6) : 944-949, DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.430369

## GİRİŞ

Şok, sepsis, organ transplantasyonu, vasküler cerrahi vb. çeşitli klinik müdahale ve durumlar böbrek iskemi-reperfüzyon (I/R) hasarı oluşturur (Laura ve Heitham, 2012). Akut böbrek hasarının (AKI) uzak organ etkileri ise belirgin şekilde organizmada ortaya çıkar. I/R hasarının son noktası olan, AKI'yı takiben meydana gelen çoklu organ yetmezlikleri, I/R'de meydana gelen mortalite ve morbiditenin esas nedenidir (Bulent, 2011). Birçok çalışma, böbreklerde meydana gelen hasarın akciğer, karaciğer, beyin ve hematolojik sistem gibi uzak dokuları etkilediğini bildirmiştir. Ancak, böbrek I/R hasarının meydana getirdiği uzak doku hasarında, pankreas üzerine etkileri açığa kavuşturulmamıştır (Hussein ve ark., 2013). Karaciğer transplantasyonunda ve büyük karaciğer rezeksiyonlarında oluşan karaciğer I/R'sini takiben uzak organ olarak pankreas yaralanması çalışmalarda bildirilmiştir (Bulent, 2011). Karaciğer I/R hasarı ve pankreatik yaralanma arasında bir ilişki vardır (Hussein ve ark., 2013). Pankreas dokusunun hasar tespiti oldukça zordur ve yüksek mortalite ve morbidite göstermektedir.

Uzak doku hasarının patogeneğinde birçok farklı mekanizma olduğu açık olsa da, reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşması sıklıkla gözlenen mekanizmadır (Laura ve Heitham, 2012). İskemi-reperfüzyon hasarı, lokal doku hasarını artıran ve I/R bölgesinden uzak organları etkileyen ROS üretimi ile sonuçlanır (Marian ve ark., 2007). Reaktif oksijen türleri, esas olarak hücre zarına, mitokondrilerdeki lipidlerin peroksidasyonu ve DNA degradasyonuna bağlı olarak hücrenel zarara neden olabilen oldukça kararsız oksijen molekülleridir (Laura ve Heitham, 2012).

Farklı hayvan modellerinde pankreas hasarı üzerine reaktif oksijen türlerinin etkileri araştırılmıştır (Marian ve ark., 2007). Reaktif oksijen türleri, pankreatik transplantasyon prosedürleriyle ilişkili I/R'de önemli ajanlar olarak gösterilmiştir. Ayrıca, ROS salınımının, I/R'yi takiben geç faz yanıtı olarak hücrelerin apoptozuna neden olduğu bildirilmiştir (Marian ve ark., 2007). Akut böbrek hasarının sonrası uzak doku etkilerinde, akciğer, karaciğer ve miyokardiyal yaralanmalarda apoptoz meydana geldiği bildirilmiştir (Hengartner ve Bryant, 2000).

Reaktif oksijen türlerinin pankreatik hücreleri için önemli bir ölüm nedeni olarak kabul edilmektedir (Hussein ve ark., 2013). Pankreastaki serbets oksijen radikallerin aşırı üretilmesinin, endojen antioksidanlar ve enzim aktivitelerinin kapasitesini aşarak, mitokondriyal ve hücrenel membranın lipid bileşenlerinin peroksidasyonu yoluyla hücre hasarına yol açtığı belgelenmiştir. ROS'a karşı savunmadan sorumlu olan endojen antioksidan süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyonun (GSH), I/R hasarını azaltmada önemli bir rolü vardır (Marian ve

ark., 2007). Bu nedenle, antioksidanlar iskemi ve reperfüzyon hasarında yaygın olarak kullanılmaktadır ve birçok dokuda oksidatif stres hasarını azalttığı gösterilmiştir (Bulent, 2011).

Hücreler, artmış ROS seviyeleri gibi negatif sinyaller aldıkça, hücre sağkalımı için gerekli pozitif sinyaller ile oksidanların artan hücrenel seviyesi arasında bir dengesizlik oluşur, dolayısıyla apoptosis meydana gelir (Hengartner ve Bryant, 2000). Dahası, mitokondrinin apoptozun düzenlenmesinde kilit bir rol oynadığı iyi bilinmektedir (Yousef ve ark., 2012). Oksidatif stres, hücre apoptosisine yol açan kaspaz-3 aktivasyonunu tetikler. Ek olarak, mitokondrideki anti- ve proapoptotik proteinlerin (Bcl-2: Bax) dengesi ROS'a önemli ölçüde yanıt verir (Philchenkov ve ark., 2004).

Bor (B), Periyodik Tablonun 13. grubunda yer alan bir elementtir. Borik asit, vücuda alındıktan sonra sindirim sonrası borun en muhtemel şeklidir ve hidroksil grupları sayesinde biyomoleküller ile etkileşime girebilmektedir (Greenwood ve Earnshaw, 1984). Borik asit mineral ve hormonal metabolizmalarda, hücre membran fonksiyonlarında ve enzim reaksiyonlarında önemli bir rol oynamaktadır (Forrest ve Nielsen, 2008). Borik asidin, oksidatif hasara karşı DNA için koruyucu bir madde olarak potansiyeli olduğu öne sürülmektedir (Guindon ve ark., 2007). Ayrıca, bor bileşikleri, hayvanlarda hem in vitro hem de in vivo olarak etkili antiosteoporotik, antienflamatuar, hipolipidemik, antikoagülan ve antineoplastik etkilere sahip olduğu gösterilmiştir (Benderdour ve ark., 1998).

Son zamanlarda borik asidin koruyucu ve antioksidan etkilere sahip olduğu birkaç çalışmada gösterilmiştir (Colak ve ark., 2011). Borik asidin renal I/R'ye bağlı hasarı önleyip önleyemeyeceği tam olarak bilinmemektedir. Bu nedenle, bu deneysel çalışmada, borik asidin renal I/R hasarının uzak doku organ olarak pankreas üzerinde koruyucu etkileri olup olmadığı araştırılmıştır.

## MATERYAL ve METOT

Çalışma için gerekli etik kurul ESOĞÜ Hayvan Deneyle Yerel Etik Kurulun (HADYEK)'dan 14.03.2018 tarihli, 122 toplantı sayılı, 657 karar numarası ile onayı alındı. Deneysel çalışmada 180-220 gram ağırlıkta, sağlıklı, 3-4 aylık, Sprague Dawley cinsi, dişi sıçanlar arasından rastgele seçimle her bir grupta 7 sıçan olmak üzere toplam 5 grupta 35 adet sıçan kullanıldı.

### Deney prosedürü

Grup 1 (Sham Operasyon Grubu): Bu grup deney hayvanlarına nefroktomi işlemi uygulanarak 15 gün süreyle iyileşmenin olması beklendi. İyileşmenin sonrasında, iskemi işlemi yapılmadan 0,5 mL serum fizyolojik, reperfüzyon süresinden 10 dakika önce

intraperitoneal olarak enjekte edildi. 24 saat reperfüzyon bitiminde anestezi altında deney hayvanları sakrifiye edilerek diseksiyonları gerçekleştirildi.

**Grup 2 (I/R Grubu):** Sham grubu prosedürleri reperfüzyon işlemine kadar Grup 2, Grup 3, Grup 4 ve Grup 5'te aynı şekilde uygulandı. Reperfüzyondan 10 dakika önce, 0.5 mL serum fizyolojik intraperitoneal olarak enjekte edildi. 24 saat reperfüzyon sonrasında anestezi altında deney hayvanları sakrifiye edilerek diseksiyonları gerçekleştirildi. Reperfüzyondan önce uygulanan BA miktarları Grup 3, Grup 4 ve Grup 5'te gösterilmiştir. Reperfüzyondan sonra ise tüm gruplarda aynı prosedür gerçekleştirildi.

**Grup 3 (I/R +50 mg/kg BA grubu):** Reperfüzyondan 10 dakika önce, 50mg/kg borik asit, 0.5 mL serum fizyolojik içerisinde çözülerek intraperitoneal olarak enjekte edildi.

**Grup 4 (I/R +100 mg/kg BA grubu):** Reperfüzyondan 10 dakika önce, 100mg/kg borik asit, 0.5 mL serum fizyolojik içerisinde çözülerek intraperitoneal olarak enjekte edildi.

**Grup 5 (I/R +200 mg/kg BA grubu):** Reperfüzyondan 10 dakika önce, 200mg/kg borik asit, 0.5 mL serum fizyolojik içerisinde çözülerek intraperitoneal olarak enjekte edildi.

### Doku örneklerinin analizi

Tüm deneysel prosedürler gerçekleştirildikten sonra hayvanlar anestezi altında sakrifiye edildi. Deneysel işlemlerin sonunda intrakardiyak olarak alınan kan, biyokimyasal analizlerin yapılması için jelli biyokimya tüplerine konuldu. Alınan kan örnekleri 10 dk 3000 rpm'de santrifüjlenerek serumlar elde edildi. Serum örnekleri polietilen tüplere aktararak analiz süresine kadar -80°C derin dondurucuda saklandı. Gruplardaki her hayvanın böbrek ve pankreas doku örnekleri analiz işlemlerine kadar -80°C derin dondurucuda saklandı.

### Biyokimyasal analizler

Böbrek fonksiyonu serum kreatinin ve kan üre nitrojen (BUN) ve pankreatik fonksiyon serum amilaz, insülin ve glukoz seviyeleri ESOGÜ biyokimya laboratuvarındaki Roche Cobas-c 501 otoanalizör cihazında ölçüldü. Pankreas dokularında oksidatif stres belirteçlerinin ölçümünde lipit peroksidasyonunun göstergesi olarak Ohkawa ve arkadaşlarının (1979) kullandığı malondialdehit (MDA) yöntemine göre ölçümleri yapıldı. Glutatyon, Beutler ve arkadaşları (1968) tarafından rapor edilen yöntemine göre doku homojenatında ölçüldü. Suyun ve hidrojen peroksidin moleküler oksijenin parçalanmasını katalize eden katalaz (CAT) enzim

aktivitesi, Aebi'nin bildirdiği yöntemine göre gerçekleştirilmiştir (Aebi, 1984). SOD ölçümü için yöntem, ksantin bir formazan boyası kırmızısı oluşturmak üzere 2-(4-iyodofenil)-3-(4-nitrofenol)-5-feniltetrazolyum klorür ile reaksiyona giren süperoksit radikalleri üretmek için ksantin oksidaz ile reaksiyona girdiği prensibe dayanmaktadır. Süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi daha sonra bu reaksiyonun inhibisyon derecesi ile ölçülür. SOD aktivitesi, gram protein başına birim olarak ifade edildi (Woolliams ve ark., 1983).

### İstatistiksel analiz

Bu çalışmanın sonucunda elde edilen veriler ortalama  $\pm$  standart olarak ve "SPSS 21.0 for Windows" paket program kullanılarak analiz edildi. Gruplar arası ortalama değerler arasındaki fark tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak değerlendirildi. Bildirilen tüm p değerlerinde,  $p < 0.05$  anlamlı kabul edildi. Tüm karşılaştırmalar gruplar arasında yapıldı.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Renal I/R hasarının uzak doku pankreas üzerine etkileri hala belirsiz yaklaşımlara sahiptir. Bu nedenle, bu çalışmada iskemi-reperfüzyon hasarı oluşturulan bir sıçan modelinde renal I/R'nin pankreas üzerindeki etkileri ve iskemi sonrası doz bağımlı BA uygulamasının bazı biyokimyasal parametreler ile değerlendirilerek etkileri araştırıldı. Renal fonksiyonun belirlenmesi, iskemi sonrası borik asit uygulanan grupların etkinliğini göstermek amacıyla yapılan serum kreatinin ve BUN analizleri Çizelge 1'de gösterilmiştir. Sham grubuyla karşılaştırıldığında, serum kreatinin ve BUN seviyeleri, I/R grubunda anlamlı olarak daha yüksekti ( $p < 0.05$ ), 50 mg/kg verilen BA grubunda ise kreatinin ve BUN değerleri istatistiksel olarak I/R grubuna göre daha düşük olduğu gözlenmiştir ( $p < 0.05$ ).

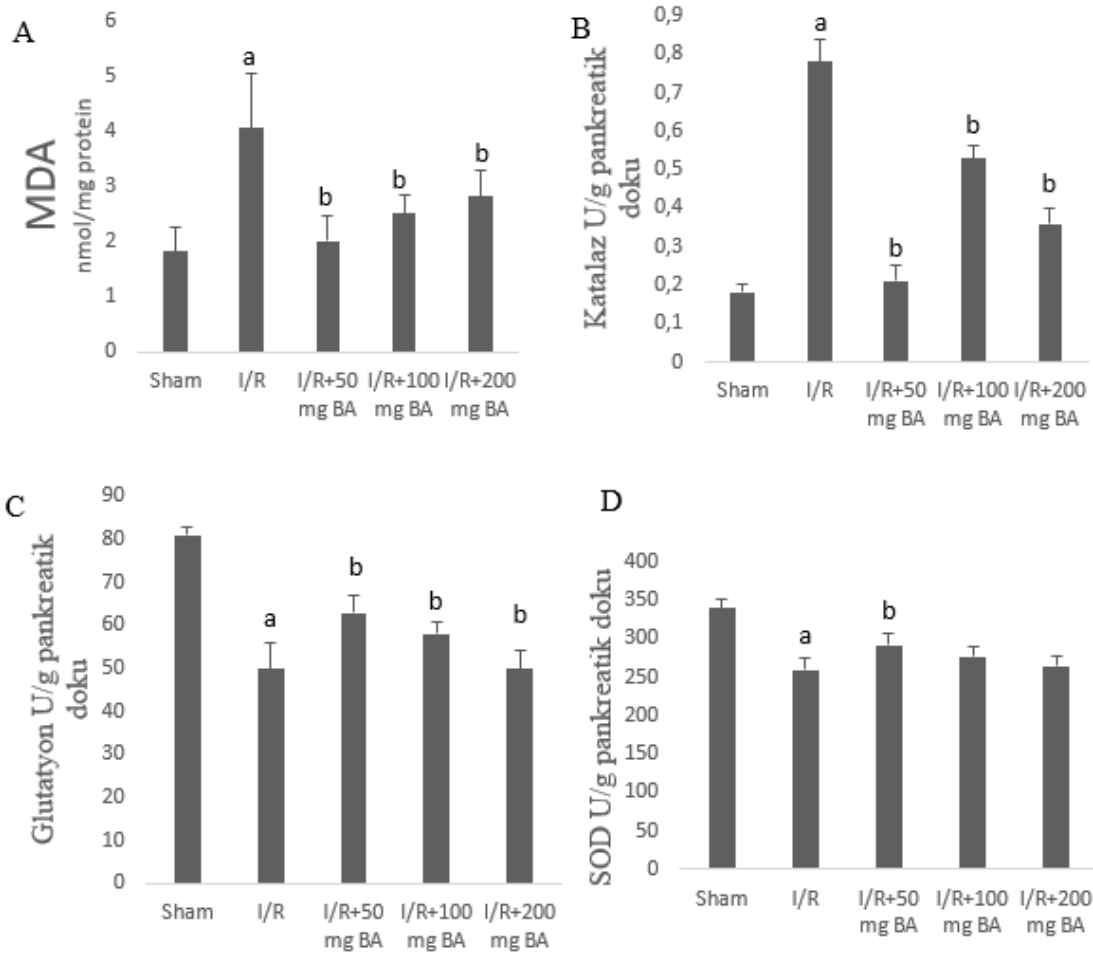
Pankreatik fonksiyonların değerlendirilmesi için yapılan amilaz, insülin ve glukoz testleri de Çizelge 1'de gösterilmiştir. Sham grubuna kıyasla serum amilaz seviyeleri I/R grubunda belirgin bir artış gösterdi ( $p < 0.05$ ). BA gruplarında ise I/R grubuna göre anlamlı bir şekilde azaldığı gözlemlendi. Sham grubuna kıyasla insülin seviyeleri I/R grubunda belirgin bir artış gösterirken, BA gruplarında 50 mg/kg BA ve 100 mg/kg BA uygulanması I/R grubuna göre anlamlı bir azalma varken 200 mg/kg BA uygulanmasında ise istatistiksel olarak fark gözlenmedi ( $p < 0.05$ ). Glukoz seviyelerine bakıldığında ise sham ve I/R grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdi. 50 mg/kg BA uygulamasının ise glukoz seviyelerinde I/R grubuna göre kıyaslandığında anlamlı bir artış olduğu belirlendi ( $p < 0.05$ ).



Çizelge 1. Renal fonksiyon, pankreatik fonksiyon ve kan glukoz değerleri

Gruplar	Kreatinin (mg/dl)	BUN (mg/dl)	Amilaz (U/dl)	İnsülin (µmol/l)	Glukoz (mg/dl)
Sham Grubu	0.73 ±0.04	21.46 ±1.13	54.15 ±3.86	32.66 ±1.50	75.83 ±2.31
I/R Grubu	1.38 ±0.16*	30.11 ±3.71*	71,61±4,12*	48.51 ±6.85*	38.38 ±3.12*
I/R +50 mg/kg Borik asit	0.84 ±0.06**	25.53 ±2.78**	62.50 ±2.39**	40.33 ±6.82**	48.50 ±4.23**
I/R +100 mg/kg Borik asit	1.21 ±0.14	27.93 ±2.78	62.66 ±9.52**	34.33 ±6.59**	57.66 ±2.25
I/R +200 mg/kg Borik asit	1.25 ±0.17	29.73 ±1,24	66.46 ±7.71**	47,23±3,45	52.50 ±3.78

\*Veriler, her grupta 7 hayvandan ortalama ± standart hata olarak sunulmuş ve tek yönlü ANOVA ile analiz edilmiş ve ardından Tukey HSD testi ile analiz edilmiştir. \*p<0.05 Sham grubuna göre karşılaştırıldığında, \*\*p<0.05 IR grubuna göre karşılaştırıldığında.



Şekil 1. Çalışma gruplarında pankreatik oksidatif stres düzeyi: A - MDA, B - Katalaz, C - Glutatyon, D - SOD. Tüm veriler ortalama ± SD olarak ifade edildi ve tek yönlü ANOVA kullanılarak analiz edildi. <sup>a</sup>p<0.05 Sham grubuna göre karşılaştırıldığında, <sup>b</sup>p<0.05 IR grubuna göre karşılaştırıldığında.

Katalaz, MDA, glutatyon ve SOD analizlerinin sonuçları Şekil 1'de gösterilmiştir. Sham grubuna kıyasla, I/R grubunun pankreatik dokusunda katalaz ve MDA seviyeleri anlamlı olarak daha yüksekti. Borik asit (Cümle başı kısaltma ile başlamamalı) uygulanan gruplarda ise katalaz ve MDA seviyeleri I/R grubuna kıyasla anlamlı bir düşüş gösterdi (Şekil 1 A – B). Pankreatik dokularda azaltılmış glutatyon ve SOD miktarı sham grubuna kıyasla I/R grubunda anlamlı olarak daha düşüktü. Ayrıca, BA uygulanan gruplarda

I/R grubuna kıyasla belirgin bir artış gösterdi (Şekil 1 C – D).

Sham grubuna kıyasla, diğer pankreatik fonksiyonlarda bozulma olan I/R grubu iskemisinde serum amilaz, kreatinin ve BUN konsantrasyonları anlamlı olarak yükseldi (p<0.05). Hussein ve arkadaşları (2013) sırasıyla kreatinin ve BUN değerlerini sham grubunda 38.89±0.88 µmol/l ve 8.6±1.15 mmol/l olarak, IR grubunda ise sırasıyla kreatinin ve BUN değerlerini 58.34±13.26 µmol/l ve

10.59±54 mmol/l olarak göstermiştir. Sonuçlarımız bu çalışmalarla paralellik göstermiştir (Hussein ve ark., 2013; Tamura ve ark., 1993). Farklı konsantrasyonlardaki BA gruplarında, 50 mg/kg BA grubu serum amilaz, kreatinin ve BUN artışını baskıladı ve sham grubuna kıyasla diğer pankreatik fonksiyonları iyileştirdi. Ayrıca glukoz düzeyleri sham ve I/R grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdi. Bu bulgular, renal iskemiyle indüklenen pankreatik hasarın, pankreasın endokrin fonksiyonlarını ve glikoz dengesini etkilemek için yeterli olduğunu düşündürmektedir. Bu bulgular, Tamura ve ark.'nın (1993) sonuçlarına göre farklılık gösterse de Noha ve ark.'nın (2016) yaptığı çalışmalarla uyum göstermiştir. Biyokimyasal parametrelerin tüm sonuçları, endotelyuma zarar veren reaktif oksijen türlerini üreten, hiperamilaziye neden olan ve böbrek fonksiyonlarını bozan iskemi ve reperfüzyonun etkisine bağlı olabilir. Bu arada, reaktif oksijen türleri BA ile tedavi edilerek serum amilaz konsantrasyonundaki artışın inhibisyonu ve böbrek fonksiyonunun restorasyonu, aktif oksijen türlerinin akut pankreatit patogeneğinde rol oynadığını doğrulamaktadır. Ayrıca, BA verilen gruplarda lipid peroksidasyonunu gösteren MDA seviyelerinde ve katalaz enziminde (Şekil 1 A-B) belirgin bir düşüş ve I/R grubuna kıyasla antioksidan enzimlerde (Şekil 1 C-D) anlamlı bir artış gösterdi. Sonuçlarımızda daha önceki yapılan çalışmalar ile uyum içerisindedir (Abdollahzad ve ark., 2006; Yıldırım ve ark., 2009). Diğer yandan bazı çalışmalarda (Yıldırım ve ark., 2009), artan lipid peroksidasyonunun sadece ATP'nin katabolizmasından değil, aynı zamanda NAD-indirgenmiş ksantin hidrojenazın oksijen radikalının ksantin oksidaza dönüştürülmesinde de meydana geldiği iskemiye bağlı olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, bir diğer çalışmada da (Muñoz-Casares ve ark., 2006) I/R'nin belirgin bir oksidatif stres geliştirdiği belirtilmiştir.

Bu çalışma, farklı dozlarda BA uygulamasının renal I/R'ye yol açan patofizyolojik yolların ve uzak doku pankreas hasarına karşı çeşitli basamaklarını etkileyebileceğini ilk kez göstermiştir. En muhtemel mekanizma, ROS temizleyici olarak hareket ederek ROS'un inaktivasyonudur, çünkü BA, bu çalışmada MDA ve CAT düzeylerini düşürürken SOD ve glutatyon seviyelerini arttırmıştır. Ancak uygun dozun belirlenmesinde yapılan çalışmalarda 50 mg/kg BA verilen gruplarda daha iyi sonuçlar alınmıştır. Bunun ise yüksek dozlarda BA uygulamasının radikalik reaksiyonları tetikleyebileceği ile açıklanabilir. Analizlerden elde ettiğimiz bu sonuçların Başbuğ ve ark.'nın (2015) yapmış oldukları çalışma ile uyum içerisindedir. Yapılan bir çalışmada BA'nın glukoz yapısında bulunan hidroksil grubu ile kompleksleştiği ve kan glukoz seviyelerinin baskılanabileceği öne sürülse de kontrol ile 5 ve 10

mg/kg B uygulanan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Hunt, 1989). Bu durum, diğer etki faktörlerinin, örneğin sıçanlara uygulanan BA dozunun, formun, dağılımının ve hayvanlardaki farklı ırkları ve cinsiyetleri ile alakalı olabilir. Bizim çalışmamızda ise insülin ve glukoz değerleri arasında ters ilişki bulunmuştur. I/R hasarı pankreas üzerinde insülin değerlerini arttırırken, glukoz seviyelerini düşürmüştür. 50 mg/kg BA uygulamasının I/R grubuna göre anlamlı bir şekilde glukoz seviyelerini arttırdığı gözlenmiştir. Ancak sonuçlar, Sham grubuna göre normal değerlerde gözlenmemiştir. Çakır ve ark. (2017) 5 ve 10 mg/kg BA formunda B verilmesi serum MDA seviyelerini önemli ölçüde düşürdüğü ve serum total antioksidan kapasite (TAK) seviyelerini arttırdığı, bunun da BA'nın lipid peroksidasyonunu azaltarak antioksidan aktiviteye neden olabileceğini söylemektedirler. Bu sonuçlar, çalışmamızdaki BA'nın antioksidan enzimler üzerindeki etkileri ile uyum içerisinde gözükmektedir. Ancak 100 mg/kg BA ve 200 mg/kg BA uygulamasında SOD aktivitesi için anlamlı sonuçlar bulunmamıştır.

## SONUÇ

Sonuç olarak, renal iskemi indüksiyonundan sonra intraperitonel olarak borik asidin uygulanması, pankreas fonksiyonlarını düzenleyerek I/R hasarına karşı koruyabilir. Borik asidin antioksidan özellikleri sayesinde, renal I/R'ye karşı pankreas üzerindeki lipid peroksidasyonunu azaltabilecek bir koruyucu ajan olarak kullanılabilir. Bu, borik asidin renal I/R hasarı nedeniyle meydana gelen uzak doku pankreas hasarına karşı düşürücü etkileri hakkında yapılan ilk çalışmadır. Fakat, 50 mg/kg BA uygulamasının pankreatik fonksiyonlarını düzeltebileceğinden bahsederken, 100 mg/kg BA ve 200 mg/kg BA uygulamasının etkilerinin anlamlı sonuçlar vermemesi bu çalışma için önemli bir limitasyondur. Borik asidin I/R hasarını önlemedeki rolünü ve uzak doku hasarları üzerindeki koruyucu etkilerini ortaya koyabilmek için daha fazla araştırmak için daha titizlikle tasarlanmış çalışmalara ihtiyaç vardır.

## KAYNAKLAR

- Abdollahzad H, Eghtesadi S, Nourmohammadi I, Khadem-Ansari M, Nejad-Gashti H, Esmailzadeh A 2006. Effect of vitamin C supplementation on oxidative stress and lipid profiles in hemodialysis patients. *Int J Vitam Nutr Res*, 79: 281-7.
- Aebi H. 1984. Catalase in vitro. *Methods Enzymol*, 105:121-6.
- Basbug M, Yıldar M, Yaman İ, Özkan Ö, Aksıt H, Cavdar F, Sunay F, Ozyığıt M, Dericı H 2015. Effects of Boric Acid In An Experimental Rat Model Of Hepatic Ischemia-Reperfusion Injury *Acta Medica Mediterranea*, 31: 1067

- Benderdour M, Bui-Van T, Dicko A, Belleville F 1998. In vivo and in vitro effects of boron and boronated compounds. *J Trace Elem Med Biol*, 121, 2-7.
- Beutler E, Duron O, Kelly BM 1963. Improved method for the determination of blood glutathione. *J Lab Clin Med*, 61: 882-8.
- Bulent G. Ischemia reperfusion injury in kidney transplantation. Available at: <http://www.intechopen.com/books/kidney-transplantation-new-perspectives/ischemia-reperfusion-injury-in-kidney-transplantation>, 2011.
- Cakir S, Eren M, Senturk M, Sarica ZS 2017. The Effect of Boron on Some Biochemical Parameters in Experimental Diabetic Rats. *Biol Trace Elem Res* 12011-017-1182-0
- Colak S, Geyikoglu F, Keles O.N, Türkez H, Topal A, Unal B 2011. The neuroprotective role of boric acid on aluminum chloride-induced neurotoxicity. *Toxicol Ind Health*, 27(8), 700-710.
- Forrest, H., Nielsen, F.H 2008. Is boron nutritionally relevant? *Nutr Rev*, 66, 183-191.
- Greenwood N.N, Earnshaw A. 1984. Chemistry of the elements. UK: Pergamon Press.
- Guindon K.A, Bedard L.L, Massey T.E 2007. Elevation of 8-hydroxydeoxyguanosine in DNA from isolated mouse lung cells following in vivo treatment with aflatoxin B-1. *Toxicol Sci*, 98, 57-62.
- Hengartner M, Bryant J 2000. Apoptotic cell death: from worms to wombats... but what about the weeds? *Symp Soc Exp Biol*, 52: 1-12.
- Hunt CD 1989. Dietary boron modified the effects of magnesium and molybdenum on mineral metabolism in the cholecalciferoldeficient chick. *Biol Trace Elem Res* 22(2):201-220
- Hussein A, Abd-Elkhabir A, Abozahra A, et al. 2013. Pancreatic injury secondary to renal ischemia/reperfusion (I/R) injury: possible role of oxidative stress. *Physiol Res*, 63: 47-55.
- Laura E, Heitham T 2012. Inflammatory mechanisms of organ crosstalk during ischemic acute kidney injury. *Intern J Nephrol*, 505197.
- Marian V, Dieter L, Jan M, Mark T, Milan M, Joshua T 2007. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Intern J Biochem Cell Biol*, 39: 44-84.
- Muñoz-Casares F, Padillo F, Briceño J, et al. 2006. Melatonin reduces apoptosis and necrosis induced by ischemia/reperfusion injury of the pancreas. *J Pineal Res*, 40: 195-203.
- Noha M. Abogresha, Sahar Mansour Greish, Eman Z. Abdelaziz, Waleed F. Khalil 2016. Remote effect of kidney ischemia-reperfusion injury on pancreas: role of oxidative stress and mitochondrial apoptosis. *Arch Med Sci*, 12/2: 252-262
- Ohkawa H, Ohisi N, Yagi K 1979. Assay for Lipid Peroxides in Animal Tissues by Thiobarbituric Acid Reaction. *Analytical Biochemistry*, 95: 351-358.
- Philchenkov A, Zavelevich M, Krocak T, Los M 2004. Caspases and cancer: mechanisms of inactivation and new treatment modalities. *Exp Oncol*, 26: 82-97.
- Tamura K, Manabe T, Kyogoku T, Andoh K, Ohshio G, Tobe T 1993. Effect of postischemic reperfusion on the pancreas. *Hepatogastroenterology*, 40: 452-6.
- Woolliams JA, Wiener G, Anderson PH, et al. 1983. Variation in the activities of glutathione peroxidase and superoxide dismutase and in the concentration of copper in the blood in various breed crosses of sheep. *Res Vet Sci*, 34: 253-6.
- Yildirim A, Tuncer MC, Pamukçu O, Aktas A, Akkus M 2009. Effects of ischemia/reperfusion on beta cells of pancreas and protective effects of melatonin treatment. *Int J Morphol*, 27: 519-25.
- Yousef D, Daryoush M, Alireza G, Ghafour M, Mehrdad N 2012. Protective effect of metformin on cardiomyocytes ischemia-reperfusion (IR) induced apoptosis in rats. *J Animal Vet Adv*, 11: 108-12.

## Cytotoxic Effect of *Rhododendron luteum* Leaf Extract on Human Cancer Cell Lines

Selim DEMİR<sup>1</sup>, İbrahim TURAN<sup>2</sup>, Yüksel ALİYAZİCİOĞLU<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Nutrition and Dietetics, Faculty of Health Sciences, Karadeniz Technical University, 61080, Trabzon, Türkiye, <sup>2</sup>Department of Genetic and Bioengineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Gumushane University, 29100, Gumushane, Türkiye, <sup>3</sup>Department of Medical Biochemistry, Faculty of Medicine, Karadeniz Technical University, 61080, Trabzon, Türkiye.

✉: selim-demir@hotmail.com

### ABSTRACT

*Rhododendron luteum* belongs to the genus *Rhododendron*, members of which are frequently used in folk medicine. Various studies have investigated the cytotoxic effect of different *Rhododendron* species, but there have been limited studies of the cytotoxic effect of *R. luteum*. The aim of this study was to investigate the antioxidant properties and cytotoxic effect of *R. luteum* leaf extract on the human cancer cells. The total phenolic content (TPC), total flavonoid content (TFC), and reducing power of the extract were evaluated using spectrophotometric procedures. The cytotoxic effect of the extract on five cancers (human breast, colon, lung, prostate, and liver carcinoma) and human fibroblast cells was determined using the MTT assay. TPC and reducing power values of extract were found 173.2±3.97 mg gallic acid equivalents, and 629.5±3.49 mg trolox equivalents per g sample, respectively. *R. luteum* leaf extract exhibited selective cytotoxicity especially against colon (1.9 fold) and liver (2.2 fold) cancer cells compared to normal fibroblast cells. This is the first study to reveal the cytotoxic effect of *R. luteum* leaf extract. Further studies are now needed to identify the cytotoxic molecules in the extract and their mechanisms.

DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.421283

### Article History

Received : 05.05.2018

Accepted : 19.06.2018

### Keywords

Antioxidant activity,  
Cancer,  
Cytotoxicity,  
Phenolics,  
*Rhododendron luteum*

### Research Article

## *Rhododendron luteum* Yaprak Ekstraktının İnsan Kanser Hücre Serilerindeki Sitotoksik Etkisi

### ÖZET

*Rhododendron luteum*, *Rhododendron* cinsine dahil bir bitki olup, bu cinse ait bitkiler geleneksel tedavide sıklıkla kullanılmaktadır. *Rhododendron* türlerinin sitotoksik etkilerini araştıran çok sayıda çalışma olmasına rağmen, *R. luteum* türünün sitotoksik etkilerini inceleyen çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışmanın amacı *R. luteum* yaprak ekstraktının antioksidan özelliklerini ve insan kanser hücreleri üzerindeki sitotoksik etkisini araştırmaktır. Ekstraktın toplam fenolik içeriği (TPC), toplam flavonoid içeriği (TFC) ve indirgeyici gücü spektrofotometrik prosedürler kullanılarak değerlendirildi. Ekstraktın beş kanser (insan meme, kolon, akciğer, prostat ve karaciğer karsinomu) ve insan fibroblast hücreleri üzerindeki sitotoksik etkisi MTT analizi kullanılarak belirlendi. Ekstraktın TPC ve indirgeyici güç değerleri g örnek başına sırasıyla 173.2±3.97 mg gallik asit eşdeğeri ve 629.5±3.49 mg troloks eşdeğeri olarak bulundu. *R. luteum* yaprak ekstraktı normal fibroblast hücrelerine kıyasla özellikle kolon (1.9 kat) ve karaciğer (2.2 kat) kanser hücrelerine karşı seçici sitotoksik etki sergiledi. Bu çalışma *R. luteum* yaprak ekstraktının sitotoksik etkisini ortaya koyan ilk çalışmadır. Ekstraktta bulunan sitotoksik moleküllerin tanımlanması ve etki mekanizmalarının belirlenmesi için daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır.

