

ISSN 1308-7576  
e-ISSN 1308-7584

# YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ

YYÜ TAR BİL DERG

YUZUNCU YIL UNIVERSITY  
JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES

YYU J AGR SCI

Cilt (Volume): 29 Sayı (Number): 4 Aralık (December) 2019

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 65080 Van, Türkiye  
Van Yuzuncu Yil University Agriculture Faculty, 65080 Van, Turkey  
<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

*Previous Names of the Journal:* Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi (Yuzuncu Yil University, Agriculture Faculty Journal of Agriculture Science) and Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (Yuzuncu Yil University, Journal of Agriculture Faculty)

Dergimiz CAB Abstracts, FAO AGRIS/CARIS ve TÜBİTAK/ULAKBİM Veri Tabanlarına girmektedir. Ulrich's Directory, EBSCO, ISC, Directory of Open Access Journals (DOAJ), ISI Thompson Master Journal List (Zoological Record) ve SCOPUS'a dahildir.

Our Journal is abstracted in CAB Abstracts, FAO AGRIS/CARIS and TUBITAK/ULAKBİM Data Bank. Listed in Ulrich's Directory, EBSCO, ISC, Directory of Open Access Journals (DOAJ), ISI Thompson Master Journal List (Zoological Record) and SCOPUS.

**YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ**  
(Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences)

SAHİBİ (OWNER)  
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ ADINA  
(Behalf on Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture)

(Dekan /Dean)  
Prof. Dr. Semra DEMİR

Sorumlu Müdür (Manager in charge) / Baş editor (Chief Editor)  
Prof. Dr. Suat ŞENSOY

**Yayın Kurulu ve Yardımcı Editörler (Editorial Board & Associated Editors)**

ARPALI, Diğdem (Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
ERDİNÇ, Çeknas (Assoc. Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
KARACA, Serhat (Assoc. Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
KAYA, İlhan (Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
KURT, Şener (Prof. Dr.)	Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, HATAY
KURTAR, Ertan Sait (Prof. Dr.)	Selçuk University, Faculty of Agriculture, KONYA
ÖZASLAN PARLAK, Altıngül (Prof. Dr.)	Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, ÇANAKKALE
ÖZGÖKÇE, M. Salih (Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
TÖLÜ, Cemil (Assoc. Prof. Dr.)	Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, ÇANAKKALE
TÜRKOĞLU, Nalan (Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN

**İstatistik Editörleri (Statistical Consultants)**

TAKMA, Çiğdem (Prof. Dr.)	Ege University, Faculty of Agriculture, İZMİR
YEŞİLOVA, Abdullah (Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN

**Konu Editörleri ve Bilimsel Danışma Kurulu (Section Editors and Scientific Board)**

ALP, Şevket (Prof. Dr.)	Peyzaj Mimarlığı/ Landscape Architecture, Van Yüzüncü Yıl University
ALYOKHIN, Andrei V. (Assoc. Prof. Dr.)	Uyg. Entomoloji (Applied Entomology)/ Maine Üniv., Orono ME, USA
AYGÜN, Turgut (Prof. Dr.)	Hayvan Yetiştirme ve Islahı / Animal Breeding, Van Yüzüncü Yıl University
GÜLSER, Fusun (Prof. Dr.)	Top. Bil. ve Bit. Bes. /Soil Science and Plant Nutrition, Van Yüzüncü Yıl University
DEMİREL, Murat (Prof. Dr.)	Hayvan Besleme/Animal Nutrition, Van Yüzüncü Yıl University
JAVED, Khalid (Prof. Dr.)	Veterinerlik ve Hayvan Bilimleri Üniv., (Animal Science)/ Lahore, Pakistan
KAZANKAYA, Ahmet (Prof. Dr.)	Bahçe Bitkileri/ Horticulture, Van Yüzüncü Yıl University
KOCSIS, László (Prof. Dr.)	Bağcılık(Viticulture)/ Georgikon Fak.Pannonia Üniv., Keszthely, Hungary
ŞEN, Fazıl (Prof. Dr.)	Su Ürünleri/Fisheries, Van Yüzüncü Yıl University
RÖSCH, Roland (Dr.)	Balıkçılık Araş. İst (Fisheries) /Baden-Württemberg Langenargen, Germany
TEPE, Işık (Prof. Dr.)	Bitki Koruma/Plant Protection, Van Yüzüncü Yıl University
TUNÇTÜRK, Murat (Prof. Dr.)	Tarla Bitkileri/Field Crops, Van Yüzüncü Yıl University
TUNÇTÜRK, Yusuf (Prof. Dr.)	Gıda Mühendisliği/Food Science, Van Yüzüncü Yıl University
TÜFENKÇİ, Şefik (Prof. Dr.)	Biyosistem Mühendisliği/Biosystem Engineering, Van Yüzüncü Yıl University
TÜRKOĞLU, Nalan (Prof. Dr.)	Süs Bitkileri/Ornamental Plant Production, Van Yüzüncü Yıl University
YILDIRIM, İbrahim (Prof. Dr.)	Tarım Ekonomisi/ Agricultural Economics, Van Yüzüncü Yıl University
YILDIZ, Mehtap (Assoc. Prof. Dr.)	Tarımsal Biyoteknoloji/Agricultural Biotechnology, Van Yüzüncü Yıl University

**Bu Sayının Hakem Listesi (Referee List in This Number)**

AKGÜL, Davut Soner (Assoc. Prof.)	Çukurova University, Faculty of Agriculture, ADANA
AKKOL, Suna (Assoc. Prof.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
AKSOY, Adem (Prof. Dr.)	Atatürk University, Faculty of Agriculture, ERZURUM
ALABOZ, Pelin (Dr.)	Isparta Applied Sciences University, Faculty of Agriculture, ISPARTA
ALP, Şevket (Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Architecture and Design, VAN
ARSLAN, Harun (Assoc. Prof.)	Atatürk University, Faculty of Fisheries, ERZURUM
AVCI BİRSİN, Melehat (Prof. Dr.)	Ankara University, Faculty of Agriculture, ANKARA
AYSAN, Yeşim (Prof. Dr.)	Çukurova University, Faculty of Agriculture, ADANA
BAYLAN, Emel (Assoc. Prof.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Architecture and Design, VAN
BİLGİLİ, Ali Volkan (Assoc. Prof.)	Harran University, Faculty of Agriculture, ŞANLIURFA
BİRİNCİ, Avni (Prof. Dr.)	Atatürk University, Faculty of Agriculture, ERZURUM
BOYRAZ, Nuh (Prof. Dr.)	Selçuk University, Faculty of Agriculture, KONYA
BOYSAN CANAL, Sibel (Assist. Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
CEYLAN, Rahmiye Figen (Assist. Prof. Dr.)	Akdeniz University, Faculty of Agriculture, ANTALYA
CEYLAN, Zafer (Assist. Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Fisheries, VAN
ÇAKMAKÇI, Talip (Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
ÇELİK, Ferit (Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
ÇİĞ, Arzu (Assoc. Prof.)	Siirt University, Faculty of Agriculture, SİİRT
EKİNCİALP Aytekin (Assoc. Prof.)	Van Yüzüncü Yıl University, Başkale Vocational School, VAN
ERDİNÇ, Çeknas (Assoc. Prof.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
ESETLİLİ, Mustafa Tolga (Assoc. Prof.)	Ege University, Faculty of Agriculture, İZMİR

GÖRMEZ, Gül (Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Sciences, VAN
GÜL, Mevlüt (Prof. Dr.)	Isparta Applied Sciences University, Faculty of Agriculture, ISPARTA
GÜZEL, Şenol (Prof. Dr.)	Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Science and Letters, BURDUR
HORUZ, Ayhan (Assoc. Prof.)	Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, SAMSUN
HURMA, Harun (Assist. Prof. Dr.)	Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, TEKİRDAĞ
KAMAN, Harun (Prof. Dr.)	Akdeniz University, Faculty of Agriculture, ANTALYA
KARACA, Murat (Assist. Prof. Dr.)	Selçuk University, Faculty of Agriculture, KONYA
KARACA, Siyami (Assist. Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
KAYA, Muharrem (Prof. Dr.)	Isparta Applied Sciences University, Faculty of Agriculture, ISPARTA
KAZANKAYA, Ahmet (Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
KÖSE ERİM, Yağmur (Assist. Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Engineering, VAN
KUŞVURAN, Şebnem (Assoc. Prof.)	Çankırı Karatekin University, Kızılırmak Vocational School, ÇANKIRI
MERAL, Raciye (Assist. Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Engineering, VAN
MİRİK, Mustafa (Prof. Dr.)	Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, TEKİRDAĞ
OĞUZ, Cennet (Prof. Dr.)	Selçuk University, Faculty of Agriculture, KONYA
ÖZASLAN, Cumali (Assoc. Prof.)	Dicle University, Faculty of Agriculture, DİYARBAKIR
SOYLU, Soner (Prof. Dr.)	Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, HATAY
SÜRÜCÜ, Abdulkadir (Assoc. Prof.)	Harran University, Faculty of Agriculture, ŞANLIURFA
ŞİMŞEK, Uğur (Assoc. Prof.)	Iğdır University, Faculty of Agriculture, İGDIR
TAKMA, Çiğdem (Prof. Dr.)	Ege University, Faculty of Agriculture, İZMİR
TEPECİK, Mahmut (Dr.)	Ege University, Faculty of Agriculture, İZMİR
TERİN, Mustafa (Assist. Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
UZUN, Satı (Assoc. Prof.)	Erciyes University, Faculty of Seyrani Agriculture, KAYSERİ
ÜREMİŞ, İlhan (Prof. Dr.)	Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, HATAY
YAĞMUR, Mehmet (Prof. Dr.)	Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, KIRŞEHİR
YAVIÇ, Adnan (Assist. Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Gevaş Vocational School, VAN
YILDIRIM, Ertan (Prof. Dr.)	Atatürk University, Faculty of Agriculture, ERZURUM
ZENGİN, Mehmet (Prof. Dr.)	Selçuk University, Faculty of Agriculture, KONYA

**Yayın Koordinatörleri (Typesetting)**

Arş. Gör. M. Reşit KARAGEÇİLİ  
Ziraat Yüksek Mühendisi Yekbun ALP  
Ziraat Yüksek Mühendisi Yağmur YILMAZ

**Web Sorumlusu (Internet Office)**

Arş. Gör. M. Reşit KARAGEÇİLİ  
Ziraat Yüksek Mühendisi Yekbun ALP  
Ziraat Yüksek Mühendisi Yağmur YILMAZ

**Yayın Türü (Publication Type)**

Uluslararası Süreli Bilimsel Yayın (International Scientific Periodical)

**Yönetim Yeri ve Yazışma Adresi (Correspondence Address)**

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, (Agriculture Faculty) Ziraat Fakültesi, Zeve Yerleşkesi, 65080, VAN

**Cilt (Volume): 29**

**Sayı (Number): 4**

**Aralık (December) 2019**

**Telefon (Phone)**

+90 (432) 2251056; 2251024

**Belgegeçer (Fax)**

+90 (432) 2251104

**e-posta (e-mail)**

yyujagrsci@gmail.com

**İnternet adresi: <http://dergipark.gov.tr/vvutbd>**

**ISSN 1308-7576 e-ISSN 1308-7584**

**Kapak Fotoğrafı:** Arş. Gör. Ahmet SEPİL

**Basıldığı Yer ve Tarih (Press and Date) :** Efe Kirtasiye, Aralık (December) 2019, VAN

“Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi” önceden yayınlanan “Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi” ve “Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi”nin devamıdır. Previous names of the journal: “Yuzuncu Yıl University, Agriculture Faculty Journal of Agriculture Sciences” and “Yuzuncu Yıl University, Journal of Agriculture Faculty”



Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Tarım Bilimleri Dergisi  
(YYU Journal of Agricultural Science)

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Araştırma Makalesi (Research Article)

**Yaprağı Yenen Sebzelerdeki Mikroorganizma Türlerinin MALDI-TOF MS (Matris Destekli Lazer Desorpsiyon/İyonizasyon Uçuş Süresi Kütle Spektrometresi) Tekniği Kullanılarak Tanınması**

Aysun UYSAL<sup>\*1,2</sup>, Şener KURT<sup>1,2</sup>, Soner SOYLU<sup>1</sup>, E. Mine SOYLU<sup>1,2</sup>, Merve KARA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 31060, Hatay, Türkiye

<sup>2</sup>Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi, 31060, Hatay, Türkiye

\*Sorumlu yazar e-posta: aysunuysal31@gmail.com, aysunuysal48@windowslive.com

**Makale Bilgileri**

Geliş: 01.10.2019  
Kabul: 15.11.2019  
Online Yayınlanma 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.627850

**Anahtar kelimeler**  
MALDI-TOF MS,  
Mikroorganizma,  
Taze sebze,  
Tanı

**Öz:** Gıda kaynaklı fungal ve bakteriyel patojenler giderek taze meyve ve sebzelerle ilişkilendirilmektedir. Taze üretilen bitkilerin bakteriyel kolonizasyonu, dış dokuda yüksek seviyelerde oluşabilir, ancak bitki dokusu içerisinde bakteriler de tespit edilmektedir. Hatay ilinin Defne ve Antakya ilçelerinde farklı sebze pazarlarından marul, ıspanak, lahanaya, roka, nane, maydanoz, dereotu, pırasa gibi yapraklı sebzeler toplanmıştır. Mikrobiyolojik analizler için patates dekstroz agar, nutrient agar ve kanlı agar besi yerleri kullanılmıştır. Bu mikroorganizmaların tanınması, fenotipik karakterler ve matris destekli lazer desorpsiyon/iyonizasyon uçuş süresi kütle spektrometresi (MALDI-TOF MS) tekniğine dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. MALDI-TOF MS analizi sonucuna göre mikroorganizmaların dağılımı incelendiğinde, tür düzeyinde 60 adet ile en fazla bakteri türleri tanınırken, bunu 4 adet fungus ve 1 adet maya izlemiştir. En fazla mikroorganizma türü marul örneklerinden elde edilmiştir. Cins düzeyinde dağılımları incelendiğinde; 9 tür ile *Pseudomonas* başta gelirken, bunu 5 tür ile *Lactobacillus*, 4 tür ile *Acinetobacter* ve 2 tür ile *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Lysinibacillus*, *Pantoea* 1 tür *Bacillus*, 1 tür *Escherichia coli*, 1 tür *Exiguobacterium* cinsleri izlemiştir. Mikroorganizma türlerinin koloni yoğunlukları incelendiğinde, en yoğun koloni *Pseudomonas* ve *Acinetobacter* cinsine ait türlerde belirlenmiştir. En az koloni yoğunluğu funguslarda gözlenmiştir. Çalışma sonucunda *Salmonella* sp, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Klebsiella oxytoca* türleri insan sağlığı için en tehlikeli türler olarak bulunmuştur.

**Identification of Microorganism Species in Leafy Vegetables Using MALDI-TOF MS (Matrix Assisted Laser Desorption / Ionization Mass Spectrometry) Technique**

**Article Info**

Received: 01.10.2019  
Accepted: 15.11.2019  
Online Published 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.627850

**Keywords**  
MALDI-TOF MS,  
Microorganism,  
fresh vegetables,  
identification,

**Abstract:** The foodborne fungal and bacterial pathogens are increasingly associated with fresh fruit and vegetables. Bacterial colonization of fresh produce plants can occur to high levels on the external tissue but bacteria are detected within plant tissue. Leafy vegetables such as lettuce, spinach, cabbage, rocket, mint, parsley, dill, and leek were collected from different vegetable markets in the counties of Defne and Antakya of Hatay province. Growing media potato dextrose agar, nutrient agar and blood agar media were used for microbiological analysis. Their identification were performed based on phenotypic characters and matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS) technique. According to the results

of MALDI-TOF MS analysis, when the distribution of microorganisms was examined, the most common bacterial species were identified with 60 species at the species level, followed by 4 fungi and 1 yeast. The most common microorganism species were obtained from lettuce samples. When the distribution of species level is examined; firstly, 9 species with *Pseudomonas*, 5 species with *Lactobacillus*, 4 species with *Acinetobacter* and 2 species with *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Lysinibacillus* were obtained and *Pantoea* one species *Bacillus*, one species *Escherichia coli*, one species followed by *Exiguobacterium* genera. When the colony density of microorganism species was examined, the most intensive colony was determined in the species belonging to the genus *Pseudomonas* and *Acinetobacter*. At least colony density was observed in fungi. In result, *Salmonella* sp, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Klebsiella oxytoca* species were found to be very dangerous species for human health.

## 1. Giriş

Tüketim kolaylığı nedeniyle taze sebzelerin insan beslenmesinde önemli rol oynadığı bilinmektedir. Ayrıca bu tip ürünler işlem görmemesi nedeniyle besin değerleri açısından da oldukça rağbet görmektedir. Genel olarak dış görünüşüne bakılarak satın alınan taze sebze hasat edildikten sonra çeşitli etkenlerle değişikliğe uğradığından duyuşsal ve beslenme kalitelerinde düşüş görülmektedir. Bu etkenler arasında en önemlisi mikroorganizmaların türü ve yoğunluğudur. Bu şekilde, mikroorganizmalar kimyasal ve fiziksel kaliteyi de etkileyerek taze sebze ve meyvelerin yenilemez hal almasına neden olmaktadır. *Pseudomonas*, *Erwinia*, *Xanthomonas*, *Flovobacterium*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Enterobacter*, *Micrococcus*, *Serratia* ve *Streptococcus*, *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia coli*, *Yersinia*, *Listeria* doğal mikroflorayı oluşturan bakterilerdir. *Cryptococcus*, *Candida*, *Rhodotorula* ve *Sporobolomyces* sebzelerde tanımlanan maya cinslerini ve *Cladosporium*, *Aureobasidium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Phoma*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Epicoccum* ve *Geotrichum* mikrofloradaki küfleri oluşturur (Roberts ve ark., 1998; Lund ve ark., 2000).

Sebzeler, beslenmeyi ve sağlığa yararlarını azaltan çok çeşitli mikroorganizmaları barındırır, böylece taze veya az işlenmiş sebzelerin tüketimi ile ilişkili insan enfeksiyonlarının yaygınlığı artar. Taze sebze tüketimiyle ilişkili gıda kaynaklı hastalıkların salgınları, taze ürün talebindeki artışa bağlı olarak artmıştır. Bu sebzelerin *Salmonella* sp, *Shigella* sp, *E. coli* O157: H7, *Listeria monocytogenes* ve *Campylobacter* sp. dahil olmak üzere çeşitli bakteriyel patojenlerle tarladan tüketime kadar çeşitli noktalardan herhangi bir şekilde bulaşabilmektedir (Beuchat, 2002; Sengun ve ark., 2004; Vandekinderen ve ark., 2008). Bu etkenlerden bazıları, gıda arzının küreselleşmesi, ithalat yoluyla patojenlerin yeni coğrafi alanlara girişi, arıtılmış atık su, bitkisel üretim için gübreleme, sulama ve çeşitli tarımsal uygulamalar ve hasat sonrası uygulanan işleme teknikleridir. Çoğu sebze işleyicisi ve tüketicisi, taze sebzeleri yıkamanın yüzeylerindeki mikrobiyal yükü azaltacağını varsaymakla birlikte, çalışmalar, suyun tek başına yıkamanın taze sebzelerde mikrobiyal popülasyonu azaltmada etkili olmadığı (Ayhan ve ark., 2011), buna karşılık UV-C (2.83 kJ/m<sup>2</sup>) radyasyon uygulamalarının mikrobiyal enfeksiyonları engellemede etkili olduğu gösterilmiştir (Kasım ve Kasım, 2016).

İnsanların tüketimine yönelik bitkilerin mikrobiyal kontaminasyonu, gıda güvenliği ve insan sağlığı için artan bir endişe kaynağını oluşturmaktadır. 1996 yılı gıda güvenliği için öncü bir yıl olmuştur. *Escherichia coli* O157: H7 (EcO157: H7), çoğunlukla okul çağındaki çocuklardan oluşan 10.000 kişiden fazla insanın hastalığa yakalanmasına neden olmuştur. 2011 yılında Hamburg'da *Escherichia coli* (EHEC) O104: H4 ile kontamine olan ürünlerin tüketimi ile ilgili 2011 salgınları, bitkilerle ilişkili büyük çaplı hastalık salgınlarının örneklerinden sadece biridir (Mellmann ve ark. 2011). Yıllık halk sağlığı salgınları konusunda yapılan çalışmalar, son yıllarda hastalık salgınlarının hem sayı ve hem de boyutlarının arttığını ortaya koymuştur (Sivapalasingam ve ark., 2004). Bu salgınların sıklıkla tespit edildiği ürünler, hepsi minimal işleminden geçirilerek tüketilen yapraklı yeşil bitkiler, kavunlar, filizler, üzümü meyveler, domates ve yeşil soğan bitkileridir.

İnsan patojeni bakteriler arasında yer alan *Enterococci*, *Serratia*, *Enterobacter* ve *Salmonella*, bitkilerde hastalığa neden olma eğilimi oldukça yüksektir (Hasnain ve ark., 2015). *Stenotrophomonas*'ın (Sharma ve ark., 2014), *Burkholderia* ve *Pantoea*'nın farklı bitki patojeni türleri insan patojenleri olarak gelişmektedir (Kirzinger ve ark., 2011). Bazı bitki endofitleri, sözgelimi *Cryptococcus gattii* (Sharma ve ark., 2014), *Streptomyces* türleri, *Klebsiella pneumonia*, *Morganella morganii* ve *Pantoea agglomerans* bitkilerde çoğunlukla belirti oluşturmazlar, ancak klinik anlamda önem taşımaktadırlar (Kirzinger ve ark., 2011). *Rhizopus arrhizus*, *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus flavus* ve *Microascus cinereus*, insanları enfekte etmek üzere değişikliğe uğramış fungal bitki patojenleridir (Sharma ve ark., 2014). Bazı patojenlerin patojenisitelerini belirleyen faktörler, hem bitkiler hem de insanlar için bilinirken, diğerleri ya bilinmemekte ya da sadece tek bir konukçu durumunda tanımlanmaktadır. Kirzinger ve ark. (2011), hastalığa neden olan faktörlerin yanı sıra birçok çapraz hastalığın (hem bitkiler hem de insanlar) birçok enfeksiyon hedef alanını aydınlatmışlardır.

Gıda ve çevre endüstrisi, tıp ve tarım gibi alanlarda halk sağlığını tehdit eden mikroorganizmaların saptanması ve miktarlarının belirlenmesi konusunda yeni ve güncel moleküler tekniklerin geliştirilmesi önemlidir (Taşkın, 2017). Kütle spektrometresinin (MS) keşfinden bu yana mikroorganizmalar için, hücre yüzey proteinlerinin profillemesine dayanan çok sayıda tanımlama yöntemi gerçekleştirilmiştir. Bunlardan birisi olan Matris yardımcı lazer desorpsiyon/iyonizasyon uçuş süresi kütle spektrometresi (MALDI-TOF MS), tüm hücre analizini esas alarak mikroorganizmaların protein parmak izine dayanarak hızlı tanımlanması, tiplendirilmesi ve sınıflandırılması alanında umut verici uygulamalara sahip en güvenilir araçlardan birisi olarak ortaya çıkmıştır. Günümüzde, ticari MALDI sistemleri, biyolojik araştırma çalışmaları için olduğu gibi, klinik tıpta, biyoteknoloji ve endüstride tanısal uygulamalar için de erişilebilir durumdadır (Carolis ve ark., 2012; Chalupová, ve ark., 2014). *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* veya *Trichoderma* gibi birçok fungal cins üyeleri ve aynı zamanda klinik örneklerden çeşitli mayalar (örn., *Candida albicans*) MALDI-TOF MS tarafından başarıyla tanımlanabilmiştir. Bu cihaz, çoğunlukla protein seviyesinde ribozomal proteinleri tespit edebilmektedir.

Ülkemizde ve dünyada yapılan çalışmalarda da görüleceği gibi yapağı yenen sebzelerde önemli derecede mikrobiyolojik sorunların olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte bu tespit edilen mikrobiyolojik sorunların, ne tür etmenler tarafından oluşturulduğunu belirlemek büyük önem arz etmektedir. Bu mikrobiyolojik türlerin teşhisinin hızlı, ucuz ve güvenilir bir şekilde gerçekleştirilmesi, sorunların çözümü noktasında en önemli aşamayı oluşturmaktadır. Artık günümüzde analiz çalışmalarında kullanılan son teknolojik cihazlar, tanı ve teşhiste son derece önemlidir. Üniversitemizde kurulan Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi bünyesinde bulunan son derece hızlı, teknolojik ve güvenilir bir cihaz olan MALDI TOF MS (Matrix asisted laser desorption ionization- time of flight mass spectrometry) ile mikrobiyal analizlerin yapılması, hem bilimsel hem de uygulamaya yönelik olarak önemli sonuçlar ortaya koymuştur.

Bu çalışma, Hatay iline farklı sebze satış yerlerinden alınan bazı yapağı yenen sebze türlerinin (marul, ıspanak, lahana, roka, nane, maydanoz, dereotu, pırasa) iç ve dış dokularından elde edilen mikroorganizmaların fenotipik karakterler ve MALDI-TOF MS tekniğini kullanarak tanımlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, Hatay ilinin Antakya ve Defne ilçelerinde 2018 yılının farklı aylarında, marul, ıspanak, lahana, roka, nane, maydanoz, dereotu ve pırasa gibi yapağı yenen sebzelerin satışa sunulduğu semt pazarı, manav ve sebze satış reyonu bulunan marketlerde inceleme, gözlemler ve analizler sonucu yapılmıştır. Materyal olarak, marul, ıspanak, maydanoz, dereotu, nane, roka, lahana, pazı, pırasa sebzeleri kullanılmıştır. Yapağı yenen sebzelerdeki mikroorganizma türlerini tespit etmek için örneklemeler yapılmıştır.

### 2.1. Örneklerin toplanması

Hatay ilinin Antakya ve Defne ilçelerinde 2018 yılının farklı aylarında (ocak-nisan ve ekim aralık) marul, ıspanak, lahana, roka, nane, maydanoz, dereotu ve pırasa gibi yapağı yenen sebzelerin

satışa sunulduğu semt pazarı, manav ve sebze satış reyonu bulunan marketlerde inceleme ve gözlemler yapılmıştır. Semt pazarlarında, ürün çeşitliliği bol olan en az 5 pazarıcı tezgâhı belirlenerek bu tezgâhlardan örnek alımları yapılmıştır. Örnek alma yöntemi, tesadüfi örnekleme yöntemine göre yapılmıştır. Farklı tür ve çeşitlere ait, temiz, tüketime hazır olarak sunulan bitki örnekleri alınıp plastik torbalara konulmuş ve üzerine, her bir örnek için alınan yer, bitki türü kaydedilmiştir. Alınan tüm örnekler, bozulmayacak şekilde soğutucu içerisinde analiz için laboratuvara transfer edilmiştir.

## 2.2. Mikroorganizma türlerinin izolasyonu

Laboratuvara getirilen sebze örnekleri, önce 100 ml tuzlu su (saline buffer) ve sonra 100 ml steril su ile farklı steril kaplarda yıkanmıştır.  $10^{-1}$  ve  $10^{-2}$  seyreltme seviyelerinden 150µl süspansiyon alınarak, bakteri ve maya gelişimi için Nutrient agar (NA), fungus gelişimi için ise patates dekstroz agar (PDA) besi yeri içeren petri kaplarına aktarılmıştır. Ayrıca, alınan sebze örneklerinden dokuları ezme ve inkübe etme yöntemi kullanılarak analiz çalışmaları yapılmıştır. Bu amaçla, ilk önce sebze örneklerinden 25 g tartıldıktan sonra stomacher poşetlerinde 225 ml tamponlanmış peptonlu su içerisinde parçalanmıştır. Parçalanmış bitki dokuları, 37°C' de 24 saat süreyle zenginleştirme işlemine tabi tutulmuştur. Bu sürenin sonunda daha önce hazırlanmış Petri kaplarına dökülen Nutrient agar ve Kanlı agar besi yerlerine, baget aracılığıyla ekim yapılmıştır. Ekimi yapılan tüm petriler, bakteri gelişimi için 28-30°C sıcaklıkta 24-48 saat, küf gelişimi için ise; 24-25°C sıcaklıkta 4-5 gün inkübasyona bırakılmıştır.

## 2.3. MALDI-TOF MS cihazı ile mikroorganizma türlerinin tanımlanması

Elde edilen bakteri, maya ve fungus izolatlarının tanı işlemleri, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde bulunan MALDI-TOF MS (Matrix Assisted Laser Desorption Ionization- Time of Flight Mass Spectrometry, Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Almanya) Mikroorganizma Tanımlama cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada, saf bakteri ve fungus kültürlerinden protein izolasyon işlemi için etanol-formik asit yöntemi kullanılarak ön ekstraksiyon işlemleri yürütülmüştür. Daha sonra Cihazın flex kontrol yazılım programı (Biotyper 3.0; Microflex LT; Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany) ile elde edilen spektrumlar, Maldi Biotyper Real-Time Classification (RTC) yazılımı ile karşılaştırılarak tanı işlemi sürdürülmüştür. Analiz sonucunda, yüksek olasılıklı tür teşhisi; 2 000-3 000 (yeşil renk), cins düzeyinde ve muhtemel tür düzeyinde teşhis; 1 700-1 999 (sarı renk) arasındaki skala değerleri kullanılarak değerlendirilmiştir (Carolis ve ark., 2012; Chalupová, ve ark., 2014; Kara ve ark., 2017; Uysal ve ark., 2018).

## 2.4. Türlerin yoğunluklarının belirlenmesi

Farklı taze sebze satış noktalarından toplanan örneklerden laboratuvar koşullarında Patates dekstroz agar, Nutrient agar ve Kanlı agar besi yerleri kullanılarak izole edilen fungus ve bakterilerin besi yerlerindeki koloni sayımları yapılmıştır. İzolasyon sırasında her bir bitki türünden 3 petri olacak şekilde ekim yapılmıştır. Bu petriler bakteri gelişimi için 28-30°C sıcaklıkta 24-48 saat, küf gelişimi için ise 4-5 gün süre sonunda her bir petrideki oluşan mikroorganizma türleri sayılarak belirlenmiştir. Elde edilecek tüm veriler, SPSS istatistik programında varyans analizine tabi tutularak ortalamalar, Duncan çoklu karşılaştırma testine göre ( $P>0.05$ ) karşılaştırılmıştır.

## 3. Bulgular

### 3.1. Örneklerin toplanması ve mikroorganizma türlerinin izolasyonu

Çalışmanın yürütüldüğü Antakya semt pazarı, Serinyol semt pazarı, Sebze hali ve farklı marketlerin sebze satış reyonu bulunan bölümlerinde 2018 yılının farklı tarihlerinde (ocak-nisan ve ekim aralık) marul, ıspanak, maydanoz, dereotu, nane, roka, lahana, pazı, pırasa şeklinde sebzelerden örnekler alınmıştır. Bu bitkilerden yapılan izolasyonlar sonucunda farklı mikroorganizma türleri besi yerlerinde gelişme göstermiştir. İnkübasyon sonucunda yaklaşık 100 adet bakteri ve maya kolonisi

Nutrient besi yerinde, 20 adet fungus kolonisi PDA besi yerinde gelişmiştir. Bu koloniler içerisinde farklı türde bakteri ve funguslardan oluşan toplam 65 adet tür saflaştırılmıştır.

### 3.2. MALDI-TOF MS tekniği ile mikroorganizma türlerinin tanımlanması

MALDI-TOF MS analizi sonucu mikroorganizmaların dağılımı incelendiğinde, tür düzeyinde 60 adet ile en fazla bakteri türleri tanımlanırken, bunu 4 adet fungus ve 1 adet maya izlemiştir. Sebze türleri olarak en fazla marul örneklerinde olmak üzere 14 adet bakteri 2 adet fungus ve 1 adet ise maya türü tanımlanmıştır. Bunları ise ıspanak, dereotu, maydanoz ve lahana örnekleri takip etmiştir. En az mikroorganizma türünün roka bitkisinde olduğu tespit edilmiştir. MALDI-TOF MS analizlerinde skor değerleri incelendiğinde ise 49 tür yüksek olasılıklı, 16 tür muhtemel olasılıklı olarak değerlendirilmiştir. (Çizelge 1).

Çizelge 1. Yaprığı yenen sebze örneklerinde belirlenen mikroorganizmaların MALDI TOF MS sonuçları.

Mikroorganizma türü	Marul	Ispanak	Nane	Maydanoz	Dereotu	Roka	Purasa	Lahana	MALDI TOF MS değeri
<i>Pseudomonas gessardi</i>	+								2.021
<i>Pseudomonas marginalis</i>	+								1.908
<i>Pseudomonas kilonensis</i>	+								1.849
<i>Pseudomonas brassicacearum</i>	+								2.385
<i>Pseudomonas antarctica</i>	+								2.205
<i>Pseudomonas tolaasii</i>	+								1.928
<i>Acinobacter johnsonii</i>	+	+		+	+	+		+	2.226
<i>Pantoea agglomerans</i>	+	+	+						2.300
<i>Acinetobacter schindleri</i>	+								1.921
<i>Pseudomonas putida</i>	+								1.745
<i>Acinetobacter lwoffii</i>	+								2.386
<i>Lactobacillus ruminis</i>	+								2.094
<i>Bacillus megaterium</i>	+								2.145
<i>Acinetobacter radioresistens</i>	+								1.900
<i>Alternaria alternata</i>	+								2.000
<i>Cladosporium sp.</i>	+								1.913
<i>Geotrichum silvicola</i>	+								1.760
<i>Lactobacillus delbrueckii ssp lactis</i>		+			+				1.924
<i>Lactobacillus sakei ssp carnosus</i>		+			+				1.924
<i>Aeromonas veronii</i>		+	+		+				2.010
<i>Aeromonas bestiarum</i>		+							1.998
<i>Klebsiella oxytoca</i>		+							2.310
<i>Bacillus cereus</i>		+		+		+	+		2.005
<i>Lysinibacillus boronitolerans</i>		+							2.098
<i>Lysinibacillus fusiformis</i>		+							2.124
<i>Enterobacter cloacae</i>		+	+	+		+	+	+	2.100
<i>Aspergillus niger</i>		+						+	2.098
<i>Pseudomonas lundensis</i>				+					2.124
<i>Exiguobacterium sp</i>				+					2.378
<i>Citrobacter braaki</i>				+					2.000
<i>Aeromonas caviae</i>				+					2.218
<i>Enterobacter asburiae</i>				+					2.210
<i>Acinetobacter pittii</i>				+					2.100
<i>Acinetobacter bereziniae</i>					+				2.010
<i>Pseudomonas cedrina ssp cedrina</i>					+				2.021
<i>Aeromonas sobria</i>					+				2.312
<i>Enterobacter hormaechei</i>						+			2.030
<i>Klebsiella pneumoniae</i>							+	+	2.098
<i>Escherichia coli</i>	+			+				+	2.120
<i>Salmonella sp.</i>	+			+				+	2.220
<i>Enterococcus casseliflavus</i>								+	2.124
<i>Bacillus altitudinis</i>								+	2.378
<i>Citrobacter freundii</i>								+	1.925



Mikroorganizmaların cins düzeyinde dağılımları incelendiğinde; 9 tür ile *Pseudomonas* başta gelirken, bunu 5 tür ile *Lactobacillus*, 4 tür ile *Acinetobacter* ve 2 tür ile *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Lysinibacillus*, *Pantoea* ve birer tür ile *Bacillus*, bir tür *Escherichia coli*, *Exiguobacterium* ve *Salmonella* cinsleri izlemiştir. Bunlar içerisinde insan sağlığı açısından son derece tehlikeli olarak kabul edilen *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca*, *Bacillus cereus*, *Citrobacter freundii*, *Enterobacter cloacae*, *Aeromonas caviae* ve *Aeromonas sobria* türleri başta gelmektedir. Yapağı yenen sebze türleri açısından incelendiğinde ise insan sağlığı açısından tehlikeli ve yaygın tespit edilen mikroorganizma türleri maydanoz, ıspanak ve lahana bitkilerinde bulunmuştur. (Çizelge 1). Çalışma sonucunda elde edilen tüm türler dikkate değer şekilde insan sağlığı açısından tehlike oluşturma potansiyelleri bulunmaktadır.

### 3.3. Türlerin yoğunluklarının belirlenmesi

Mikroorganizma türlerinin koloni yoğunlukları incelendiğinde, en yoğun koloni *Pseudomonas* ve *Acinetobacter* cinsine ait türlerde belirlenmiştir. En az koloni yoğunluğu ise funguslarda gözlenmiştir. Bakteriyel mikroorganizmalardan *Salmonella* sp, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* ve *Klebsiella oxytoca* türleri insan sağlığı için oldukça tehlikeli türler olması dolayısı ile az miktarda koloni yoğunluklarına sahip olmaları bile dikkate değer düzeyde olarak değerlendirilmiştir. Mikroorganizma türlerinin koloni yoğunlukları sebze türlerine göre incelendiğinde ise, koloni yoğunlukları fazla olan mikroorganizma türleri marul, dereotu, maydanoz, ıspanak gibi sebzelerde tespit edilmiştir. (Çizelge 2).

Çizelge 2. Mikroorganizma türlerinin yapağı yenen sebze türlerine göre koloni yoğunlukları (cfu/ml)

No	Mikroorganizma Türleri	Koloni Yoğunlukları (cfu/ml)	Sebzeler Türleri
1	<i>Pseudomonas gessardi</i>	43.3 ± 0.8 i	Marul
2	<i>Pseudomonas marginalis</i>	163.3 ± 3.3 s	Marul
3	<i>Pseudomonas syringae</i>	185.0 ± 1.0 t	Marul
4	<i>Pseudomonas synxantha</i>	23.0 ± 1.4 e-g	Marul
5	<i>Pseudomonas kilonensis</i>	101.67 ± 0.8 op	Marul
6	<i>Pseudomonas brassicacearum</i>	35.0 ± 0.6 h	Marul
7	<i>Pseudomonas antarctica</i>	22.67 ± 1.4 d-g	Marul
8	<i>Pseudomonas tolaasii</i>	55.0 ± 0.6 kl	Marul
9	<i>Acinetobacter johnsonii</i>	64.67 ± 2.6 m	Marul, Roka, Ispanak, Dereotu
10	<i>Exiguobacterium</i> sp.	88.0 ± 0.6 n	Marul
11	<i>Enterobacter cloacae</i>	23.0 ± 1.5 e-g	Marul, Pırasa, lahana, maydanoz
12	<i>Janthinobacterium lividum</i>	7.67 ± 1.4 a	Marul
13	<i>Pseudomonas stutzeri</i>	16.3 ± 1.4 c-f	Marul
14	<i>Pantoea agglomerans</i>	62.0 ± 2.71 m	Marul, Dereotu
15	<i>Pseudomonas pertucinogena</i>	35.0 ± 0.6 h	Marul
16	<i>Alternaria alternata</i>	6.3 ± 1.4 a	Marul
17	<i>Cladosporium</i> sp.	15.67 ± 1.4 c-e	Marul
18	<i>Pseudomonas lundensis</i>	99.0 ± 1.0 o	Maydanoz
19	<i>Citrobacter braaki</i>	42.67 ± 0.6 i	Maydanoz
20	<i>Salmonella</i> sp.	50.3 ± 0.6 jk	Lahana, Marul, Maydanoz
21	<i>Acinetobacter bereziniae</i>	103.67 ± 0.8 op	Dereotu
22	<i>Pseudomonas cedrina ssp cedrina</i>	66.0 ± 2.5 m	Dereotu
23	<i>Aeromonas sobria</i>	55.67 ± 0.6 kl	Dereotu
24	<i>Lactobacillus delbrueckii ssp lactis</i>	64.0 ± 1.4 m	Ispanak
25	<i>Lactobacillus sakei ssp carnosus</i>	66.67 ± 1.4 m	Ispanak
26	<i>Aeromonas veronii</i>	88.0 ± 0.6 n	Ispanak, Maydanoz
27	<i>Colletotrichum gloeosporoides</i>	5.67 ± 1.4 a	Marul
28	<i>Acinetobacter schindleri</i>	54.0 ± 0.6 k	Marul
29	<i>Geotrichum silvicola</i>	15.0 ± 1.4 cd	Marul
30	<i>Pseudomonas putida</i>	106.67 ± 0.8 p	Marul
31	<i>Acinetobacter lwoffii</i>	44.67 ± 1.0 i	Marul
32	<i>Lactobacillus ruminis</i>	51.3 ± 0.6 jk	Marul
33	<i>Bacillus megaterium</i>	114.3 ± 0.8 r	Marul
34	<i>Acinetobacter radioresistens</i>	66.67 ± 2.5 m	Marul
35	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	17.67 ± 1.4 c-g	Lahana, Pırasa
36	<i>Escherichia coli</i>	15.0 ± 1.4 cd	Lahana, Marul, maydanoz

\*Sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine (p=0,05) göre birbirinden önemli ölçüde farklıdır.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Taze tüketilen farklı sebze türleri, bitki dokusunun içinde ve yüzeyinde birçok mikroorganizma türünü barındırmaktadır. Bangladeş'te yaygın olarak üretilen ve tüketilen sebzelerde mikrobiyolojik türlerin belirlenmesi amacıyla yürütülen bir araştırma sonucunda hemen hemen tüm sebze örneklerinin bakteri ve mantarlarla aşırı derecede bulaşık olduğu belirlenmiştir. Patojenler arasında *Klebsiella* spp., *Staphylococcus* spp. ve *Pseudomonas* spp. cinslerinin baskın olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, *Klebsiella* spp., *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp., *Listeria* spp., *Escherichia coli* ve *Vibrio* spp. dahil olmak üzere plantasyon toprakları ve gübrelerde önemli ölçüde mikrobiyal artışın olduğunu gözlemişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen veriler mikroorganizma türleri bakımından bizim çalışmamızı destekler niteliktedir. (Alam ve ark., 2015).

Bitki patojeni fungal türlerden *Aspergillus*, *Fusarium*, *Aureobasidium*, *Alternaria*, *Bipolaris*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Coniothyrium*, *Corynespora*, *Curvularia*, *Exserohilum*, *Lasiodiplodia*, *Macrophomina*, *Microascus*, *Mycocleptodiscus*, *Neoscytalidium*, *Phaeoacremonium*, *Phoma*, *Ulocladium*, *Mucor*, *Rhizopus* ve *Rhizomucor*'un aynı zamanda insanlarda; sinüs, travma, akciğer enfeksiyonları, felç, kulak iltihabı, göz enfeksiyonları, deri hastalığı, bulaşıcı enfeksiyonlar, kornea iltihabı, beyin uru, karın zarı iltihabı, göz içi iltihabı, sinüzit, deri ve yumuşak doku iltihabı, bağışıklık yetersizliği, lenf doku uru, lösemi, şeker hastalığı gibi hastalıklara neden olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen birkaç fungus türü (Gauthier ve Keller, 2013), çalışmamızda elde edilen *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Aspergillus*, *Alternaria* fungus türleri ile benzerlik göstermiştir. Klinik örneklerinden izole edilen baskın patojen olan *Exserohilum rostratum* (telemorf: *Setosphaeria rostrata*), çayır bitkileri ve seyrek olarak insanları enfekte eden dematiaceous bir fungustur. Bu salgın, fungal patojenlerin hem bitkileri hem de insanları enfekte edebilme potansiyelini vurgulamaktadır. Çoğu patojen, toprak saprofitidir ve Ascomycota ve Mucormycotina şubelerinde yer alan fungusları içerirler.

Bazı fırsatçı insan patojenleri, örneğin *Burkholderia cepacia* kompleksinin üyeleri olan *Pseudomonas aeruginosa* ve *Enterobacter cloacae* (Entc), bitki patojenleri olarak kabul edilir ve uzun süredir bitki ile ilişkili olarak kabul edilmektedir (Barak ve Schroeder, 2012). İnsan patojeni bakteriler arasında yer alan *Enterococci*, *Serratia*, *Enterobacter* ve *Salmonella*, bitkilerde hastalığa neden olma eğilimi oldukça yüksektir (Hasnain ve ark., 2015). *Stenotrophomonas*'ın (Sharma ve ark., 2014), *Burkholderia* ve *Pantoea*'nın farklı bitki patojeni türleri insan patojenleri olarak gelişmektedir (Kirzinger ve ark., 2011). Bu nedenle bitkilerde hastalık yapan patojenlerin insanlarda da hastalık yapabileceği ortaya çıkmış bir durumdur.

Gıda kaynaklı patojenlerden *Escherichia coli*, taze ıspanak ve marul gibi sebzelerle giderek daha fazla ilişkilendirilmektedir (Wright ve ark., 2013). Taze üretilen bitkilerin bakteriyel kolonizasyonu dış dokuda yüksek seviyelerde oluşabilir, ancak bitki dokusu içerisinde bakteri de tespit edilmiştir.

Dünyanın farklı ülkelerinde bu şekilde elde edilen bakteri, fungus ve maya mikroorganizma türlerinin tanımlanmasında kullanılan özellikle hız, güvenilirlik ve ucuz maliyetli olması bakımından önem arz eden MALDI TOF MS cihazı ile tanımlanması çalışmamızı, diğer ülkelerle paralel çalışma yapılmasına olanak sağlamış ve güvenilirliğini arttırmıştır. Benzer şekilde Hausdorf ve ark. (2013), ıspanak işleme tesislerindeki ıspanak yıkama sularından örnekler almışlar ve alınan su örneklerinden mikrobiyolojik izolasyonlar yapılmış ve elde edilen mikroorganizmalar MALDI TOF MS cihazı ile tanımlanmıştır.

Bu çalışmada elde edilen bulgularda, Hatay ili açısından taze tüketilen sebzelerin satışının yapıldığı pazar, manav ve marketlerde yaprağı yenen sebze türlerindeki mikrobiyolojik türler ve yoğunlukları belirlenmiştir. Çalışmanın en önemli bilimsel yaygın etkisi, bitkiler ve tarımsal üretim sistemindeki ilgili diğer çevre arasındaki mikroorganizmaların değişimiyle ilgili farkındalık yaratılmıştır. Bununla birlikte insan patojeni ve bitki patojeni mikrobiyal türler arasındaki etkileşime yeni bilimsel bir bakış kazandırılmıştır. Söz konusu türlerin Matrix asisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry (MALDI TOF MS) cihazıyla tanımlanması ile bu alanda çalışan araştırmacılara önemli bir veri sağlamaktadır. Çalışma sonunda elde edilen verilerle, bitkilerdeki insan patojeni fungus ve bakterilerin tür tanımları ortaya konmuş ve bitkilerdeki insan patojeni bu mikroorganizmaların mücadelesine yönelik tarımsal uygulamalar ve sanitasyon işlemleri önerilmektedir. Tarla ya da bahçeden hasat edilen yaprağı yenen sebzelerin pazar ve haller

götürülmeden önce temiz çeşme suyu olarak kabul edilebilecek bir suyla yıkanarak topraktan arındırılmalıdır.

## Teşekkür

Bu çalışma, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığına tarafından 18.M.026 nolu proje kapsamında desteklenmiş ve Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi laboratuvarlarında yürütülmüştür.

## Kaynakça

- Alam, MS., Feroz, F., Rahman, H., Das, K.K., & Noor, R. (2015). *Microbiological Contamination Sources of Freshly Cultivated Vegetables*, Nutrition & Food Science, Vol. 45 No. 4, pp. 646-658.
- Ayhan, T., Ufuk, B., & Sine, O.T. (2011). Efficacy of different decontamination treatment on microbial population of leafy vegetables. *Journal of Geographic Information and Decision Analysis*. 36(1), 9-13.
- Barak, J.D., & Schroeder, B.K. (2012). Interrelationships of food safety and plant pathology: the life cycle of human pathogens on plants. *Annual Review of Phytopathology* 50, 241-266.
- Beuchat, LR. (2002). Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables. *Microbes and Infection*. 4, 413-423.
- Carolis, E.D., Posteraro, B., Lass-Flo, C., Vella, A., Florio, A. R., Torelli, R., Girmenia, C., Colozza, C., Tortorano, A.M., Sanguinetti M., & Fadda, G. (2012). Species identification of *Aspergillus*, *Fusarium* and *Mucorales* with direct surface analysis by matrix-assisted laser desorption ionization time-of-flight mass spectrometry. *Clinic Microbiology Infect.* 18, 475-484.
- Chalupová, J., Raus, M., Sedlářová, M., & Šebela, M., (2014). Identification of fungal microorganisms by MALDI-TOF mass spectrometry. *Biotechnology Advances*, 32, 230–241.
- Gauthier, G.M., & Keller, N.P., (2013). Crossover fungal pathogens: The biology and pathogenesis of fungi capable of crossing kingdoms to infect plants and humans. *Fungal Genetics and Biology* 61, 146–157.
- Hasnain, S., Rehman, Y., & Mahmood, S. (2015). Cross-Kingdom Pathogenicity across Plants and Human Beings. *J. Bacteriol Parasitol*, 6, e124.
- Hausdorf, L., Mundt K., Winzer, M., Cordes, C., Fröhling, A., Schlüter, O., & Klocke, M. (2013). Characterization of the cultivable microbial community in a spinach-processing plant using MALDI-TOF MS. *Food Microbiology*. 34, 406-411.
- Kara, M., Uysal, A., Soylu, S., Kurt, Ş., & Soylu, E.M. (2017). *Identification of plant-associated microorganisms employing maldi tof mass spectrometry as a rapid detection technique*. International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (ICAFOT), 15-17 May, 2017. Nevşehir, p. 1111.
- Kasım, M.U. & Kasım, R. (2016). Taze Kesilmiş Ispanaklarda Farklı Dalga Boyundaki Ultraviyole Işıklarının Hasat Sonrası Kaliteye Etkisi. *YYÜ Tar Bil Der*, 26(3), 348-359.
- Kirzinger, MW., Nadarasah, G., Stavrinos, J. (2011). Insights into crosskingdom plant pathogenic bacteria. *Genes*, 2, 980-997.
- Lund, B.M., Baird-Parker, T.C., & Gould, G.W. (2000). “*The Microbiological Safety and Quality of Food*.” Volume I. An Aspen Publications, Maryland,
- Mahmood, S., Rehman, Y., & Hasnain, S. (2015). Cross-Kingdom pathogenicity across plants and human beings. *J. Bacteriol Parasitology*, 6, 4.
- Mellmann, A., Harmsen, D., Cummings, CA., Zentz, EB., & Leopold, SR. (2011). Prospective genomic characterization of the german enterohemorrhagic *Escherichia coli* O104:H4 outbreak by rapid next generation sequencing technology. *Microbiology*, 105 (6), 1729-1743.
- Roberts, T.A., Pitt, J.I., Farkas, J., & Graw, F.H. (1998). “*Microorganisms in Food. Microbial Ecology of Food Commodities*.” Blackie Academic & Professional, UK.

- Sengun, I.Y., & Karapinar, M. (2004). Effectiveness of lemon juice, vinegar and their mixture in the elimination of *Salmonella typhimurium* on carrots (*Daucus carota* L.). *International Journal of Food Microbiology*, 96, 301-305.
- Sharma, K., Goss, E. M., Dickstein, E. R., Smith, M. E., Johnson, J. A., Southwick, F. S., & van Bruggen, A. H. (2014). Exserohilum rostratum: characterization of a cross-kingdom pathogen of plants and humans. *PloS one*, 9(10), e108691.
- Sivapalasingam, S., Friedman, C.R., Cohen, L., Tauxe, R.V. (2004). Fresh produce: a growing cause of outbreaks of foodborne illness in the United States, 1973 through 1997. *J. Food Prot.* 67(10), 2342-2353.
- Taşkın, B. (2017). Novel Approaches for Monitoring Viable Pathogenic Microorganisms in Environmental Samples. *YYÜ Tar Bil Der*, 27(2): 285-291.
- Uysal, A., Kurt, Ş., Soylu, E.M., Kara, M., Soylu, S. (2018). *Evaluation of the matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight (MALDI-TOF) mass spectrometry for identification of some plant fungal pathogenic species*. International Agricultural Science Congress. 09-12 May Van/Turkey.
- Vandekinderen, I., Van Camp, J., Devlieghere, F., Veramme, K., Denon, Q., Ragaert, P., De, & Meulenaer, B. (2008). Effect of decontamination agents on the microbial population, sensorial quality, and nutrient content of grated carrots (*Daucus carota* L.). *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 56, 5723-5731.
- Wright, K.M., Chapman, S., McGeachy, K., Humphris, S., Campbell, E., Toth, I. K., & Holden, N. J. (2013). The endophytic lifestyle of *Escherichia coli* O157:H7: Quantification and internal localization in roots. *Phytopathology*, 103, 333-340.



Research Article

## Effect of Ozonation on the Properties of Dry and Moisturized Bread Wheat Grain with and without Bran

Hatice PEKMEZ\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gaziantep University, Naci Topçuoğlu Vocational School, Food Process Department 27180, Gaziantep, Turkey  
\*pekmez@gantep.edu.tr

### Article Info

Received: 11.01.2019  
Accepted: 19.09.2019  
Online Published 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.511705

### Keywords

Bran,  
Bread wheat,  
Moisturizing,  
Ozonation

**Abstract:** The effects of ozone gas on the color, pH and gelatinization properties of dry and moisturized bread wheat grain with and without bran were investigated in present study. Dry and wetted grain samples were ozonated for 2 hours at 18°C. Ozonation increased the brightness for both dry and wet grains with and without bran. Presence of high moisture caused more increase in brightness for samples without bran after ozonation. Ozone gas decreased redness of wheat grains with and without bran. Moisturizing caused the more decrease in redness for samples without bran after the ozone process. Ozonation of dry wheat grains both with and without bran resulted in yellowness decrease, while wet wheat grains both with and without bran were not affected by ozonation process. Ozone gas caused the sharp decrease in the pH value of grain samples especially in the presence of moisture. Onset and peak temperatures of ozonated wheat grains with bran increased significantly for both dry and wet samples while the enthalpy was reduced only for wet sample with bran. However, any significant change in onset temperature, peak temperature and enthalpy was not determined for both dry and moisturized wheat grains without bran after ozonation process.

## Ozonlamanın Kepekli/ Kepeksiz Kuru ve Nemlendirilmiş Ekmeklik Buğday Taneleri Özellikleri Üzerine Etkileri

### Makale Bilgileri

Geliş: 11.01.2019  
Kabul: 19.09.2019  
Online Yayınlanma 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.511705

### Anahtar kelimeler

Kepek,  
Ekmeklik buğday,  
Nemlendirme,  
Ozonlama

**Öz:** Bu çalışmada, ozon gazının, kepekli ve kepeksiz kuru ve nemlendirilmiş ekmeklik buğday tanesinin renk, pH ve jelatinleşme özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Kuru ve nemli tane örnekleri 18°C'de 2 saat ozonlanmıştır. Ozonlama, kepekli ve kepeksiz hem kuru hem de nemli tanelerin parlaklığını arttırmıştır. Yüksek nem oranı, kepeği olmayan numunelerde ozonlamadan sonra daha fazla parlaklık artışına neden olmuştur. Ozon gazı, kepekli ve kepeksiz buğday tanelerinin kırmızılık oranını azaltmıştır. Nemlendirme işlemi, ozonlamanın kepeği olmayan numunelerin kırmızılık oranında daha fazla azalmaya neden olmuştur. Kepekli ve kepeksiz kuru buğday tanelerinin ozonlanması sarılık oranının azalmasına neden olurken, kepekli ve kepeksiz nemli buğday taneleri ozonlama işleminden etkilenmemiştir. Ozon gazı, özellikle nem varlığında, tane örneklerinin pH değerlerinde keskin bir düşüşe neden olmuştur. Kepeğe sahip ozonlanmış buğday taneciklerinin başlangıç ve tepe sıcaklıkları hem kuru hem de nemli numuneler için önemli ölçüde artarken, entalpi sadece kepekli nemli numuneler için azalmıştır. Bununla birlikte, ozonlama işleminden sonra hem kuru hem de nemlendirilmiş buğday taneleri için başlangıç sıcaklığı, tepe sıcaklığı ve entalpi üzerinde önemli bir değişiklik tespit edilmemiştir.

## 1. Introduction

Ozone, O<sub>3</sub>, is the triatomic form of oxygen. It has various applications as a powerful oxidant based on having high reactivity and penetrability, additionally its spontaneous decomposition to a nontoxic product (Khadre et al., 2001; Mahapatra et al., 2005). Ozone applications on water treatment is widespread around the world. Ozone has been used both to treat the drinking water (von Gunten, 2003a and 2003b; Chand et al., 2007; Kasprzyk-Hordern et al., 2006) and to improve wastewater treatment units, such as sedimentation, chemical or biological oxidation processes (Beltrán et al., 2001).

Ozone was regarded as a strong antimicrobial agent for food processing in Japan, France, and Australia and then, in 1997, it was approved as generally recognized as safe (GRAS) by the Food and Drug Administration (FDA) of the U.S. Nowadays, the food industry has been interested considerably in ozone use to extend the shelf-life and to provide the safety of foods (Rice et al. 1982; Graham, 1997; Kim et al., 1999; Kim et al., 2003; Çatal and İbanoğlu, 2010). On the other hand, there is a limited number of research on ozonation of food materials, especially cereals and cereal-based products. In the past studies, ozone was generally used to inactivate microorganisms or prevent their growth by washing with ozonated water and storage under ozone gas for cereal (wheat, barley, maize) grains and flours (Naito and Takahara, 2006; Allen et al., 2003; Wu et al., 2006; İbanoğlu, 2001 and 2002; Kells et al., 2001; Mendez et al., 2003). In recent years, studies about the effects of ozonation on the many properties of macromolecules (starch, protein, etc.) such as structure, physico-chemical, thermal, pasting, flow, gelatinization properties has been becoming popular (Çatal and İbanoğlu, 2012a; 2012b; 2013 and 2014, Uzun et al., 2012; Çatal, 2015).