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 05.05.2018

Kabul Tarihi : 19.06.2018

### Anahtar Kelimeler

Antioksidan aktivite,  
Fenolikler,  
Kanser,  
*Rhododendron luteum*,  
Sitotoksikite

### Araştırma Makalesi

## INTRODUCTION

Cancer is one of the leading causes of morbidity and mortality worldwide (Yuan et al., 2017). According to a recent report by the World Health Organization (WHO), the average number of newly diagnosed cancer cases in the world exceeds 14 million per year, resulting in more than 60% deaths (8.8 million in 2015) (Russo et al., 2017). In the United States alone, approximately 1,688,780 new cancer cases and 600,920 deaths were reported in 2017 (Yuan et al., 2017). Early diagnosis and prevention of cancer has therefore become one of the priorities for governments, healthcare institutions and international organizations in all countries (Russo et al., 2017). Although billions of dollars are spent on cancer research every year, unfortunately the exact cause of cancer is not known yet. Normal cells have the ability to repair most of the DNA damage which can cause mutation. However, irreparable DNA damage causes cells to grow uncontrollably over time. It is suggested that the formation of cancer cells is caused by the deterioration of the cell turnover balance in the body. The removal of this imbalance is the main purpose of all cancer therapies (Prakash et al., 2013). In addition to surgery and radiation therapy, chemotherapy is a widely used method for the clinical treatment of cancer. Chemotherapeutic drugs can kill cancer cells that multiply rapidly, but these drugs can also damage normal cells and cause high rates of complications. Despite the significant advances recorded in chemotherapy, survival rates are not satisfactory due to drug resistance that can develop in cancer cells over time (Yuan et al., 2017).

Plants have been used as natural medicines by humans from ancient times. It is estimated that the vast majority of the world's population is resorting to traditional medicines to treat primary health problems. Plant extracts and plant derived active ingredients have an important place in the traditional treatment applied (Prakash et al., 2013). It is emphasized that beneficial activities resulting from antioxidant properties of medical plants can be used to reduce toxic side effects of radiotherapy and chemotherapy used in cancer treatment. In addition, the use of secondary herbal metabolites is now questioned in the treatment of cancer (Nema et al., 2013). *Rhododendron* is one of the largest vascular plants and covers most of the Northern Hemisphere (Popescu and Kopp, 2013). The genus *Rhododendron* pertains to the *Ericaceae* family of plants and includes more than 1000 species (Demir et al., 2016a). *Rhododendron* species are used as an alternative medicine in the treatment of various diseases, such as stomach ailments, gonorrhoea, spasm, eczema, diarrhoea, dysentery, arthritis, bronchitis and hypertension (Lin et al., 2014; Demir et al., 2016a). *Rhododendron* species are reported to be rich in terpenoids, saponins, alkaloids, tannins, and phenolic compounds (Popescu and Kopp, 2013). Antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory, analgesic, immunomodulator, antidiabetic,

hepatoprotective, and cytotoxic effects of *Rhododendron* species have been shown in previous studies (Yaylaci et al., 2007; Qiang et al., 2011; Popescu and Kopp, 2013; Demir et al., 2016a).

Several studies have investigated the cytotoxic effect of different species of the genus *Rhododendron*. Park and Kim (2008) demonstrated that the essential oil fraction obtained from *Rhododendron mucronatum* exhibits a cytotoxic effect in human immortal keratinocyte (HaCaT) cancer cells. Manikumar *et al.* (2011) reported that the acetone extract obtained from *Rhododendron ponticum* leaves exhibits a cytotoxic effect on the human prostate cancer (PC-3) cell line. Recently, Demir *et al.* (2016a) demonstrated that *Rhododendron luteum* flower extract has a selective cytotoxic effect against human colon and liver cancer cells. The purpose of this study was to determine the cytotoxic effect of *Rhododendron luteum* leaf extract in human prostate, breast, colon, lung, liver cancer cell lines, and human normal foreskin fibroblast cells.

## MATERIAL and METHODS

### Chemicals

All the chemicals used in the analysis of antioxidant activity were in analytical purity and were provided from Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA). All chemicals used in cell culture studies were provided from Lonza (Verviers, Belgium) and Biological Industries (Kibbutz Beit Haemek, Israel).

### Plant Extraction

*Rhododendron luteum* plant samples used in the study were collected from Caykara-Trabzon, Turkey in the Spring of 2016. The plant samples were dried in room temperature for 20 days. The leaf parts were then carefully separated and converted into a fine powder using a blender and milling procedures. One g of the powdered samples was mixed with 20 mL of dimethyl sulfoxide (DMSO). After thorough vortexing, the mixture was incubated for 24 h with continuous shaking at 150 rpm at 45°C. After incubation, the mixture was centrifuged at 2000×g for 10 min. The supernatant was filtered with Whatman No. 1 filter paper and then passed through 0.2 µm filters (Demir et al., 2016a). The resulting DMSO extract of *R. luteum* leaf was aliquoted for use in experiments and stored in the dark at -20°C.

### Determination of Total Phenolic Content (TPC)

The total phenolic content of the extract was determined spectrophotometrically according to the Folin-Ciocalteu method (Slinkard and Singleton, 1977). Gallic acid was used as a standard and the TPC value was calculated as mg gallic acid equivalent (GAE)/g sample.

### Determination of Total Flavonoid Content (TFC)

The total flavonoid content of the extract was determined

using aluminum chloride method (Moreno et al., 2000). Quercetin was used as a standard and the TFC value was calculated as mg quercetin equivalent (QE)/g sample.

#### Determination of Reducing Power

The reducing power of extract was determined using previously described method by Oyaizu (1986). Trolox was used as a standard and the reducing power value was calculated as mg trolox equivalent (TE)/g sample.

#### Cell Culture

Prostate adenocarcinoma (PC-3), hepatocellular carcinoma (HepG2), colon adenocarcinoma (WiDr), breast adenocarcinoma (MCF-7), lung carcinoma (A549) human cancer and normal foreskin fibroblast were supplied by the America Type Culture Collection (Manassas, VA, USA). All cells were cultured in Eagle's Minimum Essential Medium (EMEM) supplemented with 10% heat inactivated fetal bovine serum and 1% gentamicin solution with a 5% CO<sub>2</sub> supply at 37°C.

#### Drug Preparation and Treatment

Cisplatin was used as a reference anti-cancer compound in cytotoxicity experiments (Demir et al., 2017). Quercetin was used as a single flavonoid for cytotoxicity experiments because it is one of the major flavonoids in *Rhododendrons* (Popescu and Kopp, 2013). Both were dissolved in DMSO to obtain 1000 µg/mL stock solution. External working concentrations were prepared by further dilution with DMSO. Final solvent concentrations of compounds were no higher than 0.5% in culture media in any experiment. That concentration was not sufficient to affect cell morphology or viability.

#### Cytotoxicity Experiments

MTT assay (Mosmann, 1983) was employed to measure the cytotoxic effects of *R. luteum* leaf extract, quercetin, and cisplatin on five cancer and a normal cell lines. Briefly, cells were seeded into a flat-bottomed 96-well cell culture plates. The cells were then treated with varying concentrations of *R. luteum* leaf extract (0–100 µg/mL), quercetin (0–50 µg/mL), and cisplatin (0–10 µg/mL) for 72 h. Subsequently, 10 µL of MTT dye (0.25 mg/mL) was placed inside each well. The crystals that emerged were then dissolved in DMSO. Finally, absorbance was measured at 570 nm with a microplate reader (Molecular Devices Versamax, California, USA). Optical densities were employed to calculate percentage viabilities in treated cells compared to untreated control cells. Log-concentrations versus % cell viabilities were plotted with a logarithmic graph, which was then used to determine the IC<sub>50</sub> values. The IC<sub>50</sub> values of extract and cisplatin in the both cell lines were used to elicit a selectivity index with the following formula (Demir et al., 2016b):

Selectivity Index = Fibroblast cells IC<sub>50</sub>/Cancer cells IC<sub>50</sub>

#### Statistical Analysis

All experiments were performed at least three times, the results were expressed as mean ± standard deviation. Normal distribution was determined using the Kolmogorov-Smirnov test. One-Way ANOVA was performed to analyze intergroup differences. P<0.05 was regarded as significance level. .

#### RESULTS and DISCUSSION

The main disadvantage of synthetic medicines used in medical treatment is the risk of creating side effects (Prakash et al., 2013). Natural products are in high demanded in primary medical services in developing countries because they are traditionally used and believed to have fewer side effects (Nema et al., 2013). Phenolics are secondary metabolites that play a key role in growth, metabolism and protection in plants. More than 8000 phenolic compounds isolated from various plant species have been identified. Phenolic compounds are known to have high antioxidant effects. Phenolics are believed to originate from the antioxidant properties of many useful biological functions (Niedzwiecki et al., 2016; Ozkan et al., 2017). The determination of the antioxidant activity of the tested natural product is therefore considered as a starting point for more extensive biological activity studies. Many *in vitro* tests are used to determine the antioxidant capacity of plant extracts and it is recommended that this activity be identified by at least two different methods (Ozkan et al., 2017; Aliyazicioglu et al., 2017). The antioxidant properties of the *R. luteum* leaf extract were therefore determined using three different methods and the results are presented in Table 1.

The TPC value of ethanolic *Rhododendron ponticum* bark extract was found 34.8 g catechin equivalent/100 g extract (Yaylaci et al., 2007), while the TPC and TFC values of %80 methanolic bark extract of *Rhododendron yedoense* var. *poukhanense* were 160 mg GAE and 2.2 mg QE per g dry extract, respectively (Lee et al., 2011).

Table 1. Antioxidant properties of *R. Luteum* extract (n=3)

Antioxidant Parameters	
Total Polyphenolic Content (mg GAE/g sample)	173.2±3.97
Total Flavonoid Content (mg QE/g sample)	51.5±0.16
Reducing Power (mg TE/g sample)	629.5±3.49

Lin *et al.* (2014) found that the TPC and reducing power values of the methanol extracts prepared from the leaves of 10 different *Rhododendron* species naturally grown in Taiwan were 165-319 mg GAE and 225-387 mg catechin equivalents per gram, respectively. Jing *et al.* (2015) reported that the TPC and TFC values of the 70% ethanolic extract of *Rhododendron anthopogonoides* were 165 mg GAE and 231 mg rutin equivalents per gram

sample, respectively. Demir *et al.* (2016a) demonstrated that TPC, TFC and reducing power values of *R. luteum* flower extract were as 54.2 mg GAE, 18.5 mg QE, and 164.2 mg TE per g sample, respectively. The antioxidant activity results of this study are largely consistent with previous studies. The difference between our antioxidant activity results and those of other studies may be due to the plant species, type of used standart compound, type of extraction methods, geographic region, harvest season, and post-harvesting conditions.

Cancer is a major public health problem in both developed and developing countries. Cancer cells have abnormal growth rates and are able to invade and harm normal cells. Every year, millions of people are diagnosed with cancer and many lose their lives. According to the American Cancer Society, cancer-related deaths account for 2-3% of annual worldwide deaths (Prakash *et al.*, 2013). The five most common cancer types in males are lung, prostate, colon, stomach and liver cancers, while in females breast, colon, lung, scervix, and stomach cancers (Rayan *et al.*, 2017). The accepted treatment modalities for cancer treatment are surgery, radiation or chemotherapeutic drug applications. These treatments can be administered alone or in combination. Chemotherapeutic agents are frequently used in the treatment of cancer (Taraphdar *et al.*, 2001). Since standard chemotherapeutic drugs develop resistance to cancer cells over time and severe side effects may be seen, new treatment options need to be investigated (Li *et al.*, 2012). Synthesis and modification of novel anti-cancer drugs that can be used in clinical oncology is one of the most popular research areas. However, only a small fraction of synthetic drug candidates can attend clinical use. New prototypes with potential biological anti-cancer effects are therefore needed. Natural products are emerging as potential prototypes for the next generation of anti-cancer drugs (Taraphdar *et al.*, 2001). Today, more than 60% of the anticancer drugs used clinically are obtained from natural products (Rayan *et al.*, 2017). Recent work on plant-derived anti-tumor compounds has revealed an impressive array of structure-function relationships (Taraphdar *et al.*, 2001). When the literature is examined, it is seen that the studies on the cytotoxic effect of the extracts obtained from *Rhododendron* species are limited (Park and Kim, 2008; Manikumar *et al.*, 2011; Demir *et al.*, 2016a). Especially, it has been revealed that some natural product extracts can increase apoptosis in cancer cells without harming normal cells in recent years. Screening for cytotoxic effects of plant-derived extracts or compounds isolated from them in cancer cells is therefore important (Taraphdar *et al.*, 2001). Selectivity (no toxic effects on healthy cells) and effectiveness (high efficacy against multiple cancers) are the desired two main proterties from an effective and acceptable anticancer agent (Demir *et al.*, 2016a). The cytotoxic effect of the *R. luteum* leaf extract was therefore examined on five common cancer

cell lines and a normal cell line. The concentration-dependent effect of the extract on cell viability is shown in Figure 1.

The IC<sub>50</sub> values obtained from the growth curves are presented in Table 2. The IC<sub>50</sub> values of the extract in the cancer cell line range from 24.5 to 61.2 µg/mL. According to the US National Cancer Institute, extracts with a small IC<sub>50</sub> value of 30 µg/mL against tumor cell lines *in vitro* conditions are considered promising for anticancer drug development (de Oliveira *et al.*, 2016). The present results showed that *Rhododendron luteum* leaf extract was more cytotoxic on colon and liver cancer cells with their lower IC<sub>50</sub> values (<30 µg/mL) than the other cancer cells tested.

The selectivity index of the extract and other test compounds are shown in Table 3. The most selective cytotoxic effect of the extract was seen on HepG2 and WiDr cells. The term selectivity index indicates how selectively the extract or drug molecule can eliminate cancer cells compared to normal cells (Demir *et al.*, 2016b).

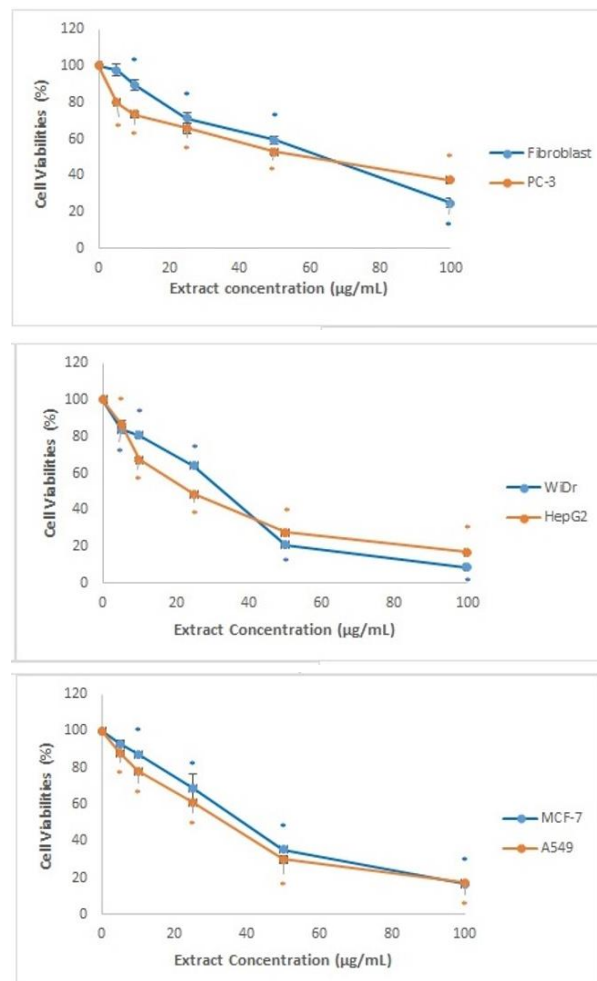


Figure 1. The anti-growth effect after the treatment with the extract for 72 h against human cancer and normal fibroblast cells by the MTT assay (n=3).

Table 2. Cytotoxic activity (IC<sub>50</sub>, µg/mL) of *R. luteum* extract and other test compounds (n=3)

	Test Compounds		
	<i>R. luteum</i> extract	Quercetin	Cisplatin
A549	34.1±0.8	3.6±0.2	0.7±0.1
MCF-7	38.8±1.5	8.3±0.3	1.6±0.1
HepG2	24.5±1.1	5.1±0.1	2.5±0.1
PC-3	61.2±3.7	4.2±0.1	0.7±0.1
WiDr	27.6±0.6	8.3±0.1	1.1±0.1
Fibroblast	53.4±2.3	15.5±0.2	4.8±0.2

Table 3. Selectivity index of *R. luteum* extract and other test compounds

	Test Compounds		
	<i>R. luteum</i> extract	Quercetin	Cisplatin
A549	1.6	4.3	6.9
MCF-7	1.4	1.9	3.0
HepG2	2.2	3.0	1.9
PC-3	0.9	3.7	6.9
WiDr	1.9	1.9	4.4

Previous studies with *Rhododendron* species have shown that the 70% ethanolic extract of *Rhododendron brachycarpum* leaves has a cytotoxic effect on human lung (A549), stomach (AGS), breast (MCF-7) and liver (Hep3B) cancer cell lines (Byun et al., 2005). Way et al. (2014) reported that different fractions of the methanolic extract of *Rhododendron formosanum* leaves exhibit cytotoxic effect in human lung cancer cells by inducing apoptosis. In addition, Bilir et al. (2018a) demonstrated that the aqueous extract of *Rhododendron ponticum* flowers exhibits cytotoxic effects on human prostate cancer (PC3 and DU145) cell lines. Studies have also investigated the antiproliferative activity of various compounds isolated from *Rhododendron* species. Jang et al. (2005) reported that grayanotoxin I isolated compound from *Rhododendron brachycarpum* has a strong antiproliferative effect in human lung, ovarian, melanoma, colon and glioblastoma cancer cells. Seephonkai et al. (2011) demonstrated that ferruginenes C isolated from *Rhododendron ferrugineum* exhibits a cytotoxic effect on human acute promyelocytic leukemia, cervix, and breast cancer cells. Li et al. (2012) reported that hyperin isolated from Manchurian *Rhododendron* leaf exhibits antiproliferative effect in human endometrial cancer cells through mitochondrial apoptosis pathway. It is reported that 15-oxoursolic acid isolated from *Rhododendron arboreum* exhibits cytotoxic effect on human renal, liver, lung, and ovarian cancer cells (Ali et al., 2017). Recently, Bilir et al. (2018b) reported that the aqueous extract of *Rhododendron ponticum* flowers exhibits cytotoxic effect on the glioma cells.

*Rhododendron* species were shown to be rich in phenolic compounds, such as 5-hydroxy-6,7-

dimethoxyflavone, kaempferol, quercetin, isorhamnetin, myricetin, quercitrin, rutin, taxifolin, catechin derivatives, phloretin, cyanidin, delphinidin, coumaric acid, and caffeic acid (Qiang et al., 2011; Popescu and Kopp, 2013). It is emphasized that phenolic compounds can exhibit anti-cancer activity through arresting the cell cycle, stimulating apoptosis, suppressing glucose uptake, eliminating drug resistance, inhibiting angiogenesis, and producing various epigenetic changes (Zhou et al., 2016). Quercetin was used as a single phenolic compound in our study since it is one of more abundant polyphenols in *Rhododendrons* (Qiang et al., 2011; Popescu and Kopp, 2013). Our findings show that the IC<sub>50</sub> values of extract were higher than those of quercetin. For this reason, the cytotoxic effect of extract on five cancer cell lines may not derive only from quercetin, and this result may explain the synergistic effect of all extract constituents.

## CONCLUSIONS

This study is the first report about the cytotoxic effect of *R. luteum* leaf extract on cancer cells. Particularly, the selective cytotoxic effect of extract on liver and colon cancer cells may be a new remedy for cure. However, further experimental models and investigations into mechanism of molecular action are needed to confirm these cytotoxic activities.

## Conflicts of interest statement

None of the authors had any financial or personal relationships with other individuals or organizations that might inappropriately influence their work during the submission process.



## REFERENCES

- Ali S, Nisar M, Qaisar M, Khan A, Khan AA, 2017. Evaluation of the cytotoxic potential of a new pentacyclic triterpene from *Rhododendron arboreum* stem bark. *Pharm Biol*, 55(1): 1927-1930.
- Aliyazicioglu R, Demir S, Badem M, Sener SO, Korkmaz N, Ayazoglu Demir E, Ozgen U, Alpay Karaoglu S, Aliyazicioglu Y, 2017. Antioxidant, antigenotoxic, antimicrobial activities and phytochemical analysis of *Dianthus carmelitarum*. *Rec Nat Prod*, 11(3): 270-284.
- Bilir EK, Tutun H, Sevin S, Kismalı G, Yarsan E, 2018a. Cytotoxic effects of *Rhododendron ponticum* L. extract on prostate carcinoma and adenocarcinoma cell line (DU145, PC3). *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 24(3): 451-457.
- Bilir EK, Sevin S, Tutun H, Alcigir ME, Yarsan E, 2018b. Cytotoxic and antiproliferative effects of *Rhododendron ponticum* L. extract on rat glioma cell line (F98). *IJPSR*, 9(5): 1815-1820.
- Byun KS, Lee YW, Jin HJ, Lee MK, Lee HY, Lee KJ, Heo MY, Yu CY, Lee JH, 2005. Genotoxicity and cytotoxicity in human cancer and normal cell lines of the extracts of *Rhododendron brachycarpum* D. Don leaves. *Korean J Medicinal Crop Sci*, 13(4): 199-205.
- de Oliveira PF, Damasceno JL, Bertanha CS, Araújo AR, Pauletti PM, Tavares DC, 2016. Study of the cytotoxic activity of *Styrax camporum* extract and its chemical markers, egonol and homoeonol. *Cytotechnology*, 68(4): 1597-1602.
- Demir S, Turan I, Aliyazicioglu Y, 2016a. Selective cytotoxic effect of *Rhododendron luteum* extract on human colon and liver cancer cells. *J BUON*, 21(4): 883-888.
- Demir S, Aliyazicioglu Y, Turan I, Misir S, Mentese A, Yaman SO, Akbulut K, Kilinc K, Deger O, 2016b. Antiproliferative and proapoptotic activity of Turkish propolis on human lung cancer cell line. *Nutr Cancer*, 68(1): 165-172.
- Demir S, Turan I, Demir F, Ayazoglu Demir E, Aliyazicioglu Y, 2017. Cytotoxic effect of *Laurocerasus officinalis* extract on human cancer cell lines. *Marmara Pharm J*, 21: 121-126.
- Jang GU, Choi SU, Lee KR, 2005. Cytotoxic constituents of *Rhododendron brachycarpum*. *Yakhak Hoechi*, 49: 244-248.
- Jing L, Ma H, Fan P, Gao R, Jia Z, 2015. Antioxidant potential, total phenolic and total flavonoid contents of *Rhododendron anthopogonoides* and its protective effect on hypoxia-induced injury in PC12 cells. *BMC Complement Altern Med*, 15: 287, DOI: 10.1186/s12906-015-0820-3.
- Lee SH, Sancheti SA, Bafna MR, Sancheti SS, Seo SY, 2011. Acetylcholinesterase inhibitory and antioxidant properties of *Rhododendron yedoense* var. *Poukhanense* bark. *J Med Plants Res*, 5(2): 248-254.
- Li FR, Yu FX, Yao ST, Si YH, Zhang W, Gao LL, 2012. Hyperin extracted from Manchurian *Rhododendron* leaf induces apoptosis in human endometrial cancer cells through a mitochondrial pathway. *Asian Pac J Cancer Prev*, 13: 3653-3656.
- Lin CY, Lin LC, Ho ST, Tung YT, Tseng YH, Wu JH, 2014. Antioxidant activities and phytochemicals of leaf extracts from 10 native *Rhododendron* species in Taiwan. *Evid Based Complement Altern Med*, Article ID: 283938, DOI: 10.1155/2014/283938.
- ManiKumar P, Pardhu G, Ravinder S, Lakshmi V, Tejaswini K, Vishwanath Pradeep B, 2011. Phytochemical screening, antimicrobial and antiproliferative properties of *Rhododendron ponticum* on prostate epithelial cancer cells. *J Pharm Sci & Res*, 3(11): 1552-1555.
- Moreno MI, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA, 2000. Comparison of the free radical scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J Ethnopharmacol*, 71(1-2): 109-114.
- Mosmann T, 1983. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. *J Immunol Methods*, 65: 55-63.
- Nema R, Khare S, Jain P, Pradhan A, Gupta A, Singh D, 2013. Natural products potential and scope for modern cancer research. *AJPS*, 4: 1270-1277.
- Niedzwiecki A, Roomi MW, Kalinovsky T, Rath M, 2016. Anticancer efficacy of polyphenols and their combinations. *Nutrients*, 8: 552, DOI:10.3390/nu8090552.
- Oyaizu M, 1986. Studies on product of browning reaction prepared from glucoseamine. *Jpn J Nutr*, 44: 307-315.
- Ozkan MT, Aliyazicioglu R, Demir S, Misir S, Turan I, Yildirmis S, Aliyazicioglu Y, 2017. Phenolic characterisation and antioxidant activity of *Primula vulgaris* and its antigenotoxic effect on fibroblast cells. *Jundishapur J Nat Pharm Prod*, 12(1): e40073, DOI: 10.5812/jjnpp.40073.
- Park YH, Kim SM, 2008. Composition and cytotoxicity of essential oil from Korean *Rhododendron* (*Rhododendron mucronulatum* Turcz. var. *ciliatum* Nakai). *J Korean Soc Appl Biol Chem*, 51: 233-237.
- Popescu R, Kopp B, 2013. The genus *Rhododendron*: An ethnopharmacological and toxicological review. *J Ethnopharmacol*, 147: 42-62.
- Prakash O, Kumar A, Kumar P, Ajeet, 2013. Anticancer potential of plants and natural products: A review. *Am J Pharmacol Sci*, 1(6): 104-115.
- Qiang Y, Zhou B, Gao K, 2011. Chemical constituents of plants from the genus *Rhododendron*. *Chem Biodivers*, 8: 792-815.
- Rayan A, Raiyn J, Falah M, 2017. Nature is the best source of anticancer drugs: Indexing natural

- products for their anticancer bioactivity. *PlosOne*, 12(11): e0187925, DOI: 10.1371/journal.pone.0187925.
- Russo GL, Tedesco I, Spagnuolo C, Russo M, 2017. Antioxidant polyphenols in cancer treatment: Friend, foe or foil? *Semin Cancer Biol*, 46: 1-13.
- Seephonkai P, Popescu R, Zehl M, Krupitza G, Urban E, Kopp B, 2011. Ferruginenes A-C from *Rhododendron ferrugineum* and their cytotoxic evaluation. *J Nat Prod*, 74: 712-717.
- Slinkard K, Singleton VL, 1977. Total phenol analyses: automation and comparison with manual methods. *Am J Enol Viticult*, 28: 49-55.
- Taraphdar AK, Roy M, Bhattacharya RK, 2001. Natural products as inducers of apoptosis: Implication for cancer therapy and prevention. *Current Science*, 80(11): 1387-1396.
- Way TD, Tsai SJ, Wang CM, Ho CT, Chou CH, 2014. Chemical constituents of *Rhododendron formosanum* show pronounced growth inhibitory effect on non-small-cell lung carcinoma cells. *J Agric Food Chem*, 62: 875-884.
- Yaylaci F, Kolayli S, Kucuk M, Karaoglu Alpay S, Ulusoy E, 2007. Biological activities of trunk bark extracts of five tree species from Anatolia, Turkey. *Asian J Chem*, 19(3): 2241-2256.
- Yuan R, Hou Y, Sun W, Yu J, Liu X, Niu Y, Lu JJ, Chen X, 2017. Natural products to prevent drug resistance in cancer chemotherapy: a review. *Ann N Y Acad Sci*, 1401: 19-27.
- Zhou Y, Zheng J, Li Y, Xu DP, Li S, Chen YM, Li HB, 2016. Natural polyphenols for prevention and treatment of cancer. *Nutrients*, 8: 515, DOI:10.3390/nu8080515.

## Phenotypic and Genotypic Analysis of Gentamicin, Penicillin, Methicillin, Vancomycin, Linezolid and Tetracycline Resistance in Clinical Isolates of *Staphylococcus aureus*

Zerife ORHAN<sup>1</sup> , Arzu KAYIŞ<sup>1</sup> , Esra KAYA<sup>2</sup> , Murat ARAL<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Vocational School of Health Services, Kahramanmaraş, <sup>2</sup>Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Faculty of Medicine, Department of Medicinal Microbiology, Kahramanmaraş.

✉: zarife70@hotmail.com

### ABSTRACT

In this study, it was aimed to investigate the resistance rates of gentamicin, penicillin, methicillin, vancomycin, linezolid and tetracycline by phenotypic and genotypic methods in *Staphylococcus aureus* isolates and to determine plasmid content. Between the months of January and September in 2015, 100 clinical isolates of *S. aureus* were obtained from different samples such as wound, blood, urine. The automated bacteria identification and antibiotic susceptibility system (BD Phoenix™, Sparks, MD, USA) was used to determine of antibiotic sensitivities. The resistance to methicillin was also investigated by Kirby-Bauer disc diffusion method using a 30 µg cefoxitin disc. The presence of *aac(6')/aph(2'')*, *blaZ*, *mecA*, *femA*, *vanA*, *vanB*, *cfr*, *tetK* and *tetM* genes related to antibiotic resistance was investigated by PCR amplification in all isolates. Plasmid DNAs were isolated by using a Thermo Scientific GeneJET Plasmid Miniprep Kit. The cefoxitin resistance of *S.aureus* isolates, identified according to the results of disk diffusion and automated system, was calculated as 19%. Vancomycin and linezolid resistance were not observed in isolates while gentamicin 2%, penicillin 100%, methicillin 19%, tetracycline 18% resistance were identified using the automated system. According to the results of molecular analysis *aac(6')/aph(2'')*, *blaZ*, *mecA*, *femA*, *tetK* and *tetM* genes frequencies were determined as 2%, 100%, 19%, 100%, 17% and 3% respectively, but *vanA*, *vanB* and *cfr* genes were not amplified by PCR. In order to determine the relationship between antibiotic resistance and plasmid presence, plasmids were isolated from identified bacterial isolates. It is found that most of bacterial isolates (79%) contain different numbers plasmids. Rapid and reliable method for antibiotic susceptibility is important to determine the appropriate therapy decision. PCR can be used for confirmation of the results obtained by automated system or could be used as an alternative diagnostic method in the routine diagnosis for rapid, sensitive, and specific detection of MRSA associated antibiotic resistance genes.

DOI:10.18016/ksutarimdogavi.452783

### Article History

Received : 09.02.2018

Accepted : 06.06.2018

### Keywords

Antibiotic resistance,  
PCR,  
Phoenix automated system,  
Plasmid content,  
*Staphylococcus aureus*

### Research Article

## *Staphylococcus aureus* Klinik İzolatlarında Gentamisin, Penisilin, Metisilin, Vankomisin, Linezolid ve Tetrasiklin Direncinin Fenotipik ve Genotipik Olarak Araştırılması

### ÖZET

Bu çalışmada, *Staphylococcus aureus* izolatlarında gentamisin, penisilin, metisilin, vankomisin, linezolid ve tetrasiklin direnç oranlarının araştırılması ve plazmid içeriğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. 2015 yılı Ocak-Eylül ayları arasında yara, kan, idrar gibi farklı örneklerden 100 tane *S. aureus* izolatu elde edilmiştir. Antibiyotik duyarlılıklarını belirlemek için otomatik bakteri identifikasyon ve antibiyotik duyarlılık sistemi (BD Phoenix™, Sparks, MD, ABD) kullanıldı. Ayrıca, metisilin direnci 30 µg sefoksitin disk kullanılarak Kirby-Bauer disk difüzyon yöntemi ile de araştırıldı. Antibiyotik direncine bağlı *aac(6')/aph(2'')*, *blaZ*, *mecA*, *femA*, *vanA*, *vanB*, *cfr*, *tetK* ve *tetM* genlerinin varlığı tüm izolatlarda

### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 09.02.2018

Kabul Tarihi : 06.06.2018

### Anahtar Kelimeler

Antibiyotik direnci,  
PCR,  
Phoenix otomotize sistem,  
plazmit içeriği,  
*Staphylococcus aureus*

### Araştırma Makalesi

PCR amplifikasyonu ile araştırıldı. Plazmid DNA'ları Thermo Scientific GeneJET Plazmid Miniprep Kiti kullanılarak izole edildi. Disk difüzyon ve otomatik sistem sonuçlarına göre belirlenen *S.aureus* izolatlarının sefoksitin direnci %19 olarak belirlendi. Vankomisin ve linezolid direnci izolatlarda görülmezken, otomatize sistem ile %2 gentamisin, %100 penisilin, %19 metisilin, %8 tetrasiklin direnci belirlendi. Moleküler analiz sonuçlarına göre *aac(6)/aph(2')*, *blaZ*, *mecA*, *femA*, *tetK* ve *tetM* genleri sırasıyla % 2, % 100, % 19, % 100, % 17 ve %3 olarak belirlendi. Fakat *vanA*, *vanB* ve *cfi* genleri PCR ile amplifiye edilmedi. Antibiyotik direnci ve plazmid varlığı arasındaki ilişkiyi belirlemek için plazmidler, tanımlanmış bakteriyel izolatlardan izole edildi. Bakteriyel izolatların çoğunun (% 79) farklı sayılarda plazmid içerdiği bulundu.