Further research is required not only to observe the benefits and limitations of ozone use applications in cereal industry, but also to understand the changes in the properties of ozonated cereals. The purpose of present study is to investigate the effect of ozone use on the physical (moisture content and color), chemical (pH) and gelatinization properties of whole bread wheat grains together with the presence and absence of bran based on the dry and moisturized forms. The results obtained by present study will lead to better understanding of the basic changes in the cereals when ozonated.

## 2. Material and Methods

### 2.1. Wheat grain samples

Whole hard wheat grains with bran and without bran were used as raw materials. The bread wheat (*Triticum aestivum* L.) samples from Southeastern Anatolia Region were obtained from commercial miller in Gaziantep, Turkey.

### 2.2. Moisturizing of wheat samples

200g of hard wheat grain samples with and without bran were immersed into 400mL distilled water for 0, 1, 2, 3, 5, 6 and 7 hours at room temperature to improve the diffusion of ozone gas into grain samples. After the rough water was removed the samples, they were milled to obtain wheat flour. Moisture contents were determined by moisture analyzer (Metler Toledo, MJ33 Moisture analyzer, Switzerland). Moisturizing or wetting time was determined according to the maximum moisture content of grain sample to prevent it converting into the paste (the grain paste was not suitable for further experiments). Wetting times were determined as 5hr for bread wheat grain with bran due to difficulty in impermeability of bran and 2 hr for bread wheat grain without bran.

### 2.3. Ozonation of wheat samples

Ozone gas was provided by an ozone generator (OMS Model Ozone Generator, İzmir, Turkey) using the coronal-discharge method. There is a mixing part, a degasser for removing of undissolved ozone in water, a redox control (ORP) system and an integrated oxygen unit using atmospheric air in the generator. It has a maximum ozone production capacity of 60.0 g h<sup>-1</sup>. Gas is directed from the generator to a glass bottle by a connection whose end was equipped with a gas disperser (Fig. 1). Both dry and wetted grain samples were ozonated in the special glass gas bottle by ozone gas for 2 hours at 18°C

temperature and moisture contents of ozonated samples were determined by moisture analyzer. An unozonated samples were used as control samples.

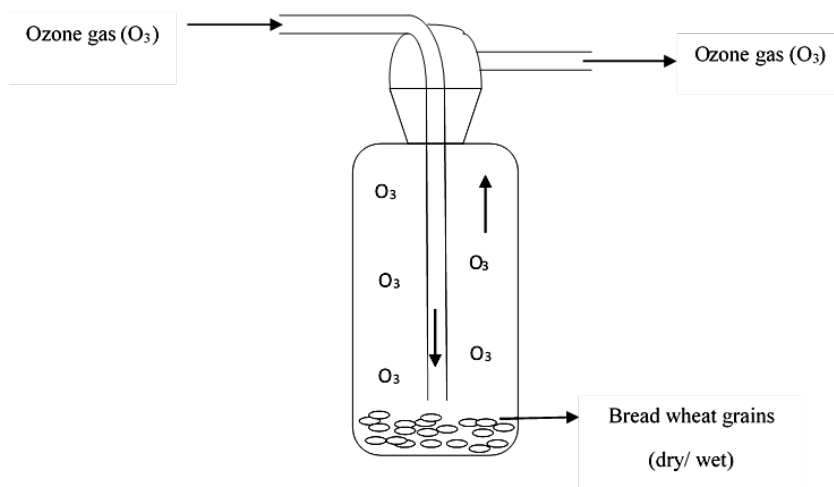


Figure 1. Schematic diagram of glass gas bottle for ozonation.

#### 2.4. Color measurement

Color values of all control and ozonated bread wheat grains with bran and without bran were measured with a HunterLab ColorFlex (A60-1010-615 Model Colorimeter, Hunter lab, Reston VA). A white standard plate ( $L_o = 93.01$ ,  $a_o = -1.11$ ,  $b_o = 1.30$ ) was used to calibrate the colorimeter. Duplicate measurements for L, a, and b were done where L is the brightness coefficient from dark (0) to bright ( $\infty$ ), a is the coefficient from green (-) to red (+) and b is the coefficient from blue (-) to yellow (+).

#### 2.5. pH measurement

The pH values of control and ozonated bread wheat samples with bran and without bran were determined by a pH-meter (Hanna instruments, pH 211, Microprocessor pH-meter, Portugal). All pH analyses of starch samples were carried out in duplicate.

#### 2.6. Thermal measurement by Differential Scanning Calorimetry (DSC)

Control and ozonated bread wheat samples with bran and without bran were analyzed using DSC (Perkin-Elmer DSC 6 equipped with a Pyris software, Perkin-Elmer Inc., Wellesley USA). 50 $\mu$ l of wheat flour-water suspension (1:9 ratio of dry sample to water) was placed into a DSC pan with a micropipette. An empty pan was used as reference. The samples were heated at a rate of 5°C min<sup>-1</sup> from 5 to 150°C using nitrogen flushing (40mL min<sup>-1</sup>). The starch gelatinization characteristics (onset temperature,  $T_o$ , peak temperature,  $T_p$  and enthalpy,  $\Delta H$ ) were calculated by the software provided by the DSC system. Samples were analyzed in duplicate.

#### 2.7. Statistical analysis

Statistical analysis (SPSS 13.0 software for Windows) was performed to compare the experimental results under the ozone treatment and untreated control by using a one-factor analysis of variance (ANOVA). All experimental values are at least mean of duplicate determination. In order to determine the data that are significantly different from each other, Duncan multiple range test method was applied. Trends were considered significant when means of compared parameters differed at  $P \leq 0.05$  significance level.

### 3. Results and Discussion

### 3.1. Moisture content properties as preliminary study

Table 1 shows the moisture content values of bread wheat grains with and without bran. There is not a significant difference between moisture contents of control dry grain samples (5.98%) and ozonated dry grain samples with bran (5.95%) ( $P>0.05$ ). Similar values were determined for dry grain samples (5.35%) and ozonated dry grain samples without bran (5.41%) ( $P>0.05$ ). However, after 5 hr wetting process for grain with bran (33.42%) and 2 hr wetting process for grain without bran (34.75%) increased the moisture content significantly as an expected result ( $P\leq 0.05$ ). After ozonation of wetted grain samples with bran (20.19%) and without bran (21.02%), moisture content decreased significantly due to moisture migration from the grain body into the air ( $P\leq 0.05$ ). The aim of wetting process is to determine the effect of ozone gas diffusion on the properties of wheat grain samples for further experiments.

Table 1. Moisture content values of control and ozonated bread wheat samples

Bread wheat grain	with bran	without bran
Moisture content of controls (%)	5.98±0.05 <sup>a</sup>	5.35±0.09 <sup>a</sup>
Moisture content after ozonation- no wetting (%)	5.95±0.06 <sup>a</sup>	5.41±0.09 <sup>a</sup>
Moisture content after wetting (%)	33.42±0.10 <sup>c</sup>	34.75±0.08 <sup>c</sup>
Moisture content after wetting and ozonation (%)	20.19±0.06 <sup>b</sup>	21.02±0.07 <sup>b</sup>

Values followed by the different letter in the same column are significantly different ( $P\leq 0.05$ ). Means ( $\pm$  standard deviation) are based on duplicate analyses.

### 3.2. Color characteristics

The measured values of control and ozonated wheat grain samples were demonstrated in Table 2. According to these data, L value, 77.60, of wheat with bran increased, while a value, 3.48, decreased significantly for both dry and wetted samples after ozonation ( $P\leq 0.05$ ). b value, 15.57, for dry wheat grain with bran decreased after ozone gas application ( $P\leq 0.05$ ). However, there is not any significance change for wetted wheat grain with bran after ozonation ( $P>0.05$ ). Beside this, L value, 79.90, of dry wheat grain without bran increased significantly after ozonation ( $P\leq 0.05$ ). On the other hand, moisturizing process for wheat grain without bran caused the increase in L value significantly after ozone gas application to sample ( $P\leq 0.05$ ). Similarly, a value, 3.09, decreased after ozonation for dry samples without bran and more decreased in the presence of moisture for wet samples without bran ( $P\leq 0.05$ ). b value, 23.08, for dry wheat grain without bran decreased after ozone gas application ( $P\leq 0.05$ ). However, there is not any significance change for wetted wheat grain without bran after ozonation ( $P>0.05$ ).

L value which is the brightness coefficient from dark to bright, was increased after ozonation for both dry and wet grains with and without bran. Beside this, presence of high moisture caused more increase in brightness for samples without bran after ozonation. a value which means the coefficient from green to red, was decreased for wheat grains with and without bran due to ozonation in present study. Moisturizing caused the more decrease in redness for samples without bran after the ozone process. b value is the coefficient from blue to yellow. Ozonation of dry wheat grains both with and without bran resulted in yellowness decrease, while wet wheat grains both with and without bran containing high moisture were not affected by ozonation process. A high value for brightness for starch are widely accepted by the consumer (Gani et al., 2010; Ikegwu et al., 2010; Thao and Noomhorm, 2011). Ozone gas or its aqueous form has the ability to decolorize some food components by oxidizing the pigments (İbanoğlu, 2002). In the present study, the color of ozonated bread wheat samples



especially moisturized ones could meet the consumer bread preference due to the higher brightness caused by ozone oxidation.

Table 2. Color and pH parameter values of control and ozonated bread wheat samples

Bread wheat grain	L	a	b	pH
Wheat with bran (control)	77.60±0.14 <sup>a</sup>	3.48±0.02 <sup>c</sup>	15.57±0.15 <sup>b</sup>	6.14±0.09 <sup>d</sup>
“Wheat with bran” ozonated	81.33±0.09 <sup>c</sup>	2.83±0.03 <sup>b</sup>	13.60±0.10 <sup>a</sup>	5.70±0.05 <sup>c</sup>
“Wheat with bran” wetted and ozonated	81.18±0.13 <sup>c</sup>	2.57±0.05 <sup>b</sup>	15.45±0.11 <sup>b</sup>	2.48±0.05 <sup>a</sup>
Wheat without bran (control)	79.90±0.08 <sup>b</sup>	3.09±0.03 <sup>c</sup>	23.08±0.014 <sup>d</sup>	6.36±0.08 <sup>d</sup>
“Wheat without bran” ozonated	82.31±0.12 <sup>d</sup>	2.24±0.04 <sup>b</sup>	19.61±0.09 <sup>c</sup>	3.77±0.04 <sup>b</sup>
“Wheat without bran” wetted and ozonated	84.08±0.13 <sup>c</sup>	1.30±0.02 <sup>a</sup>	22.02±0.013 <sup>d</sup>	2.26±0.05 <sup>a</sup>

Values followed by the different letter in the same column are significantly different ( $P \leq 0.05$ ). Means ( $\pm$  standard deviation) are based on duplicate analyses.

### 3.3. pH properties

The pH values were determined for bread wheat grain samples (Table 2). It was observed that pH values of control samples with bran (6.14) and without bran (6.36) are very near neutral value. However, ozonation process caused the sharp decrease in the pH's of grain samples with bran and without bran especially in the presence of moisture (2.48 and 2.26) ( $P \leq 0.05$ ). pH value of dry grains with bran had less decrease due to impermeability of bran surface for ozone gas diffusion into product. The pH value is a measure of the acidity or basicity of a solution that has an important effect on both growth and metabolism of microorganisms. Each microorganism has an optimum pH for its growth. The internal pH of cells is near neutrality. If the cytoplasmic pH is sufficiently reduced, growth no longer is possible and the cell eventually dies (Erkmen and Bozoğlu, 2008). A low microbial population is important for the quality of wheat. The ozonation process can eliminate contamination by bacteria and fungi during wheat flour production and can provide safer bread by reducing pH.

### 3.4. Thermal gelatinization properties by DSC

The values of starch gelatinization characteristics of control and ozonated wheat grain samples were shown in Table 3. It was determined that onset temperatures (60.12°C) and peak temperatures (67.89°C) of ozonated wheat grain samples with bran increased significantly for both dry (To: 61.78°C; Tp: 68.47°C) and wet samples (To: 63.02°C; Tp: 68.99°C), while the enthalpy to supply complete starch gelatinization was reduced only for wet sample with bran ( $\Delta H$ : 3.9229 J g<sup>-1</sup>) ( $P \leq 0.05$ ). However, any significant change in onset temperature, peak temperature and enthalpy was not determined for both dry and wheat grains without bran after ozonation process ( $P > 0.05$ ). Presence of bran together with ozonation caused to change in gelatinization characteristics, while absence of bran did not have any effect on the gelatinization properties.

Untreated control wheat starch thermograms were shown in Fukuoka et al.'s study (2002). The first peak for starch was observed at 55–75 °C for all samples in the moisture content ranging from 3.0 to 0.54 (g water g starch<sup>-1</sup>) according to the results of that research. Besides this, transition temperatures and also enthalpy of endothermic peaks of flours (wheat, corn, rice, potato, etc.) heated in the presence of excess water (70%, w/w) were presented by another study (Liu et al., 2006). In present study, these range was confirmed for control wheat grain samples both with and without bran. Chan et al. (2011) investigated the effects of oxidation of dry powder starch by ozone gas use for 1-10 min to see the thermal property change. However, no differences were noted in gelatinization temperatures and gelatinization enthalpies of all ozone oxidized starches compared to unmodified starch. This may be due to inadequate ozonation time and/or absence of moisture. Because water holds more ozone than air and ozone needs to remain in the water long enough to disperse fully (Tiwari et al., 2010), this greatly increases the ozone penetration into the starch granule.

Table 3. Gelatinization characteristic values of control and ozonated bread wheat samples

Bread wheat grain	T <sub>o</sub> (°C)	T <sub>p</sub> (°C)	ΔH (j g <sup>-1</sup> )
Wheat with bran (control)	60.12±0.17 <sup>a</sup>	67.89±0.23 <sup>b</sup>	4.6169±1.09 <sup>b</sup>
“Wheat with bran” ozonated	61.78±0.21 <sup>b</sup>	68.47±0.30 <sup>c</sup>	4.6260±0.95 <sup>b</sup>
“Wheat with bran” wetted and ozonated	63.02±0.25 <sup>c</sup>	68.99±0.28 <sup>d</sup>	3.9229±0.89 <sup>a</sup>
Wheat without bran (control)	59.99±0.19 <sup>a</sup>	67.11±0.19 <sup>a</sup>	4.4160±1.05 <sup>b</sup>
“Wheat without bran” ozonated	60.09±0.25 <sup>a</sup>	66.99±0.21 <sup>a</sup>	4.4285±1.01 <sup>b</sup>
“Wheat without bran” wetted and ozonated	60.11±0.24 <sup>a</sup>	67.05±0.19 <sup>a</sup>	4.4954±1.13 <sup>b</sup>

Values followed by the different letter in the same column are significantly different ( $P \leq 0.05$ ). Means ( $\pm$  standard deviation) are based on duplicate analyses.

#### 4. Conclusion

In present study, ozonation increased the brightness for both dry and wet grains with and without bran, while decreasing the redness. Presence of moisture in bread wheat grains without bran caused ozonation to be more effective on those color characteristics. Ozonation of dry wheat grains both with and without bran resulted in yellowness decrease, while wet wheat grains both with and without bran were not affected. Ozone gas caused also the sharp decrease in the pH values of grain samples with bran and without bran especially moisturized ones. The onset and peak temperatures of ozonated dry and moisturized wheat grain samples with bran increased, while reducing the enthalpy just for wet grains with bran. However, any significant change in onset, peak temperatures and enthalpy was not determined for both dry and wheat grains without bran after ozonation. Presence of bran together with ozonation caused to change in gelatinization characteristics, while absence of bran did not have any effect on the gelatinization properties.

#### Acknowledgements

The author is grateful to Dr. Şenol İbanoğlu and Dr. Esra İbanoğlu (Gaziantep University, Food Engineering Dept., Gaziantep, Turkey) for their help on the ozonation process used in present study.

#### References

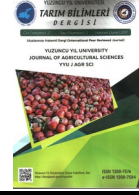
- Allen, B., Wu, J., & Doan, H. (2003). Inactivation of fungi associated with barley grain by gaseous ozone. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 38, 5, 617 – 630.
- Beltrán, F.J., García-Araya, J.F., & Álvarez, P.M. (2001). pH sequential ozonation of domestic and wine-distillery wastewaters. *Water Research*, 35, 4, 929-936.
- Chan, H-T., Leh, C.P., Bhat, R., Senan, C., Williams, P.A., & Karim, A.A. (2011). Molecular structure, rheological and thermal characteristics of ozone-oxidized starch. *Food Chemistry*, 126, 1019-1024.
- Chand, R., Bremner, D.H., Namkung, K.C., Collier, P.J., & Gogate, P.R. (2007). Water disinfection using the novel approach of ozone and a liquid whistle reactor. *Biochemical Engineering Journal*, 35, 357-364.
- Çatal, H. (2015). Effects of semicontinuous and batch system ozonation on wheat and corn starches. *Ozone: Science & Engineering*, 37, 1, 71-77.
- Çatal, H., & İbanoğlu, Ş. (2010). Gıdaların Ozonlanması. *Gıda Teknol. Elektronik Dergisi*, 5, 3, 47-55.
- Çatal, H., & İbanoğlu, Ş. (2012a). Structure, physico-chemical and microbiological properties of ozone oxidized wheat, corn, potato and rice starches. *Journal of Food Science and Engineering*, 2, 4, 196-205.
- Çatal, H., & İbanoğlu, Ş. (2012b). Ozonation of corn and potato starch in aqueous solution: effects on the thermal, pasting and structural properties. *International Journal of Food Science Technology*, 47, 9, 1958-1963.
- Çatal, H., & İbanoğlu, Ş. (2013). Effects of ozonation on thermal structure and rheological properties of rice starch in aqueous solution. *Gıda Dergisi*, 38, 2, 63-70.

- Çatal, H., & İbanoğlu, Ş. (2014). Effect of aqueous ozonation on the pasting, flow and gelatinization properties of wheat starch. *LWT - Food Science and Technology*, 59, 1, 577-582.
- Erkmen, O., & Bozoğlu, T.F. (2008). *Food Microbiology I: Microorganisms in Foods, Microbial Growth, Foodborne Diseases and Detection of Microorganisms and Their Toxins* (pp. 79-84.). Ankara, Turkey: İlke Press.
- Fukuoka, M., Ohta, K-i., & Watanabe, H. (2002). Determination of the terminal extent of starch gelatinization in a limited water system by DSC. *Journal of Food Engineering*, 53, 39-42.
- Gani, A., Haq, S.S., Masoodi, F.A., Broadway, A.A., & Gani, A. (2010). Physico-chemical, morphological and pasting properties of starches extracted from water chestnuts (*Trapa natans*) from three lakes of Kashmir, India. *Brazilian Archives Biology and Technology*, 53, 3, 731-740.
- Graham, D. (1997). Use of ozone for food processing. *Food Technology*, 51, 6, 72-73.
- Ikegwu, O.J., Okechukwu, P.E., & Ekumankana, E.O. (2010). Physico-chemical and pasting characteristics of flour and starch from Achi *Brachystegia eurycoma* seed. *Journal of Food Technology*, 8, 2, 58-66.
- İbanoğlu, Ş. (2001). Influence of tempering with ozonated water on the selected properties of wheat flour. *Journal of Food Engineering*, 48, 345-350.
- İbanoğlu, Ş. (2002). Wheat washing with ozonated water: effects on selected flour properties. *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 579-584.
- Kasprzyk-Hordern, B., Raczyk-Stanisławiak, U., Świetlik, J., & Nawrocki, J. (2006). Catalytic ozonation of natural organic matter on alumina. *Applied Catalysis B: Environ.*, 62, 345-358.
- Kells, S.A., Mason, L.J., Maier, D.E., & Woloshuk, C.P. (2001). Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize. *Journal of Stored Products Research*, 37, 371-382.
- Khadre, M.A., Yousef, A.E., & Kim, J.G. (2001). Microbial aspects of ozone applications in food: A review. *Journal of Food Science*, 66:9, 1242-1252.
- Kim, J-G., Yousef, A.E., & Dave, S. (1999). Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: A review. *Journal of Food Protection*, 62:9, 1071-1087.
- Kim, J-G., Yousef, A.E., & Khadre, M.A. (2003). Ozone and its current and future application in the food industry. *Advances in Food and Nutrition Research*, 45, 167-218.
- Liu, Q., Donner, E., Yin, Y., Huang R.L., & Fan, M.Z. (2006). The physicochemical properties and in vitro digestibility of selected cereals, tubers and legumes grown in China. *Food Chemistry*, 99, 470-477.
- Mahapatra, A.K., Muthukumarappan, K., & Julson, J.L. (2005). Applications of ozone, bacteriocins and irradiation in food processing: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45, 6, 447-461.
- Mendez, F., Maier, D.E., Mason, L.J., & Woloshuk, C.P. (2003). Penetration of ozone into columns of stored grains and effects on chemical composition and processing performance. *Journal of Stored Products Research*, 39, 33-44.
- Naito, S., & Takahara, H. (2006). Ozone contribution in food industry in Japan. *Ozone: Science & Engineering*, 28, 6, 425-429.
- Rice, R.G., Farquhar, J.W., & Bollyky, L.J. (1982). Review of the applications of ozone for increasing storage times of perishable foods. *Ozone: Science and Engineering*, 4, 3, 147-163.
- Thao, H.M., & Noomhorm, A. (2011). Physicochemical properties of sweet potato and mung bean starch and their blends for noodle production. *J. of Food Processing & Technology*, 2, 105.
- Tiwari, B.K., Brennan, C.S., Curan, T., Gallagher, E., Cullen, P.J., & O'Donnell, C.P. (2010). Application of ozone in grain processing. *Journal of Cereal Science*, 51, 248-255.
- Uzun, H., İbanoğlu, E., Çatal, H. & İbanoğlu, Ş. (2012). Effects of ozone on functional properties of proteins. *Food Chemistry*, 134, 2, 647-654.
- von Gunten, U. (2003a). Ozonation of drinking water: Part I. Oxidation kinetics and product formation. *Water Research*, 37, 1443-1467.
- von Gunten, U. (2003b). Ozonation of drinking water: Part II. Disinfection and by-product formation in presence of bromide, iodide or chlorine. *Water Research*, 37, 1469-1487.
- Wu, J., Doan, H. & Cuenca, M.A. (2006). Investigation of gaseous ozone as an anti-fungal fumigant for stored wheat. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 81, 7, 1288-1293.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Tarım Bilimleri Dergisi  
(YYU Journal of Agricultural Science)

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Araştırma Makalesi/Research Article

**Çiftçilerin İyi Tarım Uygulamalarına Katılma İstekliliklerini Etkileyen Değişkenler: Kahramanmaraş İli Örneği\*\***

**Bilal DOĞAN<sup>1</sup>, Emine İKİKAT TÜMER\*<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 46100, Kahramanmaraş, Türkiye

\*Sorumlu yazar e-posta: 2katumer@gmail.com

**Makale Bilgileri**

Geliş: 29.05.2019

Kabul: 03.11.2019

Online Yayınlanma 31.12.2019

DOI: 10.29133/yyutbd.571505

**Anahtar kelimeler**

Binomial Logit model,  
İsteklilik,  
İyi Tarım Uygulamaları

**Öz:** Bu çalışmada Kahramanmaraş ilinde çiftçilerin İyi Tarım Uygulamalarına katılma istekliliklerini etkileyen değişkenlerin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla Kahramanmaraş Merkez, Pazarcık ve Türkoğlu ilçelerinde 236 çiftçi ile anket yapılmıştır. Çalışmanın amacına ulaşmak için elde edilen verilere Binomial Logit modeli uygulanmıştır. Model sonucunda İyi Tarım Uygulamalarına katılma istekliliği ile hane halkı birey sayısı, tarım dışı işte çalışma durumu ve üretim yapılan bölgenin temiz veya kirli olma durumu arasında negatif yönlü, arazi varlığı ve Tarım ve Orman Bakanlığı il/ilçe müdürlükleri ile görüşme sıklığı arasında pozitif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Sonuç olarak hane halkı birey sayısı fazla, arazi varlığı az ve tarım dışı işte de çalışan çiftçilere İyi Tarım Uygulamaları hakkında bilgi verilmelidir.

**Variables That Affect the Willingness of Farmers to Participate Good Agricultural Practices: Sample of Kahramanmaraş**

**ArticleInfo**

Received: 29.05.2019

Accepted: 03.11.2019

Online Published 31.12.2019

DOI: 10.29133/yyutbd.571505

**Keywords**

Binomial Logit model,  
willingness,  
Good Agricultural Practices

**Abstract:** In this study, it is aimed to determine the variables affecting the willingness of farmers to participate in Good Agricultural Practices in Kahramanmaraş. For this purpose, a survey was conducted with 236 farmers in Kahramanmaraş Merkez, Pazarcık and Türkoğlu districts. Binomial Logit model was applied to the data obtained in order to reach the aim of the study. As a result of the model, a positive correlation between the number of household individuals, non-agricultural employment status and clean or dirty status of the production area and the frequency of land presence and the frequency of interview with provincial / district directorates of Ministry of Agriculture and Forest It was. The number of households with a high number of households, low agricultural assets and non-agricultural jobs should be given knowledge about Good Agricultural Practices to the farmers.

**1. Giriş**

Tarım sektörü, hızla artan nüfusun gıda ihtiyacının karşılanması, tarıma dayalı sanayiye hammadde temini, nüfusun belirli bir bölümüne iş imkanı sunması, dış ticaretin geliştirilmesi gibi nedenlerle stratejik öneme sahiptir. Bu sektörde geleneksel yöntemlerle yapılan üretim, sanayi devrimi ve mekanizasyonun gelişmesiyle yerini modern üretime bırakmıştır. Bu süreçte toplumlar, üretimde

verimlilik artışı sağlayarak gıda gereksinimlerini karşılamanın yanı sıra tarıma dayalı sanayiye hammadde temin etmiş, dış ticaretin gelişmesine katkıda bulunmuşlardır.

Dünya nüfusunun hızla artması ve bu nüfusun giyinme, barınma ve beslenme gibi temel ihtiyaçlarının karşılanması için tarımsal üretimde birim alandan alınan ürünün artmasını zorunlu hale getirmiştir. Buna paralel olarak sanayinin her geçen gün gelişmesi ve tarımda makineleşme ile birlikte tarımsal üretimde verimi artırmak amacıyla gübre, ilaç gibi kimyasal girdi kullanımını da artmıştır. 1970'li yıllarda doğal kaynaklar taşıyamayacağından fazla yükü yüklenerek kirletilmiştir. Doğal kaynakları kaybetme riskiyle karşılaşan insanoğlu, birim alandan alınan ürün miktarını artırma ile doğal kaynakların sürdürülebilirliği sağlama arasında tercih yapmak zorunda kalmıştır (Hasdemir, 2011).

Doğal dengenin bozulması ile birlikte insan, bitki ve hayvan sağlığı da tehlikeye atılmıştır. Bunun sonucunda entansif tarım faaliyetlerinin yoğunlaşmasıyla birlikte ortaya çıkan riskler, bilim çevreleri, kamu kurum ve kuruluşları ile sivil toplum kuruluşlarını tarımsal üretim yöntemlerinde farklı arayışlara yönlendirmiştir (Ersun ve Arslan, 2010). Bu farklı arayışlar arasında organik tarım, ekolojik tarım ve iyi tarım gibi yöntemler sayılabilir (Türkmen, 2007). Bu yöntemlerden biri olan İyi Tarım Uygulamaları (Good Agricultural Practices), Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'ne (FAO) göre "Tarımsal üretimin üretim ve pazarlama aşamalarının izlenilebilir, sürdürülebilir ve kırsal bölgelerdeki kalkınmaya yararlı olarak uygulanması düşünülen sistemleridir" şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim, 2019a). Ayrıca İyi Tarım Uygulamaları, çiftçileri, pazara diğer bir ifadeyle tüketicilere yönelik güvenilir tarım ürünlerini üretmeye teşvik etmeyi amaçlamaktadır (Pongvinyoo, 2015). İyi Tarım Uygulamaları; planlı olarak gerçekleştirilen ve üretimin başlangıcından sonuna kadar her aşamasının kayıtlı olması, AR-GE çalışmalarının sürdürülmesi, elde edilen ürünlerin piyasaya sunulması ve tüketicilerin güvenilir gıdalara güvenle ulaşabilmeleridir (İçel, 2007).

Son yıllarda çevre korumaya yönelik politikaların oluşturulması, üretici ve tüketicilerin bilinçlenmesi, sivil toplum kuruluşlarının sağlık ve çevrenin önemine vurgu yapan etkinlikler düzenlemesi İyi Tarım Uygulamalarının önemini artırmaktadır. Ürün verimini artırırken doğal kaynakları ve gelecek nesilleri düşünmeden uygulanan tarım yöntemlerinin yerini insan, bitki, hayvan ve çevreye zarar vermeyen sistemlerin alması, insanlığın geleceği için atılmış önemli adımlardandır (Doğan, 2017).

Dünyada 2015 yılı itibarıyla GLOBALGAP kapsamında 120 ülkede, 160452 sertifikalı üretici bulunmaktadır (GLOBALGAP Annual Repor, 2015). Dünyadaki kıta ve bölgelere göre en fazla payın Avrupa'ya (65.4) ait olduğu görülmektedir. Avrupa'yı sırasıyla Güney Amerika (%11.7), Afrika (%11.2) ve Asya (%9.3) takip etmektedir. En az pay ise Kuzey Amerika (%1.4) ve Okyanusya (%0.9) ülkelerine aittir. İyi Tarım Uygulamaları Türkiye'de 2003 yılında uygulanmaya 102 çiftçi ile başlanmış ve 2017 yılında sertifikalı üretici sayısı 72236 çiftçiye ulaşmıştır (Anonim, 2019b).

İyi Tarım Uygulamaları ile doğal çevrenin korunması ve geliştirilmesi, tarımsal üretimde kirliliğin azaltılması ve bunun için yasal önlemler alınması, sanayi atıklarının (özellikle zehirli kimyasal atıkların) yüzey sulara drene edilmesinin engellenmesi, hayvanların (evcil/yabani) refahını artıracak doğal ortamın hazırlanması, tarımsal üretimde kullanılan girdilerin insan, bitki, hayvan ve çevreye zarar vermeyecek düzeyde programlanması özellikle toprak, su, hava kirliliğinin azaltılması hedeflenmektedir. Bunun yanı sıra üretimde verimliliğin artırılması ve sürdürülebilirliğin sağlanması da amaçlanmaktadır.

İyi Tarım Uygulamaları ile üreticiler, üretilen ürünlerin dış pazarda tercih edilmesi, aynı rekabet koşullarında diğer üreticilere göre üstünlük sağlaması, perakendecilerle anlaşmaların kolaylaşması, güvenilir, kaliteli gıdaların üretilmesine imkân sağlaması, maliyetlerin azalması, üretici gelirinin artması gibi faydalar sağlamaktadırlar. Bu uygulamalar tüketicilere, kaliteli, sağlıklı, güvenilir ürün tüketme, gıda kaynağı hakkında gerekli bilgiye sahip olma, gelecekte sağlıklı bir yaşam sağlama güveni, entansif ürünlerle İyi Tarım Uygulamaları sonucu üretilen ürünler arasında tercih yapabilme imkânı verir. İyi Tarım Uygulamaları perakendecilerin, sözleşmeli üretim yapabilme, tüketicinin bu uygulamalarla üretilen ürünlere olan güveni sayesinde talepte olan artış, ürünlerine daha kolay pazar bulma, ürünlerini daha kolay pazarlayabilme ve bu sayede gelirlerinde artış ile birlikte yaşam standartlarını yükseltmelerini sağlar. İhracatçılar ise kaliteli, sağlıklı ürün ile dış pazardan aldıkları payı artırarak daha geniş kitlelere hitap edebilirler. Gıdanın izlenilebilirliği ve sağlıkla ilgili risklerinin azaltılması ile artan talepler sayesinde daha fazla kar elde edebilirler. İyi Tarım Uygulamaları üretici ve tüketicilerin çevre bilincinin gelişmesi, çevreye karşı sorumluluğun artması,

doğal yaşamın ve biyolojik çeşitliliğin korunması, korumacı yönetim planının uygulanması gibi faydalar sağlamaktadır (Anonim, 2019b). Tüm bu faydalar İyi Tarım Uygulamalarının önemini artırmaktadır. Türkiye’de İyi Tarım Uygulamalarının ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi (Eryılmaz ve ark., 2019), bağcılıkta (Alemdar ve ark., 2019), zeytin yetiştiriciliğinde (Bayyığıt, 2018) meyve bahçelerinde (Demirbaş, 2019) yapılan uygulamaların sonuçlarının değerlendirildiği birçok çalışma bulunmaktadır. Ülke genelinde yapılan çalışmaların sayısı artırılarak GAP’a katılan çiftçi sayısını artırılmasına katkı sağlanacaktır.

Bu çalışmada Kahramanmaraş ilinde çiftçilerin İyi Tarım Uygulamalarına katılma istekliliklerini etkileyen değişkenlerin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Kartalkaya Barajıyla başlayıp Sır Barajına kadar devam eden bölümdeki Aksu nehrinin geçtiği Pazarcık, Kahramanmaraş Merkez ve Türkoğlu ilçeleri araştırmanın kapsamını oluşturmaktadır. Aksu nehri Karaçay ve Erkenez çayları ile beslenmektedir. Araştırmada örnek hacmi “Oransal Örneklem Yöntemi” (Newbold, 1995) ile 236 olarak belirlenmiştir. Maksimum örnek hacmine ulaşmak için  $p=0.5$  alınmalıdır. 0.5’ten daha az veya daha yüksek  $p$  değerleri örnek hacmini düşürmektedir. Maksimum örnek hacmiyle çalışmak olası hatayı azaltacağından  $p=0.5$  alınmıştır.

$$n = \frac{N * p * (1 - p)}{(N - 1) * \sigma_p^2 + p * (1 - p)} \quad (1)$$

Formülde; n:Örneğin büyüklüğünü, N:Popülasyondaki işletme sayısını,  $\sigma_p^2$ :Oranın varyansını, r: Ortalamadan sapmayı (%5),  $Z_{\alpha/2}$ : z cetvel değerini (1.645), p:İşletme sayısının popülasyondaki oranını göstermektedir.

$$\sigma_p^2 = \left(\frac{r}{Z_{\alpha/2}}\right)^2 = \frac{0.05}{1.645} = 0.000924 \quad (2)$$

$$n = \frac{1912 * 0.5 * 0.5}{1911 * 0.000924 + 0.5 * 0.5} \cong 236 \quad (3)$$

Burada %90 güven aralığında ( $z=1.645$ ) ve ortalamadan %5 sapma ile anket yapılacak örnek işletme sayısı 236 olarak hesaplanmıştır.

### 2.1. Binomial Logit modeli

Sınırlı Bağımlı Değişken Modelleri’nden logit model, bağımlı değişkenin iki durumu göstermesi halinde kullanılmaktadır. Bu modellerde bağımlı değişken bir durumun gerçekleşmesi halinde “1”, gerçekleşmemesi halinde ise “0” değerini almaktadır (Gujarati, 2006). "Logit modelde bağımlı değişken, ölçülebilir ve kukla bağımsız değişkenlerle ilişkilendirilir." (Miran, 2018)

$$P_i = E(Y = 1 | X_i) = \alpha + \beta X_i \quad (4)$$

$$P_i = E(Y_i = 1 | X_i) = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta X_i)}} \\ = \frac{1}{1 + e^{-Z_i}} \quad (5)$$

Burada:  $Z_i = \alpha + \beta X_i$  'dir (Gujarati 2006).

$P_i$ , bağımsız değişkenin  $i$ -nci bireyinin belirli bir tercihi yapma olasılığını ifade etmektedir. Modelin kullanılabilirliği,  $k$  serbestlik derecesinde, Likelihood Ratio (LR ( $k$ )) testi ile test edilebilir (Gujarati, 2006).

Logit modelde katsayılar doğrudan, bağımsız değişkenlerdeki bir değişimin bağımlı değişkenin beklenen değeri üzerindeki etkisi olarak yorumlanamamaktadır. Katsayının işareti bağımsız değişken ile olayın gerçekleşme olasılığı arasındaki ilişkinin yönünü gösterir. Modeldeki bağımsız değişkenlerin bir kısmı, olayın gerçekleşme olasılığı (İyi Tarım Uygulamalarına katılma istekliliği) ile pozitif yönlü, bir kısmı ise negatif yönlü ilişki içerisindedir. Logit modelde katsayı yorumlarının yapılabilmesi için bağımsız değişkenlerin ortalamaları değerlendirmeye katılarak marjinal etkiler hesaplanmaktadır:

Bu çalışmada çiftçilerin İyi Tarım Uygulamalarına katılma istekliliklerini etkileyen faktörler ile İyi Tarım Uygulamaları hakkındaki bilgi sahibi olmasını etkileyen faktörlerin analiz edilmesi amacıyla Binomial Logit Modeli kullanılmıştır.  $y=1$  durumunda çiftçinin İyi Tarım Uygulamalarına katılmaya istekli,  $y=0$  durumunda ise çiftçinin İyi Tarım Uygulamalarına katılmaya istekli olmadığını ifade etmektedir. Bu amaçla bağımsız değişken olarak; yaş, eğitim, birey sayısı, arazi varlığı, gelir, tarım dışı işte çalışma durumu, duyarlılık, kirli veya temiz bölgede üretim yapma durumu ve Tarım ve Orman Bakanlığı il/ilçe müdürlükleri ile görüşme sıklığı kullanılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Çiftçilerin ortalama yaşları 52.70 yıl, tarımsal üretim tecrübeleri ortalama 29.80 yıl ve eğitim süreleri 6.65 yıl olarak belirlenmiştir. Ankete katılanların ailelerinde ortalama 4.71 birey bulunmakta ve bu bireylerin 1.72'si tarımsal üretimde fiilen çalışmaktadır "Çizelge 1". Antalya ilinde çiftçilerin ailelerindeki birey sayısı (4.33), İyi Tarım Uygulamalarına katılmayanlarınkinden (4.51) düşüktür (Sayın, vd., 2015). Çiftçilerin geliri 700 TL/yıl ile 500000 TL/yıl arasında değişmekte olup ortalama 75102.27 TL/yıl, 2014 yılına ait borç miktarı ise ortalama 55093.46 TL olarak tespit edilmiştir. Ankete katılanların ortalama arazi varlığı ise 188.19 da olarak hesaplanmıştır "Çizelge 1".

Çizelge 1.Çiftçilerin sosyo-ekonomik özellikleri

Değişkenler	Min.	Max.	Ort.	Std. Sapma
Yaş (yıl)	20	77	52.70	12.61
Tecrübe (Yıl)	1	60	29.80	13.70
Eğitim (Yıl)	0	15	6.65	2.98
Birey sayısı (Kişi)	2	15	4.71	2.00
Tarımda çalışan kişi sayısı	1	7	1.72	1.01
Gelir (TL/yıl)	700	500 000	75102.27	103913.54
2014 yılındaki borç miktarı (TL)	100	600 000	55093.46	89174.09
Arazi varlığı (da)	2	2 520	188.19	314.50

Ankete katılanların %89.0'unun sosyal güvencesi, %47.3'ünün kooperatif ve %29.4'ünün ise üretici birliğine üyeliği bulunmaktadır "Çizelge 2". Tokat ilinde %69.0'u (İkikat Tümer, 2011a), TRAI Bölgesinde (Erzurum, Erzincan ve Bayburt illeri) %28.7'si (İkikat Tümer, 2011b) ve Samsun ilinde çiftçilerin %59.0'u (Bayraktar, 2018) kooperatife üyedir. Çiftçilerin %71.0'i tarım dışı bir işte çalışmakta, %43.7'sinin borcu bulunmaktadır. Ankete katılanların %87.3'ü İyi Tarım Uygulamalarına katılmak istediğini ifade etmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Çiftçilere ait bazı özellikler (%)

Özellikler	Hayır	Evet
Sosyal güvence	11.0	89.0
Kooperatife üyelik	52.7	47.3
Üretici birliğine üyelik	70.6	29.4
Tarım dışı bir işte çalışma durumu	29.0	71.0
2014 yılına ait borç	56.3	43.7
İyi Tarım Uygulamalarına katılma isteği	12.7	87.3

### 3.1 Çiftçilerin İyi Tarım Uygulamaları istekliliklerini etkileyen faktörlerin Binomial Logit Modeli ile analizi

Çiftçilerin İyi Tarım Uygulamalarına katılmalarında istekli olmalarını etkileyen değişkenlerin belirlenmesi amacıyla Binomial Logit Modelinden faydalanılmıştır. Modelde İyi Tarım Uygulamalarına katılma isteyenler ( $y=1$ ) ve istemeyenler ( $y=0$ ) bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Binomial Logit modelin  $LR\chi^2(10)$  değeri ( $p=0.000$ ) istatistiksel olarak modelin kullanılabilir olduğunu göstermektedir “Çizelge 3”.

Analiz sonucuna göre istatistiki açıdan önemli olan değişkenler yorumlanmıştır. Model sonucuna göre İyi Tarım Uygulamalarına katılma istekliliği ile hane halkı birey sayısı, tarım dışı işte çalışma durumu ve üretim yapılan bölgenin temiz veya kirli olma durumu arasında negatif yönlü, arazi varlığı ve Tarım ve Orman Bakanlığı il/ilçe müdürlükleri ile görüşme sıklığı arasında pozitif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.

Çiftçilerin hane halkı birey sayısı, İyi Tarım Uygulamalarına katılma istekliliğini negatif yönde etkilemektedir. Bu durum istatistiki açıdan önemlidir ( $p<0.10$ ). Bu sonuca göre hane halkı birey sayısı 4 ve daha fazla olanların, 4 bireyden daha az olanlara göre İyi Tarım Uygulamalarına katılma istekliliği %8.2 azalmaktadır. Çiftçilerin ailelerindeki kişi sayısının artması durumunda aile bireylerine yapılacak olan harcamaların artacağı düşüncesiyle İyi Tarım Uygulamalarına katılma konusunda isteksiz davranmaktadırlar. Ankete katılanlar ailedeki birey sayısını ve onların gıda, eğitim gibi masraflarını düşünerek tasarruf eğilimi içerisine girmektedirler “Çizelge 3”.

Ankete katılanların arazi varlığı (50-199 da ile 200 da ve daha fazla), İyi Tarım Uygulamalarına katılma istekliliğini pozitif yönde etkilemektedir. Arazi varlığı 50-199 da arasında ve 200 da daha fazla olanların 50 da'dan daha az olanlara göre İyi Tarım Uygulamalarına katılma istekliliği sırasıyla %10.8 ( $p<0.05$ ) ve %10.9 ( $p<0.10$ ) fazladır. Kısaca arazi varlığı büyük olan işletmelerin küçük olan işletmelere göre İyi Tarım Uygulamalarına katılma istekliliği daha fazladır. Arazi varlığı 50 dekardan fazla olan çiftçilerin mevcut varlıklarını garantiye almak istedikleri için bu tür faydalı üretim yöntemleri ile daha fazla tüketiciye ulaşmak ve gelirlerini artırmak istemektedirler “Çizelge 3”. Trakya bölgesinde de arazi büyüklüğü arttıkça İyi Tarım Uygulamaları istekliliğinin arttığı belirlenmiştir (Aydın, ve ark., 2015)

Tarım dışı işte çalışma durumu, çiftçilerin İyi Tarım Uygulamalarına katılma istekliliğini negatif yönde etkilemektedir. Buna göre tarım dışı işte çalışanların çalışmayanlara göre İyi Tarım Uygulamalarına katılma istekliliği %9.7 azalmaktadır ( $p<0.05$ ). Tarım dışı işte çalışanlar bu işten elde ettikleri gelirlerine güvenmekte ve tarımsal üretimde yenilikleri benimsemeyi istememektedirler “Çizelge 3”.

Tanrıverdi ve ark. (2010), Ceyhan Nehri havzasının yüzey su kalitesini araştırmak amacıyla 3 aylık periyotlarla 31 istasyonda suyun 13 fiziko-kimyasal parametresini incelemişler ve analizler sonucunda araştırma bölgesinin en yüksek pH değeri ve en fazla iletkenliğe sahip olduğunu belirlemişlerdir. İletkenliğin ve pH değerinin yüksek olmasını ise sanayi atıklarının, artan nüfus ile birlikte evsel atıkların Erkenez çayı ve Aksu nehrine drene edilmesi olabileceğini ifade etmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçlarından yola çıkılarak araştırma bölgesi kirli ve temiz olmak üzere ikiye ayrılmıştır.

İyi Tarım Uygulamalarına katılma istekliliği ile temiz/kirli (kirli:0, temiz:1) bölgede üretim yapma durumu arasında zıt yönlü bir etki söz konusudur. Bu durumda temiz bölgede üretim yapanların kirli bölgede üretim yapanlara göre İyi Tarım Uygulamalarına katılma istekliliği %9.1 azalmaktadır ( $p<0.05$ ). Kirli bölgedeki çiftçiler İyi Tarım Uygulamaları, organik tarım gibi uygulamalarla çevre kirliliğinin azaltılması ya da önlenmesine katkı sağlayacaklarını düşünmekte ve İyi Tarım Uygulamalarına katılmayı istemektedirler “Çizelge 3”. Bu sonuç İyi Tarım Uygulamalarının hedefleri ile örtüşmektedir. Diğer bir ifadeyle İyi Tarım Uygulamalarının doğal çevrenin korunması, tarımsal üretimde kullanılan girdilerin insan, bitki, hayvan ve çevreye zarar vermeyecek düzeyde programlanması özellikle toprak, su, hava kirliliğinin azaltılması hedeflerini desteklemektedir. Çiftçilerin Tarım ve Orman Bakanlığı il/ilçe müdürlükleri ile görüşme sıklıkları, İyi Tarım Uygulamalarına katılma istekliliğini pozitif yönde etkilemektedir. Çiftçilerin Tarım ve Orman Bakanlığı il/ilçe müdürlükleri personeli ile görüşme sıklığı arttıkça çiftçilerin İyi Tarım Uygulamalarına katılma istekliliği %7.3 artmaktadır ( $p<0.01$ ).

İyi Tarım Uygulamaları, organik tarım gibi uygulamaların yayılmasında kurum çalışanlarının bu pozitif etkisi ile olumlu sonuçlar alınabilecektir. Bu sonuç İyi Tarım Uygulamalarının çevrenin



korunması, toprak, su ve hava kirliliğinin azaltılması hedefine ulaşmada oluşturulacak politikaların yayılmasında önemli paya sahip olacaktır.

Çizelge 3. Binomial Logit modelinin tahmini parametre değerleri ve modeldeki değişkenlerin marjinal etkileri

Bağımsız Değişkenler	Katsayı	Std. Hata	Marjinal Etki	Std. Hata
Sabit	2.722*	1.396		
Yaş (yıl)	-0.023	0.019	-0.002	0.001
Eğitim (<8:0, 8≥:1)	0.705	0.575	0.062	0.045
Birey (<4:0, 4≥:1)	-0.939*	0.527	-0.082*	0.040
Arazikat2 (50-199 da)	1.125**	0.554	0.108**	0.051
Arazikat3 (200-+ da)	1.374*	0.773	0.109*	0.051
Gelir (TL/yıl)	-0.791	0.579	-0.082	0.063
Tarım dışı işte çalışma	-1.159**	0.560	-0.097**	0.038
Duyarlılık	-0.163	0.290	-0.016	0.028
Kirli / Temiz bölgede üretim yapma (Kirli bölge:0, Temiz bölge:1 )	-0.896**	0.446	-0.091**	0.046
Tarım ve Orman Bakanlığı il/ilçe müdürlükleri ile görüşme sıklığı	0.746***	0.267	0.073***	0.026
En yüksek olabirlik fonksiyonu		-80.0355		
LR $\chi^2$ (10)		29.8277*		

Not:\*\*\*: %1, \*\*: %5, \*: %10 düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

#### 4. Sonuç

Çiftçilerin İyi Tarım Uygulamalarına katılmalarında istekli olmalarını etkileyen değişkenlerin belirlenmesi amacıyla Binomial Logit Modelinden faydalanılmıştır. Analiz sonucuna göre İyi Tarım Uygulamalarına katılma istekliliği ile hanehalkı birey sayısı, tarım dışı işte çalışma durumu ve üretim yapılan bölgenin temiz veya kirli olma durumu arasında negatif yönlü, arazi varlığı ve Tarım ve Orman Bakanlığı il/ilçe müdürlükleri ile görüşme sıklığı arasında pozitif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.

Gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmak için çiftçiler doğal çevreyi korumak, toprak, hava, su kirliliğini azaltmak için tarımsal faaliyetleri bilinçli olarak yürütmek zorundadırlar. Çiftçiler sürdürülebilir olmayan ve sadece kar odaklı faaliyetler yerine organik tarım, iyi tarım ve ekolojik tarım gibi yöntemleri tercih etmelidirler.

Çiftçilerin ailelerindeki kişi sayısının artması ve işletmelerinin küçük olması durumunda çiftçiler İyi Tarım Uygulamalarına katılma konusunda isteksiz davranmaktadırlar. Tarım ve Orman Bakanlığı il/ilçe müdürlükleri ile görüşme sıklıkları arttıkça İyi Tarım Uygulamalarına katılma istekliliği de artmaktadır. Bu nedenle aile birey sayısı fazla, küçük işletme sahibi olanlarla Tarım ve Orman Bakanlığı il/ilçe müdürlükleri ile görüşme sıklıkları artırılmalıdır. Çiftçilere bu kurum aracılığıyla İyi Tarım Uygulamaları, organik tarım ve ekolojik tarım gibi uygulamalar hakkında bilgi verilmelidir. Bunun yanı sıra tarımsal üretimde yeniliklerin yayılması ve benimsenmesi aşamasında Bakanlık personelinin yardımları alınmalıdır.

Araştırma sonuçlarına göre toprak, su ve hava kirliliğinin olduğu bölgelerde çiftçiler İyi Tarım Uygulamaları, organik tarım gibi uygulamalarla çevre kirliliğinin azaltılması ya da önlenmesine katkı sağlayacaklarını düşünerek İyi Tarım Uygulamalarına katılmayı istemektedirler. Toprak, su ve hava kirliliğinin henüz tespit edilmediği bölgelerde kirliliğin tespit edilmesi için gerekli çalışmalar yapılmalıdır. Ayrıca kirliliğin belirlendiği bölgelerdeki çiftçilere İyi Tarım Uygulamaları ve organik tarım gibi çevreye zarar vermeyen uygulamalar hakkında bilgi verilmeli ve farkındalık oluşturulmalıdır.

## Kaynakça

- Alemdar, Ö., Akkurt, M. & Ataseven, Y. (2019). Bağcılıkta İyi Tarım Uygulamaları Hakkında Üreticilerin Bilgi Düzeyinin İncelenmesi: Manisa İli, Salihli İlçesi Araştırması, *OMÜ Zir. Fak. Derg.* 7 (1), 151–159.
- Anonim, (2019a). Guidelines “Good Agricultural Practices for Family Agriculture”. <http://www.fao.org/3/a-a1193e.pdf>. Erişim Tarihi:22.05.2019.
- Anonim, (2019b) *İyi Tarım Uygulamaları İstatistikleri*, Erişim Tarihi: 22.05.2019. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Iyi-Tarim-Uygulamalari/Istatistikler>
- Aydın, B., Özkan, E., Aktürk, D., Kiracı, M.A., & Hurma, H., (2015). *Kırklareli, Edirne, Tekirdağ ve Çanakkale İllerinde Üreticilerin İyi Tarım Uygulamalarına Yaklaşımı ve Uygulamaların Ekonomik Analizi*. Proje Sonuç Raporu. Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Yayın No:TAGEM 2015-4.
- Aydın Eryılmaz, G., Kılıç, O. & Boz, İ. (2019). Türkiye’de Organik Tarım ve İyi Tarım Uygulamalarının Ekonomik, Sosyal ve Çevresel Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi, *YYÜ Tar Bil Derg*, 29 (2), 352-361.
- Bayyigit, İ. (2018). *Mardin İli Zeytin Yetiştiriciliğinde İyi Tarım Uygulamaları Potansiyelinin Değerlendirilmesi*, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Şanlıurfa, 84s.
- Bayraktar, A. (2018). *Üreticilerin Tarımsal Mücadele İlaçlarını Bilinçli Bir Şekilde Kullanmalarını Etkileyen Faktörler: Samsun İli Çarşamba İlçesi Örneği*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, sy.67, Samsun.
- Demirbaş, N. (2019). İyi Tarım Uygulamaları ile Meyve Bahçelerinde Ortaya Çıkan Üretim, Hasat ve Hasat Sonrası Kayıpları Azaltılabilir mi?, *XII. IBANESS İktisat, İşletme ve Yönetim Bilimleri Kongreler Serisi – Plovdiv / Bulgaristan*, 289-296.
- Doğan, D. (2017). *Üreticilerin iyi tarım uygulamaları istekliliklerini etkileyen faktörlerin analizi: Kahramanmaraş ili örneği*. (Yüksek Lisans Tezi), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü sy:73, Kahramanmaraş.
- Ersun, N., & Arslan, K., (2010). *Türkiye’de Organik Tarım ve İyi Tarım Uygulamaları, Üretim ve Pazarlama Esasları*, İTO Yayınları, Yayın No: 2010-101 İstanbul. 325s.
- GLOBALGAP (2015). *Annual Repor, 2015*. URL [http://www.globalgap.org/uk\\_en/](http://www.globalgap.org/uk_en/). Erişim Tarihi: 29.01.2017.
- Gujarati, D.N. (2006). *Basic Econometrics*. Forth Edition, Mc Graw-Hill, USA.
- Hasdemir, M., (2011). *Kiraz Yetiştiriciliğinde iyi tarım uygulamalarının benimsenmesini etkileyen faktörlerin analizi*. (Phd), Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı. Ankara. 209s.
- İkikat Tümer, E. (2011a). Bitkisel Ürün Sigortası Yaptırma İsteğinin Belirlenmesi: Tokat İli Örneği, *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 42 (2), 153-157.
- İkikat Tümer, E. (2011b). *Erzurum, Erzincan ve Bayburt illerinde (TRA I Bölgesi) üreticilerin riske karşı tutumları ve olası sigorta primlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma*. (PhD), Atatürk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı. Erzurum. 233s, Erzurum.
- Newbold, P. (1995). *Statistics for Business and Economics*, Prentice Hall Inc., USA. Pages 1016.
- Pongvinyoo, P., (2015). *Development of good agricultural practices (GAP) in Thailand: A case study of Thai National GAP selected products*.(PhD), Department of Bioresources Science Graduate School of Biosphere Science Hiroshima University. Thailand. 164s.
- Sayın, B., Çelikyurt, M.A., Kuzgun, M. & Aydın, B. (2015). Antalya ilinde örtüaltı yetiştiriciliği yapan üreticilerin iyi tarım uygulamalarına yaklaşımı, *Derim*, 32 (2), 171-186.
- Tanrıverdi, Ç., Alp, A., Deminrkıran, A.R. & Üçkardeş, F. (2010). Assesment of Surface Water Quality of the Ceyhan River Basin, Turkey, *Environ Monit Asses*, 167, 175-184.
- Türkmen, İ., (2007). *Sürdürülebilir tarım için yöneylem araştırması modelleri*. Yüksek Lisans Tezi.Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Endüstri Mühendisliği ABD. Adana. 78s.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Tarım Bilimleri Dergisi  
(YYU Journal of Agricultural Science)

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Araştırma Makalesi (Research Article)

**Biyocoşunluluk Sıcak Noktası ve Jeolojik Miras Alanı Olan Karstik Peyzajların Zamansal Değişimi: Çankırı Jipsli Tepeleri**

Ali Uğur ÖZCAN<sup>1</sup>, İbrahim AYTAŞ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 18000, Çankırı, Türkiye

\*Sorumlu yazar e-posta: auzocan@gmail.com

**Makale Bilgileri**

Geliş: 26.06.2019  
Kabul: 31.10.2019  
Online Yayınlanma 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.582372

**Anahtar kelimeler**

Çankırı,  
Dolin,  
Jeolojik miras,  
Jips,  
Peyzaj değişimi.

**Öz:** Jipsli topraklar dünyada geniş alanlara yayılmış olup jeolojik ve biyolojik çeşitlilik açısından özel alanlardır. Jipsli alan habitatları ve jeolojik yapısı, jips içeriğinden dolayı kırılgandır. Bu bölgeler, arazi kullanım değişiklikleri, hayvancılık, otlama, su kaynaklarının aşırı kullanımı gibi insan faaliyetleri tarafından tahrip edilmektedir. Bu çalışmada; Çankırı'daki jeolojik, ekolojik, biyolojik ve paleontolojik bakımdan önem taşıyan jipsli alanların 2008-2014 yılları arasındaki peyzaj değişimi analiz edilerek, bölgedeki jeolojik miras alanlarına (dolin gölleri gibi) ve hassas endemik bitki türlerine olan tehdidin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, 2008 yılı için ortofoto görüntüleri ve 2014 yılı için Göktürk-2 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçları tarım alanı ve yerleşim alanının arttığını, buna karşın dolinlerin, mera ve çayırılık-otlak alanların azaldığını göstermiştir. Biyocoşunluluk ve jeolojik miras için önemli olan jipsli bölgeler, kısa sürede bile ciddi zararlar görebilmektedir. Sonuç olarak, jipsli toprakları korumak için hızlı bir şekilde önlem almak gerekmektedir.