Antibiyotik duyarlılığı için hızlı ve güvenilir bir yöntem, uygun tedavi kararını belirlemek için önemlidir. Otomatik sistem ile elde edilen sonuçların doğrulanması için PCR kullanılabilir veya MRSA ile ilişkili antibiyotik direnç genlerinin hızlı, hassas ve spesifik saptanması için rutin tanıda alternatif bir tanı yöntemi olarak kullanılabilir.

**To cite:** Orhan Z, Kayış A, Kaya E, Aral M 2018. Phenotypic and Genotypic Analysis of Gentamicin, Penicillin, Methicillin, Vancomycin, Linezolid and Tetracycline Resistance in Clinical Isolates of *Staphylococcus aureus*. . KSÜ Tar Doğa Derg 21(6) : 957-965, DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.452783

## INTRODUCTION

*Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) is an important microbial cause of serious hospital- or society-borne infections that are associated with high morbidity and mortality as well as a rapid resistance development (Salem-Bekhit, 2014). Recent reports have revealed that *S. aureus* has developed resistance against the many classes of antibiotics (Aires de Sousa et al., 2005; Appelbaum, 2007; Matsuo and Komatsuzawa, 2012). The emergence of antibiotic-resistant *S. aureus* isolates evokes difficulty with treatments as well as an increase in the burden on health systems and the need for new antibiotics (Dudhagara et al., 2011). PCR-based molecular techniques are generally preferred for the determination of antibiotic resistance in genes. Therefore, in order to determine the antibiotic resistance of many antibiotic-resistant pathogens, the availability of sensitive and specific methods has become an important tool in clinical diagnosis (Pillai et al., 2012).

The gentamicin resistance of *S. aureus* may be explained by the fact that they have any one of many modification enzymes (Freitas et al., 1999). The most commonly found modification enzyme in *Staphylococcus* isolates, aminoglycoside modifying enzyme (AME), is a two-functional enzyme AAC(6)/APH(2") and is encoded by the *aac(6)/aph(2")* gene (Hauschild et al., 2008).

Methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA) is resistant against all penicillin including semi-synthetic penicillinase resistant penems, carbapenems and cephalosporins. The most crucial mechanism of penicillin is driven by an exogene *mecA*, and these codes are also known as B-lactam-resistant penicillin-binding protein (PBP) codes: PBP-2 (or PBP-2a). Another gene *Staphylococcal* resistance to penicillin is mediated by

*blaZ*, the gene that encodes  $\beta$ -lactamase (Malachowaet al., 2010; Foster, 2017; Nasution, 2018).

Glycopeptide antibiotics, such as vancomycin and teicoplanin, can inhibit synthesis of the cell wall, which consists of glycosylated non-ribosomal peptides. In VRSA isolates, an alternative cell wall structure with D-alanine-D-lactate is found instead of the normal structure of D-alanine-D-alanine (Gardete et al., 2014). Linezolid resistance mainly occurs through the structural modification of the oxazolidinone binding site of the 50S peptidyl transferase centre. It has been determined that linezolid-resistant isolates possess both *cfi* gene and chromosomal coded mutations (Locke et al., 2014; Boswihi and Udo, 2018).

Tetracycline group antibiotics block protein synthesis by binding to the 30S ribosome, which in turn restricts the connection between aminoacyl-tRNA and the receptive region. The efflux protein code, *tetK*, is an energy-dependent membrane-bound protein that prevents tetracycline from being accumulated in the cells. *tetM*, another gene, encodes a ribosomal protection protein that decreases the affinity of tetracycline (Ullah et al., 2012; Khoramrooz et al., 2017). According to previous studies, tetracycline-resistant MRSA isolates generally possess either *tetA(M)* or *tetA(K)* alone, or both together (Trzcinski et al., 2000; Schmitz et al., 2001; Michalova et al., 2004).

In the treatment of staphylococcal infections, the accurate and rapid diagnosis of antibiotic resistance genes is crucial in preventing the spread of infections. PCR-based molecular methods for the detection of antibiotic resistance genes are frequently preferred. This study aimed to investigate the resistance properties of *S. aureus* isolates gentamicin, penicillin, methicillin,

vancomycin, linezolid and tetracycline by phenotypic and genotypic methods and determine the plasmid content.

## MATERIALS and METHODS

### Bacterial strains

One hundred *S. aureus* strains were isolated from clinical specimens regardless of their methicillin resistance or sensitivity status. The study was carried out in Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Medical Microbiology Laboratory of Medicine Faculty and Microbiological Genetics Laboratory in University-Industry-Public Cooperation Development Application and Research Center between January and September of 2015.

The samples were cultured on agar supplemented with sheep blood in a microbiology laboratory and incubated at 37 °C for 24 hours. After the incubation, the isolates were used in certain morphological and chemical tests: colony morphology, gram staining and catalase reaction. Tube coagulase and weak coagulase isolates were performed by DNase tests and BD Phoenix by using a fully automated system. All isolates identified as *S. aureus* were stored in 5% glycerin containing Tryptone Soya Broth (Thermo Scientific™ CM0129B).

### Biochemical analyses

Methicillin resistance was investigated by using 30 µg of cefoxitin disc (BD BBL™ Sensi-Disc™ 231590) on agar at 37 °C for 24 hours incubations according to Mueller-Hinton Agar (BD, ABD). The isolates that produced less than (or equal to) 21 mm of cefoxitin inhibition zone in diameter were considered resistant, while those produced zones that were higher than (or equal to) 22 mm in diameter were labelled as sensitive (CLSI, 2015).

*S. aureus* ATCC 25923 were used as control strain. For the identification and antibiotic sensitivity tests of the isolates, the BD Phoenix automated microbiology system was also used, according to the manufacturer's instructions.

### Molecular analyses

Reaction Conditions: 5 µl Standard *Taq* reaction buffer, 1 µl of forward and reverse primers, 1µl dNTPs, 0.5 µl of *Taq* DNA polymerase (5 U/mL) and 1 µl of DNA template in a total reaction volume of 30 µl. One µl of colonies dissolved in 20 µl of distilled water was used as DNA template. The sequences of the oligonucleotide primers used in the study are presented in Table 1.

PCR reaction was initiated at 94 °C for 5 min for pre-denaturation followed by 30 cycles at 94 °C for 30 seconds, with an annealing temperature for *aac(6)/aph(2)* of 49 °C, for *blaZ* of 50 °C, for *mecA* of 50 °C, for *femA* of 49 °C, for *vanA* of 55 °C, for *vanB* of 58 °C, for *cf* of 57 °C, for *tetK* of 50 °C and for *tetM* of 54 °C).

The elongation step was at 72 °C for 45 seconds, and the final elongation was at 72 °C for 10 min. PCR products were visualized and photographed under UV light after having been run on 1% agarose gel through electrophoresis. Positive and negative controls were used throughout the study.

### Calculation of plasmid presence

Plasmid DNAs were isolated by using a Thermo Scientific GeneJET Plasmid Miniprep Kit with the modification of adding 0.50% of lysozyme into 1000 ml.

## RESULTS

### Clinical characteristics

Staphylococcus isolates were obtained from wounds (53%), blood (20%), the nose (9%), mucus (7%), urine (7%), the throat (3%) and cerebrospinal fluid (1%). Methicillin resistance of the isolates was determined as 19% in total and the total was sourced from 10% wounds, 5% blood, 1% the nose, 2% urine and 1% the throat.

### Antibiotic resistance

The both methods showed that isolates have 2% gentamicin resistance (Figure 1), 100% penicillin and *blaZ* resistance (Figure 2).

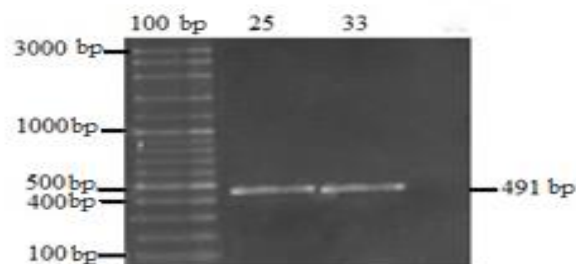


Figure 1. Agarose gel electrophoresis picture of *aac(6)/aph(2)* genes amplified through PCR from the isolates 25 and 33 M: molecular size marker (vivantis VC 100bp Plus DNA ladder NL1405).

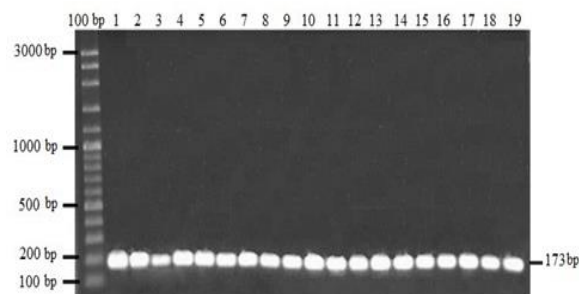


Figure 2. Agarose gel electrophoresis picture of *blaZ* gene amplified by PCR from the isolates 1 to 19. M: molecular size marker (vivantis VC 100bp Plus DNA ladder NL1405).

Table 1. Sequence of oligonucleotide primers to detect antibiotic resistance

Gene	Primers	Antibiotic	Oligonucleotide (5' →3')	Amplicon size (bp)	Reference
<i>aac(6')</i> / <i>aph(2'')</i>	<i>aac</i> -F	gentamicin	GAAGTACGCAGAAGAGA	491	(Choi et al., 2003)
	<i>aac</i> -R		ACATGGCAAGCTCTAGGA		
<i>blaZ</i>	<i>blaZ</i> -F	penicillin	ACTTCAACACCTGCTGCTTTC'	173	(Martineau et al., 2000)
	<i>blaZ</i> -R		TGACCACTTTTATCAGCAACC		
<i>mecA</i>	<i>mecA</i> -F <i>mecA</i> -R	methicillin	AAAATCGATGGTAAAGGTTGGC AGTTCTGCAGTACCGGATTTGC	532	(Strommenger et al., 2003)
<i>femA</i>	<i>femA</i> -F <i>femA</i> -R		AAAAAAGCACATAACAAGCG GATAAAGAAGAAACCAGCAG		
<i>vanA</i>	<i>vanA</i> -F	vancomycin	CATGAATAGAATAAAAAGTTGCTGCA ATA	1032	(Farhadian et al., 2014)
<i>vanB</i>	<i>vanA</i> -R <i>vanB</i> -F <i>vanB</i> -R		CCCCTTTAACGCTAATACGATCAA		
<i>Cfr</i>	<i>cfr</i> -F	linezolid	GTGACAAACCGGAGGCGAGGA CCGCCATCCTCCTGCAAAAAA TGAAGTATAAAGCAGGTTGGGAGTC A	746	(Kehrenberg et al., 2006)
<i>tet(K)</i>	<i>cfr</i> -R <i>tetK</i> -F <i>tetK</i> -R		ACCATATAATTGACCACAAGCAGC GTAGCGACAATAGGTAATAGT GTAGTGACAATAAACCTCCTA		
<i>tet(M)</i>	<i>tetM</i> -F <i>tetM</i> -R		AGTGGAGCGATTACAGAA CATATGTCCTGGCGTGTCTA	158	

All *femA* molecular isolates were also found to be resistant (Figure 3). In all three methods (cefoxitin disc diffusion, Phoenix cefoxitin and PCR (*mecA*)) showed that methicillin resistance was the same value (19%) (Figure 4).

No resistance was found for vancomycin (*vanA*, *vanB*) and linezolid (*cfr*) in either of the methods.

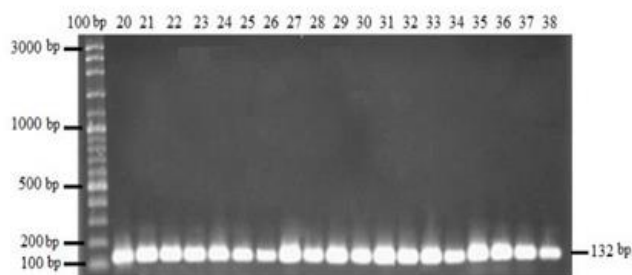


Figure 3. Agarose gel electrophoresis picture of *femA* gene from the isolates 20–38 amplified through PCR. M: molecular size marker (vivantis VC 100bp Plus DNA ladder NL1405).

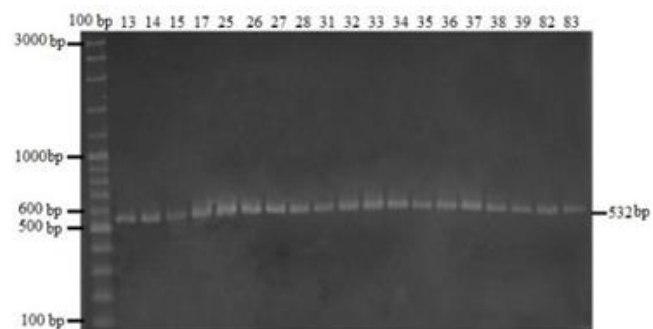


Figure 4. Agarose gel electrophoresis picture of *mecA* gene amplified through PCR from the isolates 17, 25–28, 31–39, 82, 83. M: molecular size marker (vivantis VC 100bp Plus DNA ladder NL1405).

Tetracycline resistance was determined to be phenotypically 18% of the samples. Tetracycline resistance was determined genotypically in 17% *tetK* (Figure 5) 3% *tetM* (Figure 6), 2% (both *tetK* and *tetM*). Of three isolates carrying the *tetM* gene, one did not carry the *tetK* gene. Only one of the isolates that was determined as being tetracycline-resistant phenotypically could not be found molecularly. One isolate that was not determined phenotypically was observed to have the *tetK* gene.

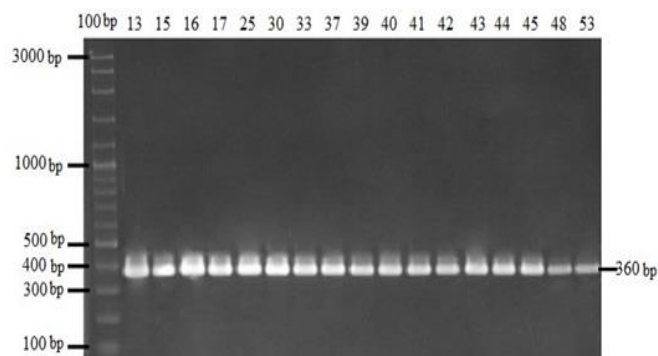


Figure 5. Agarose gel electrophoresis picture of *tetK* gene from the isolates 13, 15–17, 25, 30, 33, 37, 39, 40–45, 48, 53 amplified through PCR. M: molecular size marker (vivantis VC 100bp Plus DNA ladder NL1405).

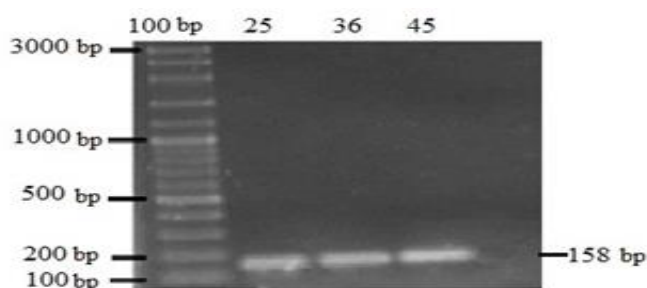


Figure 6. Agarose gel electrophoresis picture of *tetM* from the isolates 25, 36, 45 amplified through PCR. M: molecular size marker (vivantis VC 100bp Plus DNA ladder NL1405).

### Presence of the Plasmids

In total, 79% isolates were determined to have plasmids, with 62% carrying one, 13% carrying two, and 4% carrying three plasmids (Figure 7).

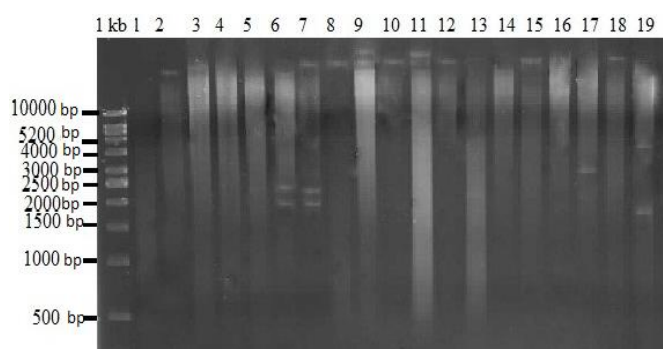


Figure 7. Plasmid contents of the isolates 1-19 on a 0.8% agarose gelelectrophoresis. M: molecular size marker (vivantisVC 1kb DNA ladder NL1409).

### DISCUSSION and CONCLUSION

In this study, we used automatized systems to determine the antibiotic sensitivity phenotypically. Conventional PCR was used to identify the resistance genes. The results were compared. In addition, we identified the plasmid content of the isolates.

The *aac(6')/aph(2'')* gene provides the organism with the resistance against to gentamicin. Also it contributes to the resistance against tobramycin and kanamycin and it encodes the AME. The *aac(6')/aph(2'')* gene is also the most commonly found resistance gene in *Staphylococcus*. (Hauschild et al, 2008).

When the relationship between the presence of the *aac(6')/aph(2'')* gene and gentamicin resistance was checked, 2% of *S. aureus* isolates were found to possess the gene. Some researchers reported an excellent correlation between the phenotypic method and the genotypic method they employed using the *aac(6')/aph(2'')* gene (Vanhoof et al., 1994; Pfaller et al., 1998; Martineau et al., 2000).

Likewise, in our study, the results of the PCR tests were in accordance With the phenotypic antibiotic-resistance determination results. Aminoglycoside resistance mechanisms have become more complicated by the increased use of aminoglycoside. Moreover, there is still no rapid and reliable method to determine aminoglycoside resistance. Therefore, the PCR technique allows the effective treatment to start faster and produces therapeutic success by reducing the empiric treatments with high-range antibiotics (Dessouky et al., 2013).

In *Staphylococcus* penicillin resistance occurs through two distinct mechanisms. The first and most important one is the production of the beta-lactamase protein encoded by the *blaZ* gene, which inactivates penicillin by hydrolyzing the beta-lactam circle. The second one is the translation of a penicillin-binding protein PBP2a, which is primarily related to human isolates, encoded by the *mecA* gene (Zmantar et al., 2013).

It was determined that out of 100 isolates used in the study, all carried the *blaZ* gene. This result was found to be compatible with some studies (Zmantar et al., 2013; XuanThiep et al., 2014). Some additional studies proved a decent correlation between phenotypical and genotypical properties (Martineau et al., 2000; Gaoet al., 2011), while the results obtained through PCR and Phoenix also showed a correlation with our study.

Increased resistance to methicillin among staphylococci poses great challenges in managing infections (David et al., 2010). There are many phenotypic methods developed to determine MRSA, including disc diffusion, MIC measurements (in broth or by E-test), chromogenic agar, latex agglutination, automated methods. However, these methods are quite slow and their specificities may vary (Datta et al.,

2011). Additionally, due to the heterogen expression of the *mecA* gene, it is not always possible to detect methicillin resistance correctly. Currently, determination of the *mecA* gene through PCR is the gold standard for MRSA identification (Pillai et al., 2012). The fact that PCR-based *mecA* detection is entering routine laboratories is rather important, especially for cases with no response to clinical treatments or for those who require a quick result.

Nineteen percent of the isolates were found to be methicillin resistant by the three methods used in our study. Similarly, some reports have stated that there is a convincing correlation between phenotypes and genotypes (Oliveira et al., 2007; Ekrami et al., 2010). However, there have been some studies in which differences between phenotypic and genotypic methods were observed (Pillai et al., 2012; Zmantar et al., 2013). Some researchers indicated that the differences in their studies might be caused by the amount of inoculation, incubation time, PH and salt concentration of the environment (Pillai et al., 2012; Pournajaf et al., 2014).

*MecA* is not the only gene that manifests methicillin resistance. It has been shown that certain supportive products, such as *femA/B/X*, are essential in the expression of methicillin resistance in addition to *mecA* (Chikkala et al., 2012). The *femA* gene, which is located away from the *mecA* gene on the chromosome, encodes a 48 kDa protein. Analysis of the *femA* product revealed that this protein is responsible for expressing a high rate of methicillin resistance without affecting PBP-2 production. The importance of *fem* genes in the methicillin resistance mechanism has been proven in *S. aureus* isolates and inactive *femA* due to the lost their resistance against methicillin. On the other hand, this resistance could be restored by the transduction of *fem* genes. Other biochemical analyses proposed that the product of the *femA* gene may have a role in cell wall synthesis (Kobayashi et al., 1994).

Unlike *mecA* gene, *fem* factors can be found in both resistant and sensitive isolates (Henze et al., 1993). In our study, *femA* gene was detected in all isolates that were both sensitive and resistant to methicillin. Our study was found to be compatible with other studies (Braios et al., 2009; Manikandan et al., 2011; Al-Talib et al., 2014).

Vancomycin is a preferred drug for the treatment of MRSA, however this drug may be problematic because of the fact that some *S. aureus* isolates that are moderately sensitive or resistant to MRSA (VISA and VRSA) may occasionally appear (Pe'richon et al., 2009). Phenotypic *vanA* is the most commonly seen type of this resistance, and it manifests a strong endurance against vancomycin and teicoplanin (Fluit et al., 2001).

In some studies on *S. aureus* antibiotic resistance, no

vancomycin resistance was found in any of the isolates (Aghazadehet al., 2009; Ogbolu et al., 2015). Although one studies in which VISA was detected through the E test, the *vanA* gene was not observed (Denis et al., 2002). In some studies isolates identified as VRSA with MIC values have been reported to carry *vanA* gene by PCR method. (Thati et al., 2011; Abdul-Hameed et al., 2014; Saadat et al., 2014; Farhadian et al., 2014). In the present study, we have not observed the *vanA* or *vanB* gene in our isolates. Our PCR results nicely correlated with phenotypic antibiotic resistance determination results. Yet, in light of the findings collected through the study, we strongly support the notion that molecular techniques are not only faster but also more reliable in detecting the genes responsible for resistance or reduced sensitivity towards antimicrobial agents than phenotypic methods.

Kehrenberg and Schwartz (2006) reported that none of the 302 chloramphenicol –resistant *S. aureus* strains isolated in humans carry the *cfv* gene but only one of the 188 resistant isolates from animals carried the gene. In their global surveillance reports, Jones et al. (2008) declared an *S. aureus* linezolid resistance < 1. Of 215 clinical MRSA isolates they investigated by PCR. Sierra et al. (2013) found the *cfv* gene in only one specimen.

Linezolid resistance was not detected in any of the isolates in our study.

Surveillance studies have already shown that the resistance mechanism is extremely rare in MRSA. However, it has the potential to spread to humans from animals due to its ability to form horizontal transfer potential. When the phenotypic method is used to detect the linezolid resistance, the suppressed *cfv* gene can be missed.

The most studyies aimed at determining tetracycline resistance. These studyies reported that the *tetK* gene has been found to be the dominant gene (Schmitz et al., 2001; Jones et al., 2006; Ullah et al., 2012). There are also studies that have identified the *tet (M)* gene more frequent (Strommenger et al., 2003; Lim et al., 2012). These studies proved that the *tetK* gene is predominantly more common than other resistance genes such as *tetM*, *tetL*, *tetO*. In literature, it has been stated that *S. aureus* tetracycline resistance is manifested by efflux coded in the *tetK* gene or a ribosomal change encoded by *tetM*, and *tetK* can be found more commonly in the organisms (Strommenger et al., 2003).

In our study, the *tetK* was detected as the most common gene, and it was found to be present in 17% of the isolates. The most common tetracycline resistance gene found in studies is *tetK*. Therefore, it should be investigated first in studies.

The *tetM* gene, both *tetM* and *tetK* genes were detected



in 3% and 2% of the isolates respectively in our study. Only one of the 3 isolates carrying the *tetM* gene did not have the *tetK* gene.

Of all the isolates detected as being tetracycline-resistant through the Phoenix automatized system, but one of them could not be determined molecularly. This particular isolate had two different-sized plasmids: one around 4000 bp, the other over 10000 bp. In the isolate whose resistance of tetracycline could not be confirmed molecularly, the resistance might have been developed through plasmid transfer. On the other hand, there was one isolate for which no resistance was detected through the Phoenix automatized system, and this isolate had the *tetK* gene. The reason of this situation may be that the gene is suppressed.

As a result, the laboratory techniques used in order to determine bacteria with multiple resistance must be highly sensitive and specific. More reliable and accurate results can be obtained when conventional and PCR-based methods are used in combination.

#### ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by Kahramanmaraş Sutcu Imam University Scientific Research Projects. Project No: 2014/2-30D

#### Ethical approval

The use of patient samples for the investigation of *Staphylococcus aureus* antibiotic resistance has been approved by the ethics committee of Kahramanmaraş Sutcu Imam University (Kahramanmaraş, Turkey, Decision no: 2013/14-03).

#### REFERENCES

- Abdul-Hameed RA, Ayoub NS 2014. Vancomycin resistance among methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolates from general hospitals. KCMJ, 10(1):82-86.
- Aghazadeh M, Rahbar M, Monnavar MK, Moghadam FS 2009. Sensitivity pattern of methicillin resistant and methicillin sensitive *Staphylococcus aureus* isolates, against several antibiotics including tigeicycline in Iran: a hospital based study. Pak J Med Sci, 25(3):443-446.
- Aires de Sousa M, Conceicao T, Simas C, de Lencastre H 2005. Comparison of genetic backgrounds of methicillin-resistant and susceptible *Staphylococcus aureus* isolates from Portuguese hospitals and the community. J Clin Microbiol, 43(10):5150-5157.
- Al-Talib H, Yean CY., Al-Khateeb A, Hassan H, Singh KKB, Al-Jashamy K and Ravichandran, M 2009. A pentaplex PCR assay for the rapid detection of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and Panton-Valentine Leucocidin. BMC Microbiology, 9:113.
- Appelbaum PC 2007. Microbiology of Antibiotic Resistance in *Staphylococcus aureus*. Clinical Infectious Diseases, 45(3):165-170.
- Boswihi SS, Udo EE 2018. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: An update on the epidemiology, treatment options and infection control. J Curr Med Res Pract, 8(1):18-24
- Braoios A, Fluminhan Júnior A, Pizzolitto AC 2009. Multiplex PCR use for *Staphylococcus aureus* identification and oxacillin and mupirocin resistance evaluation. Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada, 30(3):303-307.
- Chikkala R, George NO, Ratnakar KS, Iyer RN, Sritharan V 2012. Heterogeneity in *femA* in the Indian isolates of *Staphylococcus aureus* limits its usefulness as a species specific marker. Advances in Infectious Diseases, 2(3):82-88.
- Choi SM, Kim SH, Kim HJ, Lee DG, Choi JH, Yoo JH, Kang JH, Shin WS, Kang MW 2003. Multiplex PCR for the detection of genes encoding aminoglycoside modifying enzymes and methicillin resistance among *Staphylococcus* species. J Korean Med Sci, 18(5):631-6.
- CLSI 2015. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Twenty-Fifth Informational Supplement. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), 35(3): M100-S25.
- Datta P, Gulati N, Singla N, Vasdeva HR, Bala K, Chander J, Gupta V 2011. Evaluation of various methods for the detection of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* strains and susceptibility patterns. J Med Microbiol, 60:1613-16.
- David MZ, Daum RS 2010. Community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: epidemiology and clinical consequences of an emerging epidemic. Clin Microbiol Rev, 23(3):616-687.
- Dessouky N, Tawakkol W, Hashem AEM 2013. Dissemination of aminoglycoside-modifying enzymes (AME) in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* among Egyptian isolates. Microbiol Res J Int, 4(2):162-166.
- Dudhagara PR, Ghelani AD, Patel RK 2011. Phenotypic characterization and antibiotics combination approach to control the methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) strains isolated from the hospital derived fomites. Asian Journal of Medical Sciences, 2(2):72-78.
- Ekrami A, Samarbafzadeh A, Alavi M, Kalantar E, Hamzelo F 2010. Prevalence of methicillin resistant *Staphylococcus* species isolated from burn patients in a burn center, Ahvaz, Iran. Jundishapur J Microbiol, 3(2):84-91.
- Farhadian A, Nejad QB, Peerayeh SN, Rahbar M, Vaziri F 2014. Determination of vancomycin and methicillin resistance in clinical isolates of *Staphylococcus aureus* in Iranian hospitals. Br Microbiol Res J, 4(4):454-461.

- Fluit AC, Visser MR, Schmitz FJ 2001. Molecular detection of antimicrobial resistance. *Clin Microbiol Rev*, 14(4):836-871.
- Foster TJ 2017. Antibiotic resistance in *Staphylococcus aureus*. Current status and future prospects. *FEMS Microbiology Reviews*, 41(3):430-449.
- Freitas FIS, Guedes-Stehlingand E, Siqueira-Junior JP 1999. Resistance to gentamicin and related aminoglycosides in *Staphylococcus aureus* isolated in Brazil. *Lett Appl Microbiol*, 29(3):197-201.
- Gao J, Ferreri M, Liu XQ, Chen LB, Su JL, Han B 2011. Development of multiplex polymerase chain reaction assay for rapid detection of *Staphylococcus aureus* and selected antibiotic resistance genes in bovine mastitic milk samples. *J Vet Diagn Invest*, 23(5): 894-901.
- Gardete S, Tomasz A 2014. Mechanisms of vancomycin resistance in *Staphylococcus aureus*. *J Clin Invest*, 124(7):2836-2840.
- Hauschild T, Sacha P, Wieczorek P, Zalewska M, Kaczyńska K, Tryniszewsk E 2008. Aminoglycosides resistance in clinical isolates of *Staphylococcus aureus* from a University Hospital in Bialystok, Poland. *Folia Histochem Cytobiol*, 46(2):225-228.
- Henze U, Sidow T, Wecke J, Labischinski H, Berger-Bachi B 1993. Influence of *femB* on methicillin resistance and peptidoglycan metabolism in *Staphylococcus aureus*. *J Bacteriol*. 175(6):1612-20.
- Jones CH, Truckman M, Howe AY, Mark O, Mullen S, Chan K, Bradford PA 2006. Diagnostic PCR analysis of the occurrence of methicillin and tetracycline resistance genes among *Staphylococcus aureus* strains from phase 3 clinical trials of tigecycline for complicated skin and skin structure infections. *Antimicrob Agent Chemother*, 50(2):505-510.
- Jones RN, Ross JE, Castanheira M, Mendes RE 2008. United States resistance surveillance results for linezolid (LEADER Program for 2007). *Diagn Microbiol Infect Dis*, 62(4):416-426.
- Kehrenberg C, Schwarz S 2006. Distribution of florfenicol resistance genes *fexA* and *cfi* among chloramphenicol-resistant *Staphylococcus* isolates. *Antimicrob Agents Chemother*, 50(4):1156-1163.
- Khoramrooz SS, Dolatabad SA, Dolatabad FM, Marashifard M, Mirzaii M, Dabiri H, Haddadi A, Rabani SM, Shirazi HRG, Darban-Sarokhalil D 2017. Detection of tetracycline resistance genes, aminoglycoside modifying enzymes, and coagulase gene typing of clinical isolates of *Staphylococcus aureus* in the Southwest of Iran. *Iran J Basic Med Sci*, 2(8):912-919.
- Kobayashi N, Wu H, Kojima K, Taniguchi K, Urasawa S, Uehara N, Omizu Y, Kishi Y, Yagihashi A, Kurokawa I 1994. Detection of *mecA*, *femA*, and *femB* genes in clinical strains of staphylococci using polymerase chain reaction. *Epidemiol Infect*, 113(2):259-266.
- Lim KT, Hanifah YA, Yusof MYM, Thong KL 2012. *ermA*, *ermC*, *tetM* and *tetK* are essential for erythromycin and tetracycline resistance among methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains isolated from a tertiary hospital in Malaysia. *Indian J Med Microbiol*, 30(2):203-207.
- Locke JB, Zuill DE, Scharn CR, Deane J, Sahm DF, Denys GA, Goering RV, Shaw KJ 2014. Linezolid-resistant *Staphylococcus aureus* strain 1128105, the first known clinical isolate possessing the *cfi* multidrug resistance gene. *Antimicrob Agents Chemother*, 58(11):6592-8.
- Malachowa N, DeLeo FR 2010. Mobile genetic elements of *Staphylococcus aureus*. *Cell Mol Life Sci*, 67:3057-3071.
- Manikandan SG, Hemalatha M, Lakshinarasimhan C, Thajuddin N 2011. Isolation and amplification of *fem* – a gene from MRSA isolates. *Int J Pharm Bio Sci*, 2(3):28-35.
- Martineau F, Picard FJ, Lansac N, Ménard C, Roy PH, Ouellette Bergeron MG 2000. Correlation between the resistance genotype determined by multiplex PCR assays and the antibiotic susceptibility patterns of *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermidis*. *Antimicrob Agents Chemother*, 44(2):231-238.
- Matsuo MK, Komatsuzawa H 2012. Factors affecting susceptibility of *Staphylococcus aureus* to antibacterial agents. *J Oral Biosci*, 54(8):86-91.
- Mehrotra M, Wang G, Johnson WM 2000. Multiplex PCR for detection of genes for *Staphylococcus aureus* enterotoxins, exfoliative toxins, toxic shock syndrome toxin 1, and methicillin resistance. *J Clin Microbiol*, 38(3):1032-1035.
- Michalova E, Novotna P, Schlegelova J 2004. Tetracyclines in veterinary medicine and bacterial resistance to them. *Vet. Med.-Czech*, 49(3):79-100.
- Nasution GS, Suryanto D, R Lia Kusumawati 2018. Detection of *mecA* gene from methicillin resistant *staphylococcus aureus* isolates of north sumatera. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 130: 012026.
- Ogbolu DO, Alli OAT, Bello LA, Ibrahim AO 2015. Emergence of vancomycin intermediate *Staphylococcus aureus* (VISA) in clinical isolates of methicillin-resistant *S. aureus* from South Western region of Nigeria. *International Journal of Tropical Disease & Health*, 10(4):1-5.
- Oliveira AD, d'Azevedo PA, de Sousa LB, Viana-Niero C, Francisco W, Lottenberg C, Martino MD, Höfling-Lima AL 2007. Laboratory detection methods for methicillin resistance in coagulase negative *Staphylococcus* isolated from ophthalmic infections. *Arq Bras Oftalmol*, 70:667-675.

- Pe'richon B, Courvalin P 2009. VanA-type vancomycin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Antimicrob Agents Chemother*, 53(11):4580-4587.
- Pfaller M, Jones RN, Doern GV, Kugler K, and The Sentry Participants Group 1998. Bacterial Pathogens Isolated from Patients with Bloodstream Infection: Frequencies of Occurrence and Antimicrobial Susceptibility Patterns from the SENTRY Antimicrobial Surveillance Program (United States and Canada, 1997). *Antimicrob Agents Chemother*. 42(7): 1762–1770.
- Pillai MM, Latha R, Sarkar G 2012. Detection of methicillin resistance in *Staphylococcus aureus* by polymerase chain reaction and conventional methods: a comparative study. *J Lab Physicians*.4(2):83-88.
- Pournajaf A, Ardebili A, Goudarzi L, Khodabandeh M, Narimani T, Abbaszadeh H 2014. PCR-based identification of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains and their antibiotic resistance profiles. *Asian Pac J Trop Biomed*, 4(1):293-297.
- Saadat S, Solhjoo K, Norooz-Nejad, MJ and Kazemi A 2014. *VanA* and *VanB* Positive Vancomycin-resistant *Staphylococcus aureus* Among Clinical Isolates in Shiraz, South of Iran. *Oman Med J*, 29(5)5:335-339.
- Salem-Bekhit MM 2014. Phenotypic and genotypic characterization of nosocomial isolates of *Staphylococcus aureus* with reference to methicillin resistance. *Trop J Pharm Res*, 13(8):1239-1246.
- Schmitz FJ, Krey A, Sadurski R, Verhoef J, Milatovic D, Fluit AC 2001. Resistance to tetracycline and distribution of tetracycline resistance genes in European *Staphylococcus aureus* isolates. *J Antimicrob Chemother*, 47(2):239-240.
- Sierra JM, Camoez M, Tubau F, Gasch O, Pujol M, Martin R, Dominguez MA 2013. Low prevalence of Cfr-mediated linezolid resistance among methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in a Spanish hospital: case report on linezolid resistance acquired during linezolid therapy. *PLoS One*, 8(3):e59215.
- Strommenger B, Kettlitz C, Werner G, Witte W 2003. Multiplex PCR assay for simultaneous detection of nine clinically relevant antibiotic resistance genes in *Staphylococcus aureus*. *J Clin Microbiol*, 41(9):4089-4094.
- Thati V, Shivannavar CT, Gaddad SM 2011. Vancomycin resistance among methicillin resistant *Staphylococcus aureus* isolates from intensive care units of tertiary care hospitals in Hyderabad. *Indian J Med Res*, 134(5);704-708.
- Trzcinski K, Cooper BS, Hryniewicz WandDowson CG 2000. Expression of resistance to tetracyclines in strains of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *J. Antimicrob Chemother*, 45: 763-770.
- Ullah F, Malik SA, Ahmed J, Ullah F, Shah SM, Ayaz M, Hussain S, Khatoon L 2012. Investigation of the genetic basis of tetracycline resistance in *Staphylococcus aureus* from Pakistan. *Trop J Pharm Res*, 11(6):925-931.
- Vanhoof R, Godard C, Content J, Nyssen HJ, Hannecart-Pokorni E, 1994. Detection by polymerase chain reaction of genes encoding aminoglycoside-modifying enzymes in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolates of epidemic phage types, *J. Med. Microbiol*, 41:282-290.
- XuanThiep DT, Kim Ngan HT, TraAn VT 2014. Antimicrobial resistance of *Staphylococcus aureus* isolated from pork in Ho Chi Minh City. *Agricultural Science Research Journal*, 5(4):62-67.
- Zmantar T, Bekir K, Elgarsad SI, Hadad O, Bakhrouf A 2013. Molecular investigation of antibiotic resistance genes in methicillin resistant *Staphylococcus aureus* isolated from nasal cavity in pediatric service. *Afr J Microbiol Res*, 7(34):4414-4421.

## The Common Bird Composition, Abundance and Distribution in the Most Developed and Industrialized Provinces of Turkey

Esra PER 

Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Teknikokullar, Ankara  
✉: esraper@yahoo.com

### ABSTRACT

Turkey is an industrializing and developing country. Overall, 71% of industrial activities of Turkey occur in twelve provinces. The main aim of this study was to determine the composition, abundance and distribution of common species in these provinces. The data sources used here are observation that recorded between 1946 and 2017 achieved from KuşBank database, personal observation notes and published literature. According to the findings, the most common ten bird species in those provinces; The house sparrow (*Passer domesticus*), the Eurasian magpie (*Pica pica*), the hooded crow (*Corvus cornix*), the great tit (*Parus major*), the yellow-legged gull (*Larus michahellis*), the common chaffinch (*Fringilla coelebs*), the blackbird (*Turdus merula*), the Eurasian coot (*Fulica atra*), the barn swallow (*Hirundo rustica*) and the Eurasian jackdaw (*Corvus monedula*). Regional differences have been detected in the composition, abundance, and distribution of common species. The composition of species in these provinces has changed within years. Especially the distribution area, and dominance of the Eurasian magpie has increased. In the near future, it is expected that there will be new changes in the composition, distribution, and dominance of common species due to the increase of industrialization and urbanization.

DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.423978

### Article History

Received : 16.05.2018

Accepted : 16.07.2018

### Keywords

Industrialization,  
observation,  
regional difference,  
the Eurasian magpie,

### Research Article

## Türkiye'nin En Gelişmiş ve Sanayileşmiş İllerindeki Yaygın Kuş Kompozisyonu, Bolluğu ve Dağılımı

### ÖZET

Türkiye sanayileşmekte ve gelişmekte olan bir ülkedir. Türkiye'nin sanayi faaliyetlerinin %71'i on iki ilde gerçekleşmektedir. Bu çalışmanın temel amacı, bu illerdeki yaygın türlerinin kompozisyonu, bolluğu ve dağılımını belirlemektir. Burada kullanılan veri kaynakları; KuşBank veri tabanında 1946 ve 2017 yılları arasında arşivlenmiş olan gözlem kayıtları, kişisel gözlem notları ve yayınlanmış literatürden elde edilen gözlem kayıtlarıdır. Bulgulara göre, bu illerdeki en yaygın on kuş türü: ev serçesi (*Passer domesticus*), saksığan (*Pica pica*), leş kargası (*Corvus cornix*), büyük baştankara (*Parus major*), gümüş martı (*Larus michahellis*), ispinoz (*Fringilla coelebs*), karatavuk (*Turdus merula*), sakarmeke (*Fulica atra*), kır kırlangıcı (*Hirundo rustica*) ve küçük karga (*Corvus monedula*)'dır. Yaygın türlerin kompozisyonu, bolluğu ve dağılımında bölgesel farklılıklar tespit edilmiştir. Bu illerdeki türlerin kompozisyonu yıllar içinde değişmiştir. Özellikle Saksığan'ın dağılım alanı ve baskınlığı artmıştır. Yakın gelecekte sanayileşmenin ve kentleşmenin artması nedeniyle yaygın türlerin kompozisyonu, dağılımı ve baskınlığında yeni değişimlerin yaşanması beklenmektedir.

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 16.05.2018

Kabul Tarihi : 16.07.2018

### Anahtar Kelimeler

Endüstrileşme,  
gözlem,  
bölgesel farklılık,  
saksığan,

### Araştırma Makalesi

## INTRODUCTION

Turkey is divided into seven geographical regions according to climate, location, flora, fauna, human habitat, agricultural diversities, transportation, and topography. Four regions were named after the seas bordering them - the Aegean Region, the Black Sea Region, the Marmara Region and the Mediterranean Region. The three other regions were named in accordance with their location in the Anatolian peninsula - Central, Eastern and South Eastern Anatolia Regions. According to the development levels of these geographical regions, the order from the most developed to the least developed is as follows; Marmara, Aegean, Central Anatolian, Mediterranean, Black Sea, South Eastern Anatolia and Eastern Anatolia (Karcı et al., 2014).

Turkey, located on Anatolian peninsula (Asia Minor) and Thrace lands (European Turkey), has eighty-one provinces. Turkey's rapid urbanization has changed the country demographically and economically. Urban population rate increased from 25% in the 1950s to 75% in 2015. Provinces have more than 75 percent of the country's population and contribute significantly to the competitive economy in terms of the industry today. Turkey's economy share rose to 27 percent from 17.6 percent at the country's rapid urbanization period between 1960 and 2013 (World Bank, 2015). Turkey is being industrialized and developing country. Overall, 71% of industrial activities occur in twelve provinces, namely: İstanbul, Bursa, Ankara, İzmir, Konya, Gaziantep, Denizli, Kocaeli, Adana, Tekirdağ, Kayseri, and Mersin (Sanayi Genel Müdürlüğü, 2014).

A small number of species typically constitute the vast majority of individuals in any ecological community (the most abundant 25% of species usually comprise >90% of all individuals). For this reason, common species are disproportionately important for the functioning and ecosystem processes and service delivery of terrestrial and marine ecosystems just because of the numbers. They are also the main victims of habitat losses, ecosystem deterioration, and over-employment, and often suffer losses in population and distribution. However, despite their abundance, these species did not receive much attention from ecologists and conservation biologists (Gaston, 2010, 2011). The commonest birds are the most numerous. Therefore, their decreases have an impact on the ecosystem functions and services which they provide in Europe (Inger et al., 2015).

The Turkish avifauna consists of the 483-bird species which have occurred in Turkey (available online at <http://www.trakus.org/>). According to the IUCN criteria; 35 bird species are under threat at the European scale in Turkey (BirdLife, 2015). 120 species (the most abundant 25% of species) are common in Turkey. Few studies have been made about the common birds in Turkey. The common swift (Per and

Çağlayan, 2005) and the White stork census had been carried out in Turkey between 2004 – 2005. The Pan-European Common Bird Monitoring Scheme (PECBMS) had been carried out in Turkey between 2007 – 2008.

The main aim of this study was to determine the composition, abundance, and dominance of the most common species by providing a local basis database in these developed and industrialized twelve provinces. The relative similarity and difference are expected in species composition and distribution with regard to the geographical regions of these provinces.

In particular, were examined the following questions:

- How does the abundance of these birds change in these provinces?
- Do these species have the regional and yearly difference in distribution and composition?
- What are the major factors for their dominance in provinces?

To answer these questions a database was established.

## MATERIAL and METHODS

Historical data gathered from observation records between 1946 and 2017 achieved from observation databases (KuşBank, 2017; Trakuş, 2017) personal observation notes and published literature were used (Roselaar 1995; Per et al., 2002; Aksan et al., 2004; Per and Aktaş 2008). The most developed and industrialized twelve provinces in Turkey: İstanbul, Bursa, Ankara, İzmir, Konya, Gaziantep, Denizli, Kocaeli, Adana, Tekirdağ, Kayseri and Mersin (Figure 1). 2.620 different point records of the most common ten species were used for this research. Bird records from these provinces were analyzed to determine the most common ten species. The differences between provinces were analyzed comparatively. Distribution maps for each bird species were made. Dots are records of the species. The relative abundance and frequency were calculated in each province. Clustering analysis was done to find similarities of provinces in terms of common species composition. This analysis was performed using R software (Maechler et al., 2013).

## RESULTS and DISCUSSION

According to findings between 1946-2017, the most common ten bird species in those provinces are The House sparrow (*Passer domesticus*), The Eurasian magpie (*Pica pica*), The Hooded crow (*Corvus cornix*), the Great tit (*Parus major*), the Yellow-legged gull (*Larus michahellis*), the Common chaffinch (*Fringilla coelebs*), the Blackbird (*Turdus merula*), the Eurasian coot (*Fulica atra*), the Barn swallow (*Hirundo rustica*) and the Eurasian jackdaw (*Corvus monedula*) These species records were all noted on more than 25% of the total observations (Figure 2).

Periodic differences have been detected in the composition and abundance of common species. The

Ruddy shelduck (*Tadorna ferruginea*), the common redshank (*Tringa totanus*) and the gray heron (*Ardea cinerea*) dominant before 1970. The abundance and

composition of the most common three species changed between 1970 – 1989 with The White stork (*Ciconia ciconia*) and the house sparrow (Figure 3).



Figure 1. Map of the study area in Turkey

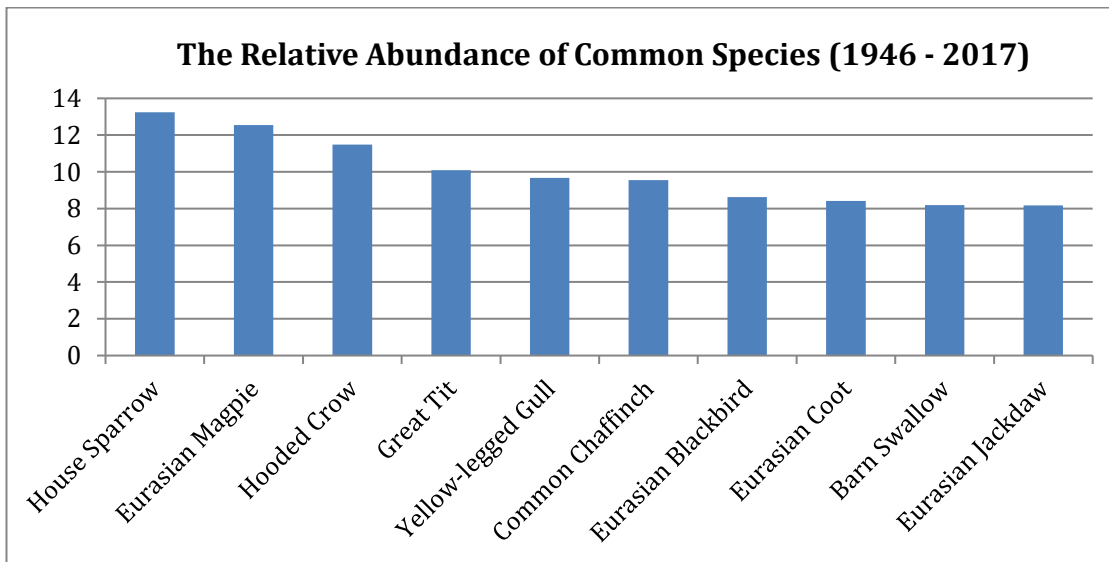


Figure 2. The most common ten species between 1946 and 2017

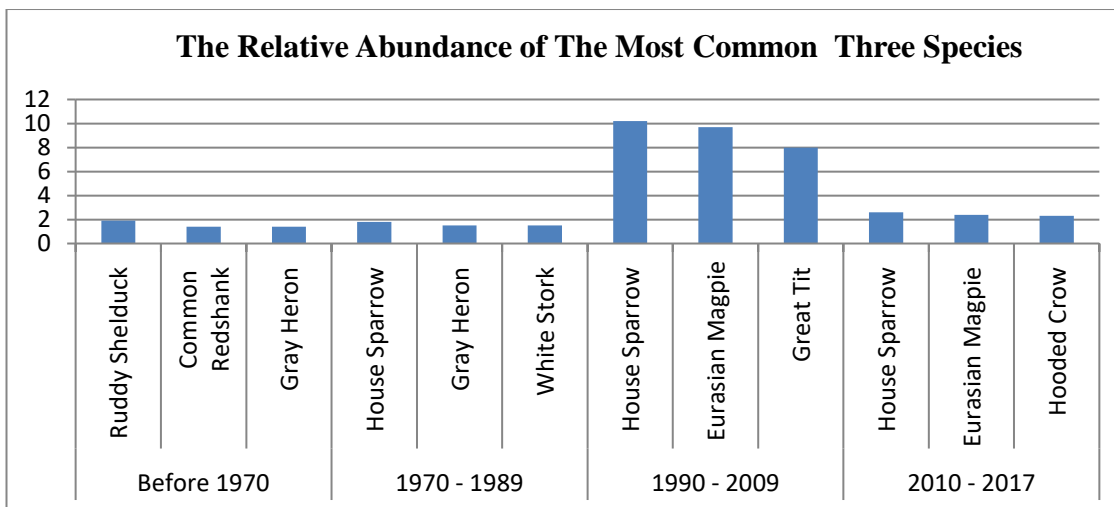


Figure 3. The most Common three species and yearly periods

The House sparrow is the most common species between 1970-2017. It followed by the Eurasian magpie.

Box plots showing frequency of the occurrence of common bird records in industrialized provinces. It shows the median (heavy line), quartiles (box), 10 and 90 percentiles (bars), and 5 and 95 percentiles (whiskers). The Eurasian magpie, the yellow legged

gull, the blackbird and the Eurasian jackdaw are showing symmetric distribution at the boxplot graphic. The House sparrow, the hooded crow, the great tit and the barn swallow are show asymmetric distribution which is skewed to the right. The Eurasian coot is showing asymmetric distribution which is skewed to the left. The highest frequency was found in the house sparrow and the Eurasian magpie species (Figure 4).

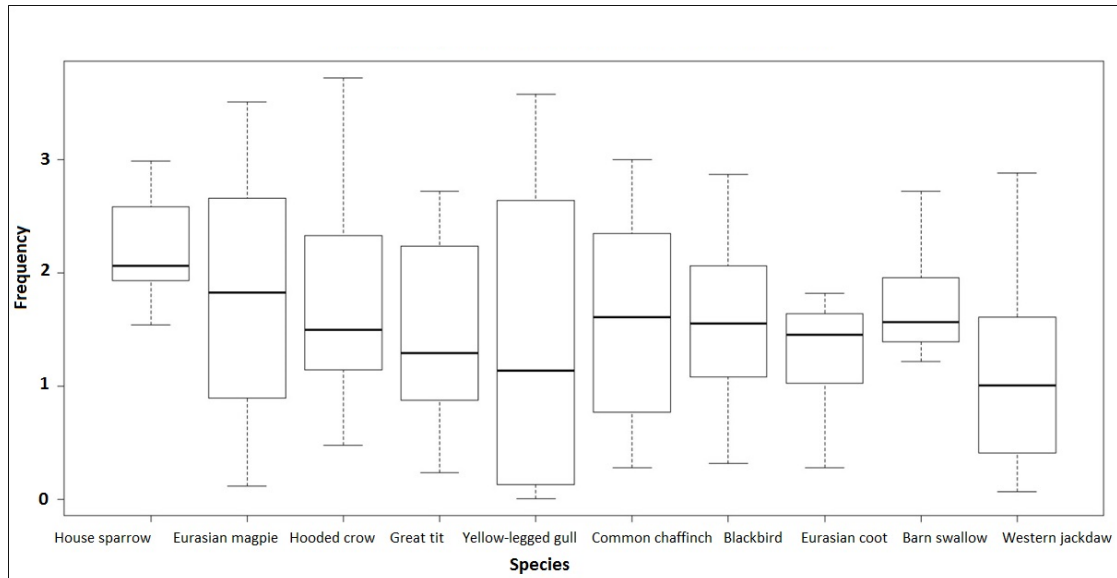


Figure 4. Frequency of the occurrence of common bird records in industrialized provinces

Regional differences have been detected in the composition, abundance, and distribution of common species. The white-spectacled bulbul (*Pycnonotus xanthopygos*) is dominant in Adana and Mersin (Mediterranean); the Eurasian collared dove (*Streptopelia decaocto*), the European goldfinch (*Carduelis carduelis*) and the Crested lark (*Galerida cristata*) are dominant in Adana, Bursa, Denizli, Gaziantep, İzmir, and Mersin (Aegean, Marmara and Mediterranean); the Great cormorant (*Phalacrocorax carbo*) is dominant in İstanbul, İzmir, and Kocaeli (Aegean and Marmara); the Rock dove (*Columba livia*) is dominant in Kayseri and Ankara (Central Anatolian) (Figure 5).

The dendrogram was produced for common birds by hierarchical clustering analysis using complete linkage measure. Four clusters were derived from this analysis for twelve provinces. Tekirdağ is grouped unique, İstanbul, Kocaeli, Bursa and İzmir; Gaziantep, Adana and Mersin; Ankara, Denizli, Kayseri, and Konya are grouped together (Figure 6).

The species composition in these provinces has changed within years. The relative abundance was calculated for each province. Especially the

distribution area and dominance of the Eurasian magpie has increased (Figure 7).

People dominate the earth's ecosystems in various ways. Important changes occur in the ecosystems with human effect. One of the most striking and permanent is the change of the land-cover (Marzluff, 2001). Human populations are growing and continue to dominate ecosystems in most of the world (Vitousek et al., 1997). The level of urbanization is expected to increase in all the major developing regions of the world over the next decades (UN, 2013). Most urban growth is happening in developing countries where human population is increasing at an exponential rate (WRI, 1996). Urban areas characterized by high building density often have mostly industrial or commercial development (Marzluff et al., 2002). Turkey is an industrializing and developing country with high population growth rate (UN, 2012). Industrial zones began to emerge in certain areas in parallel with the process of industrialization in Turkey. Transport facilities, proximity to markets and other networks have been the determining factors in establishing the industrial areas in the Marmara basin, coastal Aegean, the eastern Mediterranean and the capital Ankara (Cansız, 2010).

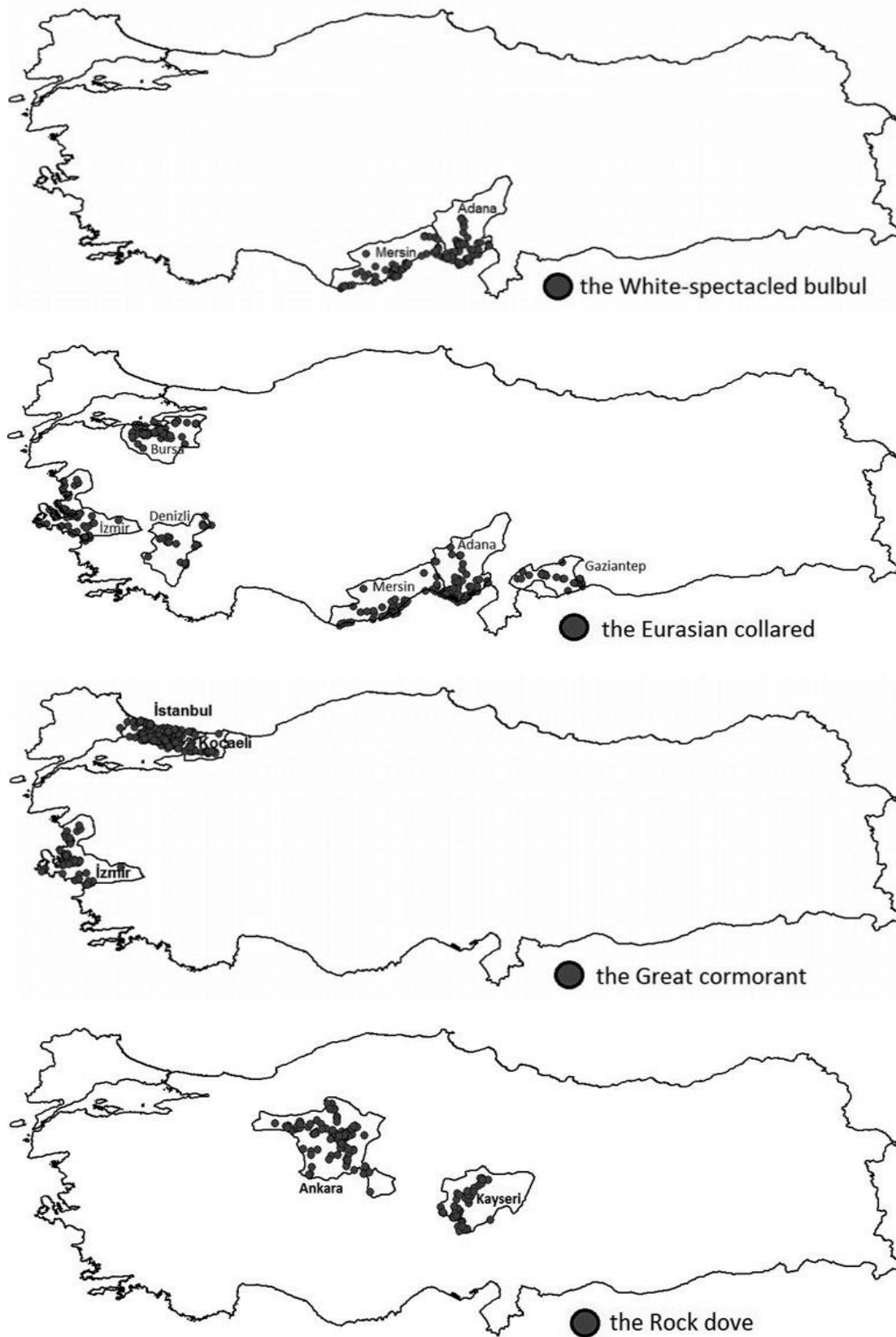


Figure 5. Distribution maps of the most dominant species in different provinces



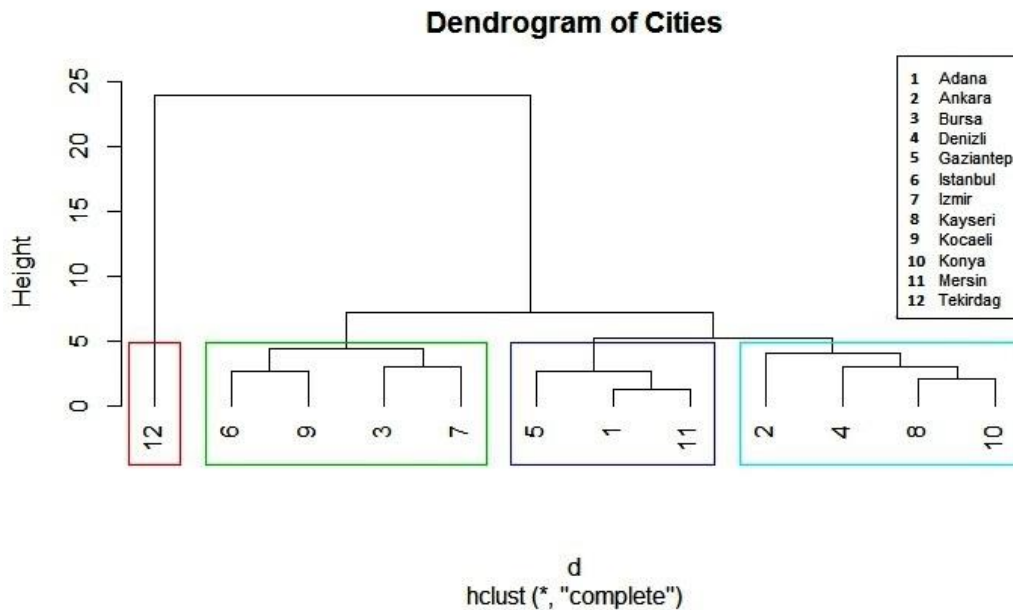


Figure 6. The dendrogram from a hierarchical cluster analysis with complete linkage

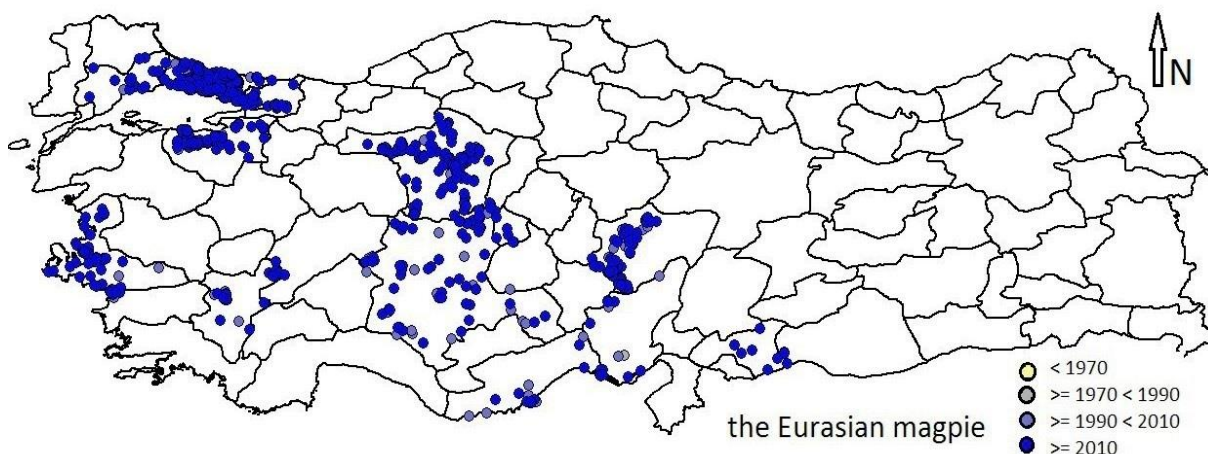


Figure 7. Distribution map of the Eurasian magpie between different years in different provinces

71% of industrial activities in Turkey are being occurred in twelve provinces; Marmara (Bursa, İstanbul, Kocaeli, Tekirdağ), Aegean (Denizli, İzmir), Central Anatolian (Ankara, Kayseri, Konya), Mediterranean (Adana, Mersin) and South Eastern Anatolia (Gaziantep) regions. The industrialization is very different on the provincial level. The Black Sea and Eastern Anatolia are less developed regions and they have not got very industrialized provinces. Their climate, location, flora and fauna, human habitat, agricultural diversities, transportation, and topography are limiting factors.

According to a global assessment conducted in 54 cities, the most common species are namely; the rock dove (51 cities); the House sparrow (48 cities), the European starling (44 cities) and the barn swallow (43 cities) (Aronson et al., 2014). According to a national

study conducted in 6 provinces between 2007 - 2008, the most common species are namely; the house sparrow, the barn swallow, the crested lark, the blackbird, the Eurasian magpie (Balkız et al., 2008). According to findings, the most common bird species in these provinces are the house sparrow, the Eurasian magpie, the hooded crow, the great tit, the yellow-legged gull, the common chaffinch, the blackbird, the Eurasian coot, the barn swallow and the Eurasian jackdaw.

Urban ecosystems develop in time and space as a result of the dynamic interaction between socio-economic and biophysical processes (Alberti and Marzluff, 2004). Human activity and urbanization lead to more homogeneous biotic communities. Urbanization, in particular, causes some species to become invasive. This results in more homogeneous

faunal assemblages (Blair, 2001). When the results of the most common three species with yearly period are compared, they are very different from each other. Most of the observations before 1970 belong to the mid-winter waterbird counts. The Ruddy Shelduck was the most common species at this period. Individual bird watching data and mid-winter bird counts increased between 1970 and 1989. The House sparrow and the gray heron are common species at this period. The number of bird watchers, photographers and observations increased between 1990 and 2017. The House sparrow, the Eurasian magpie, and the hooded crow are common species at this period. Data show very unevenly distribution for the period up to the 1990's. Because most of the observations belong to the mid-winter waterbird census. At the same time, birdwatchers generally recorded "interesting" bird species and neglected widespread and abundant ones in this period. After 1990, homogeneity increased in common species composition in Turkey.

Bird watching data increased rapidly after the initiation of KuşBank (An İnternet Based Citizen Science Project for Bird Conservation) in 2004 (Özesmi and Per, 2006). The number of bird observations and the number of bird watchers are increasing every year in Turkey. The common species has got the high ecological tolerance. With the effect of both factors, new records were obtained from different places.

Cluster analysis is designed to group similar items in the database. Hierarchical cluster methods create a hierarchy of clusters from small clusters of very similar items to large clusters that include more dissimilar items Ankara (Holland, 2006). According to the clustering analysis, the composition of common species in industrialized provinces shows a difference geographically. This is a concrete indication that the provinces in the same geographical region are usually gathered in the same clusters. Only Tekirdağ is different. The number of observations belonging to Tekirdağ is low and the records are irregular. For this reason, Tekirdağ has been clustered with a different composition and abundance from the second cluster (İstanbul, Kocaeli, Bursa) located in the same geographical region.