**Temporal Landscape Change in Biodiversity Hotspot and Geological Heritage Karst Landscapes: Çankırı Gypsum Hills Case**

**Article Info**

Received: 26.06.2019  
Accepted: 31.10.2019  
Online Published 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.582372

**Keywords**

Çankırı,  
Doline,  
Geological heritage,  
Gypsum,  
Landscape change.

**Abstract:** Gypsum soils spread over large areas in the world and are specific areas in terms of geological and biodiversity. Habitats and geological structure of gypsum region are fragile due to contents of gypsum. This regions is forced by human activity such as land use changes, livestock grazing, overuse of water resources. In this study; it is aimed to reveal the threats to the geological heritage sites (such as dolin lakes) and sensitive endemic plant species in gypsum region by analyzing the landscape change between 2008-2014 in this region of Çankırı-Turkey where are important in terms of geological, ecological, biological and paleontological aspects. In this direction, aerial photographs for 2008 and Göktürk-2 satellite image for 2014 were used. The results of study showed that increased agriculture areas and settlements, on the other hand decreased dolines, grasslands and meadows. The gypsum regions, which are important for biodiversity and geological heritage can suffer significant damage even in a short period of time. Consequently, it is necessary to take immediately measures to protect gypsiferous soils.

## 1. Giriş

Jipsli ana kayanın neden olduğu olumsuz fiziksel ya da kimyasal etkilerle birlikte, jipsli toprakların endojen özellikleri nedeniyle, jipsofil bitki türleri, kuraklığa karşı su rekabetini azaltarak nem stresini de azaltmaktadır. Bu noktada, bitki gelişimine elverişli olmayan çoğunlukla kurak bölgelerdeki birçok endemik türün ekstrem koşullara sahip çıplak jipsli yapıya adapte olması, bitki biyoçeşitliliğinin artmasında etkili olabilmektedir (Ketenoglu ve ark., 2000; Akpulat ve Çelik, 2005; Perez-Garcia ve ark., 2018). Bu ve benzeri etkenler neticesinde, bu topraklar, çok sayıda endemik tür içeren eşsiz bitki topluluklarını barındıran önemli bir ekolojik alan olma özelliği kazanmaktadır (Yılmaz, 2012; Casby-Horton ve ark., 2015). Özellikle otsu türlerin bir kısmı, jipsli coğrafyalarda fazlaca yayılış gösteren tehdit altındaki nadir, endemik topluluklardır (Palacio ve ark., 2007; Özdeniz ve ark., 2016). Myers ve ark. (2000), bir bölgenin biyoçeşitlilik sıcak noktası olabilmesi için endemik ve nadir bitki ya da hayvan türlerine ve habitat kaybıyla tehlikesine sahip olmak üzere iki önemli koşul belirtmiştir. Örneğin; Çankırı ilinde yayılış gösteren ve endemik bir tür olan Nezaket kevkesi (*Alyssum nezaketiae*), Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından 2016 yılında eylem planı hazırlanarak koruma altına alınmıştır (Şahin ve Şimşek, 2016). Jipsli topraklara adapte olabilmiş bitki tür sayısının Avrupa, Asya, Avustralya ve Kuzey Afrika coğrafyalarındaki dağılımına bakıldığında ise, Türkiye'nin 173 türle İran'dan sonra ikinci sırada geldiği görülmektedir (Pérez-García ve ark., 2018). Ayrıca jipsli alanlar, zengin florası, eşsiz jeomorfolojik özellikleri ve barındırdıkları fosil yatakları nedeniyle jeolojik ya da ekolojik miras olarak nitelenebilmektedir (Kazancı ve ark., 1999; Yılmaz, 2012; Casby-Horton ve ark., 2015).

Dünya'da hemen hemen bütün kıtalarda bulunmakla birlikte, jipsli topraklar en belirgin olarak Afrika kıtasında yayılış göstermektedir. Afrika kıtasını Güney Asya ve Orta Asya izlemektedir. Avrupa ve Kuzey Amerika ise jipsin en az yayılış gösterdiği kıtalardır. Çin, Somali ve Cezayir Dünya'daki jipsli alanların yaklaşık olarak % 45'ine sahiptir. Türkiye'de ise jipsli topraklar 64.2 km<sup>2</sup> alana yayılmıştır ve Dünya'daki oranı sadece % 0.1'dir (FAO, 2018). Türkiye'de jipsli oluşumların yayıldığı bölgeler oldukça dağınık ve genelde adalar şeklindedir. Buna paralel olarak, jips karstı da oldukça yaygındır (Doğan, 2002). Jipsli topraklar Sivas, Erzincan, Kayseri, Malatya, Ankara, Eskişehir, Afyon ve Çankırı-Çorum bölgelerinde görülebilmektedir (Özdeniz ve ark., 2016).

Jipsli yapıdaki karstik alanların en önemli oluşumlarının başında ise dolin sahaları gelmektedir (Sauro, 2003; Öztürk ve ark., 2015). Tanım itibarıyla dolinler; çapları birkaç metreden 1 km'ye kadar değişiklik gösteren dairesel ya da yarı dairesel karstik şekillerdir (Ford ve Williams, 2007). Dolinler herhangi bir karstik bölgenin hidrojeolojik, tektonik ve jeomorfolojik gelişiminin açıklanması bakımından önemli oluşumlar olması nedeniyle titizlikle incelenmesi gereken nadir peyzaj elemanlarıdır. Çünkü jeomorfoloji, topografya, iklim, yeraltı suyu gibi birçok faktörün dolin gölleri ve çevresiyle olan etkileşiminden dolayı, bu göllerin dağılışı, morfolojisi ve yoğunluğu sürekli gelişim ve değişim gösterebilmektedir (Öztürk ve ark., 2015). Yılmaz'a (2012) göre; dolinler kendine özgü karakteri, ölçüğü, güzelliği ve farklılığı nedeniyle küresel ölçekte nadir örneklerden biridir ve dolin sahaları; (1) toprakların jeolojisini ve jeomorfolojisini tanımlama açısından bilimsel, (2) benzersiz manzaraların oluşturulması ve alçının karstifikasyon özelliği nedeniyle ziyaretçiler için odak noktası olması bakımından estetik, (3) zengin bitki örtüsü ve artan biyoçeşitliliği nedeniyle ekolojik öneme sahip olan ulusal ve uluslararası düzeyde karakteristik alanlardır.

Türkiye'de jipsli alanların biyoçeşitlilik (Ketenoglu ve ark., 2000; Akpulat ve Çelik, 2005; Acar ve ark., 2012; Özdeniz ve ark., 2016; Şahin ve Şimşek, 2016) değeri dışında, ender karstik oluşumlar ve benzersiz peyzajlar sunması, bu alanların jeolojik miras değerini de ortaya koymaktadır (Waltham, 2002; Doğan, 2005; Doğan ve Özel, 2005; Yılmaz, 2012). Özellikle, Çankırı ve civarındaki bölgelerde bulunan sübsidans dolinleri en önemli jeolojik oluşumların başında gelmektedir. Bu tür dolinler tabandaki jipsin çözünmesine bağlı olarak yüzeydeki oturmalar sonucu meydana gelen, kendine özgü, jipsli karstik yapılardır (Doğan, 2002). Dolin gölleri ve buna benzer diğer eşsiz peyzajların önemine binaen, fosil bilimciler jips sahalarını paleontolojik bakımdan incelemekte ve birçok memeli ve diğer hayvan türleri hakkında keşifler yapmaktadır (Kazancı ve ark., 1999; Mazzini ve ark., 2013; Kaya ve ark., 2016). Bu da, jips sahalarının (dolin göllerinin) paleontolojik miras değerini ortaya koymaktadır.

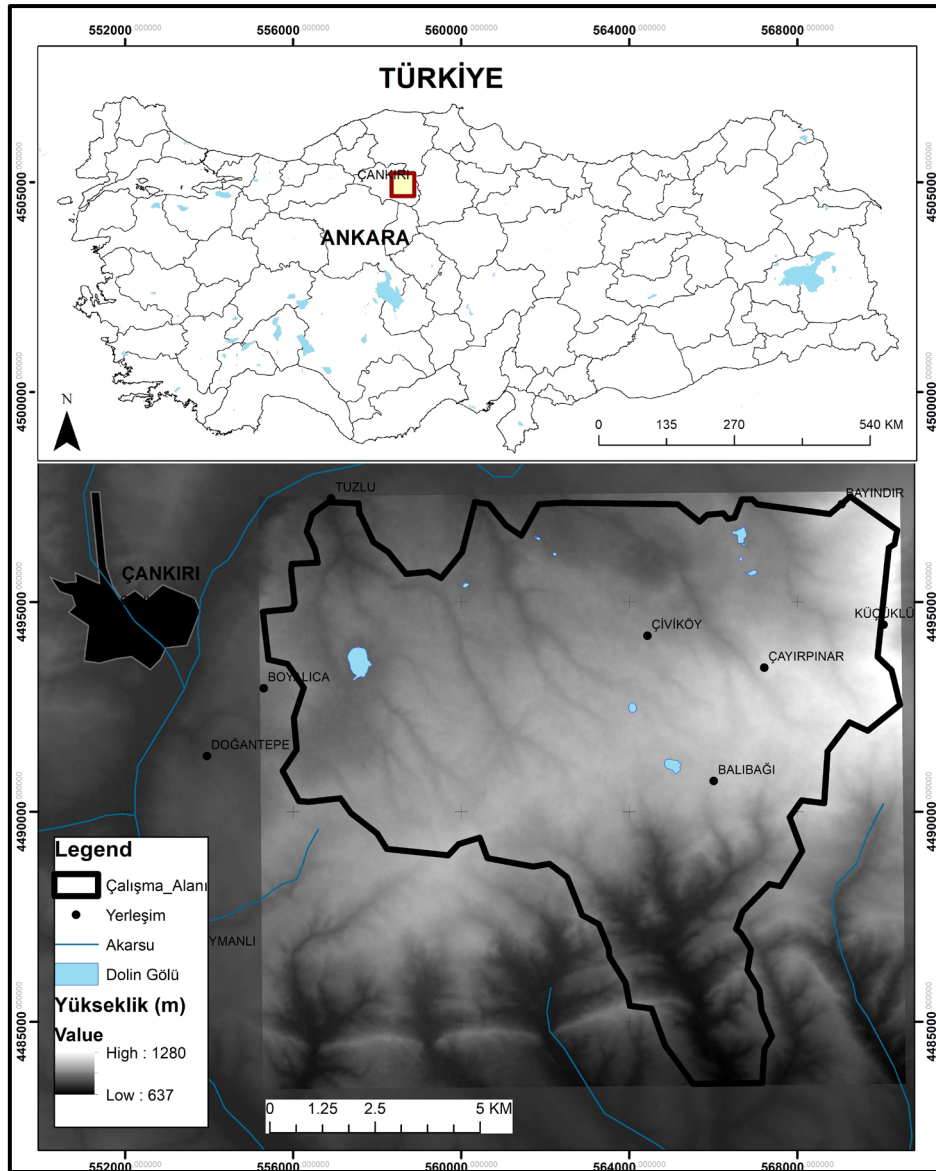
Bu çalışmada jeolojik, ekolojik, biyolojik ve paleontolojik bakımdan önem taşıyan jipsli alanlardaki peyzaj değişiminin belirlenmesi yoluyla, bölgedeki dolin gölleri gibi jeolojik miras

alanlarına ve hassas endemik bitki türlerine olan tehdidin ortaya konulması amaçlanmıştır. Elde edilen bulgular çerçevesinde, miras değeri olan jeolojik karstik peyzajların ve tehdit altındaki jipsofil bitki türlerinin korunması ve gelecek nesillere aktarımını sağlamaya yönelik öneriler sunulmuştur.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Çalışma alanı

Çalışma alanı Türkiye'nin merkezi konumundaki İç Anadolu Bölgesi'nin kuzey kesiminde yer alan Çankırı ilindeki jipsli alanlardır (Şekil 1). Alan; 40° 29' 44" K ile 40° 37' 30" K ve 33° 39' 14" D ile 33° 50' 23" D koordinatları arasında bulunmakta olup, kapladığı alan yaklaşık olarak 124.84 km<sup>2</sup>'dir. Denizden uzaklığı yaklaşık olarak 250 km olan alan, yarı kurak bir iklime sahip olup karasal iklim özellikleri taşımaktadır. İle ait 1929 – 2018 yılları arası ortalama yıllık yağış miktarı yaklaşık olarak 414 mm, yıllık ortalama sıcaklık ise 11.3 °C'dir (MGM, 2019).



Şekil 1. Çalışma alanı (Orijinal kaynak).

Jipsli topraklar (gypsisoller) genellikle kurak ve yarı kurak alanlarda gelişirler (FAO, 1990). Çalışma alanının jeolojik yapısını (Şekil 2), Tersiyer dönemine ait olan eskiden yeniye doğru İncik Formasyonu, Evaporitik zon, Bayındır (Çamlıgüney), Kızılırmak ve Bozkır Formasyonları

oluşturmaktadır. Jeolojik formasyonların dikey kesitinde en altta kıvılcık, alacalı ve boz renkli konglemera, kum taşı ve silt taşlarından oluşan karasal İncik Formasyonu yer almaktadır. İncik Formasyonu, jips tabakaları bol olan Bayındır Formasyonu ile diskordant olarak örtülür (Yoldaş, 1982). Jipsler arasında kum taşı, silt taşı ve çamur taşı seviyeleri görülmektedir. Bayındır Formasyonu üzerindeki Kızılırmak Formasyonu'nda jips yok denecek kadar azdır. Bu formasyon çoğu yerde, vadi yamaçlarında aşınmadan arda kalmış yamalar hâlinde görülür. En üstte yer alan Bozkır Formasyonu, açık yeşilimsi boz renkli ince çamur taşı ara katkıları içeren lâminalı jipslerden oluşmaktadır (Doğan, 2002). Çalışma alanında ağırlıklı olarak kahverengi topraklar, kireçsiz kahverengi topraklar, kahverengi orman toprakları, alüvyal ve kolüvyal toprak grupları bulunmaktadır. Alanda jipsli kayaçların oluşturduğu toprak yapısı hâkimdir. Jipsler (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O) genellikle kil ve marnlarla ardışıklı olarak bulunmaktadır (Tuttu ve Akkemik, 2017).

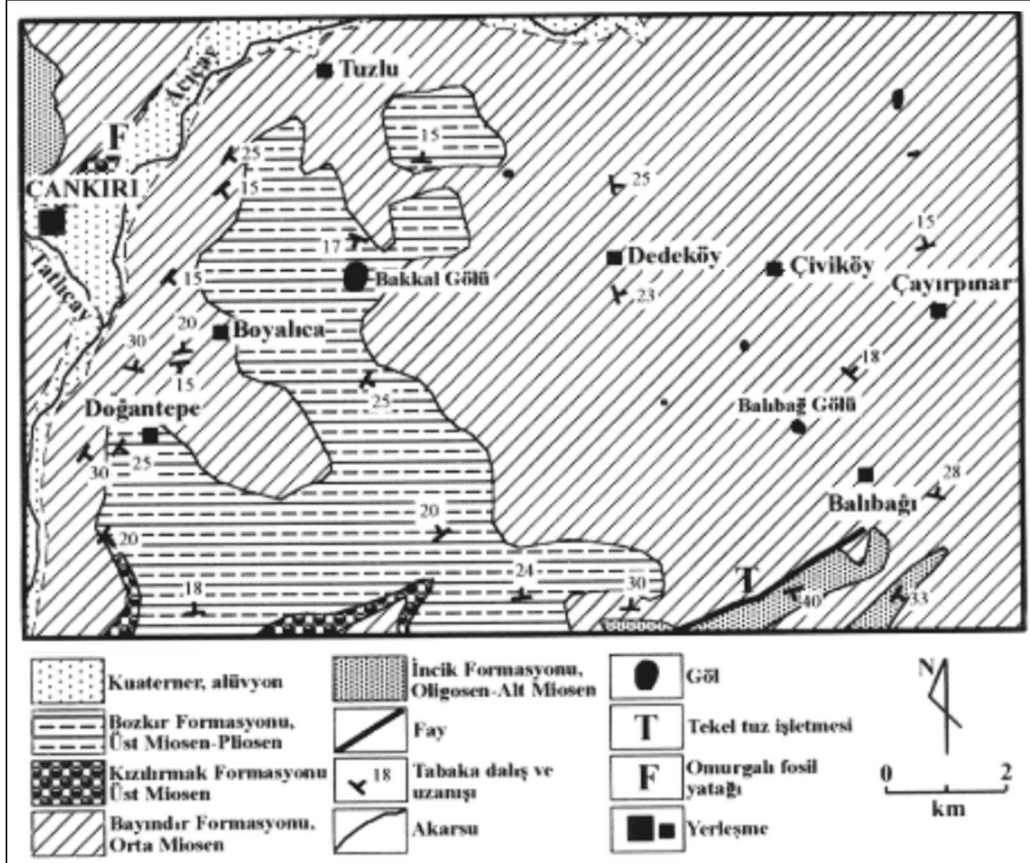
Ülkemizde jipsli formasyonlar ve jips karstı çok fazladır. Çankırı ve çevresinde birçok jips formasyonu yer almaktadır. Bunların en çok görüleni dolinlerdir. Bu bölge incelendiğinde dolinler bazı jipsli alanlarda hiç görülmezken, bazı jipsli arazilerde ise seyrek olarak ve dairesel çukurluklar şeklinde görülmektedir. Alandaki en büyük dolin ise Bakkal Gölü dolinidir (Doğan, 2002).

Çalışma alanı, İran-Turan vejetasyon bölgesi içerisindedir. *Allium eldivanense*, *Alyssum nezaketiae*, *Gypsophila germanicopolitana*, *Helianthemum germanicopolitanum* ve *Tanacetum germanicopolitanum* türleri dünyada sadece Çankırı jipsli tepelerinde yaşamaktadır (Ataol, 2006). Alanda step vejetasyonunu temsil eden başlıca türler; *Astragalus aucheri*, *A. microcephalus*, *A. brachypterus*, *A. karamasicus*, *Genista albida*, *Hedysarum varium*, *Onobrychis armena*, *O. hypargyrea*, *Salvia sclarea*, *S. verticillata*, *S. candidissima*, *Teucrium polium*, *T. chamaedrys*, *Reseda lutea* var. *lutea*, *Morina persica* var. *persica*, *Campanula pinnatifida*, *Globularia orientalis*, *G. trichosantha*, *Moltkia coerulea*, *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *sipyleus*, *Achillea gypsicola*, *Anthemis tinctoria*, *Gypsophila parva*, *Xeranthemum annuum*, *Centaurea solstitialis*, *Scolymus hispanicus*, *Xanthium spinosum*, *Jurinea pontica*, *Scorzonera tomentosa*, *Acantholimon acerosum*, *Veronica multifida*, *Linum tenuifolium*, *Eryngium bithynicum*, *Bupleurum sulphureum*, *Koeleria cristata*, *Bromus tectorum*, *Poa bulbosa*'dır (Ertuğrul, 2011). Ayrıca alanda bulunan düzlüklerde çayır vejetasyonu gelişmiştir. Ertuğrul (2011)'a göre, bu vejetasyon tipini temsil eden bitkilerden bazıları; *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Melilotus officinalis*, *M. alba*, *Lotus corniculatus*, *Medicago x varia*, *M. sativa*, *Coronilla varia*, *Sanguisorba minor*, *Potentilla reptans*, *P. recta*, *Anagallis foemina*, *Stellaria media*, *Taraxacum serotinum* ve *Scandix pectenvenersis*'tir. Çalışma alanı, IUCN Kırmızı Ekosistem Kategorileri ve Kriterleri Listesi Uygulama Rehberi'ne göre tehlike altındaki biyoçeşitlilik ana kriteri altında hem tehlike altındaki türler ve hem de tehlike altındaki ekosistem çeşitliliği alt kriterlerine girmektedir (Ataol, 2006; .Bland ve ark., 2017).

## 2.2. Yöntem

Bu çalışmada, zamansal değişimin belirlenmesi için çalışmanın amacına uygun olarak araştırma alanına ait 2008 yılı ortofoto görüntüleri ve 2014 yılı Göktürk-2 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Çalışmada uydu görüntüsü ve ortofoto görüntüsü kullanıldığı için ayrı ayrı yöntemler kullanılarak arazi kullanımları tespit edilmiştir. Zamansal değişimi ortaya koyabilmek için 2008 yılına ait geometrik düzeltmeleri yapılmış olan yüksek çözünürlüklü ortofoto görüntüleri kullanılmıştır. Beş farklı arazi kullanımı/razi örtüsü (tarım, yerleşim, mera, çayır-otlak ve dolin gölleri) tanımlanarak, ArcGIS 10.3 yazılımı yoluyla manuel yöntemle çizilmiştir. Yani CBS programına aktarılan görüntüler beş farklı arazi kullanımına göre sınıflandırılmıştır. Sınıflandırmanın doğruluğu için meralar ve çayırıklardan arazide kontrol noktası koordinatı, tarım alanları ve yerleşim alanları için ise oluşturulan haritalardan kontrol noktalarının koordinatları alınarak, bu noktaların arazide çapraz kontrolü yapılmıştır. Kontrol noktalarının doğruluğu yaklaşık olarak % 96.7 çıkmıştır. 2014 yılına ait arazi kullanımlarının belirlenmesinde 2.5 metre çözünürlüğe sahip, geometrik düzeltmeleri yapılmış olan Göktürk-2 uydu görüntüsü kullanılmıştır. Arazi kullanımları, Göktürk-2 uydu görüntüsünden kontrollü sınıflandırma yöntemiyle belirlenmiştir. ERDAS yazılımı yardımıyla, öncelikli olarak kontrollü sınıflandırma yapılmış, maksimum benzerlik metodu uygulanarak beş sınıf (tarım, yerleşim, mera, çayırık-otlak ve dolin gölleri) oluşturulmuştur. Çalışma alanından, GPS yardımıyla her kullanım için 30 adet olmak üzere toplamda 150 adet örnekleme noktası alınmış ve doğruluk analizleri

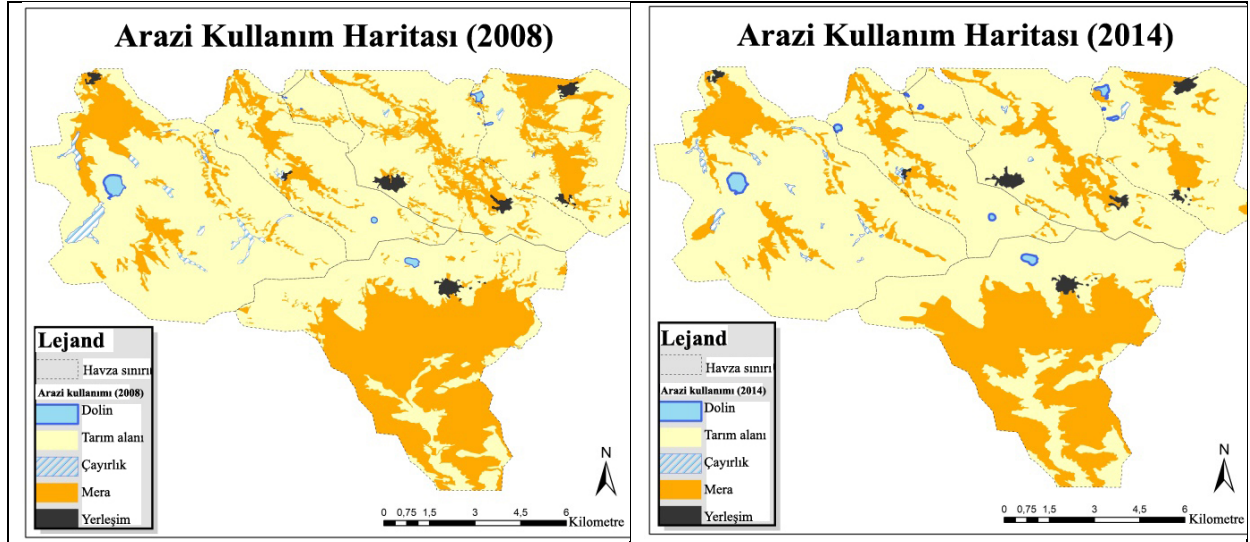
gerçekleştirilmiştir. Herhangi bir uzaktan algılama uygulaması için sınıflandırma doğruluğu değerlendirmesi yapmanın en yaygın yöntemi hata matrisi oluşturmaktır (Foody, 2002). Sınıflandırma sonuçları ile oluşturulan arazi kullanımlarının değerlendirilmesi için genel bir hata matris değeri elde edilmiştir. Bu doğruluk analizine göre sınıflandırma başarısı % 88 ve Kappa değeri 0.92 bulunmuştur. Elde edilen değerler, hem 2008 hem de 2014 yılına ait oluşturulan haritaların yüksek sınıflandırma doğruluğu ile nitelendirildiğini göstermektedir. Oluşturulan her iki arazi kullanım/arazi örtüsü haritası ArcGIS 10.3 yazımına aktarılmış ve bu haritaların alansal ve oransal dağılımları belirlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 2. Çalışma alanını da kapsayacak şekilde bölgenin jeolojik haritası (Doğan, 2002'den alınmıştır)

### 3. Bulgular

Bu çalışmada, Çankırı'nın biyoçeşitlilik sıcak noktası ve jeolojik miras bakımından önemli jipsli alanlarındaki peyzajların zamansal olarak değişimi belirlenerek, bölgedeki dolin gölleri gibi jeolojik miras alanlarına ve hassas endemik bitki türlerine olan tehdit ortaya konulmaya çalışılmıştır. Çalışmada zaman aralığı olarak, 6 yıl gibi kısa bir süre alınmıştır. Bunun en önemli sebebi, kısa vadede değişimin boyutunu daha net anlayabilmektir. Tarımsal peyzajlar gibi insan egemen peyzajlarda arazi bozulumu ve parçalanma, büyük ölçüde mekânsal ve zamansal bozulma düzenine bağlıdır (Wagner ve ark., 2000). Böylece peyzajdaki değişimin nasıl ve nelerden etkilendiği daha iyi analiz edilebilir.



Şekil 3. Arazi kullanım/arazi örtüsü değişim haritaları (2008 - 2014).

Çalışma alanında yer alan karstik peyzajlardaki 2008 yılına ait arazi kullanımları incelendiği zaman; tarım (% 68.5) ve mera (% 29.3) kullanımları alanının büyük bir kısmını oluşturduğu görülmüştür. Bu arazi kullanımlarını çayırılık alanlar (% 0.99), yerleşim (% 0.84) ve dolin gölleri (% 0.43) takip etmektedir (Çizelge 1). 2014 yılına ilişkin arazi kullanımlarına bakıldığında ise yine benzer bir dağılımın olduğu görülmektedir. Bölgedeki zamansal değişime bakıldığında, tarım alanlarının oranı % 71.9'a yükselirken, meralar ise % 26.4'e düşmüştür. Yerleşim alanlarının % 0.89 ile az da olsa arttığı, buna karşılık çayırılık-otlak alanlarının oranının % 0.45'e düştüğü tespit edilmiştir. Dolin göllerinin alansal dağılımı ise % 0.43'tür (Çizelge 1).

Çizelge 1. Dolin sahalarındaki 2008-2014 yılları arası arazi kullanımı/arazi örtüsü değişimi

Arazi Kullanımı	Alan (2008)		Alan (2014)		Fark		
	ha	%	ha	%	ha	%	% (Tüm)
Dolin	53.52	0.43	53.17	0.43	-0.35	-0.65	0.00
Mera	3654.14	29.28	3292.67	26.38	-361.47	-9.89	-2.90
Çayırılık-otlak	123.58	0.99	56.14	0.45	-67.44	-54.57	-0.54
Tarım alanı	8544.85	68.46	8967.76	71.85	+422.91	+4.95	3.39
Yerleşim	104.59	0.84	110.94	0.89	+6.35	+6.07	0.05
Toplam	12480.68	100.00	12480.68	100.00			

Çalışma alanındaki zamansal değişim incelediğinde, tarım alanlarının 422.91 hektar arttığı, meraların ise 361.47 hektar azaldığı belirlenmiştir. Meraların neredeyse tamamı tarım alanlarına dönüşmüştür. Taban su seviyesi genel olarak yüksek olan ve vadi içlerinde yer alan çayırılık-otlak alanlar ise 67.44 hektar azalarak 56.14 hektara düşmüştür. Çayır-otlak alanlarının azalması her ne kadar alansal olarak az olsa da, bütün çayırılıklar göz önünde bulundurulduğunda, bu alanların yarısından fazlasının tarım alanlarına dönüştürüldüğü belirlenmiştir. Dolin gölü alanlarında sadece 0.5 hektarlık bir daralma olmuştur. Alanın geneline bakıldığında, bunun çok küçük bir daralma olduğu ve göllerin kıyı çizgilerinde çok fazla bir değişikliğin olmadığı söylenebilir. Ayrıca, bu daralmanın sebebi mevsimsel yağışlara bağlı daralmalar olabilir. Yerleşim alanlarında 6.35 hektarlık bir artış tespit edilmiştir. Artan yerleşim alanlarının tamamı tarım alanlarında ve yerleşime sınır bölgelerde gerçekleşmiştir. Çalışma alanının içerisinde yer alan 13 köyde toplam nüfus 2008 yılında 5745 kişi iken, 2014 yılında bu sayı 4842 kişiye düşmüştür. Nüfusun azalışının aksine, yerleşim alanında ciddi bir artış meydana gelmiştir. Bunun en önemli sebebi, köylerin Çankırı'ya çok yakın mesafede olmasından dolayı yazlık kullanıma yönelik yeni evlerin yapılmasıdır.