Species composition, relative abundance and distribution of the bird fauna of Lake Tana, in Infranz, Ethiopia were evaluated in another research. A total of 129 bird species were identified. The species composition of birds during the wet and dry seasons was not shows significantly difference (Aynalem and Bekele, 2008). The species composition in this study has changed within years but the species composition of common birds in different provinces in the four seasons was not shown significant difference except the Barn swallow (*Hirundo rustica*) that to be migratory species in Turkey. The Barn swallow is an

attractive migrant bird species for bird watchers. Its records are increasing especially in the spring term.

The Eurasian coot is a widespread breeder in most parts of Europe. Its breeding population trend is stable in Turkey (Birdlife, 2004). According to this research and mid-winter bird counts, the Eurasian coot is the commonest and dominant species in wetlands in Turkey.

The House sparrow is the best-known bird species among the people in Turkey. It is the commonest species in Turkey. The European population is declining (De Laet and Summers-Smith, 2007). Observation records show fluctuations in Turkey.

The most important factors in determining the distribution of the white-spectacled bulbul were geographic and climatic (Aslan, 2005). The white-spectacled bulbul is spread and dominant in the Mediterranean region (Mersin and Adana). Especially coastal habitat is important for its distribution.

The Eurasian collared dove was introduced in Turkey and the Balkans during the 16<sup>th</sup> century. Its native range is India. It prefers suburbs, towns, and agricultural settlements, city centers, countryside, and forested areas in Western Europe. This species survives by feeding with grain, usually indirectly from human (Smith, 1987). Habitat and climate have significant impacts on population growth rates and the carrying capacities of this species (Scheidt and Hurlbert, 2014). This species is dominant and its population is increasing in Adana, Mersin (South coast), İzmir (West coast), Bursa (North coast), Gaziantep (Steppe and semi-desert). These provinces have suitable climatic conditions and feeding habitat in four seasons for this species.

The European goldfinch is resident in a large part of Europe. It is native species and the population is stable in Turkey (Birdlife, 2004). It lives in orchards, seed-heads of thistles, other tall plants (Heinzel et al., 1992), low-lying deciduous woodland and pine plantations (Svensson, Mullarney, and Zetterstrom, 2009). The crested lark is native in Turkey (Birdlife 2004). This species lives in sparse vegetation, arid areas, and the plains. Urbanization, industrialization, deforestation and climate change negatively affect this species (De Juana et al., Suárez, 2004). Population trend shows the moderate decline in Europe (Gregory et al., 2007). The European goldfinch and the crested lark were dominant in Adana, Bursa, Denizli, Gaziantep, İzmir, and Mersin. These provinces have suitable feeding habitat in four seasons for this species. There is no research about population trends in Turkey.

The Great cormorant is distributed in a large part of Europe. It is native in Turkey (Birdlife, 2004). It is one of the common bird species in Mid-Winter Water Bird Counts in Turkey. It is dominant in İstanbul, İzmir,

and Kocaeli. This species is observed in inland wetlands and in pier around urban areas by citizens in Turkey.

The Rock dove is a resident species which is widely distributed in most parts of Europe (except for the far north) (Birdlife, 2004). It is the native species to most parts of Europe that were introduced to the world as a food source or game. It is native in Turkey. It prefers human settlements such as buildings and farms. The natural habitat of the species usually consists of rock faces, caves and birds' nesting cliffs. It usually feeds cereals, but some invertebrates can also (Baptista, 1997). The highest population of this species was recorded in old buildings; the lowest population was recorded in parks in Islamabad. The pigeon population is predominantly concentrated in old buildings (Ali et al., 2013). This species is dominant in Ankara and Kayseri. Since the urbanization is increasing very intensively in both provinces, apartment balconies are important nesting areas for the rock dove. In industrialized provinces, urbanization and housing are increasing, while the rock dove population and distribution are expanding.

Corvidae can successfully adapt to human presence (Matsyura, 2015). The hooded crow population trend shows the moderate increase. The Eurasian magpie is stable and the Eurasian jackdaw shows the moderate decline in Europe (Gregory et al., 2007). There is no research about population trends in Turkey. City centers and settlements are especially important for the common species because they can find particularly easy food there. The Eurasian magpie, the hooded crow, and the Eurasian jackdaw are very competitive and common species in city centers. The crows enter the competition with songbird species. In provinces where crows are very common, small songbirds are less common. Especially, it is the predator for the offspring in Turkey.

The Eurasian magpie is a common bird in many parts of Palearctic and in parts of Western America (Birkhead, 1991). In the last 50 years, the magpie showed colonization many cities in Palearctic towns and shows dramatic population growth in urban and suburban areas. This population growth has proceeded eastward in the Palearctic with some exceptions. It has ecological tolerance to succeed in the urban environment (Jerzak, 2001). The distribution of this species in these provinces has increased within years in Turkey based on this research.

Citizen scientists today are playing active roles in a variety of ecological projects. Their contributions enable scientists to collect large amounts of data at low cost. Bird watching is popular among the people. As urban areas expand and scientists work to find ways of managing wildlife in cities, data collect is needed about the relationships between animals and urban areas. Citizen science-based studies may play an important

role in collecting information in urban areas (Mccaffrey, 2005). KuşBank is the first Citizen Science Project in Turkey. The data quality and the number of observations of citizens are increasing day by day in Turkey. eBird Turkey (e-KuşBank) is an important tool that contributes to nature conservation and species monitoring. Trakuş is the other tool that contributes to the monitoring of bird species through photos and observations in Turkey. e-KuşBank is the most comprehensive database. In addition, Trakuş observations were also evaluated to check data.

The bird observation database is established from different bird databases, reports, some thesis, and articles, but the rate of data obtained from thesis and articles is low in this database. Because observation dates and number of individuals in articles and thesis are not as easy and clear as to be transferred to the database. There are also, many kinds of research that focus only on the biology of species. Most of the avifaunistic studies have been prepared with checklists but the dates of observation are not given in detail.

The status of common birds is first time described with this study in the most developed and industrialized provinces of Turkey. These provinces have very different geographical features, habitats, industrialization and urbanization levels. The common birds and species composition are different in every province. Human influence is dominant in these provinces. The habitats of people and the habitats of birds are intertwined. Those birds that provide good adaptation to these areas are becoming more dominant and common. In the near future, it is expected that there will be new changes in the composition, distribution, and dominance of common species due to the increase of industrialization and urbanization in Turkey.

## ACKNOWLEDGEMENTS

I am very grateful to KuşBank and e-Bird users. Largely on data has been collected by bird watchers in Turkey. I would like to thank Emre Per and Yıldız Kardaş for contribution to this study with recommendations.

\*This study was presented and published as an abstract in the 5<sup>th</sup> Annual International Conference on Ecology, Ecosystems and Climate Change held on 10-13 July 2017 in Athens, Greece.

## REFERENCES

- Aksan N, Yurdakul Y, Yaşar A, Per E, Özemesi U 2004. Turkish Breeding Bird Atlas Project: Palas Tuzla Lake and Kayseri Region. In: Kiziroğlu, İ, Erdoğan, A, Turan, L, and Albayrak, T. Eds. 1<sup>st</sup> International Eurasian Ornithology Congress 38 - 44, 8-11 April, Antalya, Turkey.

- Alberti M, Marzluff JM 2004. Ecological resilience in urban Ecosystems: Linking urban pattern to human and ecological functions. *Urban Ecosystems*, 7 (3): 241–265.
- Ali S, Rakha BA, Iftikhar H, Nadeem MS, Rafique M 2013. Ecology of Feral Pigeon (*Columba livia*) in Urban Areas of Rawalpindi/Islamabad Pakistan. *Pakistan Journal of Zoology*, 45 (5): 1229–1234.
- Aronson MFJ, La Sorte FA, Nilon CH, Katti M, Goddard MA, Lepczyk CA, Warren PS, Williams NSG, Cilliers S, Clarkson B, Dobbs C, Dolan R, Hedblom M, Klotz S, Kooijmans JL, Köhn I, Macgregor-Fors I, McDonnell M, Mörtberg U, Pyšek P, Siebert S, Sushinsky J, Werner P, Winter M 2014. A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281: 20133330.
- Aslan A 2004. Arap bülbülü (*Pycnonotus xanthopygos*)'nün Türkiye Populasyonu Biyoekolojisi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Biyoloji ABD, Doktora Tezi, Antalya, Türkiye 240s.
- Aynalem S, Bekele A 2008. Species composition relative abundance and distribution of bird fauna of riverine and wetland habitats of Infranz and Yiganda at southern tip of Lake Tana Ethiopia. *Tropical Ecology*, 49 (2): 199–209.
- Balkız Ö, Tavares J, Akarsu F, Ataol M, Onmuş O 2008. Türkiye'nin Yaygın Kuşları 2007 -2008 Raporu. Ankara Turkey: Doğa Derneği 32s.
- Baptista LF, Trail PW, Horblit HM 1997. Rock Dove (*Columba livia*). (Del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J, Christie DA, De Juana E. Ed. Handbook of the Birds of the World Alive. Barcelona: Lynx Edicions) 60 – 243.
- BirdLife International 2015. European Red List of Birds. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, BirdLife International 67p.
- Birdlife International 2004. Birds in Europe: population estimates trends and conservation status. BirdLife Conservation Series No. 12. Cambridge, UK: BirdLife International. 374 p.
- Birkhead T 1991. The magpies. London UK: T. and A.D. Poyser 270p.
- Blair RB 2001. Birds and butterflies along urban gradients in two ecoregions of the United States: is urbanization creating a homogeneous fauna? (Lockwood JL, Mckinney ML. Ed. Biotic homogenization. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers) 33 - 56.
- Cansız, M. 2010. Türkiye'de Organize Sanayi Bölgeleri Politikaları ve Uygulamaları. Devlet Planlama Teşkilatı, Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Yayın no: 2808, Korza Basım, Ankara 154s.
- De Juana E, Suárez F, Ryan P, Alström P, Donald P 2004. Family Alaudidae (Larks). (Del Hoyo J, Elliott A, Christie DA Ed. Handbook of the Birds of the World. 893 vol. 9. Lynx Edicions, Barcelona) 496–601.
- eBird. 2017. eBird: An online database of bird distribution and abundance [web application], Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York. Available: <http://www.ebird.org>. (Accessed: Date 01.02.2017).
- Gaston KJ 2011. Common ecology. *BioScience*, 61: 354–62.
- Gaston KJ 2010. Valuing common species. *Science*, 327: 154–5.
- Gregory D, Vorišek P, Van Strien A, Gmelig Meyling AW, Jiguet F, Fornasari L, Reif J, Chylarecki P, Burfield I 2007. Population trends of widespread woodland birds in Europe. *Ibis*, 149: 78–97.
- Heinzel H, Fitter R, Parslow J 1992. Birds of Britain and Europe with North Africa and the Middle East. London UK: Harpers Collins Publisher 384p.
- Holland SM 2006. Cluster Analysis. Athens: Department of Geology University of Georgia. 30602–2501.
- Inger R, Gregory R, Duffy JP, Stott I, Vorisek P, Gaston KJ 2015. Common European birds are declining rapidly while less abundant species numbers are rising. *Ecology Letters*, 18: 28–36.
- Jerzak L 2001. Synurbanization of the magpie in the Palearctic. (Marzluff JM, Bowman R, Donnelly R. Ed. Avian ecology and conservation in an urbanizing world. Boston: Kluwer Academic Publishers) 403–425.
- Karcı Korfalı D, Üstübcü A, De Clerck H 2014. Turkey: Country and Research Areas Report MiReKoç Project Reports 2/2014. Koç University: Migration Research Center İstanbul Turkey 88 p.
- Maechler M, Rousseeuw P, Struyf A, Hubert M, Hornik K 2013. Cluster: Cluster Analysis Basics and Extensions. R package version 1.14.4.
- Marzluff JM, Bowman R, Donnelly RA 2001. Historical perspective on urban bird research. (Marzluff JM, Bowman R, Donnelly R. Ed. Avian ecology and conservation in an urbanizing world. Boston: Kluwer Academic Publishers) 1 – 17.
- Marzluff JM. 2001. Worldwide urbanization and its effects on birds. (Marzluff JM, Bowman R, Donnelly R. Ed. Avian ecology and conservation in an urbanizing world. Boston: Kluwer Academic Publishers) 19–47
- Matsyura A, Jankowski K, Zimaroeva A 2015. Corvidae tolerance to human disturbance in settlement landscapes of Zhytomir Ukraine. *Romanian Journal of Biology–Zoology*, 60 (1): 39–47.
- Mccaffrey RE 2005. Using citizen science in urban bird studies. *Urban Habitats*, 3 (1): 70–86.
- Montalti D, Kopij G 2001. Urban bird community of inner La Plata Argentina. *Acta Ornithologica*, 36 (2): 161–164.

- Özesmi U, Per E 2006. Birdwatching with a Purpose in Turkey: KuşBank—An Internet Based Bird Database and Citizen Science Project. *Bird Census News*, 19 (1): 16–33.
- Per E, Aktaş M 2008. Breeding birds of the İnözü Valley in central Turkey. *Bird Census News*, 21 (2): 44–53.
- Per, E, Çağlayan E. 2005. Ebabil Gözlemi Sonuçları. Kuşçu Postası, Doğa Derneği, Ankara, Sayı: 6 8s.
- Per E, Yaşar A, Özesmi SL, Özesmi U 2002. Turkish breeding bird atlas pilot Project 2001: Erciyes Mountain and Kayseri Region. *Bird Census News*, 15 (1): 2–21
- Roselaar CS 1995. Taxonomy morphology and distribution of the Songbirds of Turkey: an atlas of biodiversity of Turkish passerine birds. London UK: Pica Press 240p.
- Sanayi Genel Müdürlüğü 2014. Türkiye 81 İl Sanayi Durum Raporu. Türkiye Cumhuriyeti Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Sanayi Genel Müdürlüğü, Ankara 556s.
- Scheidt SN, Hurlbert AH 2014. Range expansion and population dynamics of an invasive species: The Eurasian collared-dove (*Streptopelia decaocto*) *PloS ONE*, 9: 1–10.
- Smith PW 1987. The Eurasian Collared-Dove arrives in the Americas. *American Birds*, 41: 1371–1379.
- Svensson L, Mullarney K, Zetterstrom D 2009. Collins Bird Guide 2nd Edition. London UK: Harper Collins 448p.
- Trakuş 2017. Anonymous Information about the Species of Birds Living in Turkey's Natural Environment. Available from: <http://www.trakus.org/> (Accessed: Date 02.03.2017).
- UN 2012. World urbanization prospects: the 2011. revision. Turkey country profile. Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division CP 2002 – 2012 New York: UN 302p.
- UN 2013. World Population Prospects: The 2012 Revision Highlights and Advance Tables. Department of Economic and Social Affairs Population Division. New York: UN 94p.
- Vitousek PM, Mooney HA, Lubchenco J, Melillo JM 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, 277: 494 – 499.
- World Bank 2015. Rise of the Anatolian Tigers: Turkey Urbanization Review Main Report. Policy brief. Washington: World Bank 140p.
- WRI 1996. World resources 1996–97. World Resources Institute. Oxford, UK: Oxford University Press 400p.

## Kırşehir ve Antalya İlleri İçin Seraların Isı Gereksiniminin Belirlenmesi ve Isıtmada Kullanılan Enerji Kaynaklarının Karşılaştırılması

Sedat BOYACI 

<sup>1</sup>Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kırşehir  
✉: sedat.boyaci@ahievran.edu.tr

### ÖZET

Akdeniz iklimine sahip ve ülkemizde seracılığın yoğun olarak yapıldığı Antalya ili ve karasal iklim özelliği gösteren ve seracılığın gelişmekte olduğu Kırşehir illerinde farklı donanım özelliğine sahip seralarda iç sıcaklığın 18 °C'de sabit tutulması durumunda gereksinim duyulan ısı enerjisi, yakıt miktarı, karbondioksit emisyon değerleri ve rekabet edebilirlik açısından jeotermal enerjinin fiyat belirlenmesinin yapıldığı çalışmada, Kırşehir ve Antalya illerinde kurulacak tek katlı polietilen plastik ile örtülü seralarda içi sıcaklığın 18 °C'de sabit tutulması durumunda ihtiyaç duyulan maksimum ısı gücü gereksinimi Kırşehir ili için (253 W m<sup>-2</sup>), Antalya ili için (141 W m<sup>-2</sup>) olarak belirlenmiştir. Bunun yanında ülkemizde yaygın olarak kullanılan tek katlı PE plastiğin ısı korunum önlemleri alınmadan kullanılması halinde üretim periyodu süresince ihtiyaç duyulan ısı enerjisi gereksinimi Kırşehir ili için 589.02 kWh m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> ve Antalya ilinde 219.06 kWh m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Seralarda çift katlı PE plastiğin ve yalıtımı iyi yapılmış ısı perdelerinin kullanılması durumunda ise bu değerler Kırşehir ili için 304.09 kWh m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> ve Antalya ili için 103.35 kWh m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre Kırşehir ilinde seralar için gerekli olan ısı enerjisinin fosil yakıtlar ile sağlanması durumunda Kırşehir ilinin Antalya ili ile rekabet edebilme şansı bulunmamaktadır. Ancak sahip olduğu jeotermal enerjinin seracılıkta kullanılması ve kWh maliyetinin en fazla 0.115 TL olması durumunda Kırşehir ilinin Antalya gibi seracılığın geliştiği iller ile rekabet edebilmesinin yanında, fosil yakıtların (ithal kömür, kalorifer yakıtı ve doğalgaz) atmosfere verdiği karbondioksit salınımının azaltılması açısından da önemli üstünlükleri olacaktır.

DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.464627

### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 23.08.2017

Kabul Tarihi : 03.11.2017

### Anahtar Kelimeler

Seraların ısıtılması,  
ısı gereksinimi,  
fosil ve jeotermal enerji

### Araştırma Makalesi

## Determination of Heat Requirements and Comparison of Energy Sources Used in Heating in Greenhouses of Kırşehir and Antalya Provinces

### ABSTRACT

In the study in which the cost of geothermal energy is determined in terms of required heat energy, fuel quantity, carbon dioxide emission values and competitiveness if the internal temperature is kept constant at 18 °C in the greenhouses with different characteristic features in Antalya province, which has a Mediterranean climate and is heavily used for greenhouses in our country, and in Kırşehir province, which has a continental climate and the greenhouse cultivation has been developing. The maximum heat power requirement if the temperature inside the greenhouse is kept constant at 18 °C was determined as 253 W m<sup>-2</sup> for Kırşehir province and as 141 W m<sup>-2</sup> for Antalya province. In addition, the required heat energy requirement during the production period was calculated as 589.02 kWh m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup> for Kırşehir province and as 219.06 kWh m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup> for Antalya province if the single-layer PE plastic which is widely used in our country is used without heat protection measures. When the double-layer PE plastic and well-insulated heat curtains are used, these values were determined as 304.09 kWh m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup> for Kırşehir province and as 103.35 kWh m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup> for Antalya province.

### Article History

Received : 23.08.2017

Accepted : 03.11.2017

### Keyword

Greenhouse heat requirement,  
heat saving,  
energy sources

### Research Article

According to the results obtained, if the heat energy required for greenhouses in Kırşehir province is supplied with fossil fuels, Kırşehir province does not have a chance to compete with Antalya province. However, when geothermal energy is used in the greenhouse and the maximum cost of kWh is 0.115 TL, Kırşehir province will have significant advantages in terms of reducing the carbon dioxide emissions from fossil fuels (imported coal, heating oil and natural gas) to the atmosphere as well as being able to compete with the provinces where greenhouse cultivation is well-developed like Antalya.

**To cite:** Boyacı S 2018. Kırşehir ve Antalya İlleri İçin Seraların Isı Gereksiniminin Belirlenmesi ve Isıtmada Kullanılan Enerji Kaynaklarının Karşılaştırılması. KSÜ Tar Doğa Derg 21(6) : 976-986, DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.464627

## GİRİŞ

Ülkemizde mevcut sera işletmelerinin teknoloji kullanımlarını, yapısal özelliklerini ve büyüklüklerini göz önünde bulundurarak küçük ölçekli aile işletmeleri ve iklim kontrolü yapılan modern işletmeler olarak ikiye ayırmak mümkündür. (Tüzel ve ark., 2005). Bunların ilkinde teknoloji kullanımı sınırlı olup enerjinin oldukça pahalı olduğu günümüzde bu seralarda bitkilerin optimum istekleri doğrultusunda ısıtılması büyük maliyetler gerektirmektedir. Bu nedenle bu seralarda verim arttırmak amacıyla düzenli bir ısıtma yerine yalnızca bitkileri dondan korumak amacıyla ısıtma yapılmaktadır. Düzenli ısıtma yapılmayan seralarda verim düşüklüğü, üretim çeşidinde sınırlama ve hormon kullanma zorunluluğu gibi problemleri beraberinde getirmektedir (Hazardın, 1994; Yağcıoğlu, 1999; Kendirli, 2010).

İklim kontrolü yapılan modern işletmelerde ise sera iç ortam iklim koşulları doğal yollarla sağlanamadığından bu seralarda enerji maliyetleri oldukça fazladır. Seralarda en önemli enerji ihtiyacı kış aylarında yapılan ısıtma nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Sıcaklığın düşük olduğu mevsimlerde sera iç ortam sıcaklığının bitki isteklerine uygun değerlere çıkarılması amacıyla yapılan ısıtma için gerekli enerji harcamaları tüm üretim harcamalarının (Tekinel ve Baytorun, 1990), % 80, (Yağcıoğlu, 1999) %50, (Kendirli 2010)% 60, (Çaylı ve ark., 2014), % 40-80, den fazlasını oluşturduğunu bildirmişlerdir. Bu payın azaltılması, tarımda önemli bir potansiyeli oluşturan seracılık sektöründe işletme karını artırırken, ülke ekonomisine de büyük katkı sağlayacaktır.

Sera işletmelerinde enerji ihtiyacını azaltmak için alınacak önlemlerden bir tanesi seralarda ısı korunumudur. Isı korunum önlemleri ile ısıtma maliyetleri düşürülebilmekte ve fayda maksimize edilebilmektedir (Yağcıoğlu, 1999). Bunun yanında, seralarda ısıtma maliyetlerini ve giderek tükenmekte olan fosil enerji kaynaklarının kullanımını en aza indirmek için seralarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına önem verilmelidir (Kendirli, 2010). Bu amaçla biokütle, rüzgâr, güneş, hidrolik, jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının yanında sanayi kuruluşlarının atık ısı

enerjisinin de seraların ısıtılmasında kullanımı ısıtma maliyetinin azaltılması açısından önemlidir. (Yıldız, 2010; Çaylı ve ark., 2014). Isıtma maliyetlerinin azaltılması yanında günümüz enerji varlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek amacıyla fosil enerji kaynaklarının yerine doğal enerji kaynaklarından yararlanılmasının öncelikli bir gereksinimdir. Bu nedenle son yıllarda seralarda jeotermal enerjiyle ısıtma sistemlerinin tasarımına ilişkin araştırma ve geliştirme çalışmaları oldukça önem kazanmıştır (Yıldız, 2010).

Yapılan bu çalışmada, seracılığın yaygın olarak yapıldığı ve Akdeniz ikliminin özelliklerini gösteren Antalya ili ile karasal iklimin özelliklerini gösteren ve seracılığın gelişmeye başladığı Kırşehir illinde kurulacak dört farklı donanım özelliğine sahip seralarda on iki ay süresince ihtiyaç duyulan ısı enerjisi gereksiniminin fosil yakıtlar ile karşılanması durumunda ihtiyaç duyulan yakıt miktarı, maliyet ve karbondioksit emisyon miktarının karşılaştırılması ve Kırşehir ilinde bulunan jeotermal kaynakların seralarda kullanımı durumunda rekabet edebilirlik açısından jeotermal enerjinin kWh üzerinden fiyat belirlenmesi yapılmıştır.

## MATERYAL ve METOT

Kırşehir ili içi seralarda ihtiyaç duyulan ısı gereksiniminin belirlenmesinde hesaplamalarda esas alınan sera boyutları Çizelge 1 de verilmiştir.

Çizelge 1. Hesaplamalarda esas alınan sera boyutları ve ısı iletim katsayıları

Boyutlar	Birim	Değer
Bölme genişliği	m	8.00
Sera uzunluğu	m	51.00
Bölme sayısı	adet	5.00
Yan duvar yüksekliği	m	3.50
Tek katlı polietilen (TKPE)	kWh m <sup>-2</sup> yıl <sup>-1</sup>	7.0

Boyutlar	Birim	Değer
Mahya yüksekliği	m	3132.36
Örtü Alanı (Ac)	m <sup>2</sup>	
Taban alanı (Ag)	m <sup>2</sup>	2040.00
Ac/Ag	-	1.54
Çift katlı polietilen (ÇKPE)	kWh m <sup>-2</sup> yıl <sup>-1</sup>	5.1

Çalışmada ısı enerjisi gereksinimi ISIGER uzman sistemle hesaplanmıştır. ISIGER 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. ISIGER uzman sisteme göre ısı enerjisi gereksinimi Eşitlik 1, Eşitlik 2 ve Eşitlik 3 ile hesaplanmıştır (Baytorun ve ark., 2017).

$$Q = \sum_{n=1}^{8760} \left( (\vartheta_{i_n} - \vartheta_{i,0H_n} - \Delta\vartheta_{Sp_n}) * k'_a * A_H * (1 - EE_{ES}) * t_{Si} \right) \quad (1)$$

Eşitlikte;

$Q$ =Isı enerjisi [Wh],  $\vartheta_i$  Serada istenen sıcaklık [°C],  $\vartheta_{i,0H}$ =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 [ $W m^{-2}C^{-1}$ ],  $A_H$ =Sera örtü yüzey alanı [ $m^2$ ],  $EE_{ES}$ =Isı perdesi ile sağlanan ısı tasarrufu [-],  $n$ =Yılın saatleri,  $t_{Si}$ =Simülasyonda zaman dilimi (1 h)

ISIGER uzman sistemde toplam ısı gereksinim katsayısı ( $k'_a$ ) serada kullanılan farklı örtü malzemeleri için saatlik rüzgar hızı dikkate alınarak Eşitlik 2 ile yılın her saati için hesaplanarak Eşitlik 1'de kullanılmıştır.

$$k'_a = k'_F + \frac{k'_F}{x_1} * (x_2 * v_w + x_3) \quad (2)$$

Eşitlikte;

$k'_F$ =Örtü malzemesinin 4 m s<sup>-1</sup> rüzgâr hızında toplam ısı gereksinim katsayısı [ $W m^{-2}C^{-1}$ ],  $k'_a$ =Örtü malzemesinin saatlik rüzgâr hızına göre düzeltilmiş toplam ısı gereksinim katsayısı [ $W m^{-2}C^{-1}$ ],  $v_w$ =Rüzgâr hızı [ $m s^{-1}$ ],  $x_1=7.56$  [-],  $x_2=0.35$  [ $s m^{-1}$ ],  $x_3=-1,4$  [-]

Serada gerçek sıcaklık değerinin belirlenmesi için

Çizelge 2 Hesaplamalarda kullanılan yakıtların değerleri

Yakıt türü	Yakıtın alt ısı değerleri kWh	Ortalama işletme verimi %	Fiyat TL kWh <sup>-1</sup>	FSEG (CO <sub>2</sub> ) Dönüşüm Katsayısı (kg Eşd. CO <sub>2</sub> kWh <sup>-1</sup> )
Doğal gaz	9.59	93	0.027	0.239
İthal kömür	8.14	65	0.055	0.448
Kalorifer yakıtı No 6	11.12	80	0.067	0.313

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Seralardan kaliteli yüksek verimin elde edilebilmek için dış sıcaklık değerlerinin 12 °C'nin altına düşmesi durumlarda ısıtma, 12-22 °C doğal havalandırma, 22-27 °C arasında sürekli havalandırma ve/veya soğutma ve 27 °C nin üzerinde olduğu durumlarda serada üretim yapılmamalıdır (Zabeltitz, 2011).

Ülkemizin güneyinde yer alan ve seracılığın yaygın olarak yapıldığı Antalya ilinin iklim değerleri Akdeniz iklim özelliği gösterirken, İç Anadolu bölgesinde yer

öncelikle teorik olarak ortaya çıkan sıcaklık Eşitlik 3'e göre hesaplanması gereklidir. Hesaplamalarda seraya ulaşan güneş enerjisinin ısı enerjisine dönüşüm faktörü ( $\eta$ ) 0,70 olarak alınmıştır.

$$\vartheta_{i,th} = \frac{q_{GS} * D_G * \eta * A_G}{k'_a * (1 - EE_{ES}) * A_H} + \vartheta_a \quad (3)$$

Eşitlikte;

$\vartheta_{i,th}$ =Havalandırılmayan - ısıtılmayan serada ortaya çıkan teorik sıcaklık (°C),  $q_{GS}$ =Güneş radyasyonu ( $W m^{-2}$ ),  $D_G$ =Örtü malzemesinin geçirgenliği (%),  $\eta$ =Güneş enerjisinin ısı enerjisine dönüşüm faktörü (0.7),  $A_G$ =Sera taban alanı ( $m^2$ ),  $\vartheta_a$ =Dış sıcaklık (°C)

Kırşehir ilinde seralarda yetiştiriciliği yapılan domates bitkisi için ısı gereksinimi hesaplanmasında sera içi sıcaklığı olarak 18 °C kullanılmıştır. Isıtma sistemi olarak yan duvarlara ve çatılara yerleştirilmiş, çelik borulu ısıtma sistemi planlanmıştır.

Seralarda yıllık ısı enerjisi esas alınarak gereksinilen yakıt tüketimi Eşitlik 4, Sera ısıtmasında kullanılan yakıtların atmosfere olan CO<sub>2</sub> salınımları Eşitlik 5 yardımı ile hesaplanmıştır (Baytorun ve ark., 2016a).

$$By = \frac{qH}{Hu * \eta_{ges}} \quad (4)$$

$$SEGM_y = By * Hu * FSEG \quad (5)$$

Eşitliklerde;  $By$  = Birim alana karşılık gelen yakıt miktarı ( $kg m^{-2}$  veya  $m^3 m^{-2}$ ),  $Hu$  = Yakıtın alt ısı değeri ( $kWh kg^{-1}$ ),  $qH$  = Seranın belli sıcaklığa göre ısı enerjisi gereksinimi ( $kWh m^{-2}$ ),  $\eta_{ges}$  = Ortalama işletme verimi (%),  $SEGM_y$  = Yıllık CO<sub>2</sub> emisyon miktarı ( $kg eşd. CO_2$ ),  $FSEG$  = Yakıt cinsine göre CO<sub>2</sub> emisyonu dönüşüm katsayısı ( $kg eşd. CO_2 kWh^{-1}$ ).

Seranın ısıtılmasında kullanılacak yakıtların alt ısı değerleri, ortalama işletme verimleri, fiyatları ve CO<sub>2</sub> emisyonu dönüşüm katsayıları Çizelge 2'de verilmiştir.

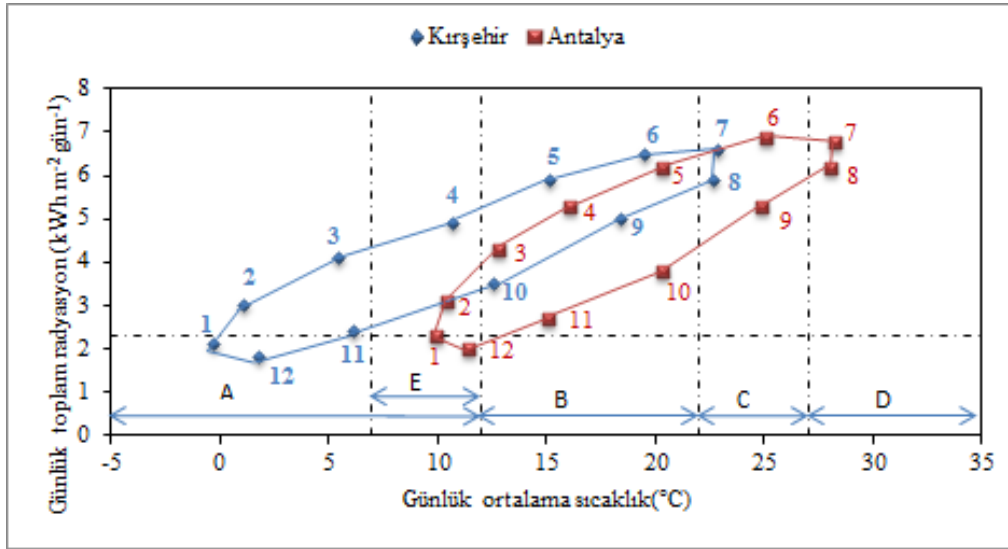
alan Kırşehir ili karasal iklim özelliği göstermektedir. Farklı iklim özellikleri gösteren bu iki ilin uzun yıllık ortalama sıcaklık ve günlük toplam radyasyon değerleri incelendiğinde, Kırşehir ilinde Kasım-Nisan döneminde 12°C nin altında olması nedeniyle seralarda altı ay süresince ısıtma ihtiyacı ortaya çıkarken, Antalya ili seralarında ise Aralık-Ocak-Şubat aylarında yalnızca yılın üç ayında ısıtmaya gereksinim duyulmaktadır. Kırşehir ilinde 12-22 °C arasında olan dört aylık dönemde doğal havalandırma



ihtiyacı ortaya çıkarken Temmuz ve Ağustos aylarında ortaya çıkan sıcaklıkların 22 °C biraz üzerinde olması ve 27 °C yi geçmemesi nedeniyle doğal havalandırma ve gölgeleme materyalleri ile üretime yıl boyu devam edilebileceği görülmektedir. Antalya ilinde 12-22 °C arasında olan dört aylık dönemde doğal havalandırma ihtiyacı ortaya çıkarken Mayıs ayı ortalarından Haziran ayı ortalarına ve Ağustos ayı ortalarından Eylül ayı sonlarına kadarki yaklaşık iki aylık dönemde doğal havalandırma ile birlikte mekanik soğutmaya ve Haziran ayı ortalarından Ağustos ayı ortalarına kadar olan iki aylık dönemde sıcaklıkların 27 °C yi geçmesi

ve günün belli saatlerinde 30 °C'nin üstüne çıkması nedeniyle bu dönemlerde seralar boş bırakılmaktadır (Şekil 1).