#### 4. Tartışma ve Sonuç

Jipsli sahalar, dünyada geniş alanlara yayılmış olup jeolojik ve biyolojik çeşitlilik açısından önemli ve özel alanlardır. Jipsli toprak yapısına sahip karstik sahalar, nadir ve endemik jipsofil bitki türlerini barındıran zengin vejetasyon yapısına sahip olduğu kadar, dolin gölleri gibi Çankırı, Sivas, Toroslar vb. karstik bölgeler için önem taşıyan, özel jeolojik peyzaj oluşumlarına da sahiptir. Çankırı'nın jipsli bölgelerinde, bazıları orta büyüklükteki irili ufaklı yaklaşık 15 dolin gölü bulunmaktadır. Bu tür sahaların sürdürülebilir bir biçimde kullanımını sağlamak için toprağın doğasını anlamak ve aynı zamanda, bilimsel kurumlar ve uluslararası kuruluşlar arasındaki işbirliğini güçlendirmek önemlidir.

Çalışmanın sonuçları, alanda tarım ve yerleşim alanlarının arttığını ve dolin su yüzeylerinin, meraların ve çayırılık-otlak alanların azaldığını göstermiştir. Bu durum, alandaki doğal yapının insan kaynaklı kullanımlar karşısındaki bozulma sürecini de hızlandırdığını ortaya koymaktadır. Parise ve Pascali'ye (2003) göre; genel olarak karst alanlarındaki yerleşim ve tarım alanları, çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Tarım alanlarının artması dolin göllerine gelen kimyasal gübre ve ilaç miktarının ve de toprak miktarının artmasına yol açmakta, bu da dolin göllerinin zamanla yok olmasında doğrudan bir sebep olabilmektedir. Buna ek olarak, biyoçeşitlilik ve jeolojik miras için önemli olan jipsli bölge toprakları, erozyon, yüzey akışı ve seyrek bitki örtüsü gibi doğal kısıtlayıcılar nedeniyle çok kısa sürede bile ciddi zararlar görebilmektedir. Bu bağlamda, jipsli toprakları korumak için hızlı bir şekilde önlem almak ve koruma tedbirlerini artırmak oldukça önemli hale gelmektedir.

Çalışma alanında özellikle tuzlu toprakların yoğun bir şekilde bulunması ve bunların yağışlarla ve yeraltı sularıyla birlikte erimesi nedeniyle yüzeye yakın kısımlarda görülen dairesel çökmeler sonucu sübsidans dolinleri oluşmaktadır. Doğan'a (2002) göre; bu tür dolinler, bölgenin ilerideki süreçte de çökme potansiyelini gösterdiğinden, insan hayatı başta olmak üzere, binalar ve yapılar için doğal bir tehlike olarak görülmektedir. Özellikle Bakkal Gölü'ne yakın konumdaki Çankırı merkez ilçesine bağlı Esentepe Mahallesi'nin bir yerleşim alanı olması sonucu dolin sahalarına ve dolayısıyla doğal alanlara yakınlığı nedeniyle sıçrama özelliği göstermesi, bahsedilen bu tehdidi ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, dolin sahalarının bitişiğindeki tarım alanlarında çalışma sonuçlarına paralel olarak görülen artış ve buna bağlı olarak tarımsal sulamadaki artışın beraberinde getirdiği yeraltı tuzlarının erimesiyle ileride oluşabilecek çökmeler de alandaki doğal baskı ve tehdidi gözler önüne sermektedir.

İnsanlık tarihinden bu yana, doğal ortamlar üzerinde yapılagelen tarım, otlama, yangın, yapılaşma, sanayileşme gibi antropojenik faaliyetler, bu alanlardaki mevcut bitki örtüsü ile potansiyel (ideal) bitki örtüsü arasında onarılamaz derecede büyük değişimlere yol açmıştır (Altan, 2000). Bu tür faaliyetler, özellikle çalışmanın yürütüldüğü alana benzer yapıdaki doğal peyzajlarda habitat parçalanmalarına yol açmakta ve biyoçeşitliliğin zenginleşmesine imkân vermemektedir (Özşahin ve ark., 2018). Dünya Koruma Birliği'ne (IUCN, 2013) göre, biyoçeşitliliği kısıtlayan önemli unsurlardan bazıları; habitat kaybı, fragmentasyon (parçalanma), istilacı-yabancı türler, kirlilik, iklim değişikliği, aşırı kullanım, hızlı nüfus artışıdır. Ertuğrul (2011), Çankırı Eldivan yöresindeki jipsli alanlardan topladığı bitki örneklerini incelemiş ve tespit ettiği 357 taksondan 55'inin (% 15.4) endemik tür olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmasında *Gypsophila germanicopolitana* ve *Linum mucronatum* subsp. *gypsicola* var. *gypsicola* türlerinin jipsli alanlara özgü, dar yayılışlı endemik türler olduğunu ve sadece arazinin belli bölgelerinde bulunan bu az sayıdaki iki jipsofil türün habitat alanlarının yetişme ortamı şartları tarafından baskılanarak sınırlandırıldığını ifade etmiştir (Tuttu ve Akkemik, 2017). Ertuğrul'un (2011) çalışmasında jipsli alanlarda tespit ettiği endemizm oranının yüksek olması ve endemik türlerin bazılarının tehdit altında olması, bu çalışmanın konusu olan Bakkal Gölü ve çevresindeki dolinlerde ve onları besleyen alt havzalarda da –bu alanlarda konuyla ilgili akademik bir çalışma olmamasına rağmen- benzer tehditlerin olabileceğini göstermektedir. Ayrıca, Çankırı'da endemik tür olarak yayılış gösteren *Alyssum nezaketiae* (Nezaket kevkisi), biyoçeşitlilik anlamında koruma altına alınması gereken ve bölgenin peyzaj karakterini iyi bir biçimde yansıtan hassas tür olarak dikkat çekmektedir (Şahin ve Şimşek, 2016). Biyoçeşitlilik bakımından endemik türlerin bu önemi ve hassasiyetine rağmen, Çankırı'nın jipsli tepelerinde tarım alanları alansal olarak artmış, tam tersine mera ve çayır alanları ise azalmıştır. Mera alanları sadece azalmamış aynı zamanda peyzaj yama alanları da değişmiş, hatta bazı yamalar yok olmuştur (Şekil 3). Habitat kayıplarının tür zenginliği, popülasyon dağılımı, genetik çeşitlilik üzerinde geniş ve sürekli olumsuz etkileri

bulunmaktadır. Dolayısıyla mera ve çayır habitatlarının daralması jipsofil bitki türleri üzerinde olumsuz etkiye yol açacaktır. Buna ek olarak, tarım alanlarında gerçekleşen tarımsal faaliyetler (gübreleme, ilaçlama, tohumlama) meralar üzerinde bir baskı oluşturarak farklı bitki örtüsü topluluklarının kurulmasını destekleyebilir (Pan ve ark., 2001).

Jipsli karstik alanlar, sahip oldukları dolin gölleri gibi eşsiz su elemanları ve benzersiz topografik ve jeolojik özellikleriyle ülkemiz için peyzaj değeri yüksek olan önemli tabiat alanlarıdır. Ancak yerleşim, tarım, sanayi, hayvancılık gibi faaliyetler bu alanlardaki doğal peyzajın karakterini olumsuz yönde etkilemekte ve bölgedeki dolin gölleri gibi eşsiz tabiat unsurlarını tehdit etmektedir. Bu bağlamda, dolin sahalarının jeolojik miras alanı olarak korunması ve gelecek nesillere aktarılması akademik çevrelerce önemli bir konu olarak görülmektedir. Waltham ve Fookes'e (2005) göre; bir metre genişliğindeki bir dolinin oluşumu yaklaşık olarak 100 yıl gibi bir sürede meydana gelebilmektedir. Buna göre; 500 m. çapındaki Bakkal Gölü gibi bir dolinin erozyon malzemesiyle tamamen dolması yaklaşık 50.000 yılda tamamlanabilir. Yalnızca bu bile dolinlerin jeolojik miras alanı olarak tanımlanarak ulusal ve uluslararası arenada itibarının sağlanması için yeterli bir sebeptir. Çalışma sonuçlarına bakıldığında ise, alanda doğal peyzaj karakterinin bozulduğu görülmektedir. Bu alanların jeolojik miras alanı olarak tescillenebilmesi ve uluslararası anlamda tanınabilmesi için çevredeki doğal ve kültürel tehdit unsurlarının bölgeden bertaraf edilmesi gerektiği söylenebilir.

Araştırma alanındaki dolin göllerini korumak için tarımsal faaliyetlerin azaltılması gerekmektedir. Buna karşın, jipsli alan habitatları ve bu alanların jeolojik yapısı, jips içeriğinden dolayı kırılgandır. Bu bölgeler, arazi kullanım değişiklikleri, hayvancılık, otlatma, su kaynaklarının aşırı kullanımı gibi insan faaliyetleri sonucu tahrip edilerek, onarılamayacak derecede ciddi peyzaj bozulmalarına ve kirlilik problemlerine maruz bırakılmaktadır. Çalışma alanında da görüldüğü üzere, bu tip kırılgan alanlarda doğal kaynakların aşırıya kullanımının önüne geçilmelidir. Dolin gölleri ve etrafındaki jipsli-tuzlu sahalarda su ve toprağın kirlenmesine, arazi morfolojisindeki bozulmalara, nadir hayvan ve bitki türlerinin yok olmasına ve dolin göllerindeki erozyonun hızlanmasına karşı tedbirler alınmalıdır.

## Kaynakça

- Acar, H., Serteser, A., & Kargioğlu, M. (2012). Afyonkarahisar'daki jipsli topraklar ile bitki örtüsü ilişkisi. *AKÜ Journal of Science*, 12, 1-22.
- Akpulat, H. A., & Çelik, N. (2005). Flora of gypsum areas in Sivas in the eastern part of Cappadocia in Central Anatolia, Turkey. *Journal of Arid Environments*, 61, 27-46.
- Altan, T. (2000). *Doğal Bitki Örtüsü*. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 235 Ders Kitapları Yayın No: A-76, 200 s., Adana.
- Ataol, M. (2006). *Çankırı'nın Jipsli Tepeleri, Türkiye'nin Önemli Doğal Alanları*, Doğa Derneği, Cilt 1, 96. sayfa, Ankara
- Bland, L. M., Keith, D. A., Miller, R. M., Murray, N. J., & Rodríguez, J. P. (2017). *Guidelines for the application of IUCN Red List of Ecosystems Categories and Criteria, version 1.1*. International Union for the Conservation of Nature, Gland, Switzerland.
- Casby-Horton, S., Herrero, J., & Rolong, N. A. (2015). *Gypsum Soils—Their Morphology, Classification, Function, and Landscapes*. In Sparks, D.L. (Eds.), *Advances in Agronomy*, (pp. 231-290). ISBN: 9780128021378.
- Doğan, U. (2002). Subsidence dolines formed by gypsum karstification at the east of Çankırı. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1), 67- 82.
- Doğan, U. (2005). Land subsidence and caprock dolines caused by subsurface gypsum dissolution and the effect of subsidence on the fluvial system in the Upper Tigris Basin (between Bismil-Batman, Turkey). *Geomorphology*, 71, 389-401.
- Doğan, U., & Özel, S. (2005). Gypsum karst and its evolution east of Hafik (Sivas, Turkey). *Geomorphology*, 71, 373-388.
- Ertuğrul, G. (2011). *Çankırı-Korubaşı Tepe ve Civarındaki Jipsli Alanların Florası*. (PhD), İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Botanigi Programı, 131 s., İstanbul, Türkiye.

- FAO, (1990). *Management of Gypsiferous Soils*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Soils Bulletin 62 Rome, Italy. <http://www.fao.org/docrep/t0323e/t0323e00.htm#Contents>. Erişim tarihi: 22.05.2019.
- FAO, (2018). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/docrep/t0323e/t0323e02.html>. Erişim tarihi: 31.05.2018.
- Foody, G. M. (2002). Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment*, 80, 185–201.
- Ford, D.C., & Williams, P. W. (2007). *Karst Geomorphology and Hydrology*, London: Chapman and Hall.
- IUCN, (2013). *About biodiversity*. International Union for Conservation of Nature. <http://www.iucn.org/what/biodiversity/about/>. Erişim tarihi: 19.05.2019.
- Kaya, F., Kaymakci, N., Bibi, F., Eronen, J. T., Pehlevan, C., Erkmán, A., Langereis, C., & Fortelius, M. (2016). Magnetostratigraphy and paleoecology of the hominid-bearing locality Çorakyerler, Tuğlu Formation (Çankırı Basin, Central Anatolia). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 36(2).
- Kazancı, N., Şen, Ş., Seyitoğlu, G., Bonis, L., Bouvain, G., Araz, H., Varol, B., & Karadenizli, L. (1999). Geology of a new Late Miocene mammal locality in central Anatolia, Turkey. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris, Sciences de la Terre et des Planètes*, 329, 503-510.
- Ketenoglu, O., Kurt, L., Akman, Y., Aydoğdu, M., & Hamzaoglu, E. (2000). Syntaxonomic research on the gypsicole vegetation in Cappadocia, Turkey. *Israel Journal of Plant Sciences*, 48(2), 121-128.
- Mazzini, I., Hudáčková, N., Joniak, P., Kováčová, M., Mikes, T., Mulch, A., Rojay, B., Lucifora, S., Esu, D., & Soulié-Mársche, I. (2013). Paleoenvironmental and chronological constraints on the Tuğlu Formation (Çankırı Basin, Central Anatolia, Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 22, 1-31, TÜBİTAK,
- MGM, (2019). *Çankırı ili meteoroloji verileri*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=CANKIRI>. Erişim tarihi: 13.06.2019.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853.
- Özdeniz, E., Bölükbaşı, A., Kurt, L., & Özbey, B. G. (2016). Ecology of gypsophile plants. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4(2), 57 – 62.
- Özşahin, E., Sarı, H., & Erođlu, İ. (2018). Naip Ovası ve yakın çevresindeki taş ocaklarında zamansal ve mekânsal değişimlerin çevresel etkileri (Tekirdağ). *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(3), 331-344.
- Öztürk, M., Şimşek, M., & Utlı, M. (2015). Tahtalı Dağları (Orta Toroslar) karst platosu üzerinde dolin ve uvala gelişiminin CBS tabanlı analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 65, 59-68.
- Palacio, S., Escudero, A., Montserrat-Marti, G., Maestro, M., Milla, R., & Albert, M. J. (2007). Plants living on gypsum: beyond the specialist model. *Annals of Botany*. 99, 333-343.
- Pan, D., Domon, G., Marceau, D., & Bouchard, A. (2001). Spatial pattern of coniferous and deciduous forest patches in an Eastern North America agricultural landscape: the influence of land use and physical attributes. *Landscape Ecol.*, 16, 99–110.
- Parise, M., & Pascali, V. (2003). Surface and subsurface environmental degradation in the karst of Apulia (southern Italy). *Environmental Geology*, 44(3), 247-256.
- Pérez-García, F.J., Akhani, H., Parsons, R.F., Silcock, J.L., Kurt, L., Özdeniz, E., Spampinato, G., Musarella, C. M., Salmerón-Sánchez, E., Sola, F., Merlo, M. E., Martínez-Hernández, F., Mendoza-Fernández, A. J., Garrido-Becerra, J. A., & Mota, J. F. (2018). A first inventory of gypsum flora in the Palearctic and Australia. *Mediterranean Botany*, 39(1), 35-49. ISSN 2603-9109.
- Sauro, U. (2003). Dolines and sinkholes: Aspects of evolution and problems of classification. *Acta carsologica* 32(2): 41-52.
- Şahin, B., & Şimşek, Ö. (2016). *Nezaket Kevkesi (Alyssum nezaketiae) Tür Eylem Planı*. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü IX. Bölge Müdürlüğü, Çankırı Şube Müdürlüğü, Kasım 2016, Ankara, Türkiye.

- Tuttu, G., & Akkemik, Ü. (2017). Çankırı - Korubaşı Tepe ve Civarındaki Jipsli Alanların Florası. *OT Sistemik Botanik Dergisi*, 2(1), 45 - 88.
- Wagner, M. (2000, May). *The relationship between environmental and economic performance of firms* Paper Presented at the Second POSTI Meeting in Collaboration with the ESST Annual Scientific Conference, BETA, Université Louis Pasteur, Strasbourg. <http://www.esst.uio.no/posti/workshops/wagner.html>. Erişim tarihi: 03.06.2019.
- Waltham, A. C., & Fookes, P. G. (2005). Engineering classification of karst ground conditions. *Speleogenesis Evol Karst Aquifers*, 3(1), 1–20.
- Waltham, T. (2002). Gypsum karst near Sivas, Turkey. *Cave and Karst Science*, 29(1), 39-44.
- Yılmaz, I. (2012). On the value of dolines in gypsum terrains as a “Geological Heritage”: an example from Sivas basin, Turkey. *Environ Earth Sci, Springer*, 65: 805–812.
- Yoldaş, R. (1982). *Geology of the Tosya (Kastamonu) and Bayat (Çorum) Regions*. (PhD), İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstanbul, Türkiye.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Tarım Bilimleri Dergisi  
(YYU Journal of Agricultural Science)

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Araştırma Makalesi (Research Article)

**Cevizde Depolama Süresinin Protein ve Yağ Kompozisyonuna Olan Etkisinin Belirlenmesi**

**Akide ÖZCAN<sup>\*1</sup>, Mehmet SÜTYEMEZ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Afşin Meslek Yüksekokulu, 46500, Kahramanmaraş, Türkiye

<sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri, 46000, Kahramanmaraş, Türkiye

\*Sorumlu yazar e-posta: akideozcan@ksu.edu.tr

**Makale Bilgileri**

Geliş: 10.07.2019  
Kabul: 14.10.2019  
Online Yayınlanma 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.590308

**Anahtar kelimeler**

Ceviz,  
Protein,  
Yağ asitleri

**Öz:** Bu çalışma, cevizde üç ürün yılında alınan ve +4°C'de 0-2 yıl süreyle muhafaza edilen meyvelerde toplam protein, toplam yağ, doymuş ve doymamış yağ asit içeriklerindeki değişim durumunun belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Elde edilen bulguların ortalama sonuçlarına göre, muhafaza süresi 2 yıl olan meyvelerde, protein oranı %19.65, toplam yağ oranı %60.34 olarak belirlenirken, 1 yıl muhafaza edilen meyvelerde protein oranı %18.48, toplam yağ oranı %64.89 olarak tespit edilmiştir. Hasat edildiği yıl içerisinde analiz edilen meyvelerde ise protein oranının %18.91 ve toplam yağ oranının ise %62.60 olduğu belirlenmiştir. Genotiplerin stearik asit oranlarının %2.89 ile %2.97, miristik asit oranlarının %0.02 ile %0.03, palmitik asit oranlarının ise %6.87 ile %7.06 değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca genotiplerin linoleik ve  $\alpha$ -linolenik asit oranlarının sırasıyla %60.93 ile %62.23 ve %11.01 ile %11.62 değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Genotiplerin, oleik asit oranlarının %14.97 ile %16.65 ve palmitoleik asit oranlarının ise %0.07 ile %0.08 değerleri arasında olduğu bulunmuştur. Farklı ürün yıllarında alınan ve +4°C'de, farklı sürelerde muhafaza edilen örnekler de protein ve yağ kompozisyon oranlarında önemli değişikliklerin olmadığı belirlenmiştir.

**Determination of the Effect of Storage Time on Walnut Fat, and Protein Composition**

**Article Info**

Received: 10.07.2019  
Accepted: 14.10.2019  
Online Published 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.590308

**Keywords**

Walnut,  
Protein,  
Fatty acids

**Abstract:** The aim of this study was to determine the changes in total protein, total fat, saturated and unsaturated fatty acid contents of walnut genotypes taken in three crops years and stored at +4°C. According to the average of the obtained results protein content was 19.65% and the total fat content was 60.34% in the fruits stored for two years. In one year, preserved fruit, protein ratio was 18.48%, the total fat ratio was 64.89%. It was determined that protein content was 18.91% and total fat content was 62.60% in fruits analyzed in the year of harvest. It was found that stearic acid ratio of genotypes between 2.89% and 2.97%, myristic acid ratio between 0.02% and 0.03%, palmitic acid ratio between 6.87% and 7.06%. The average ratio of walnut genotypes for linoleic acid and  $\alpha$ -linolenic acid was determined between 60.93%-62.23% and 11.01%-11.62%, respectively. The ratio of average oleic acid was determined between 14.97% and 16.65% and the palmitoleic acid ratio was between 0.07% and 0.08%. Samples taken at different product years and stored at +4°C were also found to have no significant changes in protein and fat composition ratios.

## 1. Giriş

Anadolu, ceviz meyve türünün anavatanları arasında yer almaktadır. Türkiye'nin hemen hemen her bölgesinde ceviz yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ceviz, gıda endüstrisinde, işlenmiş gıdalarda, farmakoloji ve kozmetik endüstrisinde kullanılan besin değeri yüksek meyveleri için tercih edilen bir meyve türüdür. Geniş bir kullanım alanına sahip olması nedeniyle bu meyve türü üzerine yürütülen bilimsel çalışma sayısı da her geçen gün artmaktadır (Şen, 2011; Kazankaya ve ark., 2017; Sütyemez ve ark., 2018; Kefayati ve ark., 2019).

İnsan beslenmesi denilince akla gelen üç temel gıda grubu; yağlar, proteinler ve karbonhidratlardır. Temel gıda maddeleri yönünden dengeli bir beslenme alışkanlığı kazanmış insanların sağlıklı bir vücut yapısına sahip olduğu ve bu durumun uzun süre muhafaza edilebildiği bilinmektedir. Günümüzde ceviz meyve türü dengeli beslenme programları içerisinde yerini almıştır. Çünkü ceviz, yüksek yağ ve protein içeren gıda olarak kabul edilmektedir. Sert kabuklu meyveler grubu içerisinde yer alan ceviz; üç ana gıda grubundan ikisini (yağ ve protein) yüksek miktarlarda ihtiva etmektedir. Ceviz çok az bir dikkat ile dahi bir yıl veya daha uzun süre besin değerini kaybetmeden muhafaza edilebilmektedir (Şen, 2011).

Bilimsel çalışmalarda ceviz tüketiminin sağlık üzerine olumlu katkılarının olduğu ve kardiyovasküler hastalık riskini azalttığı belirlenmiştir (Blomhoff ve ark., 2006; Davis ve ark., 2007).

Ceviz'de özellikle doymamış yağ asitleri bulunmaktadır. Diğer sert kabuklu meyveler tekli doymamış yağ asitleri içerirken ceviz ise çoklu doymamış yağ asitleri (Omega-3 ve Omega-6) bakımından zengindir. İnsan beslenmesinde çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) önemli bir yere sahiptir (Amaral ve ark., 2003; Zwarts ve ark., 1999).

Genetik kaynakların yani doğal olarak yetişen genotiplerin tanımlanması yeni çeşit geliştirmenin ilk adımını oluşturmaktadır. Bu genotipler üzerine çevresel etkilerin neler olduğu ile ilgili bilgiler üzerine araştırmalar yapılmalıdır. Çevresel faktörler meyve gelişim periyodunda, linoleik, linolenik ve oleik asit içeriğinde değişikliklere sebep olabilmektedir. Genotiplerin bulunduğu lokasyonlar ile yağ asidi profilinde ki farklılıklar birbiri ile ilişkilidir. Üründe ki yağ ve yağ asitleri enlem, sıcaklık, kuraklık, radyasyon ve olgunlaşma aşaması/hasat tarihi gibi çevresel faktörler tarafından etkilenmektedir (Zwarts ve ark., 1999; Zeneli, 2005; Pereira, 2008; Martínez ve ark., 2010).

Bu çalışma, farklı ürün yıllarında alınan ve +4°C'de, farklı sürelerde depolanan ceviz meyvelerinde protein, yağ ve yağ asidi oranlarındaki değişim durumlarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırmada aynı bahçe içerisinde bulunan 9 yaşındaki 10 ceviz genotipinden rastgele alınan meyve örnekleri kullanılmıştır. Bahçeler de hastalık-zararlı ile mücadele, gübreleme, sulama gibi bakım işlemleri 3 yılda da düzenli olarak yapılmıştır. Çalışma 3 yıl art arda alınan ve +4°C'de farklı sürelerde saklanan meyveler üzerinde yürütülmüştür.

### 2.1. Ceviz meyve örneklerinin toplanması

Ceviz genotiplerine ait meyveler hasat olgunluğuna geldiğinde (10-20 Eylül) ağacı temsil edecek şekilde rastgele alınmıştır. Hasat edilen meyveler yeşil kabuktan ayrılarak 7-14 gün gölgede, daha sonra ise etüvde 30°C'de 24 saat kurutulmuşlardır. Ceviz meyveleri elle kırıldıktan sonra, her genotipe ait örnekler plastik torbalara bırakılarak karanlık bir ortamda +4°C'de analizlerin yapılacağı güne kadar muhafaza edilmiştir. Son hasat yılı olan 2016'da ki meyveler de hasat edildikten sonra diğer yıllar da alınan örneklerle birlikte analizleri yapılmıştır.

### 2.2. Meteorolojik veriler

Araştırmanın yürütüldüğü bölgeye ait ortalama sıcaklık ve yağış değerleri Çizelge 1'de verilmiştir (Anonim, 2017).

Çizelge 1. Yıllık sıcaklık, yağış ve ceviz meyvesinin olgunlaşma dönemlerindeki sıcaklık ortalamaları

Yıllar	Yıllık sıcaklık ortalaması (°C)	Yıllık yağış ortalama miktarı (mm)	Meyve gelişme dönemindeki sıcaklık ortalaması (°C)
1.Yıl (2014)	18.04	44.95	24.42
2.Yıl (2015)	17.77	63.10	24.53
3.Yıl (2016)	17.97	42.76	25.29

### 2.3. Protein analizi

Kjeldahl metoduna göre azot tayini yapılmış ve belirlenen azot miktarı 6.25 ile çarpılarak protein oranı hesaplanmıştır (Bayraklı, 1987).

### 2.4. Yağ ve yağ asitlerinin analizleri

Yağ asitlerinin analizleri 3 yinelemeli olarak ve her yinelemede en az 10 meyve olacak şekilde yapılmıştır. Kırılmış ceviz meyveleri öğütülüp (25g) otomatik Soxholet cihazında yağları çıkarılmıştır. Ceviz meyvelerinde yağ ekstraksiyonu ve yağ asidi analizleri Bligh and Dyer (1959) metoduna göre yapılmıştır.

### 2.5. İstatistiksel analizler

Çalışmada tüm analizler homojen koşullarda gerçekleştirilmiş olup 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Elde edilen standart sapmalar ve istatistiki analizler JMP 9 paket programında tek yönlü varyans analizine tabi tutulmuş ve gruplar arasında ki istatistiki farkı ortaya çıkarmak amacıyla LSD testinden yararlanılmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışma kapsamında 10 ceviz genotipine ait meyve örnekleri 3 farklı ürün yılında toplanarak toplam protein, toplam yağ, doymuş ve doymamış yağ asit oranları belirlenmiştir. İlk ve 2. yıl toplanan meyveler son ürün yılına kadar (3. yıl) +4°C'de muhafaza edilmiştir. Son yıl hasat edilen meyveler, diğer yıllara ait örnekler ile birlikte analiz edilmiş ve toplam protein, toplam yağ, yağ asitleri arasında farklılıkların olup olmadığı değerlendirilmiştir.

Araştırmada kullanılan genotiplere ait toplam protein ve yağ oranlarının sonuçları Çizelge 2'de sunulmuştur. Çalışmada ki tüm genotiplerde toplam protein miktarı, 1. yıl yani 2 yıl +4°C'de muhafaza edilen örneklerde %17.00-%23.00 değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Genotiplerden 2. yıl alınan örneklerin toplam protein değerlerinin %14.35-%21.92 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Son yıl alınan örneklerde ise %15.50-%23.64 değerleri arasında genotiplerin protein içerdiği belirlenmiştir. Bakkalbaşı ve ark. (2010) cevizde protein içeriğinin %11.40-16.74 değerleri arasında değiştiğini bildirmiştir. Ceviz de muhafaza süresinin protein oranlarında kayıplara neden olmadığı tespit edilmiştir.