Buna göre Kırşehir ilinde, yıl boyunca aylık ortalama sıcaklık değerlerinin 10 ay süresince 22°C'nin üstüne çıkmaması ve Temmuz ve Ağustos aylarındaki sıcaklıkların doğal havalandırma gölgeleme ile giderilecek olması nedeniyle Kırşehir ilinde düşük maliyetli alternatif enerji kaynaklarının kullanılması durumunda 12 ay süresince seralarda üretim yapma imkanı bulunmaktadır.



Şekil 1. Kırşehir ve Antalya illerindeki seralar için iklimlendirme yapılacak aylar

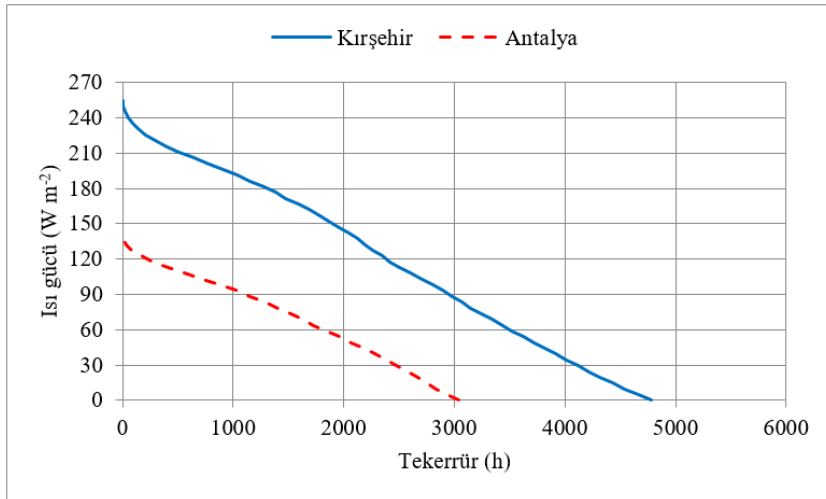
(A=Isıtma ihtiyacı; B=Havalandırma ihtiyacı; C= Havalandırma veya soğutma ihtiyacı;  
D=Üretim yapılamayacak dönemler; E=Yalnızca gece saatlerinde ısıtma ihtiyacı)

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 projelenmesi ve ısı enerjisi tüketimi açısından sağlıklı bir analiz yapılabilmesi için, seralarda ısı gücü ve ısı enerjisi gereksiniminin gerçeklere yakın olarak belirlenmesi zorunludur. Serada gereksinilen ısı gücü ve ısı enerjisi gereksinimi sera kurulacak yörenin saatlik iklim değerlerine göre hesaplanmalıdır (Baytorun ve ark., 2016b).

Kırşehir ve Antalya illerinde kurulacak TKPE plastik ile örtülü seralar için uzun yıllık saatlik iklim değerleri kullanılarak hesaplanan ısı gücü gereksinimleri Şekil 2'de verilmiştir. Bu illerde sera içi sıcaklığın 18 °C sabit sıcaklıkta tutulması halinde ihtiyaç duyulacak maksimum ısı gücü gereksinimi Kırşehir ili için (253 W m<sup>-2</sup>), Antalya ili içinse (141 W m<sup>-2</sup>) olarak ortaya çıkmaktadır.

Seralarda ihtiyaç duyulan ısı gücünün belirlenmesi yanında belirlenen bu ısı gücüne yılın kaç saatinde ihtiyaç duyulduğunun ortaya koyulması ısıtma sistemlerinin projelenmesi açısından son derece önem

arz etmektedir. Şekil 2'ye bakıldığında, karasal iklim özelliği gösteren Kırşehir ilinde yılın 4775 saatinde ısıtmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu koşullarda serada ortaya çıkan maksimum ısı gücü gereksinimi 253 W m<sup>-2</sup> olmaktadır. Ancak bu değere yılın çok az bir zamanında (1 h) ihtiyaç duyulmaktadır. Serada ısıtma sisteminin planlanmasında gerekli olan ısı gücü 235 W.m<sup>-2</sup> alındığında yılın ısıtmaya ihtiyaç duyulan (4775-88) 4687 saatinde iç sıcaklık 18 °C'de tutulabilecek ve gerekli olan ısı enerjisinin % 98'i karşılanabilecektir. Bu koşullarda yılın 88 saatinde iç sıcaklık 18 °C'nin biraz altında seyredecektir. Akdeniz iklimine sahip Antalya ilinde yılın 3036 saatinde ısıtmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu koşullarda serada ortaya çıkan maksimum ısı gücü gereksinimi 141 W m<sup>-2</sup> olmaktadır. Ancak bu değere yılın çok az bir zamanında (1 h) ihtiyaç duyulmaktadır. Serada ısıtma sisteminin planlanmasında gerekli olan ısı gücü 127 W m<sup>-2</sup> alındığında yılın ısıtmaya ihtiyaç duyulan (3036-84) 2952 saatinde iç sıcaklık 18 °C'de tutulabilecek ve gerekli olan ısı enerjisinin % 97'si karşılanabilecektir. Bu koşullarda yılın 88 saatinde iç sıcaklık 18 °C'nin biraz altında seyredecektir.



Şekil 2. Kırşehir ve Antalya illerinde TKPE plastik ile örtülü serada yıl içinde ortaya çıkan ısı gücü tekerrürleri

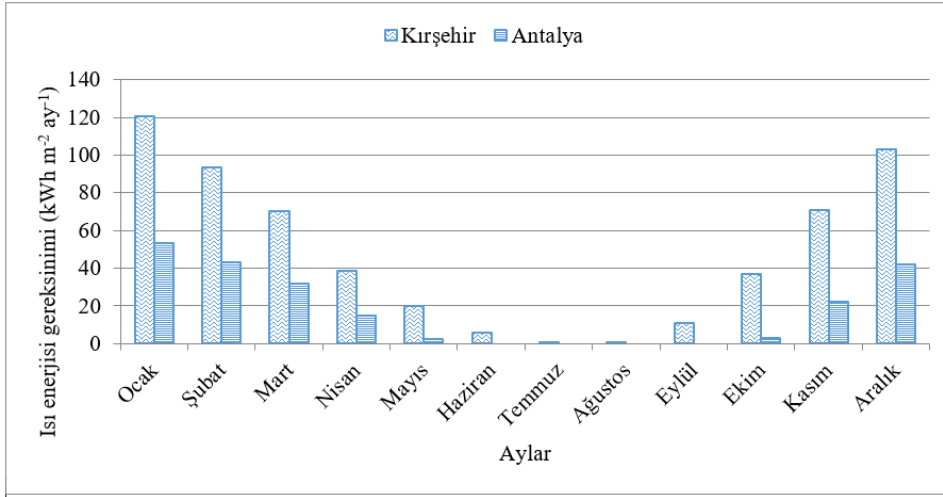
Kırşehir ve Antalya illeri iklim koşullarında farklı donanım özelliklerine sahip seralarda sıcaklığın 18 °C'de tutulması durumunda, ısı enerjisi gereksiniminin aylık değişimi Çizelge 3 ve Şekil 3, 4, 5 ve 6'da verilmiştir. Buna göre Kırşehir ve Antalya illerinde seralarda en yüksek ısı enerjisi gereksinimi Aralık, Ocak ve Şubat aylarında ortaya çıkmaktadır. İllerin toplam ısı enerjisi gereksinimlerine bakıldığında Kırşehir ili için ısıtma gereksiniminin

Antalya ili için gereken ısıtma gereksiniminden çatı ve yan duvarları TKPE olması durumunda 2.69 kat, çatı TKPE ve yan duvarların ÇKPE olması durumunda 2.67 kat, çatı TKPE, yan duvarların ÇKPE ve yalıtımı orta düzeyde olan ısı perdesi kullanılması durumunda 2.81 kat ve çatı TKPE, yan duvarların ÇKPE ve yalıtımı iyi düzeyde olan ısı perdesi kullanılması durumunda 2.94 kat fazla ısı enerjisine gereksinim olduğu görülmektedir (Çizelge 3).

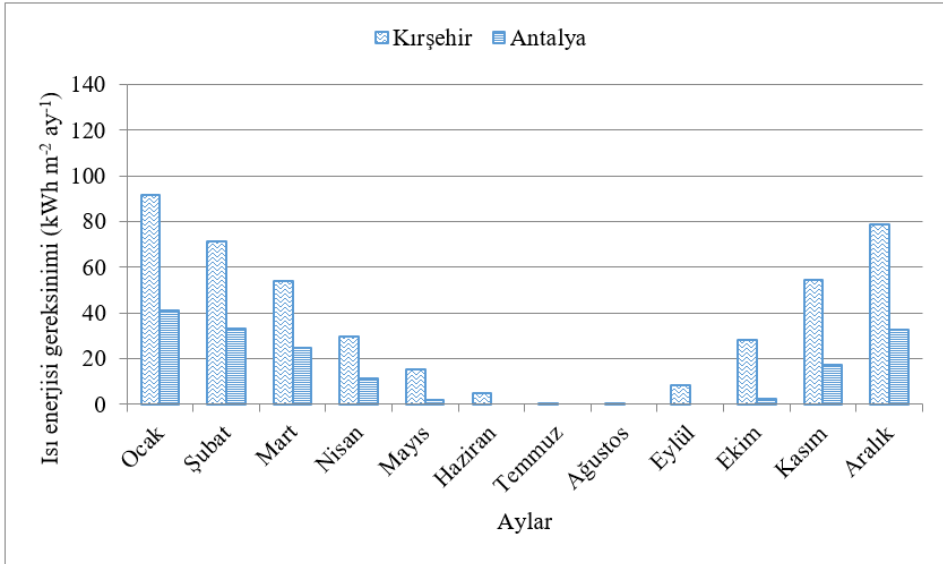
Çizelge 3. Kırşehir ve Antalya illerinde ısı enerjisi gereksiniminin aylık değişimi

Aylar	Kırşehir	Antalya	Kırşehir	Antalya	Kırşehir	Antalya	Kırşehir	Antalya
	1*		2*		3*		4*	
Ocak	120.34	53.10	91.76	40.86	75.19	31.57	64.83	25.76
Şubat	93.18	42.88	71.35	33.10	56.99	25.03	48.02	20.04
Mart	70.51	31.97	54.13	24.63	42.38	18.40	35.03	14.50
Nisan	38.67	14.68	29.75	11.32	23.25	8.54	19.18	6.80
Mayıs	20.03	2.50	15.42	1.94	12.00	1.42	9.87	1.10
Haziran	6.06	0.00	4.65	0.00	3.63	0.00	2.99	0.00
Temmuz	0.46	0.00	0.35	0.00	0.27	0.00	0.22	0.00
Ağustos	0.80	0.00	0.62	0.00	0.47	0.00	0.37	0.00
Eylül	11.00	0.00	8.47	0.00	6.51	0.00	5.28	0.00
Ekim	36.66	3.05	28.26	2.36	21.68	1.73	17.56	1.33
Kasım	71.02	22.39	54.58	17.29	43.38	13.03	36.38	10.38
Aralık	103.13	42.11	78.71	32.43	64.43	25.05	55.50	20.43
<b>Toplam</b> (kWh m <sup>-2</sup> yıl <sup>-1</sup> )	<b>571.86</b>	<b>212.68</b>	<b>438.05</b>	<b>163.93</b>	<b>350.18</b>	<b>124.77</b>	<b>295.23</b>	<b>100.34</b>

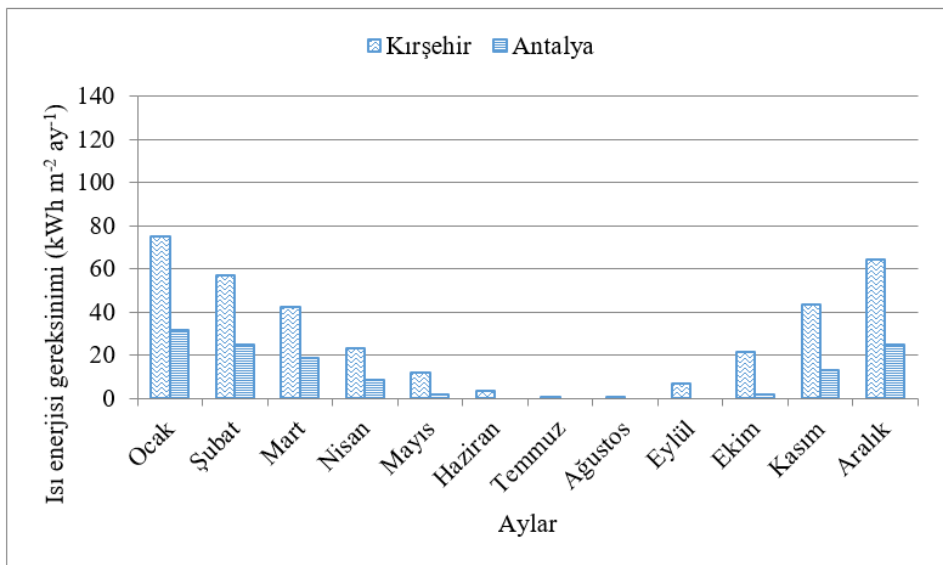
1\* çatı ve yan duvarların tek katlı PE (TKPE) olması durumu,  
2\* çatı tek kat PE (TKPE) ve yan duvarların çift katlı PE (ÇKPE) olması durumu,  
3\* çatı tek kat PE (TKPE) ve yan duvarların çift katlı PE (ÇKPE) ve yalıtımı orta düzeyde olan ısı perdesi olması durumu,  
4\* çatı tek kat PE (TKPE) ve yan duvarların çift katlı PE (ÇKPE) ve yalıtımı iyi düzeyde olan ısı perdesi olması durumu



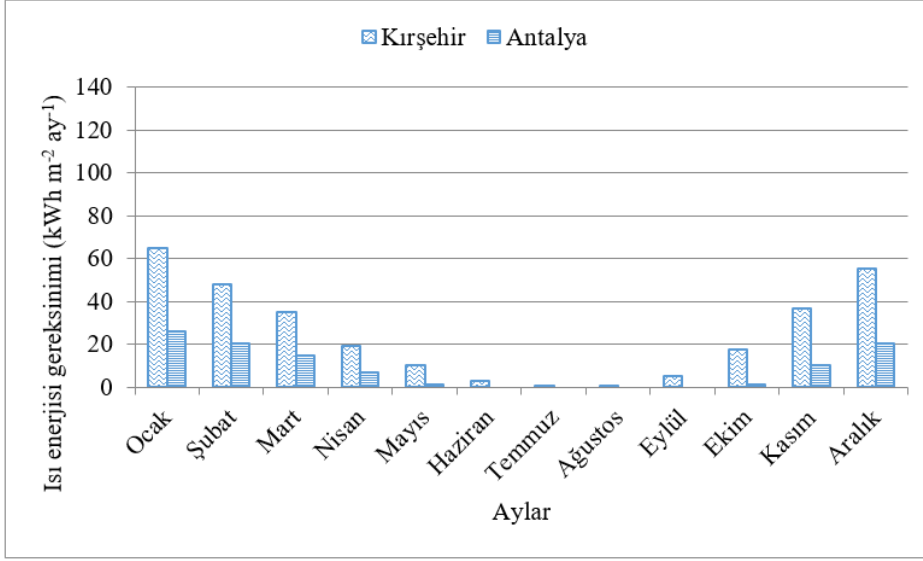
Şekil 3. Kırşehir ve Antalya illerinde TKPE plastik kaplı serada gereksinim duyulan ısı enerjisinin aylık değişimi



Şekil 4. Kırşehir ve Antalya illerinde ÇKPE plastik kaplı serada gereksinim duyulan ısı enerjisinin aylık değişimi



Şekil 5. Kırşehir ve Antalya illerinde ÇKPE kaplı ve ısı perdesi yalıtımı orta olan serada gereksinim duyulan ısı enerjisinin aylık değişimi



Şekil 6. Kırşehir ve Antalya illerinde ÇKPE plastik kaplı ve ısı perdesi yalıtımı iyi olan serada gereksinim duyulan ısı enerjisinin aylık değişimi

Kırşehir ve Antalya illerinde farklı donanım özelliklerine sahip seralarda sıcaklığın üretim periyodu süresince 18 °C'de tutulması durumunda gereksinilen ısı enerjisi, yakıtın miktarı, yakıt maliyeti (TL m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup>), ısıtmada kullanılan yakıtı bağlı CO<sub>2</sub> emisyonu ve birim alandan elde edilecek domates

verimi için ısıtma maliyeti Çizelge 4'te verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi ısı iletim katsayısına bağlı olarak en yüksek ısı enerjisi gereksinimi TKPE ile örtülü sera için Kırşehir ilinde 571.86 kWh m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> ve Antalya ilinde 212.68 kWh m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> olarak ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4. Kırşehir ve Antalya illerinde farklı donanımlara sahip seralarda gerekli olan ısı enerjisi, yakıt miktarı ve CO<sub>2</sub> emisyon değerleri

Özellikler	İller							
	Kırşehir				Antalya			
Donanım	1	2	3	4	1	2	3	4
Isı enerjisi (kWh m <sup>-2</sup> yıl <sup>-1</sup> )	571.86	438.05	350.18	295.23	212.68	163.93	124.77	100.34
İletim kayıpları (%)	17.16	13.14	10.51	8.86	6.38	4.92	3.74	3.01
Toplam ısı enerjisi (kWh m <sup>-2</sup> yıl <sup>-1</sup> )	589.02	451.19	360.69	304.09	219.06	168.85	128.51	103.35
Domates verimi (kg m <sup>-2</sup> )	50.00				32.00			
Gereksinim duyulan yakıt miktarı								
İthal kömür (kg m <sup>-2</sup> )	111.32	85.28	68.17	57.47	41.40	31.91	24.29	19.53
Kalorifer yakıtı (kg m <sup>-2</sup> )	66.21	50.72	40.54	34.18	24.62	18.98	14.45	11.62
Doğal gaz (m <sup>3</sup> m <sup>-2</sup> )	66.04	50.59	40.44	34.10	24.56	18.93	14.41	11.59
Yakıt maliyeti (TL m <sup>-2</sup> yıl <sup>-1</sup> )								
İthal kömür	115.78	88.69	70.90	59.77	43.06	33.19	25.26	20.31
Kalorifer yakıtı	139.04	106.51	85.14	71.78	51.71	39.86	30.34	24.40
Doğal gaz	56.67	43.41	34.70	29.25	21.07	16.24	12.36	9.94
Isıtmada kullanılan yakıtı bağlı CO <sub>2</sub> emisyonu (CO <sub>2</sub> eşdeğeri kg m <sup>-2</sup> yıl <sup>-1</sup> )								
İthal kömür	405.97	310.98	248.60	209.59	150.98	116.38	88.58	71.23
Kalorifer yakıtı	230.45	176.53	141.12	118.97	85.71	66.06	50.28	40.44
Doğal gaz	151.37	115.95	92.69	78.15	56.30	43.39	33.03	26.56
Birim domates verimi için ısıtma maliyeti (TL kg <sup>-1</sup> yıl <sup>-1</sup> )								
İthal kömür	2.32	1.77	1.42	1.20	1.35	1.04	0.79	0.63
Kalorifer yakıtı	2.78	2.13	1.70	1.44	1.62	1.25	0.95	0.76
Doğal gaz	1.13	0.87	0.69	0.59	0.66	0.51	0.39	0.31

Seraların ısıtılması kadar ısıtılan seralarda enerjinin korunması da oldukça önemlidir. dünyada ve ülkemizde seralarda ısı enerjisinin korunumu amacıyla yaygın olarak kullanılan yöntem, ısı perdeleridir. Enerjinin korunumu sayesinde seralarda ortaya çıkan yüksek ısıtma maliyetlerinin üretim maliyeti içindeki payının azaltılabilmesi nedeniyle kullanımı oldukça önemlidir. Çizelge 5' te görüldüğü üzere serada yan duvarların ÇKPE plastikle örtülmesi halinde Kırşehir ili iklim koşullarında üretim periyodu boyunca ihtiyaç duyulan ısı enerjisi % 23.4 azalarak 451.19 kWh m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup>'a, ısı perdelerinin sızdırmazlık durumunun orta şekilde kapatılması durumunda

gerekli ısı enerjisi miktarı % 38.8 azalarak 360.691 kWh m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup>'a ve sızdırmazlık durumunun iyi olması durumunda ise gerekli ısı enerjisi miktarı % 48.4 azalarak 304.09 kWh m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> a kadar düşmektedir. Bu değerler Antalya ilinde yan duvarların ÇKPE plastikle kaplanması durumunda % 22.9 azalarak 168.85 kWh m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup>'a, ısı perdelerinin sızdırmazlık durumunun orta şekilde kapatılması halinde gerekli ısı enerjisi miktarı % 41.3 azalarak 128.51 kWh m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> ve sızdırmazlık durumunun iyi olması durumunda ise gerekli ısı enerjisi miktarı % 52.8 azalarak 103.35 kWh m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup>'a kadar düşmektedir.

Çizelge 5. Kırşehir ve Antalya illerinde farklı donanımlara sahip serada ısı enerjisi gereksinimi ve tasarruf oranları

Donanım özelliği	Isı enerjisi gereksinimi (kWh m <sup>-2</sup> yıl <sup>-1</sup> )				Tasarruf oranı (%)		
	1	2	3	4	2	3	4
Kırşehir	589.02	451.19	360.69	304.09	23.4	38.8	48.4
Antalya	219.06	168.85	128.51	103.35	22.9	41.3	52.8

Seralarda kullanılan örtü malzemeleri ve ısı perdelerinin sızdırmazlık durumları ısı tüketimini önemli derecede etkilediğinden montajlarının en iyi şekilde yapılması gerekmektedir (Baytorun ve Gügercin, 2015). Arınze ve ark., (1986); Critten ve Bailey, (2002); Le Quillec ve ark., (2005); Çaylı ve ark., (2014); Çaylı (2014); Baytorun ve ark., (2016a) ısı perdelerinin türüne ve sızdırmazlık durumuna göre % 17-70 oranında tasarruf sağlayacağını bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada elde edilen bu değerler araştırmacıların tasarruf oranlarına benzemekle birlikte, Kırşehir ilinde sera yan duvarlarında tek kat örtü malzemesi yerine çift kat kullanılması ve ısı perdelerinin montajının iyi yapılması tasarruf edilen enerji miktarının artırılmasında oldukça önemli olduğunu göstermiştir.

Kırşehir ve Antalya iklim koşullarında seranın birim alanı için ihtiyaç duyulan yakıt miktarı incelendiğinde (Çizelge 4), Kırşehir ili iklim koşullarında TKPE plastikle örtülü ısı perdesiz bir serada ithal kömür kullanılması durumunda ihtiyaç duyulan yakıt miktarları Kırşehir ili için 111.32 kg m<sup>-2</sup> iken Antalya için 41.40 kg m<sup>-2</sup>, kalorifer yakıtı kullanılması durumunda Kırşehir ili için 66.21 kg m<sup>-2</sup> iken Antalya için 24.62 kg m<sup>-2</sup>, doğalgaz kullanılması durumunda ihtiyaç duyulan yakıt miktarları Kırşehir ili için 66.04 m<sup>3</sup> m<sup>-2</sup> iken Antalya için 24.56 m<sup>3</sup> m<sup>-2</sup> iken bu değerler ÇKPE plastikle örtülü ve ısı perdelerinin yalıtımı iyi düzeyde yapılan serada ithal kömür kullanılması durumunda ihtiyaç duyulan yakıt miktarları Kırşehir ili için 57.47 kg m<sup>-2</sup> iken Antalya için 19.53 kg m<sup>-2</sup>, kalorifer yakıtı kullanılması durumunda Kırşehir ili için 34.18 kg m<sup>-2</sup> iken Antalya için 11.62 kg m<sup>-2</sup>, doğalgaz kullanılması durumunda ihtiyaç duyulan yakıt miktarları Kırşehir ili için 34.10 m<sup>3</sup> m<sup>-2</sup> iken

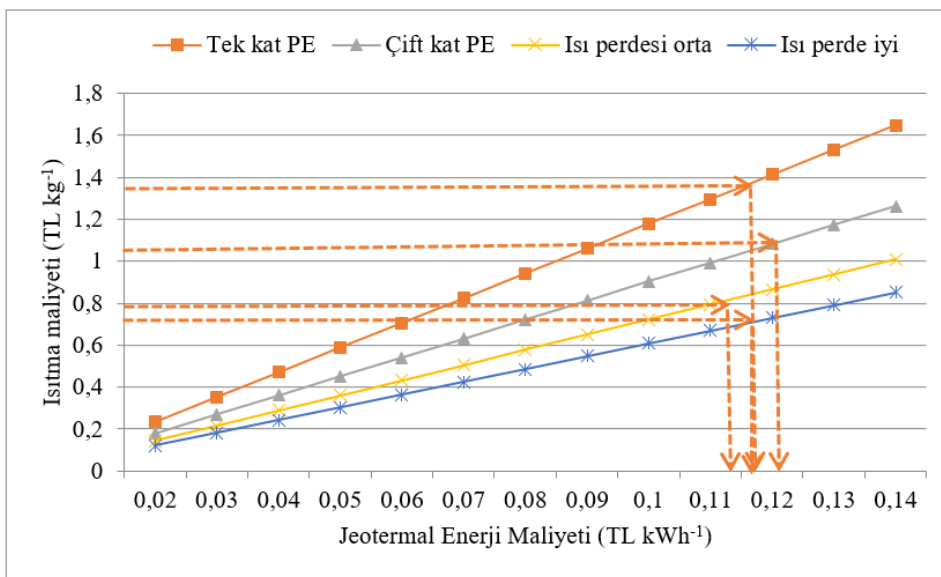
Antalya için 11.59 m<sup>3</sup> m<sup>-2</sup> dir (Çizelge 4). Buna göre Kırşehir ve Antalya illerinde TKPE plastik kullanılması durumunda Kırşehir ilinin Antalya iline göre 2.69 kat fazla yakıt miktarına ihtiyaç duyulurken yan duvarlarda ÇKPE plastik kullanılması durumunda Kırşehir ilinin Antalya iline göre 2.94 kat fazla yakıt miktarına ihtiyaç duyduğu Çizelge 4 te görülmektedir (Baytorun ve ark., 2016a) seralarda gece/gündüz sera içi sıcaklığın 16/18 °C tutulması durumunda tek katlı PE serada Kütahya ilinde Aydın iline göre 2.62 kat, Antalya iline göre 3.32 kat fazla yakıt miktarına ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir. Seralarda kullanılan yakıt miktarı dış ortam sıcaklığı, yetiştirme ortam sıcaklığı ve serada kullanılan örtü malzemesinin ısı geçirme katsayısına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu sebeple seralarda kullanılan yakıt miktarı illere, seradaki donanım özelliklerine ve yetiştirme ortamında bitkinin isteği olan iç sıcaklık değerine göre değişiklik göstermektedir. Bu nedenle sera işletmeleri kurulmadan önce yapılacak olan yatırımlar açısından işletme giderlerinin sağlıklı şekilde ortaya konulması işletmeler açısından oldukça önemlidir.

Kırşehir ve Antalya iklim koşullarında seranın birim alanı için ihtiyaç duyulan yakıt maliyeti Çizelge 4'te verilmiştir. Buna göre Çizelge 4 incelendiğinde, Kırşehir ili iklim koşullarında TKPE plastikle örtülü ısı perdesiz serada ithal kömür kullanılması durumunda yakıt maliyeti Kırşehir ili için 115.78 TL m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> iken Antalya için 43.06 TL m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup>, kalorifer yakıtı kullanılması durumunda yakıt maliyeti Kırşehir ili için 139.04 TL m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> iken Antalya için 51.71 TL m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup>, doğalgaz kullanılması durumunda yakıt maliyeti Kırşehir ili için 56.67 TL m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> iken Antalya için 21.07 TL m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> iken bu değerler ÇKPE

plastikle örtülü ve ısı perdelerinin yalıtımı iyi düzeyde yapılan serada ithal kömür kullanılması durumunda ihtiyaç duyulan yakıt maliyeti Kırşehir ili için 59.77 TL m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> iken Antalya için 20.31 TL m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup>, kalorifer yakıtı kullanılması durumunda yakıt maliyeti Kırşehir ili için 71.78 TL m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> iken Antalya için 24.40 TL m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup>, doğalgaz kullanılması durumunda ihtiyaç duyulan yakıt maliyeti Kırşehir ili için 29.25 TL m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> iken Antalya için 9.94 TL m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> dir (Çizelge 4). Buna göre Kırşehir ve Antalya illerinde TKPE plastik kullanılması durumunda Kırşehir ilinin Antalya iline göre 2.69 kat fazla yakıt maliyetine ihtiyaç duyulduğu ve ısıtmada kalorifer yakıtı kullanılması durumunda ithal kömüre göre 1.20 kat, doğal gaz kullanılması durumunda ise doğal gaza göre 2.04 kat fazla yakıt maliyeti ortaya çıkacağı Çizelge 4 te görülmektedir. Tezcan ve Büyüктаş (2013) sera örtü malzemeleri ve yakıt türlerini incelediği çalışmasında fueloilin katı yakıttan 1.90 kat ve doğalgazdan 2.48 kat daha pahalı olduğunu, katı yakıtın ise doğal gazdan 1.31 kat daha pahalı olduğunu bildirmişlerdir.

Seralarda ihtiyaç duyulan yakıt tüketimine bağlı olarak ortaya çıkan yakıt maliyetlerinde karşılaştırılabilmesi için elde edilecek ürün miktarlarının da yapılacak değerlendirmelerde göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Kırşehir koşullarında oniki ay süresince üretimin yapılabilir olması Antalya'ya iline göre daha fazla verimin alınabilmesine imkan sağlamaktadır. Tüm yıl üretimin yapılabilirdiği bölgelerde üretim periyodunun uzunluğuna bağlı olarak birim sera alanından 50 kg

domates verimi alınırken Eylül-Haziran aylarında üretimin yapıldığı bölgelerde 30-34 kg arasında olmaktadır (Zabeltitz 2011; Baytorun ve ark., 2016a). Düzenli ısıtma yapılan seralarda üretim periyodu süresince domates verimi Kırşehir ilinde 50 kg m<sup>-2</sup> ve Antalya ilinde 32 kg m<sup>-2</sup> olarak kabul edildiği takdirde bu illerde sera ısıtması için ithal kömür ve yalıtımı iyi yapılmış ısı perdesinin kullanılması durumunda, bir kilogram domatesin üretilmesi için ısıtma maliyeti, Kırşehir ili için 1.20 TL kg<sup>-1</sup> iken bu değer Antalya ili için 0.63 TL kg<sup>-1</sup> olacaktır. Buna göre Kırşehir ilinde bir kg domates için 1.90 kat fazla ısıtma maliyeti ortaya çıkacaktır. Yapılan hesaplamalardan görüldüğü üzere, Kırşehir ilinde sera ısıtmasında ithal kömürün kullanılması durumunda yapılacak üretim Antalya ili koşullarında yapılacak üretim ile rekabet edemeyeceği açıkça görülmektedir. Bu iki il arasında rekabet ancak bir kilogram domates üretimi için aynı enerji bedellerinin sağlanması ile mümkündür. Bu nedenle Kırşehir ilinde seraların ısıtılmasında kullanılacak jeotermal enerjinin kWh ücretinin en fazla 0.115 TL olması gerekmektedir (Şekil 3). (Baytorun ve ark., 2016a) Kütahya, Aydın ve Antalya illeri için yaptığı maliyet analizinde jeotermal enerjinin birim fiyatı 0.06 TL kWh<sup>-1</sup> olduğunda, jeotermal kaynaklara sahip Aydın ilinde yapılacak seracılık büyük üstünlüklere sahip olurken, Kütahya'da jeotermal ısıtmalı serada yapılacak domates üretimi Antalya ile ancak rekabet edebileceği belirtilmiştir. Buna göre karasal iklime sahip bölgelerde seracılığın akdeniz iklimine sahip bölgeler ile rekabet edebilmesi için jeotermal yakıt fiyatlarının kWh üzerinden bilinmesi ve işletmenin buna göre maliyet hesabı yapması gerekmektedir.