Elde edilen bulgular (Çizelge 2) incelendiğinde, bütün yıllar içerisinde 10 genotip arasında en düşük yağ oranının 1. yıl alınan 4 nolu genotipte %58.44, en yüksek yağ oranının ise 2. yıl alınan 6 nolu genotipte %68.42 olarak tespit edilmiştir. Tüm genotiplerde her 3 yılda da toplam yağ değerlerinin birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Portekiz orijinli cevizlerde yapılan bir çalışmada toplam yağ oranlarının %62.3 ile %72.14 arasında olduğu belirtilmiştir (Pereira ve ark., 2008). Yaptığımız bu çalışma sonucunda elde edilen yağ oranları, daha önce yapılan diğer çalışmalardaki oranlar ile paralellik göstermektedir.

## Çizelge 2. Genotiplere ait 3 yıllık toplam protein ve yağ içerikleri

Genotipler	Toplam protein (%)			Toplam yağ (%)		
	1.Yıl	2. Yıl	3.Yıl	1.Yıl	2. Yıl	3.Yıl
1	20.19 ± 0.96 cd*	19.76 ± 0.04 c	16.86 ± 0.33 g	59.74 ± 0.66 öd	65.42 ± 2.58 abc	60.65 ± 1.57 cd
2	20.85 ± 0.07 c	21.39 ± 0.10 b	20.74 ± 0.13 c	59.84 ± 1.46 öd	65.56 ± 1.20 abc	62.60 ± 0.83 bc
3	22.00 ± 0.02 b	15.60 ± 0.35 g	17.35 ± 0.04 f	61.17 ± 0.74 öd	63.73 ± 2.25 abc	62.47 ± 1.73 bcd
4	23.00 ± 0.04 a	19.37 ± 0.05 d	20.06 ± 0.04 d	58.44 ± 1.59 öd	61.17 ± 1.64 c	59.23 ± 1.08 d
5	19.48 ± 0.25 de	18.16 ± 0.15 e	17.62 ± 0.05 f	62.00 ± 1.55 öd	64.72 ± 1.31 abc	64.62 ± 0.64 ab
6	17.14 ± 0.08 f	19.42 ± 0.03 cd	21.42 ± 0.05 b	59.83 ± 2.68 öd	68.42 ± 2.09 a	60.77 ± 0.27 cd
7	20.38 ± 0.05 cd	16.82 ± 0.03 f	18.30 ± 0.02 e	60.55 ± 2.24 öd	65.5 ± 1.46 abc	66.30 ± 0.79 a
8	17.00 ± 0.07 f	21.92 ± 0.09 a	23.64 ± 0.08 a	61.57 ± 1.92 öd	63.26 ± 1.94 bc	60.12 ± 1.52 cd
9	18.75 ± 0.05 e	18.03 ± 0.02 e	17.63 ± 0.06 f	61.13 ± 1.89 öd	63.35 ± 1.10 bc	66.14 ± 0.70 a
10	17.75 ± 0.05 f	14.35 ± 0.01 h	15.50 ± 0.09 h	59.20 ± 3.20 öd	67.80 ± 0.21 ab	63.12 ± 1.32 abc
Ortalama	19.65	18.48	18.91	60.34	64.89	62.60

\*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir. Öd: Önemli değil

Araştırma kapsamında üzerinde çalışılan genotiplerin doymuş yağ asidi içeriklerine ait bulgular Çizelge 3'de sunulmuştur. Genotiplerde stearik asit oranları 2 yıl muhafaza edilen örneklerde %2.46-%3.27 değerleri arasında, 1 yıl saklanan örneklerde %2.66-%3.50 ve hasat edildikten sonra hemen analiz edilenlerde ise %2.54-%3.39 değerleri arasında bulunmuştur. Üzerinde çalışılan genotiplerde miristik asit değerleri 1.yıl %0.02-%0.04, 2.yıl %0.02-%0.03 ve 3.yıl %0.02-%0.04 değerleri arasında tespit edilmiştir. Diğer doymuş yağ asitlerinden palmitik asit konsantrasyonu ise sırasıyla 2 yıl muhafaza edilen örneklerde %5.96-%7.77 değerleri arasında, 1 yıl saklanan örneklerde %5.95-%7.61 değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Son yıl alınan örneklerde ise palmitik asit oranları %6.04-8.38 değerleri arasında bulunmuştur. Ceviz meyve türünde doymuş yağ asit içerikleri (SFA) üzerine yapılan bazı çalışmalarda, stearik asit oranının (C18:0) %1.69 ile %3.89 değerleri arasında, miristik asit oranı %0.00-%0.05 değerleri arasında, palmitik asit oranının ise (C16: 0) %5.20 ile %8.95 değerleri arasında değiştiği kaydedilmiştir (Bouabdallah ve ark., 2014; Ünver ve ark., 2016; Beyhan ve ark., 2017). Bu çalışmada doymuş yağ asidi içeriklerine ait elde ettiğimiz bulgular ile daha önce yapılmış çalışma sonuçları arasında benzerlikler olduğu görülmektedir. Muhafaza edilen meyveler ve hasattan sonra analiz edilen örnekler arasında stearik asit, miristik asit ve palmitik asit konsantrasyonlarında kayıp olmadığı belirlenmiştir.

Ceviz çoklu ve tekli doymamış yağ asitleri bakımından zengin bir meyve türüdür. Araştırma da incelenen tüm ceviz genotiplerinde, linoleik asit miktarının, 2 yıl +4°C'de muhafaza edilen örneklerde %57.09-%63.86 değerleri arasında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Genotiplerden 2. yıl alınan örneklerin toplam linoleik asit değerlerinin %58.28-%64.12 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Son yıl alınan örneklerde ise %55.92-%66.79 değerleri arasında genotiplerin linoleik asit içerdiği belirlenmiştir.  $\alpha$ -linolenik asit konsantrasyonlarının ise sırasıyla 2 yıl muhafaza edilen örneklerde %8.77-%13.08 değerleri arasında, 1 yıl saklanan örneklerde %9.07-%14.66 değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Son yıl alınan örneklerde ise  $\alpha$ -linolenik asit oranları %8.01-%13.84 değerleri arasında bulunmuştur (Çizelge 4). Beyhan ve ark. (2017) tarafından cevizde yapılan benzer çalışmada en yüksek linoleik asit oranı %63.62, en yüksek  $\alpha$ -linolenik asit içeriği %14.66 olarak tespit edilmiştir. Kafkas ve ark. (2017) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise cevizde linoleik ve  $\alpha$ -linolenik asit içeriklerinin sırasıyla %53.24-%64.56 ve %9.50-%13.26 değerleri arasında değiştiği bildirilmiştir.

Araştırmada kullanılan melez ceviz genotiplerinin oleik asit oranları 2 yıl +4°C'de muhafaza edilen örneklerde %13.49-%22.63 değerleri arasında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Genotiplerden 2. yıl alınan örneklerin toplam oleik asit değerlerinin %11.83-%20.15 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Son yıl alınan örneklerde ise %10.96-%20.53 değerleri arasında genotiplerin oleik asit içerdiği belirlenmiştir. Palmitoleik asit oranının 2 yıl +4°C'de muhafaza edilen örneklerde %0.05-%0.18 değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Genotiplerden 2. yıl alınan örneklerin toplam palmitoleik asit değerlerinin %0.05-%0.10 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Son yıl alınan örneklerde ise %0.06-%0.17 değerleri arasında genotiplerin, palmitoleik asit içerdiği belirlenmiştir (Çizelge 5). Beyhan ve ark. (2017) ceviz genotiplerinde oleik ve palmitoleik asit oranlarının sırasıyla %14.73-%24.17 ve %0.00-%0.16 değerleri arasında bulunmuştur. Yapılan bir diğer çalışmada ise tekli doymamış yağ asitlerinin (palmitoleik ve oleik asit) sırasıyla değerlerinin %0.11-%14.36 ve %0.13-%27.57 arasında



değiştirdiği tespit edilmiştir (Kafkas ve ark., 2017). Bu özellikler yönüyle elde ettiğimiz bulgular ile daha önceki yapılan çalışma sonuçlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. Genotiplere ait 3 yıllık toplam doymuş yağ asit içerikleri

Genotipler	Doymuş yağ asitleri (%)								
	Stearik asit (C18:0)			Miristik asit (C14:0)			Palmitik asit (C16:1)		
	1.Yıl	2. Yıl	3.Yıl	1.Yıl	2. Yıl	3.Yıl	1.Yıl	2. Yıl	3.Yıl
1	2.79±0.15c*	2.93±0.00 d	3.25±0.01 ab	0.02±0.00 cd	0.03±0.00 cd	0.03±0.00 b	7.51±0.13 b	7.05±0.45 bc	7.03±0.23 cd
2	3.07±0.09 ab	2.68±0.02 ef	3.05±0.01 cd	0.03±0.00 b	0.03±0.00 ab	0.02±0.00 d	7.66±0.07 a	7.61±0.07 a	6.88±0.04 cde
3	3.24±0.05 a	3.50±0.11 a	3.39±0.01 a	0.02±0.00 cd	0.02±0.00 f	0.04±0.00 b	6.28±0.03 e	6.53±0.01 d	6.56±0.05 def
4	3.27±0.02 a	3.29±0.01 b	2.71±0.13 e	0.04±0.00 a	0.03±0.00 ab	0.02±0.00 d	7.19±0.02 c	6.71±0.22 cd	6.04±0.13 f
5	3.16±0.08 a	2.84±0.10 def	2.92±0.03 d	0.02±0.00 cd	0.03±0.00 a	0.04±0.00 a	6.69±0.00 d	7.37±0.03 ab	8.38±0.05 a
6	2.49±0.02 d	2.66±0.10 f	2.61±0.09 ef	0.02±0.00 d	0.02±0.00 de	0.03±0.00 bc	7.39±0.02 b	6.63±0.05 cd	7.13±0.13 cd
7	2.82±0.08 c	3.04±0.04 cd	3.05±0.01 cd	0.02±0.00 cd	0.02±0.00 def	0.03±0.00 b	6.66±0.00 d	7.01±0.07 bc	6.78±0.11 de
8	2.87±0.04 bc	2.72±0.12 ef	2.54±0.03 f	0.03±0.00 b	0.03±0.00 bc	0.04±0.00 a	6.73±0.00 d	7.01±0.01bcd	7.45±0.07 bc
9	2.74±0.05 c	3.18±0.01 bc	2.91±0.00 d	0.03±0.00 c	0.02±0.00 ef	0.02±0.00 d	5.96±0.03 f	5.95±0.07 e	6.42±0.21 ef
10	2.46±0.03 d	2.87±0.05 de	3.18±0.03 bc	0.02±0.00 cd	0.02±0.00 f	0.03±0.00 cd	7.77±0.03 a	6.9±0.11 bcd	7.94±0.52 ab
Ortalama	2.89	2.97	2.96	0.02	0.02	0.03	6.98	6.87	7.06

\*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

Çizelge 4. Genotiplere ait 3 yıllık toplam çoklu doymamış yağ asitleri içerikleri

Genotipler	Çoklu doymamış yağ asitleri (%)					
	Linoleik asit (C18:2)			α-Linolenik asit (C18:3)		
	1.Yıl	2. Yıl	3.Yıl	1.Yıl	2. Yıl	3.Yıl
1	61.01 ± 1.02 cd*	59.12 ± 2.64 cd	60.67 ± 0.12 d	10.5 ± 0.00 fg	11.91 ± 0.88 bc	13.84 ± 0.02 a
2	62.91 ± 0.16 ab	62.63 ± 0.11 ab	65.81 ± 0.14 a	10.35 ± 0.02 g	12.48 ± 0.03 b	11.82 ± 0.12 d
3	63.86 ± 0.13 a	62.27 ± 0.25 ab	60.89 ± 0.01 d	11.17 ± 0.01 e	14.66 ± 0.07 a	11.68 ± 0.01 d
4	61.71 ± 0.34 cd	62.29 ± 0.02 ab	66.72 ± 0.09 a	12.86 ± 0.03 b	14.20 ± 0.01 a	9.96 ± 0.00 f
5	61.07 ± 0.44 cd	61.06 ± 0.08 bc	57.89 ± 1.06 e	11.68 ± 0.01 d	10.89 ± 0.03 d	12.13 ± 0.08 c
6	58.02 ± 0.20 e	60.75 ± 0.14 bcd	64.46 ± 0.06 b	10.65 ± 0.09 f	11.07 ± 0.05 d	8.01 ± 0.23 g
7	60.79 ± 0.26 d	59.77 ± 0.28 cd	60.20 ± 0.10 d	12.24 ± 0.01 c	11.16 ± 0.06 cd	13.1 ± 0.07 b
8	60.98 ± 0.03 cd	64.12 ± 0.14 a	66.79 ± 0.10 a	13.08 ± 0.12 a	9.07 ± 0.06 f	10.78 ± 0.13 e
9	61.95 ± 0.08 bc	59.23 ± 0.39 cd	63.04 ± 0.23 c	8.77 ± 0.11 h	10.06 ± 0.01 e	10.73 ± 0.08 e
10	57.09 ± 0.03 e	58.28 ± 0.02 d	55.92 ± 0.09 f	8.88 ± 0.10 h	10.77 ± 0.11 de	10.82 ± 0.10 e
Ortalama	60.93	60.95	62.23	11.01	11.62	11.28

\*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

Çizelge 5. Genotiplere ait 3 yıllık toplam tekli doymamış yağ asitleri içerikleri

Genotipler	Tekli doymamış yağ asitleri (%)					
	Oleik asit (C18:1)			Palmitoleik asit (C16:1)		
	1.Yıl	2. Yıl	3.Yıl	1.Yıl	2. Yıl	3.Yıl
1	16.64 ± 0.04 c*	17.51 ± 0.20 c	13.86 ± 0.11 e	0.08 ± 0.01 b	0.09 ± 0.00 abc	0.07 ± 0.00 e
2	14.41 ± 0.09 ef	13.04 ± 0.23 f	11.09 ± 0.09 f	0.07 ± 0.00 b	0.10 ± 0.00 a	0.07 ± 0.00 de
3	14.05 ± 0.07 f	11.83 ± 0.18 h	16.06 ± 0.25 cd	0.07 ± 0.03 b	0.05 ± 0.00 f	0.07 ± 0.01 de
4	13.49 ± 0.02 g	12.28 ± 0.05 g	13.23 ± 0.19 e	0.08 ± 0.01 b	0.06 ± 0.01 ef	0.06 ± 0.01 e
5	15.96 ± 0.05 d	16.42 ± 0.17 d	16.88 ± 0.05 b	0.07 ± 0.02 b	0.08 ± 0.00 bc	0.17 ± 0.00 a
6	19.43 ± 0.39 b	17.46 ± 0.03 c	16.14 ± 0.03 c	0.09 ± 0.01 b	0.08 ± 0.00 cd	0.09 ± 0.00 c
7	16.04 ± 0.18 d	17.5 ± 0.09 c	15.42 ± 0.50 d	0.07 ± 0.02 b	0.08 ± 0.00 c	0.07 ± 0.00 de
8	14.84 ± 0.11 e	15.68 ± 0.03 e	10.96 ± 0.27 f	0.07 ± 0.00 b	0.07 ± 0.01 de	0.08 ± 0.00 cd
9	19.10 ± 0.11 b	20.15 ± 0.17 a	15.53 ± 0.11 cd	0.05 ± 0.01 b	0.06 ± 0.01 ef	0.07 ± 0.00 de
10	22.63 ± 0.15 a	19.6 ± 0.12 b	20.53 ± 0.34 a	0.18 ± 0.01 a	0.09 ± 0.00 ab	0.12 ± 0.01 b
Ortalama	16.65	16.14	14.97	0.08	0.07	0.08

\*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

#### 4. Sonuç

Zengin besin içeriği bakımından büyük öneme sahip olan ceviz meyvelerinde 3 farklı ürün yılında toplam protein, toplam yağ, yağ asidi içerikleri ile ilgili veriler elde edilmiştir. Farklı ürün yıllarında alınan meyve örnekleri +4°C'de muhafaza edilmiş ve son yıl tüm örneklerde analizler yapılmıştır. Elde edilen bulgular göstermiştir ki muhafaza edilen örnekler de toplam protein, toplam yağ ve yağ asit içeriklerinde önemli düzeyde değişiklikler meydana gelmediği tespit edilmiştir. Ayrıca bu yıllarda ki ortalama sıcaklık ve yağış miktarlarının da bu kimyasal bileşenler üzerine etkilerinin söz konusu olmadığı belirlenmiştir.

Ceviz, içerdiği doymamış yağ asitleri bakımından insan beslenmesinde büyük önem arz etmektedir. Çünkü insanlar bu yağ asitlerini vücutta sentez yapamamakta ve bu nedenle doğrudan dışarıdan yiyecekler ile alması gerekmektedir. Bundan dolayıdır ki basit depolama şartlarında bile uzun yıllar besin içeriği bozulmadan kalabilen ceviz meyve türü insan sağlığı ve beslenmesinde büyük bir öneme sahiptir.

## Kaynakça

- Anonim, (2017). Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Amaral, J. S., Casal, S., Pereira, J., Seabra, R., & Oliveira, B. (2003). Determination of sterol and fatty acid compositions, oxidative stability, and nutritional value of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars grown in Portugal. *J. Agric. Food Chem.* 51, 7698-7702.
- Bayraklı, F. (1987). Toprak ve Bitki Analizleri. Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:17.
- Bakkalbaşı, E., Yılmaz, Ö. M., & Artık, N. (2010). Türkiye’de yetiştirilen yerli bazı ceviz çeşitlerinin fiziksel özellikleri ve kimyasal bileşenleri. *Akademik Gıda*, 8(1), 6-12.
- Beyhan, Ö., Özcan, A., Özcan, H., Kafkas, N.E., Kafkas, S., Sütyemez, M., & Ercişli, S. (2017). Fat, fatty acids and tocopherol content of several walnut genotypes, *Not. Bot. Horti. Agrobi.*, 45(2), 437-441.
- Bouabdallah, I., Bouali, I., Martínez-Force, E., Albouchi, A., Perez Camino, M. D. C., & Boukhchina, S. (2014). Composition of fatty acids, triacylglycerols and polar compounds of different walnut varieties (*Juglans regia* L.) from Tunisia. *Natural Product Research* 28, 1826-1833.
- Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biology and Physics.* 37, 911-917.
- Blomhoff, R., Carlsen, M. H., Andersen, L. F., & Jacobs, D. R. (2006). Health Benefits of Nuts: Potential Role of Antioxidants. *British Journal of Nutrition*, 96, S52-S60.
- Davis, L., Stonehouse, W., Mukuddem-Petersen, J., van der Westhuizen, F. H., Hanekom, S. M., & Jerling, J. C. (2007). The effects of high walnut and cashew nut diets on the antioxidant status of subjects with metabolic syndrome. *European journal of nutrition*, 46(3), 155-164.
- Kafkas, N. E., Burgut, A., Özcan, H., Özcan, A., Sütyemez, M., Kafkas, S., & Türemiş, N. (2017). Fatty acid, total phenol and tocopherol profiles of some walnut cultivars: A comparative study, *Food and Nutrition Sciences.* 8, 1074-1084.
- Kazankaya, A., Doğan, A., Piral, K., Yaviç, A., & Encü, T. (2017). Bitlis Yöresi Ümitvar Ceviz (*Juglans regia* L.) Tiplerinin Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2), 172-182.
- Kefayati, S., Ikhsan, A. S., Sütyemez, M., Paizila, A., Topçu, H., Bükücü, Ş. B., & Kafkas, S. (2019). First simple sequence repeat-based genetic linkage map reveals a major QTL for leafing time in walnut (*Juglans regia* L.). *Tree Genetics & Genomes*, 15(1), 13.
- Martínez, M. L., Labuckas, D. O., Lamarque, A. L., & Maestri, D. M. (2010). Walnut (*Juglans regia* L.): genetic resources, chemistry, by-products. *J Sci Food Agric.* 90, 1959-1967.
- Pereira, J. A., Oliveira, I., Sousa, A., Ferreira, I. C. F. R., Bento, A., & Estevinho, L. (2008). Bioactive properties and chemical composition of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. *Food Chem Toxicol.* 46, 2103-2111.
- Sütyemez, M., Özcan, A., & Bükücü, Ş. B. (2018). Walnut cultivars through cross-breeding: ‘DİRİLİŞ’ and ‘15 TEMMUZ’. *The American Pomological Society.* 72 (3), 173-180.
- Şen, S. M. (2011). Ceviz Yetiştiriciliği, Besin Değeri, Folkloru, ÜÇM Yayıncılık, Ankara, 220.
- Jones, B., & Sall, J. (2011). JMP statistical discovery software. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 3(3), 188-194.
- Ünver, H., Sakar, E., & Sülüoğlu, M. (2016). Determination of pomological and morphological characteristics with fatty acid composition of high kernel ratio walnut genotypes. *Erwerbs-Obstbau.* 58, 11-18.
- Zeneli, G., Kola, H., & Dida, M. (2005). Phenotypic variation in native walnut populations of Northern Albania. *Sci Hort.* 105, 91-100.
- Zwarts, L., Savage, G. P., & Mc Neil, D. L. (1999). Fatty acid content of New Zealand grown walnut (*Juglans regia* L.). *Int J Food Sci Nutr.* 50, 189-194.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Tarım Bilimleri Dergisi  
(YYU Journal of Agricultural Science)

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Araştırma Makalesi (Research Article)

**Türkiye’de Soğan Üretimi, Fiyat Değişimi, Dış Ticareti ve Rekabet Gücü**

**İsmail GÜVENÇ**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 4600 Kahramanmaraş,  
Türkiye

\*Sorumlu yazar e-posta: [guvencis46@gmail.com](mailto:guvencis46@gmail.com)

**Makale Bilgileri**

Geliş: 22.07.2019  
Kabul: 28.11.2019  
Online Yayınlanma 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.595257

**Anahtar kelimeler**

Fiyat,  
İhracat,  
Üretim,  
Rekabet gücü,  
Soğan.

**Öz:** Bu çalışmada Türkiye sebzeciliğinde önemli bir yere sahip olan soğanın üretimi, fiyatındaki değişim, dış ticareti ve rekabet gücü incelenmiştir. Türkiye’de 2,10 milyon ton civarında soğan (yeşil ve kuru) üretilmektedir. 2017 verilerine göre Dünya kuru soğan üretiminin % 22.23’ü Türkiye’de üretilmiştir. Son yıllarda (2016) Türkiye’nin toplam soğan ihracatı ve ithalatı sırasıyla 105 ve 20 bin ton kadardır. Soğan fiyatlarının 2005-2017 döneminde yıldan yıla artan azalan bir seyir izlediği belirlenmiştir. Bununla birlikte 2005 yılı fiyatlarına göre 2018 yılında yeşil soğan fiyatları 2.37 kuru soğan fiyatları ise 2.61 katı artmıştır. Ayrıca Türkiye’nin soğanda rekabet gücü (karşılaştırmalı üstünlüğünün) 2012-2014 döneminde derecesi zayıf iken, 2015-2016 döneminde bir avantajının olmadığı (dezavantaj) tespit edilmiştir.

**The Production, Price Change, Foreign Trade and Competition Power of Onions in Turkey**

**Article Info**

Received: 22.07.2019  
Accepted: 28.11.2019  
Online Published 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.595257

**Keywords**

Price,  
Export,  
Production,  
Competition power,  
Onions.

**Abstract:** In this study, it was evaluated the production, price change, foreign trade and competition power of onions, which has a significant value in Turkey. It is produced about 2.10 million tons of onions (dry or green) in Turkey. According to 2017 data, Turkey has 22.23 % of production of onions in the world. It was determined that onion prices increased or decreased year to year in the period of 2005-2017. However according to 2005 prices, green and dry onion prices increased by 2.37 and 2.61 times in 2018, respectively. In recent years (2016), dry onions exports and imports in Turkey are respectively 105 and 20 thousand tons. While Turkey’s competitiveness (comparative advantages) in onions was low during the period 2012-2014, it has been determined not to have an advantage in 2015-2016. Besides, it is possible to increase production, qualification, and competitiveness in export by means of the measures taken in onions.

**1. Giriş**

Türkiye Dünyada önemli bir soğan üreticisi bir ülkedir. Nitekim 2017 yılı verilerine göre Dünya kuru soğan üretiminin 9.78 milyon ton olduğu dikkate alındığında (Anon., 2018a) Türkiye dünya soğan üretiminde % 22.23’lük bir paya sahiptir. Ancak Türkiye’de 2018-2019 yıllarında soğan, patates, domates gibi tarımsal ürünlerin perakende fiyatlarının yüksek olması başta bu ürünler olmak üzere Türkiye’nin tarımsal üretimde yeterliliğinin ve perakende fiyatlarının tartışılmasına neden olmuştur. Bu tartışmaların odağında soğan üretimi ve ithalatı yer almaktadır.

Soğan Amaryllidaceae familyasının bir üyesi olup bilimsel adı *Allium cepa*'dır. Soğan kültürü oldukça eskilere tarihlere (MÖ 2800) dayanmaktadır. Türkiye'de de soğan yetiştiriciliği oldukça eski olup 15-16. Yüzyıla ait Osmanlı Tahrir Defterleri'nde (Yinanç ve Elibüyük, 1988) soğan (piyaz) ile ilgili kayıtlar mevcuttur.

Türkiye'de sebze üretimi ve iç ve dış pazarlarda değerlendirme durumu önceki çalışmalarda da incelenmiştir (Alan ve Güvenç 1992; Güvenç ve Alan, 1994a, b; Kaymak ve ark., 2005; Güvenç ve Kaymak, 2008). Bu incelemelerde ortaya konan ve günümüzde de geçerli olan durum üretilen sebzenin tamamının iç pazarlarda değerlendiril(e)memesidir. Bu nedenle sebzelerin üretimi yanında pazarlanması özellikle dış ticaret imkânları önemlidir.

Sebze türlerinin Türkiye'nin sebze ihracatındaki karşılaştırmalı üstünlüklerini, uluslararası rekabet gücünü, ortaya koyan araştırma sayısı oldukça sınırlıdır. Türkiye'nin üretim ve ihracatına ağırlık verme(me)si önerilen bazı sebze ürünleri; 1993-2012 dönemini kapsayan bir araştırma ile karşılaştırmalı üstünlükler teorisi ve en uygun kaynak tahsisi yöntemleri doğrultusunda belirlenmiştir (Erkan ve ark., 2015). Yine Türkiye'nin, geleneksel ihraç tarım ürünlerinin çoğunda (incir, kuru üzüm, fındık, fıstık ve kuru kayısı) karşılaştırmalı üstünlüğünün var olduğu bildirilmektedir (Erkan, 2012). Farklı ülkelerin sebze ihracatında durumunu ortaya koymak için yapılan çalışmalarda Macaristan'ın karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olduğu (Fertó ve Hubbard, 2001); Slovenya'nın ise karşılaştırmalı üstünlüğünün olmadığı (Bojnec ve Fertó, 2006) belirlenmiştir.

Soğanda ihracat ve rekabet gücünü inceleyen çalışmaların oldukça sınırlı olması; son yıllarda (aylarda) soğan üretimi ve perakende fiyatları konusundaki tartışmalar konunun ayrıntılı incelenmesini zorunlu kılmaktadır. Bu nedenlerle çalışmada Türkiye'de önemli bir kuru sebze olan soğanın üretimi, fiyat değişimi, dış ticareti ve rekabet gücü değerlendirilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, Türkiye'nin soğan üretimi, fiyat değişimi, rekabet gücü ve dış ticaret durumunu tespit edilmesi amacıyla Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)/(Anon., 2018b) ile Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü'nün (BÜGEM)/(Anon., 2018c) ilgili verilerinden yararlanılmıştır. Ayrıca çalışmada Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (Anon., 2018a) istatistikleri de kullanılmıştır. Çalışmada FAO'nun ürün kodu (Item code) 403 olan kuru soğana (Onions, dry) ait Dünya (Area Code 5 000) ve Türkiye (Area Code 223) soğan üretim alanı; ihracat (Element Code 5 910) ve ithalatı miktarı (Element Code 5 610); rekabet katsayısını hesaplamak için ihracat değerleri (Element Code 5 922) ait veriler kullanılmıştır (Anon., 2018a).