Şekil 7 Kırşehir ilinde rekabet edebilirlik açısından jeotermal enerjinin fiyat belirlenmesi

Seralarda kullanılan fosil enerji kaynaklarının (ithal kömür, kalorifer yakıtı, doğalgaz vb.) maliyeti ve

atmosfere vermiş oldukları karbondioksit emisyonu farklıdır. Kırşehir ili iklim koşullarında TKPE

plastikle örtülmüş ısı perdesiz serada ithal kömür kullanılması durumunda atmosfere verilen karbondioksit emisyonu miktarları Kırşehir ili için  $405.97 \text{ kg m}^{-2} \text{ yıl}^{-1}$  iken Antalya için  $150.98 \text{ kg m}^{-2} \text{ yıl}^{-1}$ , kalorifer yakıtı kullanılması durumunda atmosfere verilen karbondioksit emisyonu miktarları Kırşehir ili için  $230.45 \text{ kg m}^{-2} \text{ yıl}^{-1}$  iken Antalya için  $85.71 \text{ kg m}^{-2} \text{ yıl}^{-1}$ , doğalgaz kullanılması durumunda atmosfere verilen karbondioksit emisyonu miktarları Kırşehir ili için  $151.37 \text{ kg m}^{-2} \text{ yıl}^{-1}$  iken Antalya için  $56.30 \text{ kg m}^{-2} \text{ yıl}^{-1}$  iken bu değerler ÇKPE plastikle örtülü ve ısı perdelerinin yalıtımı iyi düzeyde yapılan serada ithal kömür kullanılması durumunda atmosfere verilen karbondioksit emisyonu miktarları Kırşehir ili için  $209.59 \text{ kg m}^{-2} \text{ yıl}^{-1}$  iken Antalya için  $71.23 \text{ kg m}^{-2} \text{ yıl}^{-1}$ , kalorifer yakıtı kullanılması durumunda atmosfere verilen karbondioksit emisyonu miktarları Kırşehir ili için  $118.97 \text{ kg m}^{-2} \text{ yıl}^{-1}$  iken Antalya için  $40.44 \text{ kg m}^{-2} \text{ yıl}^{-1}$ , doğalgaz kullanılması durumunda atmosfere verilen karbondioksit emisyonu miktarları Kırşehir ili için  $78.15 \text{ kg m}^{-2} \text{ yıl}^{-1}$  iken Antalya için  $26.56 \text{ kg m}^{-2} \text{ yıl}^{-1}$  dir (Çizelge 4). Buna göre Kırşehir ve Antalya illerinde serada ithal kömürün kullanılması durumunda kalorifer yakıtına göre 1.76 kat, doğal gazla göre 2.68 kat ve kalorifer yakıtı kullanılması durumunda ise doğal gazla göre 1.52 kat fazla karbondioksit emisyonunun atmosfere salınacağı görülmektedir.

Çizelge 4 incelendiğinde yakıt olarak doğalgazın fiyat ve karbondioksit emisyonu bakımından seraların ısıtılmasında kullanılacak en uygun yakıt olduğu görülmektedir. Benzer olarak (Tezcan ve Büyüktaş, 2013) farklı materyal ile kaplı ve aynı alana sahip modern seraların doğalgaz ile en düşük maliyetle ısınabileceğini bildirmişlerdir. Fakat ülkemizde seraların kurulduğu alanlarda doğalgaz altyapısının tesis edilmemesi nedeniyle henüz kullanımı mümkün değildir. Bu yüzden Kırşehir ili gibi karasal iklim özelliklerini gösteren illerde yıl boyu üretim yapmak ve seracılığın yoğun olarak yapıldığı Akdeniz ve Ege bölgeleri ile rekabet edebilmek alternatif enerji kaynağı olmaması durumunda mümkün görülmemektedir. Ancak Kırşehir ili Türkiye'nin jeotermal enerji kaynağı olan önemli illerinden biridir. Bu nedenle ilde seralarda pahalı ve çevreye  $\text{CO}_2$  salınımı fazla olan fosil kaynaklar yerine sahip olduğu jeotermal enerjinin seracılıkta kullanılmasıyla daha ucuz ısıtma maliyetleri yanında daha çevreci bir üretim yapma olanağı mümkündür. Böylelikle ısıtmanın üretim içerisindeki payı önemli miktarda düşürülerek daha karlı üretim yapabilme imkanı bulunmaktadır.

## SONUÇ

Ülkemizin güneyinde yer alan ve seracılığın yaygın olarak yapıldığı Antalya ilinin iklim değerleri Akdeniz iklim özelliği gösterirken, İç Anadolu bölgesinde yer

alan Kırşehir ili karasal iklim özelliği göstermektedir. Farklı iklim özellikleri gösteren bu iki ilin uzun yıllık ortalama sıcaklık ve günlük toplam radyasyon değerleri incelendiğinde Kırşehir ilinin sahip olduğu jeotermal kaynakların seracılıkta kullanılması ile yıl boyu üretim yapma imkanı bulunduğu fakat Antalya ilinin Haziran- Eylül aylarında ortaya çıkan yüksek sıcaklıklar karşısında seraların soğutma ihtiyacından doğan enerji maliyetlerinin yüksek ve dış ortamda yapılan yetiştiriciliğin bu döneme denk gelmesi nedeniyle ürün fiyatlarının da düştüğü göze önüne alınınca seraların boş bırakılması daha uygundur. Üretim periyodunu kısıtlayan bu durum, Antalya ilinde birim alandan alınacak verim miktarının düşüşünde önemli bir etkidir. Bu durum Kırşehir ili seralarında yıl boyu yapılacak jeotermal ısıtmalı yetiştiriciliğin Antalya ili seralarına göre daha avantajlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Seralarda üretim maliyetleri içerisinde büyük pay tutan ısıtma giderinin azaltılması için ısı korunum yöntemlerinin kullanılması oldukça önemlidir. Ancak Kırşehir ilinde kurulacak seralarda ısı korunum önlemlerinin alınması halinde bile seracılığın yoğun bir şekilde yapıldığı Antalya ili ve benzer iklimlere sahip diğer iller ile rekabet edebilmesi mümkün görülmemektedir. Bu yüzden ilde ucuz ve yenilenebilir enerji kaynağı olan jeotermal enerji kaynaklarının sera işletmelerinin kullanımına uygun hale getirilmesi ilin seracılıkta rekabet edebilirliğini artırarak ilin seracılıkta bir cazibe merkezi haline getirecektir. Aynı zamanda ilde kurulacak jeotermal seraların bir avantajı da seraların ısıtılmasına için kullanılan fosil yakıtların tüketimini azaltarak, atmosferde sera etkisi meydana getiren en önemli gazlardan biri olan  $\text{CO}_2$  gazı salınımı da önemli oranda azaltarak çevrenin korunumuna katkı sağlanacaktır.




## KAYNAKLAR

- Arinze EA, Schoenau GJ, Besant RW 1986. Experimental and Computer Performance Evaluation of a Movable Thermal Insulation for Energy Conservation in Greenhouses. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 34: 97-113.
- Baytorun AN, Gügercin Ö 2015. Seralarda Enerji Verimliliğinin Artırılması. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30(2): 125-135.
- Baytorun AN, Önder D, Gügercin Ö 2016a. Seraların Isıtılmasında Kullanılan Fosil ve Jeotermal Enerji Kaynaklarının Karşılaştırılması. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4 (10): 832-839.
- Baytorun AN, Üstün S, Akyüz A, Çaylı A 2017. Antalya İklim Koşullarında Farklı Donanımlara Sahip Seraların Isı Enerjisi Gereksiniminin Belirlenmesi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(2): 144-152.

- Baytorun AN, Zaimoğlu Z, Üstün S 2012. Akdeniz Bölgesi Seralarında Isı Enerjisi Gereksiniminin ve Enerji Artırım Önlemlerinin Etkisinin Belirlenmesi. II. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, 24-25 Mayıs, İzmir.
- Baytorun N, Üstün S, Akyüz A 2016b. Sera Isıtma Sistemlerinin Projelenmesinde Uzman Sistem "ISIGER-SERA". Tesisat Mühendisliği, 155: 13-24.
- Critten DL, Bailey BJ 2002. A Review of Greenhouse Engineering Developments During the 1990s. Agricultural and Forest Meteorology, 112, 1-22.
- Çaylı A 2014. Plastik Seralarda Isı İletim Katsayısının Belirlenmesi ve Isı Artırım Önlemlerinden Isı Perdelerinin Etkinliğinin Araştırılması. KSÜ Fen Bil. Ens., Biyosistem Mühendisliği ABD, Doktora Tezi, 198 s.
- Çaylı A, Boyacı S, Üstün S, Akyüz A 2014. Kahramanmaraş Bölgesi İçin Seralarda Maksimum Isıtma Yükünün Belirlenmesi. 12. Ulusal Kültürteknik Sempozyumu, 21-23 Mayıs, Tekirdağ.
- Hazardın G 1994. Jeotermal Enerjinin Sera Isıtılmasında Kullanım Olanakları. Jeotermal Uygulamalar Sempozyumu, 27-30 Eylül, Denizli.
- Kendirli B, Çakmak B 2010. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Sera Isıtılmasında Kullanımı. Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi. 2 (1): 95-103.
- Le Quillec S, Brajeul E, Lesourd D, Loda D 2005. Thermal Screen Evaluation In Soilless Tomato Crop Under Glasshouse. Paper presented at the Acta Horticulturae, 691: 709-716.
- Tekinel O, Baytorun A 1990. Seracılıkta Yeni Teknolojiler. Türkiye 5. Seracılık Sempozyumu, 17-19 Ekim, İzmir.
- Tezcan A, Buyuktas K 2013. Calculation of Structural and Heating Costs in Modern Greenhouses. 5th International Conference Trends in Agricultural Engineering, 3-6 September, Prag.
- Tüzel Y, Gül A, Daşgan HY, Özgür M, Özçelik N, Boyacı HF, Ersoy A 2005. Örtüaltı Tarımdaki Gelişmeler. Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi Bildirileri, 3-7 Ocak, Ankara.
- Von Zabeltitz C 2011. Integrated Greenhouse Systems for Mild Climates: Climate Conditions, Design, Construction, Maintenance, Climate Control. 285-311.
- Yağcıoğlu A 1999. Sera Mekanizasyonu, E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Notları: 59/1 Bornova/İzmir.
- Yıldız M 2010. Aydın İlindeki Jeotermal Enerji Kaynaklarının Sera Isıtmak Amacıyla Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 93 s.



## Importance of Melatonin on Poultry

Süleyman ÇALIŞLAR<sup>1</sup> , Beyhan YETER<sup>1</sup> , Ahmet ŞAHİN<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Kahramanmaraş, <sup>2</sup>Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Kırşehir

### ABSTRACT

Intensive production practices, faulty maintenance and feeding, unsuitable keeping conditions, antinutritional factors in feeds and similar abnormalities lead to irregularities in both hormone and enzyme systems in poultry. Especially, due to disorders in endocrine system, a specific hormone, melatonin, can not be produced or underproduced, and thus its metabolic and physiological functions are negatively affected in the organisms.

Melatonin (ML) is one of the important hormones that prevent metabolic and physiological disorders in poultry but does not attract attention by poultry scientist. ML regulates the brain's biological clock, acts on respiration, circulation, excretion, reproduction and immunity system. ML helps regulate feed consumption, energy metabolism and body heat. It also provides elimination of free radicals in the body. ML stimulates growth hormone secretion and, thus, effects growth performance of poultry positively.

It is considered necessary to focus more effectively on the melatonin hormone, which is a positive contribution to animal welfare by correcting metabolic-physiological disorders in poultry. In this review, the definition of melatonin, its interaction with other hormones, its effect on the physiological and metabolic functions of poultry were examined.

DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.433039

### Article History

Received : 11.06.2018

Accepted : 16.07.2018

### Keywords

Melatonin,  
poultry,  
physiological,  
metabolic,  
animal welfare

### Review Article

## Melatonin'in Kanatlı Hayvanlarda Önemi

### ÖZET

Yoğun üretim uygulamaları, hatalı bakım ve besleme, uygun olmayan barındırma koşulları, yemlerde antibesinsel maddelerin bulunması ve buna benzer anormallikler kanatlı hayvanlarının hem hormon hem de enzim sistemlerinde düzensizliklere yol açmaktadır. Özellikle endokrin sistem ile ilgili anormallikler yüzünden spesifik bir hormon olan melatonin üretilmediğinden ya da yetersiz üretildiğinden organizmada metabolik ve fizyolojik fonksiyonlar olumsuz etkilenmektedir.

Melatonin (ML), kanatlı hayvanlarda metabolik ve fizyolojik düzensizlikleri önleyen ancak dikkat çekmeyen önemli hormonlardan birisidir. ML, beynin biyolojik saatini ayarlar, solunum, dolaşım, boşaltım, üreme ve bağışıklık sistemi üzerinde etkili olur. ML, yem tüketimini, enerji metabolizmasını, vücut ısısını düzenler ve vücutta serbest radikallerin yok edilmesine yardım eder. ML, büyüme hormonu salgılanımını uyararak büyüme performansını olumlu etkiler.

Kanatlı hayvanlarda metabolik-fizyolojik bozuklukların düzeltilmesini sağlayan ve hayvan refahına olumlu katkıda bulunan ML hormonu üzerine daha etkili şekilde odaklanmanın gerekli olduğu düşünülmektedir. Bu derlemede, melatonin'in tanıtımı, diğer hormonlarla interaktif ilişkileri, kanatlı hayvanlarının fizyolojik ve metabolik fonksiyonları üzerindeki etkisi incelenmiştir.

### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 11.06.2018

Kabul Tarihi : 16.07.2018

### Anahtar Kelimeler

Melatonin,  
kanatlı,  
fizyolojik,  
metabolik,  
hayvan refahı

### Derleme Makale

## INTRODUCTION

Birds are diurnal animals when offered light they consume feed. In poultry production, broiler chicks are subjected to 23-24 h continuous lighting while egg type chickens are subjected 14-16 h lighting during all day. These conditions are different than their ancestors in natural ecological condition in which their activities were based on day time lighting, i.e., sunlight. By domestication or intensive production, birds' hormonal system has been under control, causing that they become more sensitive to environmental changes such as temperature, humidity, crowding, dust, etc. Under poorly conditions, free radicals are generated in the body in such a large quantity for the natural antioxidant defence systems of the body. Also, this condition causes some changes in metabolism and increases oxidative damage to cells and decrease in feed intake, live weight, egg production, feed conversion ratio and egg quality traits. In addition, this has been led to some zotechnical problem in poultry house such as sudden death syndrome, alertness to poultry keeper, stress and other illness, causing economical losses in poultry production. If we would offer chickens a sufficient time of darkness, they could produce their own melatonin from their pineal gland to behave naturally, yet this has been not happened.

It is thought that melatonin plays an important role in the neuroendocrine control of some metabolic and physiological actions, sexual maturation, reproductive function and modulate efficiency of nutrient utilisation of poultry. In addition, poultry studies appear that body temperature, physiological actions and seasonal rhythms may affect by melatonin.

Therefore, in this review, melatonin was deeply investigated by literature work to explore its detailed effects on birds in order to produce some suggestions on behalf of poultry welfare.

### Circadian rhythm in poultry

Birds have quite complicated behavior and impressive gripping skills (Taylor et al., 2007; Grodzinski and Clayton, 2010) exhibiting biochemical, physiological and behavioral activities specific to their nature in relation to daily and seasonal process (Cassone and Westneat, 2012). For this reason, to observe biological time is very important in poultry production (Cassone, 2014). Behaviors and capabilities are modulated by circadian biological clocks in birds (Cassone and Westneat, 2012).

The circadian rhythm in bird is highly synchronized pineal gland, retina and hypothalamus. ML secretion from pineal gland in the dark is reflection or working sign of circadian rhythm (Stehle et al., 2003; Zawilska et al., 2006; Trivedi and Kumar, 2014). The pineal gland has a complementary role in the regulation of

the rhythmic function of endocrine system (Csernus and Mess, 2003) which controls the circadian patterns of ML biosynthesis and photo-receptors (Natesan et al., 2002). In poultry, circadian behavior is performed by epiphyseal ML (Mishra and Kumar, 2016).

ML provides the frequency of one or more oscillators or the coupling between different oscillators. For this reason, any change in ML profile causes changes in circadian system functions (Kumar et al., 2004).

In birds, the circadian rhythm is controlled by the master clock located in the hypothalamic suprachiasmatic nuclei (SCN) in front of the hypothalamus (Brandstatter and Abraham, 2003). Circadian rhythm shows similarities between all bird species, but it is not true to generalize it for all (Cassone et al., 2017). It was reported that the exogenous ML administration inhibited the metabolic activity of SCN in chickens (Cantwell and Cassone, 2002), but the effect of ML on gene expression of the mSCN clock in quail was minimal (Yasuo et al., 2002).

### Melatonin secretion in birds

Birds have a pineal gland that varies in size, shape and localization (Przybylska-Gornowicz et al., 2005; Prusik et al., 2006; Prusik et al., 2015). In the pineal gland, ML, which can be modulated by light, darkness and temperature changes, is produced (Pang et al., 1996). However, ML secretion may, be influenced by additional factors. Heat induced by high ambient temperature and high relative humidity during hot dry season causes heat stress in birds. (Sinkalu et al., 2010). Animal studies have shown that melatonin has a thermoregulatory role. Furthermore, ML has a crucial role in circadian thermoregulatory adjustments of body temperature (Saarela and Reiter, 1994).

ML is a neurogenic hormone synthesized in the dark in the epiphysis and in the light in retina (Ambriz-Tututi et al., 2009). Approximately 80% of ML in the bloodstream is produced by the epiphysis (Şener, 2010). It is also secreted from the skin, testes, bone marrow, thrombocytes, lymphocytes and the gastrointestinal tract (Bubenik, 2002). The chemical events that occur in the 24-hour cycle in organism, hormone production and metabolism are regulated by circadian oscillators in the epiphysis (Csernus, 2006). Approximately, 80% of ML in the bloodstream is secreted by the epiphyseal gland (Şener, 2010). ML participates in many physiological processes in the organism (Lamosova et al., 1997) that are rapidly transported to other organs through blood and spinal fluid and can easily pass through biological membranes due to its lipophilic nature. Excess ML is inactivated by hydroxylation in the liver (Lazar et al., 2015) and is excreted in urine (Reppert, 1997). There is a multi-synaptic nerve pathway that connects the pineal gland to the out environment via the retina. ML

production is stimulated in dark periods and is inhibited in the light (Timothy and Birdsall, 1996, Barrenetxe et al., 2004). ML receptors in poultry are not found only in different central nervous systems associated with sensory functions (Cassone et al., 1995), but also in many peripheral organs such as the lung (Pang et al., 1993), spleen (Yu et al., 1991) and gastrointestinal tract (Lee and Pang, 1992).

### The physiology of melatonin

ML plays a vital role in regulating neural and endocrine processes that are synchronized with daily changes in light (Lazar et al., 2015). Serum ML concentrations reflect environmental lighting conditions and allow information to be transmitted to the entire organism (Zeman et al., 2001). The circadian rhythm is controlled by light-sensitive ML (Liu et al., 2011; Singh et al., 2012) as reproduction, excretion, blood pressure, immunity, thermoregulation, neuroendocrine and physiological systems, sleep regime, work of such organs heart and lung (Pang et al., 1996; Apeldoorn et al., 1999; Ambriz-Tututi et al., 2009; Schwan-Lardner et al., 2013).

While the ML produced in the pineal gland is secreted in response to darkness, the ML produced by the enterochromaffin cells of the gastrointestinal tract is secreted, in particular in response to the feeding (Bubenik, 2002).

ML stimulates lymphocyte production and antibody formation (Zheng et al., 2013) to improve immunity. It helps remove free radicals from the body (Bubenik, 2001; Zheng et al., 2013) with its antioxidant effect (Ahmed et al., 2005).

The production of ML in poultry is controlled by three main mechanisms: direct light reception, endogenous generator and noradrenergic transmission (Prusik et al., 2015). There are 3 ML receptor subtypes in chickens; Mel1A, Mel1B and Mel1C. Each of these receptors has different affinities for ML. ML receptor subtypes are found at different concentrations and quantities in different parts of the body. Mel1A and Mel1B receptors are found in organs such as the heart, retina, epiphysis, liver and lung. Mel1A is present in the retina of chickens, while Mel1A and Mel1B, Mel1A, Mel1B and Mel1C are in the ovary. Mel1C in the crustacean affects the crustal thickness of the egg. ML receptors in quail egg white are part of the antioxidant system, preventing embryonic oxidative stress during development.

The application of darkness has a positive effect on ML production (Lessons and Summers, 2005). A 4.5 h lighting after 10 h dark period, the serum ML level reached its highest level in chicks (Pablos et al., 1998). There was an 85% decrease in serum ML level of pigeons exposed to light for 80 minutes (Vakkuri et al., 1985). 16 hours light: 8 hours dark or 20 hours light: 4 hours dark; serum ML concentrations of egg hens

varied between 40-100 pg / mL in the light and 150-390 pg / mL in the dark (Liou et al., 1987). Abnormal serum levels of ML may be indicative of metabolic and other disorders (Lazar et al., 2015). It has been reported that pinealectomized chickens decreased production of ML (Wang et al., 1998). They applied pinealectomy at 2-d old. After 8 weeks, the amount of serum ML in the control group was 23.19 pg / mL, but in pinealectomy groups, the serum ML level decreased to 9.17 pg/mL. Pinealectomy caused 58% scoliosis in chickens (Turgut et al., 2003).

In poultry, the synthesis of ML is controlled by genes that produce molecular oscillations under the influence of the negative feedback mechanism (Okano and Fukada 2003, Csernus et al., 2005; Turkowska et al., 2014).

ML has the ability to convert environmental information into appropriate endocrine signals. For this reason, ML allows the physiology, metabolism and behavior of animals to be synchronized with optimum environmental conditions. ML, synchronized with light changes, plays an essential role in the regulation of neuroendocrine processes (Lazar et al., 2015) and in the biology of all cells (Reiter and Robinson, 1995). ML affects growth and health status (Clark and Classen 1995), the concentrations of other hormones in poultry (Zeman et al., 1993). ML and brain SR metabolism are interrelated. For this reason, some of the physiological effects generated by ML are mediated by the modulation of central serotonergic transmission. ML causes an increase in the SR amount of chickens (Zeman et al., 1999).

The central adrenergic pathway present in poultry is involved in the regulation of GH (Harvey et al., 1991) and is modulated by ML. In the regulation of growth, the role of ML emerges through interactions with other hormones. Progesterone administration reduced ML biosynthesis and release, but testosterone injection accelerated ML production (Vacas and Cardinali, 1979). Progesterone production was stimulated by LH and markedly decreased by the effect of ML (Lewis et al., 2006). ML also reduced ovarian activity as it inhibited LH secretion (Rozenboim et al., 2002). ML treatment reduces plasma progesterone and estrogen levels, showing its effect on ovarian function (Guchhait and Haldar, 2000). Testosterone, estrogen and deoxycorticosterone stimulate ML synthesis, but progesterone and corticosterone inhibit ML synthesis (Mahata and Mahata, 1992). ML generally inhibits the production thyroid hormones (Lewinski, 2002, Mogulkoc and Baltaci, 2003). High doses of ML inhibited the response of the thyroid stimulating hormone (Wright et al., 1997). ML directly or indirectly increases the plasma concentration of leptin hormone (Mustonen et al. 2000), elevating serum thyroxine (T4) level (Legradi et al., 1997).

Dietary ML supplementation lowered plasma corticosterone concentrations in chickens (Hassanzadeh et al., 2016) while it has an inhibitory effect on the secretion of luteinizing hormone (LH), FSH, adreno corticotropic hormone (ACTH), prolactin and b-endorphin (Csernus and Mess, 2003). This was evidenced that ML treatment (5, 20 and 80 mg/kg) decreased LH secretion in the castrated leghorn roosters by drop reduction occurred in 10 minutes after ML injection (Rozenboim et al., 2002).

ML regulates bone physiology (Witt-Enderby et al., 2012). In addition, ML plays an important role in the formation of bone by osteoblasts by increasing type I collagen production and osteoblastic proliferation (Nakade et al., 1999). The addition of ML inhibits the natural destruction of the bone by causing an increase in mineral content. Femur and tibia bones have higher fracture strengths in chickens treated with ML.

In birds, ML influences the absorption of calcium in the duodenum (Sjöblom et al., 2003). It has been reported that the lack of ML is partly responsible for malformations in the bones and the rate of bone disease is reduced by ML treatment (Machida et al., 1995). The ML receptor in the eggshell gland (Natesan and Cassone, 2002; Sazanov et al., 2007) limits the storage of calcium in the egg shell and its transport into the shell gland epithelium.

#### **The effects of melatonin on performance and health**

ML improves feed utilization (Clark and Classen, 1995) by stimulating growth hormone in poultry (Zeman et al., 1999), regulating thermoregulatory mechanisms (Rozenboim et al., 1998; Sahin et al., 2004) and energy metabolism (Apeldoorn et al., 1999). ML administration increased weight gain and energy retention by an average of 19% in male broiler chickens (Osei et al., 1989).

ML improves performance in poultry by stimulating uptake of lipids, proteins and carbohydrates into tissues (Ahmed et al., 2006) and preventing heat stress and salmonella enteritidis infection in chickens (Hassanzadeh et al., 2016; Woodward et al., 2005; Nisbet et al., 2008). ML application compensated egg shell and skeletal defects in chickens (Taylor et al., 2013; Machida et al., 1995).

ML given with drinking water changed the behavior of quails and increased the amount of certain peripheral hormones, especially GH. The stimulation level of GH was 140% when ML was administered alone, whereas the level of GH stimulation was 285% when ML was administered with quipazin (Zeman et al., 1999). The increased GH concentration by ML stimulation leads to a decrease in abdominal fat in quails (Zeman et al., 1993).

When ML supplementations were given at doses of 10 mg, 20 mg and 30 mg per bird, the optimal ML dose on

egg yield and quality was reported to be 10 mg. The use of ML at a dose of 30 mg per bird adversely affected egg yield and quality (Jia et al., 2016).

Egg weights of chickens treated with ML were significantly higher than those without ML (Taylor et al., 2013). ML is required for early bone growth (Fagan et al., 2009).

ML administration-controlled calcium distribution between the bone and egg shells in chickens by strengthening bone but weakening egg shell (Taylor et al., 2013). However, ML addition (2 mg / kg body weight) also increased egg weight and shell thickness (Archana, 2012). Song birds practiced in ML produced more eggs (Grieves et al., 2012). ML has increased the absorption of zinc (Mocchegiani et al., 1996; Fabris et al., 1997). ML administration is beneficial for bone strengthening in poultry but decreases egg shell strength. This should be taken into account when applying ML to laying poultry.

Depending on intensive breeding conditions and heat stress, deteriorating of the feed efficiency, leg problems, ascites, sudden death syndrome and similar disadvantages occur (Hassanzadeh et al., 2016). Changes in plasma corticosterone levels are an important indicator of the exposure of the poultry to stress. High temperature increases plasma corticosterone levels in pigeons (Barriga et al., 2002). ML can be used in controlling temperature stress (Siegel, 1995) since epiphyseal gland and its metabolites play an important role in the circadian thermoregulation in many animal species (Reiter, 1995). ML administration inhibits the production of ACTH in poultry by performing a hypothalamic-pituitary adrenal axis inhibitory role, showing that ML is effective to control stress at both central and environmental levels (Rasmussen et al., 2003).

ML application decreased feed intake and heat production due to decrease locomotor activity in broiler chickens (Zeman et al., 2001; Brennan et al., 2002), improving feed utilization (Clark and Classen, 1995; Apeldoorn et al., 1999). The fact that ML causes decrease in body basal heat is attributed to its hypothermic effect (George, 1999).

Environmental changes affect the activities of the pineal gland in poultry (Sudhakumari and Haldar, 2001). Quails exposed to cold produced the less amount of ML in epiphysis and retina (Lee et al., 1990). For this reason, poultry require ML supplementation when they are kept on outside. ML application reduced mortality in fast growing and acute heat stressed quails (Hassanzadeh et al., 2016) by restoring their mineral status such as N, Ca, P, Zn, Fe and Cr excretion, and, consequently, healing them against depression associated with heat stress (Sahin et al., 2004).

Environmental rhythms, chemical, biological or behavioral functions that occur in the 24-hour cycle play an important role in the welfare of poultry. ML provides a significant contribution to the welfare of poultry by controlling biological rhythm. Sudden death syndrome, ascites and some skeletal imperfections occur due to daily rhythm impairment.

In quail, ML given to drinking quail alters lipid and protein metabolism (Zeman et al., 1999). ML has significant role in reproductive function in many animal species by managing biological rhythms (Maestroni, 2001) but has little effect on the reproduction of poultry (Rozenboim et al., 2002). After incubation in poultry, light stimulation and ML are effective on the designed of reproduction. ML plays important roles in the photoperiod-related circadian rhythm, embryonic growth and ovary development by altering the synthesis and secretion of follicle-stimulating hormone (FSH) with LH (Chuffa et al., 2011).

ML helps the immune responses in poultry (Moore and Siopes, 2003) by increasing lymphocytes proliferation (Kliger et al., 2000) and antibody formation (Zheng et al., 2013). ML treatment increased the activity of B and T lymphocytes (Brennan et al., 2002) and total leukocyte count and lymphocyte percentage in poultry (Abozahra et al., 1998; Brennan et al., 2002; Hodallah et al., 2011). ML affects bone marrow (Taylor et al., 2013), accelerates leukocyte production (Conti et al., 1992) and protects bone marrow from free radical damage due to antioxidant effect (Ahmed et al., 2005). It also increases the number of leukocytes by decreasing the amount of corticosterone hormone (Anwar et al., 1998). A 50 µg / ml melatonin in drinking water increased total white blood cells and percentages of lymphocytes and heterophiles but decreased the proportion of heterophiles / lymphocytes (H / L) in the quail (Moore and Siopes, 2000).

ML application caused lymphoid hyperplasia in bursa fabricus, spleen and liver in broiler chickens. In poultry, ML receptors in the primer and the secondary lymphoid system were reported by Poon et al. (1994) and its binding sites of ML on thymus, spleen, bursa fabricus indicated that it has a physiological role in lymphocyte regulation (Yu et al., 1991). In chickens, the target organ of ML is bursa fabricus (Lee and Pang, 1992) as evidenced that ML administration increased bursal weight, accelerating the development of humoral immune response and cell communication in the turkeys (Moore and Siopes, 2003). Thymus and bursa fabricus are very important in the development

of immune system. For this reason, dark practice suggests that it may help chickens to be more resistant to diseases. Continuous light exposure negatively affects poultry welfare, as poultry causes significant decreases in serum ML levels (Zheng et al., 2013).

As having high antioxidant potential, ML may be used to reduce the adverse effects of high temperature on quails (Sahin et al., 2004). ML repaired liver damage caused by heavy metals and prevented the accumulation of toxic materials (Ohta et al., 2000; Pal and Chatterjee, 2006). It has also been found that the antioxidant capacity of the liver is increased by dark application (Zheng et al., 2013).

Intensive feeding and management systems in poultry production cause metabolic disorders such as ascites and sudden death syndrome in broiler chickens (Bottje and Wideman 1995). ML reduced ascites and sudden death syndrome by slowing down metabolic rate and oxygen consumption in poultry (Clark and Classen 1995). On the other hand, a high intensity light application inhibited ML production (Mishra and Kumar, 2016), thus, causing an increase in the rate of sudden death syndrome (Clark and Classen 1995). Also, it was reported that dietary 10-40 mg ML/ kg greatly reduced hepatic vacuolar degeneration, necrosis and biliary hyperplasia, which were caused by aflatoxin in chicks (Özen et al., 2009).

#### **Candidate plants for natural feed additives**

Poultry feeds such as corn, wheat and barley usually contain low-level tryptophan (Takada and Otsuka, 2007). Tryptophan is required for the synthesis of ML (N-acetyl 5-methoxytryptamine) (El-Slamoney et al., 2010). ML is found in different parts of various plants (leaf, stem, root, flower, fruit, seed etc.). *Festuca arundinacea* is in the first order with 5288.1 pg / g, oat (*Avena sativa*) 1796.1 pg / g, and sweet maize (*Zea mays saccharata* Sturt.) with 1370 pg / g ML content (Hattori et al., 1995). In addition, walnuts, tomatoes, grapes, hazelnuts, strawberries, orange cherries, sour cherries such as cherries contain significant amounts of ML and serotonin (Paredes et al., 2009; Huang and Mazza, 2011). It is thought that the nutrient to be fed with ML-rich foods (Table 1) will positively affect the metabolic and physiological functions of poultry. These information encouraged poultry scientist to compensated commercial birds' poor welfare caused by intense and long-term lighting, by dietary addition of ML by using foods given in Table 1 without causing destruction of ML with food processing.

Table 1. Amounts of melatonin in plants

Name	MT Value or Range	Reference
Cereals and Legumes (raw)		
Corn (different varieties)	1.3-2034 ng/g DW	Hattori et al., 1995; Badria, 2002; Wang et al., 2009; Tan et
Wheat	124.7 ng/g FW	Hernandez-Ruiz et al., 2005
Barley	0.38- 82.3 ng/g FW	Badria, 2002, Hattori et al., 1995, Hernandez-Ruiz et al., 2005
Oats	1.80- 90.6 ng/g FW	Hattori et al., 1995; Hernandez-Ruiz et al., 2005; Hernandez-Ruiz and Arnao, 2008
Rice	0-264 ng/g DW	Wang et al., 2009
Lentil	0.07- 0.5 ng/g DW	Aguilera et al., 2015
Kidney beans	1.0 ng/g DW	Aguilera et al., 2015
Soybean	0.45 ng/g DW	Zielin et al., 2001
Lupin (seed-coat)	37.50 ng/g FW	Hernandez-Ruiz and Arnao, 2008
Strawberry	5.5- 11.26 ng/g FW	Sturtz et al., 2011
Cherry	0.05-20 ng/g FW	Gonzalez-Gomez et al., 2009; Zhao et al., 2013
Grape (skin)	8.9-158.9 ng/g DW	Boccalandro et al., 2011
Pistachio	226.9- 233.0 µg/g	Oladi et al., 2014
Onion	0.03- 0.30 ng/g FW	Badria, 2002; Hattori et al., 1995
Garlic	0.59 ng/g FW	Badria, 2002
Carrot	0.06- 0.49 ng/g FW	Badria, 2002; Hattori et al., 1995
Pepper	4.48 -11.9 ng/g FW	Riga et al., 2014
Tomato	0.03 -23.87 ng/g FW	Hattori et al., 1995; Sturtz et al., 2011; Wang et al., 2014
Sunflower	29 ng/g DW	Manchester et al., 2000; Reiter and Tan, 2002
Refined linseed oil	0.29 ng/g	Venegas et al., 2011
Soybean oil	0.19 ng/g	Venegas et al., 2011
Refined olive oil	0.03-0.08 ng/mL	De La Puerta et al., 2007; Venegas et al., 2011
Refined sunflower oil	0.05 ng/mL	De La Puerta et al., 2007

DW: dry weight, FW: fresh weight, ng: nano gram

## CONCLUSION

Poultry can sometimes be exposed to stress conditions at different stages of their life. Stress conditions cause some irregularities in the hormone and enzyme system. These irregularities lead to significant metabolic and physiological dysfunctions in poultry. The methods applied in the correction of metabolic and physiological dysfunctions can sometimes be very expensive and sometimes do not give the desired result.

When medication is required in poultry animals and human health can be negatively affected. For this reason, it is very important to use non-side effects methods for eliminating possible metabolic and physiological disorders in poultry. Research has shown that ML, especially immunity, has positive effects on the health and overall performance of poultry. ML, used in combination with many viral infections, has increased the success rate of treatment. In the 21st

century, where organic animal production and animal welfare are priorities, the use of drugs (antibiotics, etc.) is limited every day. It is thought to be beneficial and necessary to focus more on ML in compensating for economic losses from poultry-specific metabolic and physiological abnormalities.

It is thought that there has been a need for more focus and new research on ML, which is very effective in preventing many metabolic-physiological disorders leading to significant economic losses in poultry industry and ensuring animal welfare.

## REFERENCES

- Abozahra AA, El-sayed M, Elshazly KA, Saad MF 1998. The Influence of Melatonin on the Immune Response to IBD Vaccination in Broilers. *J. Zagazig Vet., Med. 4th Vet. Med. Zag. Congress*, 600-608s.
- Aguilera Y, Herrera T, Benitez V, Arribas SM, Lopez De Pablo AL, Esteban RM, Martin-Cabrejas MA

2015. Estimation of Scavenging Capacity of Melatonin and Other Antioxidants: Contribution and Evaluation in Germinated Seeds. *Food Chem.*, 170(1): 203-211.
- Ahmed HH, Essawy GS, Salem HA, Abdel Daim MA 2005. Melatonin has a Strong Antioxidant Activity and Improves Liver and Kidney Functions in Broiler Chicks. Egypt. *J. Basic and Appl. Physiol.*, 4(1): 77-92.
- Ahmed HH, Essawy GS, Salem HA, Abdel Daim MA 2006. Effect of Melatonin on Productive Performance and Some Biochemical Parameters in Broiler Chicks. *Egyptian Journal of Basic and Applied Physiology*. 5(2): 365-380.
- Ambriz-Tututi M, Rocha-Gonzalez HI, Cruz SL, Granados-Soto V 2009. Melatonin: a Hormone that Modulates Pain. *Life Sci.*, 84(15-16): 489-498.
- Anwar MM, Mahfouz HA, Sayed AS 1998. Potential Protective Effects of Melatonin on Bone Marrow of Rats Exposed to Cytotoxic Drugs. *Com. Biochem. Physiol. A. Mol. Integr. Physiol.*, 199 (2): 49-501.
- Apeldoorn EJ, Schrama JW, Mashaly MM, Parmentier HK 1999. Effect of Melatonin and Lighting Schedule on Energy Metabolism in Broiler Chickens. *Poultry Sci.*, 78(2): 223-229.
- Archana J 2012. Studies on Production Performance of Layers Supplemented with Dietary Melatonin. *Indian Journal of Poultry Science*, 47(3): 345-347.
- Badria FA 2002. Melatonin, Serotonin, and Tryptamine in Some Egyptian Food and Medicinal Plants. *J. Med. Food.*, 5(3): 153-157.
- Barrenetxe J, Delagrangre P, Martinez JA 2004. Physiological and Metabolic Functions of Melatonin. *J. Physiologic. Biochem.*, 60 (1): 61-72.
- Barriga C, Marchena JM, Lea RW, Harvey S, Rodriguez AB 2002. Effect of Stress and Dexamethasone Treatment on Circadian Rhythms of Melatonin and Corticosterone in Ring Dove (*Streptopelia risoria*). *Molecular and Cellular Biochemistry*, 232(1-2): 27-31.
- Boccalandro HE, Gonzalez CV, Wunderlin DA, Silva MF 2011. Melatonin Levels, Determined By Lc-Esi-MS/MS, Luctuate During The Day/Night Cycle in Vitis Vinifera cv. Malbec: Evidence of Its Antioxidant Role in Fruits. *J. Pineal Res.*, 51(2): 226-232.
- Bottje WG, Wideman RF 1995. Potential Role of Free Radicals in the Pathogenesis of Pulmonary Hypertension Syndrome. *Poult. Avian Biol. Rev.*, 6(3): 211-231.
- Brandstatter R, Abraham U 2003. Hypothalamic Circadian Organization in Birds. I. Anatomy, Functional Morphology, and Terminology of the Suprachiasmatic Region. *Chronobiol. Int.*, 20(4): 637-655.
- Brennan CP, Hendricks III GL, El-Sheikh TM, Mashaly MM 2002. Melatonin and the Enhancement of Immune Responses in Immature Male Chickens. *Poultry Science*, 81(3): 371-375.
- Bubenik GA 2001. Localization, physiological significance and possible clinical implication of gastrointestinal melatonin. *Biol Signals Recept, Dis. Sci.*, 10(6) 350-366.
- Bubenik GA 2002. Gastrointestinal Melatonin: Localization, Function, and Clinical Relevance. *Dig. Dis. Sci.*, 47(10): 2336-2348.
- Cantwell EL, Cassone VM 2002. Daily and Circadian Fluctuation in 2-deoxy [(14)C]-Glucose Uptake in Circadian and Visual System Structures of the Chick Brain: Effects of Exogenous Melatonin. *Brain Res Bull.*, 57(5): 603-611.
- Cassone VM, Brooks DS, Kelm TA 1995. Comparative Distribution of 2[125] Iodomelatonin Binding in the Brains of Diurnal Birds: outgroup analysis with turtles. *Brain Behav. Evol.*, 45(5): 241-256.
- Cassone VM, Westneat DF 2012. The Bird of Time: Cognition and the Avian Biological Clock. *Front Mol. Neurosci.*, 22(5): 32.
- Cassone VM 2014. Avian Circadian Organization: A Chorus of Clocks. *Front Neuroendocrinol.*, 35(1): 76-88.
- Cassone VM, Paulose JK, Harpole CE, Li Y, Whitfield-Rucker M 2017. Avian Circadian Organization. Department of Biology, University of Kentucky, Lexington, KY 40506, USA. V. Kumar (ed.), Biological Timekeeping: Clocks, Rhythms and Behaviour, pp 241-246.
- Chuffa LG, Seiva FR, Fávoro WJ, Teixeira GR, Amorim JP, Mendes LO, Fioruci BA, Pinheiro PF, Fernandes AA, Franci JA, Delella FK, Martinez M, Martinez FE 2011. Melatonin Reduces LH, 17 Beta-Estradiol and Induces Differential Regulation of Sex Steroid Receptors in Reproductive Tissues During Rat Ovulation. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 9(1): 108.
- Clark WD, Classen HL 1995. The Effects of Continuously or Diurnally Fed Melatonin on Broiler Performance and Health. *Poultry Sci.*, 74 (11): 1900-1904.
- Conti A, Gattera NH, Maestroni G 1992. Role of Pineal Melatonin and Melatonin-Induced Immuno-Opioids in Murine Leukemogenesis. *Med. Oncol. Tumor Pharmacother.*, 19 (2): 87-92.
- Csernus V, Mess B 2003. Biorhythms and Pineal Gland. *Neuroendocrinol. Letters*, 24(6): 404-411.
- Csernus V, Faluhelyi N, Nagy AD 2005. Features of the Circadian Clock in the Avian Pineal Gland. *Ann N.Y. Acad Sci.*, 1040(1): 281-287.
- Csernus V 2006. The Avian Pineal Gland. *Chronobiol Int.*, 23(1-2): 329-339.
- De La Puerta C, Carrascosa-Salmoral MP, García-Luna PP, Lardone PJ, Herrera JL, Fernández-Montesinos R, Guerrero JM, Pozo D 2007. Melatonin is A Phytochemical in Olive Oil. *Food Chem.*, 104(2): 609-612.

- El-Slamoney AE, Battaa A, Hassaan SF, Raga EAEK, Abdulla EH 2010. Effect of Photoperiod and Tryptophan Amino Acid Supplementation on Pineal Gland Hormone (Melatonin) and Its Relation to Performance in Local Strain. 1- Effect on laying hen performance. *Egypt. Poult. Sci.*, 30(4): 927-960.
- Fabris N, Mocchegiani E, Provinciali M 1997. Plasticity of Neuron-Endocrine-Thymus Interactions During Aging-A Minireview. *Cell. Mol. Biol.*, 43(1): 529-541.
- Fagan AB, Kennaway DJ, Oakley AP 2009. Pinelectomy in the Chicken: A Good Model of Scoliosis? *Eur Spine J.*, 18(8): 1154-1159.
- George JC 1999. Muscle, metabolism and melatonin. In: Melatonin in the promotion of health (R. R. Watson, Ed.) CRC Press, Boca Raton, pp. 69-97.
- González-Gómez D, Lozano M, Fernández-León MF, Ayuso MC, Bernalte MJ, Rodríguez AB 2009. Detection and Quantification of Melatonin and Serotonin In Eight Sweet Cherry Cultivars (*Prunus avium* L.). *Eur. Food Res. Technol.*, 229(2): 223-229.
- Grievess TJ, Kingma SA, Beltrami G, Hau M 2012. Melatonin Delays Clutch Initiation in a Wild Songbird. *Biol Lett.*, 8(3): 330-332.
- Grodzinski U, Clayton NS 2010. Problems Faced by Food-Caching Corvids and the Evolution of Cognitive Solutions. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, 365(1542): 977-987.
- Guchhait P, Haldar C 2000. Time and Reproductive Phase-Dependent Effects of Exogenous Melatonin on The Pineal Gland and Ovary of a Nocturnal Bird, The Indian Spotted Owlet, *Athene brama*. *Folia Biol.*, 48(3-4): 91-96.
- Harvey S, Decuyper E, Darras VM, Berghman L 1991. Differential Effects of T4 and T3 on TRH- and GRF-Induced GH Secretion in the Domestic Fowl. *Reprod. Nutr. Dev.*, 31(4): 451-460.
- Hassanzadeh M, Moghimi Niaki AA, Babapour V, Mohit A, Mirzaie S 2016. A Study of The Employment of Melatonin Supplementation and Darkness Regime on Reducing the Negative Effects of Acute Heat Stress and Mortality in Broiler Chickens. *Iranian Journal of Veterinary Medicine.*, 10(1): 7-17.
- Hattori A, Migitaka H, Iigo M, Itoh M, Yamamoto K, Ohtani-Kaneko R, Hara M, Suzuki T, Reiter RJ 1995. Identification of Melatonin in Plants and its Effects on Plasma Melatonin Levels and Binding to Melatonin Receptors in Vertebrates. *Biochem. Mol. Biol. Int.*, 35(3): 627-634.
- Hernandez-Ruiz J, Cano A, Arnao MB 2005. Melatonin Acts as a Growth-Stimulating Compound in Some Monocot Species. *J. Pineal Res.*, 39(2): 137-142.
- Hernandez-Ruiz J, Arnao MB 2008. Distribution of Melatonin in Different Zones of Lupin and Barley Plants at Different Ages in the Presence and Absence of Light. *J. Agric. Food Chem.*, 56(22): 10567-10573.
- Hodallah H, Ahmed Gamal S, Essawy Hamdy A, Salem Mabrouk A, Abd el-Daim 2011. Effect of Melatonin on Some Hematological Parameters and Immune Status of Broiler Chicks. *Journal of Agricultural Science*, 3(2): 243-254.
- Huang X, Mazza G 2011. Application of LC and LC-MS to the Analysis of Melatonin and Serotonin in Edible Plants. *Crit. Rev. in Food Sci. Nutr.*, 51(4): 269-284.
- Jia Y, Yang M, Zhu K, Wang L, Song Y, Wang J, Qin W, Xu Z, Chen Y, Liu G 2016. Melatonin Implantation Improved the Egg-Laying Rate and Quality in Hens Past their Peak Egg-Laying Age. *Sci Rep.*, 23(6): 39799.
- Kliger CA, Gehad AE, Hulet, RM, Roush WB, Lillehoj HS, Mashaly MM 2000. Effects of Photoperiod and Melatonin on Lymphocyte Activities in Male Broiler Chickens. *Poultry Sci.*, 79(1):18-25.
- Kumar V, Singh BP, Rani S 2004. The Bird Clock. A Complex Multi-Oscillatory and Highly Diversified System, *Biol. Rhythm Res.*, 35(1-2): 121-144.
- Lamosova D, Zeman M, Jurani M 1997. Influence of Melatonin on Chick Skeletal Muscle Cell Growth. *Comp. Biochem. Physiol.*, 118(3): 375-379.
- Lazar R, Solcan C, Creta C, Laser M, Muntean C, Boisteanu PC 2015. Characterization of the Relations Between Morphology and Physiological Status of the Pineal Gland in Connection with the Somatic Development Level in Turkeys Reared in Romania. *Brazilian Journal of Veterinary and Animal Science*, 67(3):763-770.
- Lee PP, Allen AE, Pang SF 1990. Cold Stress Duringscotophase Elicited Differential Responses in Quail Pineal, Retinal and Serum Melatonin Levels. *Acta Endocrinol.*, 122(4): 535-539.
- Lee PP, Pang SF 1992. Identification and Characterization of Melatonin Binding Sites in the Gastrointestinal Tract of Ducks. *Life Sci.*, 50(2): 117-125.
- Legradi G, Emerson CH, Ahima RS, Flier JS, Lechan RM 1997. Leptin Prevents Fasting-Induced Suppression of Prothyrotropin-Releasing Hormone Messenger Ribonucleic Acid in Neurons of the Hypothalamic Paraventricular Nucleus. *Endocrinology*, 138(6): 2569-2576.
- Lessons S, Summers JD 2005. Feeding Programs for Broiler Chickens. In: Commercial Poultry Nutrition. 3rd edition, Nottingham University Press. Manor Farm, Church Lane, Thrumpton, Nottingham, NG11 0AX, England, pp 230-293.
- Lewinski A 2002. The Problem of Goiter with Particular Consideration of Goiter Resulting from Iodine Deficiency. II. Management of Non-Toxic Nodular Goiter and of Thyroid Nodules. *Neuro Endocrinol. Lett.*, 23(4): 356-364.
- Lewis PD, Middleton BA, Gous RM 2006. Exogenous Melatonin Modifies Rate of Sexual Maturation in Domestic Pullets. *Poult Sci.*, 85(1): 117-122.



- Liou SS, Cogburn LA, Biellier HV 1987. Photoperiodic Regulation of Plasma Melatonin Levels in the Laying Chicken (*Gallus domesticus*). *Gen. Comp. Endocrinol.*, 67(2): 221-226.
- Liu J, Wu F, Liu Y, Zhang T, Tang Z 2011. The Effect of Melatonin on Mitochondrial Function in Endotoxemia Induced by Lipopolysaccharide. *Asian-Aust J Anim Sci.*, 24(6): 857-866.
- Machida M, Dubousset J, Imamura Y, Iwaya T, Yamada T 1995. Role of Melatonin Deficiency in the Development of Scoliosis in Pinealectomised Chickens. *J. Bone Joint Surg. Br.*, 77(1): 134-138.
- Maestroni GJM 2001. The Immunotherapeutic Potential of Melatonin. *Exp. Opin. Invest. Drugs*, 10(3): 467-476.
- Mahata-Mahapatra M, Mahata SK 1992. Circannual Pineal Rhythms in the Soft-Shell Turtle (*Lissemys punctata punctata*). *J. Interdiscipl. Cycle Res.*, 23(1): 9-16.
- Manchester LC, Tan DX, Reiter RJ, Park W, Monis K, Qi W 2000. High Levels of Melatonin in the Seeds of Edible Plants: Possible Function In Germ Tissue Protection. *Life Sci.*, 67(25): 3023-3029.
- Mishra I, Kumar V 2016. Role of Pineal and Melatonin in the Avian Circadian and Photoperiodic Systems. *Journal of Endocrinology and Reproduction*, 20(1): 38-45.
- Mocchegiani E, Bulian D, Santarelli L, Tibaldi A, Muzzioli M, Lesnikov V, Pierpaoli W, Fabris N 1996. The Zinc Pool is Involved in the Immune-Reconstituting Effect of Melatonin in Pinealectomized Mice. *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 277(3): 1200-1208.
- Mogulkoc R, Baltaci AK 2003. The Effect of Intraperitoneal Melatonin Supplementation on the Release of Thyroid Hormones and Testosterone in Rats with Hyperthyroid. *Neuro Endocrinol. Lett.*, 24(5): 345-347.
- Moore CB, Siopes TD 2000. Effects of Light Conditions and Melatonin Supplementation on The Cellular and Humoral Immune Responses in Japanese Quail *Coturnix coturnix japonica*. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 119(1): 95-104.
- Moore CB, Siopes TD 2003. Melatonin Enhances Cellular and Humoral Immune Responses in the Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) Via an Opiatergic Mechanism. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 131(3): 258-263.
- Mustonen AM, Nieminen P, Hyvarinen H, Asikainen J 2000. Exogenous Melatonin Elevates the Plasma Leptin and Thyroxine Concentrations of the Mink (*Mustela vison*). *Z. Naturforsch., [C]* 55(9-10): 806-813.
- Nakade O, Koyoma H, Arijii H, Yajima A, Kaku T 1999. Melatonin Stimulates Proliferation and Type I Collagen Synthesis in Human Bone Cells in Vitro. *J. Pineal Res.*, 27(2): 106-110.
- Natesan A, Geetha L, Zatz M 2002. Rhythm and Soul in the Avian Pineal. *Cell Tissue Res.*, 309(1):35-45.
- Natesan AK, Cassone VM 2002. Melatonin Receptor mRNA Localization and Rhythmicity in the Retina of the Domestic Chick, *Gallus Domesticus*. *Vis Neurosci.*, 19(3): 265-274.
- Nisbet DJ, Edrington TS, McReynolds JL, Callaway TR, Byrd JA 2008. Influence of Exogenous Melatonin Administration on Salmonella Enteritidis Colonisation in Molted Layers. *Poult Sci.*, 87(6): 1083-1088.
- Ohta Y, Kongo M, Sasaki E, Nishida K, Ishiguro I 2000. Therapeutic Effect of Melatonin on Carbon Tetrachloride-Induced Acute Liver Injury In Rats. *J Pineal Res.*, 28(2): 119-126.
- Okano T, Fukada Y 2003. Chicktacking Pineal Clock. *J. Biochem.*, 134(6): 791-797.
- Oladi E, Mohamadi M, Shamspur T, Mostafavi A 2014. Spectrofluorimetric Determination of Melatonin in Kernels of Four Different Pistacia Varieties After Ultrasound-Assisted Solid-Liquid Extraction. *Spectrochim. Acta A Mol. Biomol. Spectrosc.*, 132(1): 326-329.
- Ozturk G, Coskun S, Erbas G 2002. Effect of Melatonin Treatment on Serum and Tissue Zinc Levels in Rats. *J. Trace Elem Exp Med.*, 15(1): 1-8.
- Özen H, Karaman M, Çigremis Y, Tuzcu M, Özcan K, Erdag D 2009. Effectiveness of Melatonin on Aflatoxicosis in Chicks. *Research in Veterinary Science*, 86(3): 485-489.
- Pablos MI, Reiter RJ, Ortiz GG, Guerrero JM, Agapito MT, Chuang JI, Seweynek E 1998. Rhythms of Glutathione Peroxidase and Glutathione Reductase in Brain of Chick and their Inhibition by Light. *Neurochemistry International.*, 32(1): 69-75.
- Pal S, Chatterjee AK 2006. Possible Beneficial Effects of Melatonin Supplementation on Arsenic-Induced Oxidative Stress in Wistar rats. *Drug Chem Toxicol.*, 29(4): 423-433.
- Pang CS, Brown GM, Tang PL, Cheng KM, Pang SF 1993. 2-[125]Iodomelatonin Binding Sites in the Lung and Heart: A Link Between the Photoperiodic Signal, Melatonin and the Cardiopulmonary System. *Biol. Signals*, 2(1):228-236.
- Pang SF, Pang CS, Poon AMS, Wan Q, Song Y, Brown GM 1996. An Overview of Melatonin and Melatonin Receptors in Birds. *Poult. Avian Biol. Rev.*, 7(4):217-228.
- Paredes SD, Korkmaz A, Manchester LC, Tan DX, Reiter RJ 2009. Phytomelatonin: A Review. *J. Exp. Bot.*, 60(1): 57-69.
- Poon AM, Liu ZM, Tang F, Pang SF 1994. Evidence for a Direct Action of Melatonin on the Immune System. *Biol. Signals*, 3(2): 107-117.
- Prusik M, Lewczuk B, Nowicki M, Przybylska-Gornowicz B 2006. Histology and Ultrastructure of the Pineal Organ in the Domestic Goose. *Histol. Histopathol.*, 21(10): 1075-1090.

- Prusik M, Lewczuk B, Ziolkowska N, Przybylska-Gornowicz B 2015. Regulation of Melatonin Secretion in the Pineal Organ of the Domestic Duck - An In Vitro Study. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 18(3): 635-644.
- Przybylska-Gornowicz B, Lewczuk B, Prusik M, Nowicki M 2005. Post-Hatching Development of the Turkey Pineal Organ: Histological and Immunohistochemical Studies. *Neuro Endocrinol. Lett.*, 26(4): 383-392.
- Rasmussen DD, Marck BT, Boldt BM, Yellon SM, Matsumoto AM 2003. Suppression of Hypothalamic Pro-Opiomelanocortin (POMC) Gene Expression by Daily Melatonin Supplementation in Aging Rats. *J. Pineal Res.*, 34(2): 127-133.
- Reiter RJ 1995. The role of the Neurohormone Melatonin as a Buffer Against Macromolecular Oxidative Damage. *Neurochem Int.*, 27(6): 453-460.
- Reiter RJ, Robinson JO 1995. Melatonin: Your Body's Natural Wonder Drug. In Reiter, R.J. and Robinson (Eds), Bantam Books, 1540 Broadway, New York, New York 10036.
- Reppert SM 1997. Melatonin receptors: Molecular biology of a new family of G protein-coupled receptors. *J. Biol. Rhythms*. 12(6): 528-531.
- Riga P, Medina S, Garcia-Flores LA, Gil-Izquierdo A 2014. Melatonin Content of Pepper and Tomato Fruits: Effects of Cultivar and Solar Radiation. *Food Chem.*, 156(1): 347-352.
- Rozenboim I, Miara L, Wolfenson D 1998. The Thermoregulatory Mechanisms of Melatonin-Induced Hypothermia in Chicken. *Am. J. Physiol.*, 274(43): R232-R236.
- Rozenboim I, Aharony T, Yahav S 2002. The Effect of Melatonin Administration on Circulating Plasma Luteinizing Hormone Concentration in Castrated White Leghorn Roosters. *Poult Sci.*, 81(9): 1354-1359.
- Saarela, S. and Reiter, R.J. (1994) Function of melatonin in thermoregulatory processes. *Life. Sci.* 54: 295-311.
- Sahin N, Oderci M, Sahin K, Gursu MF, Smith MO 2004. Ascorbic Acid and Melatonin Reduce Heat-Induced Performance Inhibition and Oxidative Stress in Japanese Quails. *Br. Poult. Sci.*, 45(1): 116-122.
- Sazanov AA, Stekol'nikova VA, Korczak M, Sazanova AL, Jaszczak K, Zieba G, Malewski T 2007. Expression of Positional Candidates for Shell Thickness in the Chicken. *Poult Sci.*, 86(1): 202-205.
- Schwean-Lardner K, Fancher BI, Gomis S, Van Kessel A, Dalal S, Classen HL 2013. Effect of Day Length on Cause of Mortality, Leg Health, and Ocular Health in Broilers. *Poult. Sci.*, 92(1):1-11.
- Siegel HS 1995. Stress, Strains, and Resistance. *Br. Poult. Sci.*, 36(1): 3-22.
- Singh R, Singh AK, Tripathi M 2012. Melatonin Induced Changes in Specific Growth Rate, Gonadal Maturity, Lipid and Protein Production in Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758). *Asian-Australas J Anim Sci.*, 25(1): 37-43.
- Sinkalu VO, Ayo JO, Abimbola AA, Ibrahim JE 2015. Effects of melatonin on cloacal temperature and erythrocyte osmotic fragility in layer hens during the hot-dry season. *Journal of Applied Animal Research Volume* 43(1): 52-60.
- Sjöblom M, Säfsten B, Flemström G 2003. Melatonin-Induced Calcium Signaling in Clusters of Human and Rat Duodenal Enterocytes. *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.*, 284(6): G1034-1044.
- Stehle JH, Von Gall C, Korf HV 2003. Melatonin: A Clock-Output, A Clock-Input. *Journal of Neuroendocrinology*, 15(4): 383-389.
- Sturtz M, Cerezo AB, Cantos-Villar E, Garcia-Parrilla MC 2011. Determination of the Melatonin Content of Different Varieties of Tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) and strawberries (*Fragaria ananassa*). *Food Chem.*, 127(3): 1329-1334.
- Sudhakumari CC, Haldar C 2001. Effects of Photoperiod Alteration on Adrenocortical, Pineal and Gonadal Activity in a Nocturnal Bird, *Athene Brama* and Diurnal Bird, *Perdicula sciatica*. *Zool. Sci.*, 18(1): 71-80.
- Sener G 2010. Karanlığın Hormonu: Melatonin. *Marmara Eczacılık Dergisi*, 14(1): 112-120.
- Takada R, Otsuka M 2007. Effects of Feeding High Tryptophan GM-Rice on Growth Performance of Chickens. *International Journal of Poultry Science*, 6(7): 524-526.
- Tan DX, Zanghi BM, Manchester LC, Reiter RJ 2014. Melatonin Identified in Meats and Other Food Stuffs: Potentially nutritional impact. *J. Pineal Res.*, 57(2): 213-218.
- Taylor AH, Hunt GR, Holzhaider JC, Gray RD 2007. Spontaneous Metatool Use by New Caledonian Crows. *Curr. Biol.*, 17(17): 1504-1507.
- Taylor AC, Horvat-Gordon M, Moore A, Bartel PA 2013. The Effects of Melatonin on the Physical Properties of Bones and Egg Shells in the Laying Hen. *PLoS one*. 8(2): 556-563.
- Timothy C, Birdsall ND 1996. The Biological Effects and Clinical Uses of the Pineal Hormone Melatonin. *Alternative Medicine Review*. 1(2): 94-102.
- Trivedi AK, Kumar V 2014. Melatonin: An Internal Signal for Daily and Seasonal Timing. *Indian J Exp Biol.*, 52(5): 425-37.
- Turgut M, Uysal AL, Bozkurt M, Yurtseven ME 2003. The Effects of Pineal Gland Transplantation on the Production of Spinal Deformity and Serum Melatonin Level Following Pinelectomy in the Chicken. *Eur. Spine J.*, 12(5):487-494.
- Turkowska E, Majewski PM, Rai S, Skwarło-Sońta K 2014. Pineal Oscillator Functioning in the Chicken - Effect of Photoperiod and Melatonin. *Chronobiol Int.*, 31(1): 134-143.

- Vacas MI, Cardinali DP 1979. Diurnal Changes in Melatonin Binding Sites of Hamster and Rat Brains. Correlation with Neuroendocrine Responsiveness to Melatonin. *Neurosci. Letters* 15(2-3): 259-263.
- Vakkuri O, Rintamäki H, Leppaluoto J 1985. Plasma and Tissue Concentrations of Melatonin after Midnight Light Exposure and Pinealectomy in the Pigeon. *Journal of Endocrinology*, 105(2): 263-268.
- Venegas C, Cabrera-Vique C, Garcia-Corzo L, Escames G, Acuna-Castroviejo D, Lopez LC 2011. Determination of Coenzyme Q10, Coenzyme Q9, and Melatonin Contents in Virgin Argan Oils: Comparison with other edible vegetable oils. *J. Agric. Food Chem.*, 59(22): 12102-12108.
- Wang X, Moreau M Raso VJ, Zhao JI, Jiang H, Mahood J, Bagnall KM 1998. Changes in Serum Melatonin Levels in Response to Pinealectomy in the Chicken and its Correlation with Development of Scoliosis. *Spine*, 23 (22): 2377-2381.
- Wang M, Yokotani K, Nakamura K, Murakami Y, Okada S, Osumi Y 1999. Melatonin Inhibits the Central Sympatho-Adrenomedullary Outflow in Rats. *Jpn. J. Pharmacol.*, 81(1): 28- 33.
- Wang J, Liang C, Li S, Zheng J 2009. Study on Analysis Method of Melatonin and Melatonin Content In Corn and Rice Seeds. *Chin. Agric. Sci. Bull.*, 25(1): 20-24.
- Wang L, Zhao Y, Reiter RJ, He C, Liu G, Lei Q, Zuo B, Zheng XD, Li Q, Kong J 2014. Changes in Melatonin Levels in Transgenic 'Micro-Tom' Tomato Overexpressing Ovine AANAT and Ovine HIOMT Genes. *J. Pineal Res.*, 56(2): 134-142.
- Witt-Enderby PA, Slater JP, Johnson NA, Bondi CD, Dodda BR, Kotlarczyk MP, Clafshenkel WP, Sethi S, Higginbotham S, Rutkowski JL 2012. Effects on Bone by the Light/Dark Cycle and Chronic Treatment with Melatonin and/or Hormone Replacement Therapy in Intact Female Mice. *J. Pineal Res.*, 53(4): 374-384.
- Woodward CL, Kwon YM, Kubena LF, Byrd JA, Moore RW, Nisbet DJ, Rieke SC 2005. Reduction of Salmonella Enterica Serovar Enteritidis Colonization and Invasion by an Alfalfa Diet During Molt in Leghorn Hens. *Poult. Sci.*, 84(2):185-193.
- Wright ML, Pikul A, Babski AM, Labieniec KE, Wolan RB 1997. Effect of Melatonin on the Response of the Thyroid to Thyrotropin Stimulation In Vitro. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 108(2): 298-305.
- Yasuo S, Yoshimura T, Bartell PA, Iigo M, Makino E, Okabayashi N, Ebihara S 2002. Effect of Melatonin Administration on qPer2, qPer3, and qClock Gene Expression in the Suprachiasmatic Nucleus of Japanese quail. *Eur. J. Neurosci.*, 16(8): 1541-1546.
- Yu ZH, Lu Y, Pang SF 1991. [125] Iodomelatonin Binding Sites in Spleens of Birds and Mammals. *Neurosci Let.*, 125(2): 175-178.
- Zawilska JB, Lorenc A, Berezinska M, Vivien-Roels B, Pe'vet P, Skene DJ 2006. Diurnal and Circadian Rhythms in Melatonin Synthesis in the Turkey Pineal Gland and Retina. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 145(2): 162-168.
- Zeman M, Vyboh P, Jurani M, Lamosova D, Kotsal L, Bilcik B, Blazicek P, Juraniova E 1993. Effects of Exogenous Melatonin on Some Endocrine, Behavioral and Metabolic Parameters in Japanese Quail *Coturnix coturnix japonica*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 105(2): 323-328.
- Zeman M, Buyse J, Lamosova D, Herichova I, Decuyper E 1999. Role of Melatonin in the Control of Growth and Growth Hormone Secretion in Poultry. *Domestic Animal Endocrinology*, 17(2-3): 199-207.
- Zeman M, Buyse J, Herichová I, Decuyper E 2001. Melatonin Decreases Heat Production in Female Broiler Chickens. *Acta Vet. Brno.*, 70(1): 15-18.
- Zhao Y, Tan DX, Lei Q, Chen H, Wang L, Li QT, Gao Y, Kong J 2013. Melatonin and its Potential Biological Functions in the Fruits of Sweet Cherry. *J. Pineal Res.*, 55(1): 79-88.
- Zheng L, Ma YE, Gu LY, Yuan D, Shi ML, Guo XY, Zhan XA 2013. Growth Performance, Antioxidant Status, and Nonspecific Immunity in Broilers Under Different Lighting Regimens. *Journal of Applied Poultry Research*, 22(4): 798-807.
- Zielin Ski H, Lewczuk B, Przybylska-Gornowicz B, Kozłowska H 2001. Melatonin in Germinated Legume Seeds as a Potentially Significant Agent for Health in Biologically-Active Phytochemicals in Food: Analysis, Metabolism, Bioavailability and Function, Norwich, UK, Pfannhauser, W., Fenwick, G.R., Khokhar, S.R., Eds.; Royal Society of Chemistry: Cambridge, UK, pp. 110-117.