Karşılaştırmalı Üstünlük Katsayısı: Balassa'nın Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlük (AKÜ) katsayısı (Balassa Endeksi), karşılaştırmalı üstünlükleri ticaret sonrası verilere dayalı olarak ölçmektedir. Ülkenin belli mallarda (sektörlerde) karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olup olmadığını ortaya koymaya çalışan Balassa Endeksi; herhangi bir malın (sektörün) ülkenin toplam ihracatındaki payının, söz konusu malın (sektörün) dünyanın (ya da bölgenin) toplam ihracatındaki payına oranını ifade eder. Diğer bir ifadeyle Balassa Endeksi; ülkenin bir maldaki (sektördeki) yurtiçi uzmanlaşmasını (AKÜ endeksinin payı), dünyanın (ya da bölgenin) uzmanlaşmasıyla karşılaştırır (Bashimov, 2016). Diğer bir ifade ile Açıklanmış karşılaştırmalı üstünlükler katsayısının (AKÜ endeksi) pay kısmı, malın (sektörün) ulusal ihracattaki payını (%); payda kısmı ise, söz konusu malın (sektörün) dünya toplam ihracatındaki payını temsil etmektedir (Mykhnenko, 2005). Buna göre; "j" ülkesinin "t" döneminde "k" tarım ürünü ihracatındaki açıklanmış karşılaştırmalı üstünlük (AKÜ) katsayısının belirlenmesinde benzer çalışmalar yürüten araştırmacılar (Mykhnenko, 2005; Erkan ve ark., 2015; Bashimov, 2016; Terin ve ark., 2018; Terin ve Yavuz, 2018 ve 2019) tarafından da kullanılan aşağıdaki formülden yararlanılmıştır (X: ihracat, t: dönem, k: tarım ürünü, j: ülke, w: dünya).

$$AKÜ_{kt}^j = \frac{X_{kt}^j / X_t^j}{X_{kt}^w / X_t^w} \quad (1)$$

Herhangi bir tarımsal ürünün açıklanmış karşılaştırmalı üstünlük katsayısının 1'den büyük olması, ülkesinin t döneminde o ürünün ihracat payının, aynı dönemde toplam dünya ihracatındaki payından büyük olduğunu ifade etmektedir (Bashimov, 2016). Diğer bir ifadeyle, ülke söz konusu tarımsal ürün ihracatında rekabet gücüne sahiptir ve uzmanlaşmıştır.

Söz konusu endekse göre;  $\ln AKÜ_{kt} > 0 \Rightarrow$  Ülke tarım ürünü ihracatında uzmanlaşmıştır ve ülkenin söz konusu üründe ticaret performansı yüksektir (Erkan ark., 2015).

Rekabet gücünü göstermek amacıyla Balassa'nın AKÜ katsayısını 4 aşamada sınıflandırmaktadır (Hinloopen, et al., 2001): (1)- Rekabet gücü yoktur:  $0 < AKÜ \leq 1$ ; (2)- Zayıf bir rekabet gücü vardır:  $1 < AKÜ \leq 2$ ; (3)- Orta derecede rekabet gücü vardır:  $-2 < AKÜ \leq 4$ ; (4)- Güçlü bir rekabet gücü vardır:  $4 < AKÜ$ .

Çalışmada kurumların veri tabanlarından elde edilen veriler EXCEL programından yararlanarak ihtiyaç duyulan korelasyon (r), sabit esaslı zaman indeksi, yüzde (%), ve belirlilik katsayısı (BK) gibi hesaplamalar yapılmıştır. Bağımlı değişkendeki değişimin ne kadarının bağımsız değişkenle açıklanabileceğini gösteren 'Belirlilik Katsayısı' (BK) korelasyon katsayısının karesi alınarak hesaplanmıştır (Yüzer ve ark., 2006).

### 3. Bulgular

#### 3.1. Alan ve Üretim

2005-2018 döneminde Türkiye'nin soğan üretim alanlarındaki değişim Çizelge 1'de verilmiştir. Türkiye'de 2004 yılında üretim alanları yeşil soğanda 136 bin dekar, kuru soğanda 788 bin dekar kadardır. 2018 yılında ise yeşil soğan üretim alanı 86 bin dekar, kuru soğan üretim alanı ise 527 bin dekar. İncelenen dönemde yeşil soğan üretim alanlarının bir önceki yıla göre azaldığı; kuru soğan üretim alanlarının ise artıp-azalan dalgalı bir durum sergilediği anlaşılabilmektedir. Ayrıca incelenen dönemde 2005 yılı soğan üretim alanına göre daha sonraki yılların tamamında soğan üretim alanı daha düşüktür.

Çizelge 1. Soğanda Üretim Alanındaki Değişim.

Yıl	Yeşil Soğan (da)	Değişim (%)	Kuru Soğan (da)	Değişim (%)
2005	133 810	100.00	772 800	100.00
2006	131 612	98.36	654 664	84.71
2007	122 033	91.20	649 228	84.01
2008	116 892	87.36	656 292	84.92
2009	112 561	84.12	605 579	78.36
2010	108 136	80.81	626 979	81.13
2011	98 369	73.51	661 185	85.56
2012	97 516	72.88	722 319	93.47
2013	96 627	72.21	616 324	79.75
2014	93 858	70.14	600 441	77.70
2015	90 785	67.85	577 040	74.67
2016	87 972	65.74	604 026	78.16
2017	87 393	65.31	576 918	74.65
2018	86 302	64.50	527 133	68.21

Kaynak: Anon., 2018b (TUİK) verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye'de 2004 yılında yeşil soğan olarak üretimi 207 bin ton, kuru soğan üretimi ise 2.04 milyon ton; 2018 yılında ise sırasıyla 142 bin ton ve 1.93 milyon olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 2). 2017 yılı verilerine göre Dünya kuru soğan üretimi 9.78 milyon ton olduğu dikkate alındığında (Anon., 2018a) Türkiye dünya soğan üretiminde % 22.23'lük bir paya sahiptir. Türkiye'nin soğan üretimi de incelenen 2005-2018 döneminde bir azalma söz konusudur. Nitekim 2018 yılında yeşil soğan üretimi 2005 yılı üretim miktarına göre % 28.57, kuru soğan üretimi ise % 6,73 oranında azalmıştır. Ayrıca, Türkiye nüfusunun 2005 yılında 67.7 milyondan 2018 yılında ise 82.0 milyona arttığı (Anon., 2018b) dikkate alındığında soğan üretiminin artan nüfusa göre oransal anlamda da azaldığı ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 2. Taze ve Kuru Soğanda Üretim Miktarı.

	Y. Üretim (Ton)	Değişim (%)	K. Soğan (Ton)	(%)
2005	200 000	100.00	2 070 000	100.00
2006	200 875	100.44	1 765 396	85.28
2007	185 140	92.57	1 859 442	89.83
2008	168 223	84.11	2 007 118	96.96
2009	169 271	84.64	1 849 582	89.35
2010	165 478	82.74	1 900 000	91.79
2011	153 823	76.91	2 141 373	103.45
2012	150 928	75.46	1 735 857	83.86
2013	153 478	76.74	1 904 846	92.02
2014	148 255	74.13	1 790 000	86.47
2015	141 691	70.85	1 879 189	90.78
2016	134 479	67.24	2 120 581	102.44
2017	138 993	69.50	2 175 911	105.12
2018	142 854	71.43	1 930 695	93.27

Kaynak: Anon., 2018b (TUİK) verilerinden yararlanarak hazırlanmıştır.

### 3.2. Fiyat Değişimi

Türkiye'de 2005-2018 döneminde soğan fiyatlarında yıllara göre değişim Çizelge 3'de sunulmuştur. Soğan yıllara göre artan azalan bir seyir izlemekle birlikte 2005 yılı fiyatları temel alındığında (sabit esaslı zaman indeksi) 2018 yılında fiyatlarda yeşil soğanda 2.37 kuru soğanda ise 2.61 katı bir artış olmuştur. Soğanda perakende fiyat artışları 2018-2019 yıllarında Türkiye kamuoyunu meşgul etmiştir. Hatta büyük şehirlerde bazı sebzelerin ucuz satılması amacıyla tanzim satış mağazaları kurulmuştur. 2018 yılında 2017 yılına göre kuru soğan fiyatları % 100'e yakın artmıştır. Bu konuyu daha iyi anlaşılması için 2018 yılı fiyat artışını aylık değişimini incelemek de faydalı olacaktır. Fiyatların 2018 yılında aylık değişimine bakıldığında haziran ayında itibaren artış trendine girdiği görülecektir (Çizelge 4). Fiyat artışları bazı perakende satış noktalarında daha yüksek olabilmektedir.

Çizelge 3. 2005-2018 Döneminde Taze ve Kuru Soğan Fiyatları ve Sabit Esaslı Zaman İndeksine göre Fiyat Değişimi.

Yıl	Y. Soğan Fiyatı	Değişim (%)	K. Soğan Fiyat	Değişim (%)
2005	0.94	100.0	0.36	100.0
2006	1.06	112.8	0.42	116.7
2007	1.19	126.6	0.48	133.3
2008	1.36	144.7	0.43	119.4
2009	1.49	158.5	0.54	150.0
2010	1.86	197.9	0.89	247.2
2011	1.88	200.0	0.76	211.1
2012	1.98	210.6	0.49	136.1
2013	1.89	201.1	0.53	147.2
2014	1.78	189.4	0.52	144.4
2015	1.97	209.6	0.67	186.1
2016	2.19	233.0	0.76	211.1
2017	2.11	224.5	0.56	155.6
2018	2.23	237.2	0.94	261.1

Kaynak: Anon., 2018b (TUİK) verilerinden yararlanarak hazırlanmıştır.

Fiyat-üretim ilişkisi (Korelasyon) incelendiğinde yeşil soğanın üretim miktarı ile fiyatı arasındaki yüksek ( $r: -0.956$ ) derecede bir ilişki bulunmuştur. Kuru soğanda ise bu ilişkinin oldukça düşük olduğu ( $r=0.220$ ) tespit edilmiştir. Belirlilik katsayısının yeşil soğanda ( $r^2=0.913/\% 90.3$ ) yüksek olduğu belirlenmiştir.

Bu bulguları yeşil soğanda üretim alan ve miktarının azalması bulgularını desteklemektedir (Çizelge 1 ve 2). Kuru soğanda ise fiyat üretim ilişkisi ( $r^2=0.0493/\% 4.93$ ) düşük olarak belirlenmiştir. Bu bulgular kuru soğan fiyatlarındaki değişimin üretim miktarından daha çok diğer faktörlerle ilişkili olduğu kanaatini güçlendirmektedir. Nitekim tarımsal ürün fiyatlarının belirlenmesinde etkili olan ekonomik faktörler arasında ülke ekonomisinin genel durumu ve fiyatlar genel düzeyindeki değişim de sayılmaktadır (Karagölge ve ark., 1995). Bu gelişmeler yanında soğan fiyatları üzerine üretim sonrası depolama (stokçuluk) gibi faktörler etkili olabilir.

### 3.3. Dış Ticaret ve Rekabet Gücü

Dünya kuru soğan dış ticaretinde 7 milyon ton kadar bir ürün ihracatı/ithalatı söz konusudur. Türkiye'nin soğan ithalatı yıllara göre dalgalı bir durum göstermekle birlikte oldukça düşüktür. Dünya soğan ihracatında Türkiye'nin payı 2012'de % 2.15'i iken 2016 yılında % 1.45'dir. Türkiye'nin soğan ihracatı 2012-2014 arasında artmış; 2015-2016'da ise azalmıştır. Ancak Türkiye ihracatı/ithalatı dengesi bakımında soğanda fazlası olan bir ülke konumundadır. Ayrıca, Türkiye'nin soğan ihracatı 2012'de 20.7 milyon dolar iken 2016'da 12.5 milyon dolara gerilemiştir (Çizelge 5). Aynı yıllarda Türkiye'nin dünya ihracatındaki payı ise sırasıyla % 0.86 ve % 0.43 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4. Soğan Fiyatlarında 2017 ve 2018 yıllarında Aylık Değişim.

	Yeşil Soğan		Kuru Soğan	
Ay	2017	2018	2017	2018
Ocak	2.33	2.18	0.52	0.59
Şubat	2.46	2.25	0.52	0.59
Mart	2.33	2.16	0.51	0.59
Nisan	2.24	2.17	0.52	0.61
Mayıs	1.98	2.13	0.53	0.65
Haziran	1.97	2.15	0.56	0.90
Temmuz	1.94	2.15	0.62	1.07
Ağustos	1.96	2.10	0.61	1.09
Eylül	1.98	2.06	0.62	1.10
Ekim	2.12	2.18	0.58	1.14
Kasım	2.26	2.43	0.56	1.41
Aralık	2.27	2.74	0.58	1.56

Kaynak: Anon., 2018b (TUİK) verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Çizelge 5. Kuru Soğanda Dünya ve Türkiye'nin Dış ticareti (Ton/yıl).

Yıl	Dünya		Türkiye		Dünya İhracatında Türkiye'nin Payı (%)
	İhracatı	İthalat	İhracatı	İthalat	
2012	6 534 224	6 314 227	140 768	365	2.15
2013	7 007 820	6 754 400	158 036	1 224	2.26
2014	6 935 588	6 791 075	224 991	-	3.24
2015	6 890 034	7 032 197	93 390	196	1.36
2016	7 299 372	7 260 763	105 910	20	1.45

Kaynak: Anon., 2018a (FAOSTAT) verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye'nin soğanda dış ticaretinde rekabet gücü 2012-2016 döneminde incelenmiştir. Benzer şekilde 2012-2016 döneminde AKÜ katsayısı dalgalı bir seyir izlemekle birlikte 2014 yılından sonra azalma eğilimindedir. Nitekim 2014'de 1.54'e yükselen Karşılaştırmalı Üstünlük Katsayısı 2016 yılında 0.433'e düşmüştür (Çizelge 6). Eğer indeks değeri birden büyükse o ülkenin ilgili sektörde karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olduğu söylenir. Eğer indeks değeri birden az ise ülkenin ilgili sektörde karşılaştırmalı dezavantaja sahiptir (Bashimov, 2016). Bu katsayının 2 ile 4 arasında olması bir

ülkenin orta derecede ihracatında karşılaştırmalı üstünlüğe (rekabet gücüne) sahip olduğunu göstermektedir (Hidloopen ve ark., 2001). Bu çalışmadan elde edilen bulgular Türkiye'nin rekabet gücünün 2012-2015 döneminde zayıf derecede olsa da var olduğunu ancak 2016 yılında bir avantajının kalmadığını (yok olduğunu) göstermektedir (Çizelge 6). Bu durum son yıllarda üretimin azalması (Çizelge 2) ve iç pazarda talebin karşılanması için pazarlamanın kolaylaşması ve soğanın perakende fiyatlarının yüksek (Çizelge 3) gibi bazı nedenlerden kaynaklanabilir.

Çizelge 6. Soğanda Toplam İhracat değeri ve rekabet katsayısı.

Yıl	Dünya (1 000 dolar)	Türkiye (1 000 dolar)	Türkiye'nin Payı (%)	AKÜ Endeksi	Üstünlük Derecesi
2012	2 416 987	20 783	0.86	1 010	Zayıf
2013	3 265 754	27 225	0.83	1 005	Zayıf
2014	2 781 683	36 661	1.32	1 541	Zayıf
2015	3 068 336	18 434	0.60	0 689	Yok
2016	2 951 710	12 545	0.43	0 433	Yok

Kaynak: Anon., 2018a,b,c verilerinden yararlanarak hazırlanmıştır.

#### 4-Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada Türkiye'nin soğan üretim alanları ve miktarında-kuru soğanda yeşil soğana göre daha az olsada-bir azalma olduğu belirlenmiştir. Buna karşı soğan fiyatları ise artma eğilimindedir: Yeşil soğan fiyatlarındaki artma ile üretim arasında yüksek; kuru soğan fiyattaki artma ile üretim arasında düşük bir ilişkinin varlığı belirlenmiştir. Kuru soğan fiyatlarındaki artış diğer faktörlerden daha fazla etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanında soğan ihracatında miktar ve değer olarak bir azalma vardır. Bu gelişmeler soğanda ihracatta rekabet gücünü de etkilemiştir. Nitekim 2012-2015 döneminde ihracatta rekabet gücünün zayıf; 2016 yılında ise rekabet gücünün yok olduğu (avantajının kalmadığı) tespit edilmiştir.

Soğan Ülkemizde birçok yörede soğan üretimi yaygın olarak yapılmaktadır. Çiftçinin elde ettiği gelir açısından bakıldığında, yıldan yıla soğan arzındaki farklılıklar ve buna bağlı olarak değişen soğan fiyatları-özellikle kuru soğan üretiminde- önemli bir sorundur. Sahip olduğu ekolojik şartlar soğan üretimine oldukça uygun olan (Güvenç, 2017) Türkiye; bu potansiyelini iç ve dış pazar ihtiyaçlarını karşılamak için yeterince değerlendirememektedir. Bu nedenle üretim ve pazarlama için gerekli tedbirler alınmalıdır. Şöyle ki, üretim aşamasında gübreleme, hastalık ve zararlılarla mücadele; üretim sonrasında "Hal Yasası" olarak bilinen 5957 Sayılı Kanunda güncelleme yapılması gibi pazarlama ile ilgili önlemler alınması bir ihtiyaçtır.

#### Kaynaklar

- Alan, R., & Güvenç, İ. (1992). Türkiye'nin sebze ihracatına genel bir bakış. *Tarımda Kaynak Dergisi*, 1, (1-2), 15-17.
- Anonim. (2018a). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAOSTAT, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Erişim Tarihi: 11.05.2018.
- Anonim, (2018b). Bitkisel Üretim İstatistikleri. TÜİK, [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001). Erişim Tarihi: 01.05.2018.
- Anonim, (2018c). Bitkisel Üretim İstatistikleri. Tarım ve Ormanlık Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü (BUGEM), <https://www.tarim.gov.tr/BUGEM/Menu/9/Veriler>. Erişim Tarihi: 03.04.2018.
- Bashimov, G. (2016). Türkiye'nin domates ihracat performansı ve rekabet gücü. *Alinteri* 31 (B), 1-8 (<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/311449>).



- Bojnec, S., & Fertő, I. (2006). Does comparative advantages in agro-food trade matter for multifunctional rural development: the case of Hungary and Slovenia. *Journal of Central European Agriculture*, 7 (3), 583-586.
- Erkan, B. (2012). BRIC ülkeleri ve Türkiye'nin ihracat uzmanlaşma ve rekabet düzeylerinin karşılaştırmalı analizi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8 (1), 101-131.
- Erkan, B., Arpacı, B.B., Yaralı, F., & Güvenç, İ. (2015). Türkiye'nin sebze ihracatında karşılaştırmalı üstünlükleri. *KSÜ Doğa Bil. Dergisi*, 18(4), 70-76.
- Fertő, I., & Hubbardn, L.J. (2001). *Regional comparative advantage and competitiveness in Hungarian agri food sectors*. 77th EAAE Seminar / NJF Seminar No. 325, August 17-
- Güvenç, I., & Kaymak, H.C. (2008). Türkiye'de sebze üretimi ve tüketimindeki değişme, gereksinim ve projeksiyon. *Alinteri*, 15 (B), 40-45.
- Güvenç, İ. (2017). *Sebzeçilik: Temel Bilgiler, Muhafaza ve Yetiştiricilik*. Nobel Yayınları, S: 288.
- Güvenç, İ., & Alan, R. (1994b). Türkiye'nin Avrupa topluluğu ülkelerine sebze ihracatı. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25, (1), 94-99.
- Güvenç, İ., & Alan, R. (1994a). Türkiye'nin orta doğu ülkelerine sebze ihracatı. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25 (2), 269-274.
- Hinloopen, J., & Marrewijk, C.V. (2001). *On the Empirical Distribution of the Balassa Index*. Review of World Economics, Vol: 137, No:1, March 2001, P: 13.
- Karagölge, C., Kızıloğlu, S., & Yavuz, O. (1995). *Tarım ekonomisi (Temel İlkeler)*. A.Ü. Ziraat Fak. Yayını No: 324, S, 221.
- Kaymak, H.C., Güvenç, İ., & Dursun, A. (2005). Türkiye'de sebze tarımının mevcut durumu, önemli bazı gelişmeler ve çözüm önerileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36, (2), 221-228.
- Mykhnenko, V. (2005). *What type of capitalism in eastern Europe? institutional structures, revealed comparative advantages and performance of Poland and Ukraine*. Centre for Public Policy for Regions (CPPR) Discussion Paper, No:6, September 2005, p:27.
- Terin, M., Yıldırım, İ, Aksoy, A., & Sarı, M.M. (2018). Competition power of Turkey's honey export and comparison with Balkan Countries. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 24(1), 17-22.
- Terin, M., & Yavuz, F. (2018). Türkiye peynir sektörünün uluslararası rekabetçiliğinin Avrupa Birliği ülkeleriyle karşılaştırılmalı analizi. *Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(9), 1243-1250.
- Terin, M., & Yavuz, F. (2019). Türkiye kanatlı eti sektörünün uluslararası rekabetçiliğinin seçilmiş ülkelerle karşılaştırılmalı analizi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg.*, 22 (Ek Sayı 1), 189-195.
- Yinanç, R. & Elibüyük, M. (1988). *Maraş Tahrir Defteri*. Osmanlı Tarihi Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayınları No: 1, S: 468.
- Yüzer, A.F., Ağaoğlu, E., Tatlıdil, H., Özmen, A., & Şıklar, E. (2006). *İstatistik*. Anadolu Üniversitesi Yayını, No: 1448, S: 331.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Tarım Bilimleri Dergisi  
(YYU Journal of Agricultural Science)



<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Araştırma Makalesi (Research Article)

**Roka (*Eruca sativa* L.) Yetiştiriciliğinde Katı ve Sıvı Organik Gübre Uygulamalarının Spektral Yansıma Üzerine Etkisi**

**Gafur GÖZÜKARA<sup>\*1</sup>, Sevda ALTUNBAŞ<sup>2</sup>, Namık Kemal SÖNMEZ<sup>3</sup>, Ahmet Şafak MALTAŞ<sup>2</sup>, Mustafa KAPLAN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fak., Toprak Bilimi ve Bitki Besleme B., 26160, Eskişehir, Türkiye

<sup>2</sup>Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 07059, Antalya, Türkiye

<sup>3</sup>Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, 07059, Antalya, Türkiye

\*Sorumlu yazar e-posta: ggozukara@ogu.edu.tr

**Makale Bilgileri**

Geliş: 23.07.2019

Kabul: 03.11.2019

Online Yayınlanma 31.12.2019

DOI: 10.29133/yyutbd.595836

**Anahtar kelimeler**

Roka,  
Katı-sıvı organik gübre,  
Spektral yansıma

**Öz:** Bitkilerin spektral yansıma karakteristikleri bitki besin maddesi konsantrasyonları, stres ve diğer faktörlerin etkisi ile vejetasyon periyodu boyunca farklılık göstermektedir. Roka (*Eruca sativa* L.) gibi yaprağı yenen sebzelerde verimi arttırmak ve tüketicinin tercih ettiği koyu yeşil yaprak rengini kısa sürede sağlayabilmek için yoğun gübreleme yapılmaktadır. Bu çalışmada roka bitkisine artan dozlarda tabandan uygulanan katı ve sıvı organik gübre uygulamalarının, elektromanyetik spektrumun farklı dalga boyu aralığındaki enerji kullanımı üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma kontrollü sera ortamında tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Denemede bitki yetiştirme periyodu süresince farklı dozlarda tabandan katı organik gübre (KOG) ve damlamadan sıvı organik gübre (SOG) uygulanmıştır. Bu süreçte elektromanyetik spektrumun 330-1075 nm dalga boyu aralığında el spektrometresi ile spektrometrik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, her ölçümde uygulamalar ve dönemler arasında istatistiksel olarak farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Katı+sıvı organik gübre uygulamalarının spektral yansıma üzerinde oluşturduğu varyasyonun en fazla ve en az olduğu ölçümler sırasıyla mavi band bölgesinde; 4. ve 8. ölçümler, yeşil band bölgesinde; 5. ve 3. ölçümler, kırmızı band bölgesinde; 2. ve 8. ölçümler, yakın infrared band bölgesinde ise; 2. ve 7. ölçüm dönemlerinde tespit edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda varyasyonun en fazla ve en az olduğu ölçüm dönemlerinin bitki stres koşullarının tespit edilmesinde belirleyici olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**The Effect of Solid and Liquid Organic Fertilizer Applications on Spectral Reflection in Rocket (*Eruca sativa* L.) Cultivation**

**Article Info**

Received: 23.07.2019

Accepted: 03.11.2019

Online Published 31.12.2019

DOI: 10.29133/yyutbd.595836

**Keywords**

Rocket,  
Solid-liquid organic fertilizer,  
Spectral reflection

**Abstract:** Spectral reflection characteristics of plants vary during the vegetation period with the effect of plant nutrient concentrations, stress and other factors. Intense fertilization is done in order to increase the yield and to provide the dark green leaf color preferred by the consumer in a short time, such as rocket (*Eruca sativa* L.). In this study, the effects of solid and liquid organic fertilizer applications applied to the arugula at increasing doses on the energy usage in different wavelength ranges of the electromagnetic spectrum were investigated. The study was carried out in a controlled greenhouse environment according to randomized plot design. In the experiment, solid organic fertilizer (KOG) and liquid organic fertilizer (SOG) were applied at different doses throughout the plant growing period. In this process, spectroradiometric measurements were

performed by hand spectroradiometer in the wavelength range of 330-1075 nm of the electromagnetic spectrum. As a result of the research, it has been found that there are statistical differences between applications and periods in each measurement. Measurements where the variation on spectral reflection of the solid + liquid organic fertilizer applications were the highest and the least were in the blue band region respectively; Measurements 4 and 8, in the green band region; Measurements 5 and 3, in the red band region; Measurements 2 and 8 are in the near infrared band; It was determined during the 2nd and 7th measurement periods. In line with these results, it was concluded that the measurement periods with the highest and lowest variations were determinative in determining plant stress conditions.

## 1. Giriş

Anavatanı Akdeniz bölgesi olarak kabul edilen roka (*Eruca sativa* L.) yaprakları tüketilen bir sebzedir (Vural ve ark., 2000). Roka bitkisinin Türkiye ölçeğinde 10.38 bin dekar üretim alanıyla birlikte 12.93 ton üretim miktarı bulunmaktadır. Roka yetiştiriciliğinde toplam üretim alanının %2.55, üretim miktarının ise %1.69'u Antalya ilinde yapılmaktadır (Anonim, 2018). Roka (*Eruca sativa* L.) gibi yaprağı yenen sebzelerde verimi arttırmak ve tüketicinin tercih ettiği koyu yeşil yaprak rengini kısa zamanda sağlayabilmek için yoğun gübreleme yapılmaktadır. Halbuki üretim alanlarında toprak verimliliğini korumak, verim, kalite ve karlılık dengesini koruyabilmek için kullanılacak gübrelerin kaynağının, kullanım dozunun ve zamanının iyi belirlenmesi gerekir (Gözükara ve ark., 2014; Gözükara ve ark., 2016; Kalkan ve ark., 2017). Göz önünde bulundurulması gereken bu faktörler üretim periyodu 1-1.5 ay olan roka bitkisinin yetiştiriciliğinde ise büyük önem taşımaktadır.

Binlerce yıldır Anadolu topraklarında tarım yapılması nedeniyle topraklar verimsizleşmiş, erozyon nedeniyle taşınmış, iklim değişimi nedeniyle topraklar ya tuzlanmış ya da aşırı yağışlarla kütle hareketlerine maruz kalıp degrade olmuştur. Tüm bu sebepler topraklarımızın organik madde miktarını azaltmış buna bağlı olarak, özellikle organik gübre kullanımı zorunlu olmuştur. Organik gübreleme; toprağın fiziksel, kimyasal (Alagöz ve ark., 2006; Yılmaz ve Sönmez, 2017) ve biyolojik (Uz ve ark., 2016) özelliklerinin iyileştirmekle çevre üzerine olumlu etkiler sağlamaktadır. Böylelikle ekolojik ve ekonomik anlamda hem bölgesel hem de küresel katkı sağlamaktadır. Bu olumlu etkiler dikkate alındığında, toplam gübreleme oranı içerisinde katı ve sıvı organik gübre kullanımı, gün geçtikçe artış eğilimindedir (Kalkan ve ark., 2017). Gübrenin az veya çok uygulanması bitkiler için stres koşulları oluşturmaktadır. Stres koşullarının belirlenmesinde kullanılan yeni teknolojik yöntemlerden birisi de uzaktan algılama teknolojisidir (Jackson 1984). Uzaktan algılama çalışmalarında temel unsur, bitkilerin elektromanyetik spektruma verdikleri tepkinin belirlenmesidir. Bitkiler, spektrumun farklı dalga boyu bölgelerinde farklı absorpsiyon ve yansıma özellikleri gösterirler (Merzlyak ve ark., 2003; Sonmez ve ark., 2015; Gözükara ve ark., 2019). Spektrometre ile kaydedilen spektral yansıma sayesinde bitkilerin mineral besin elementi konsantrasyonu, gelişme durumları ve stres koşullarının izlenmesi ve arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılması mümkün olabilmektedir (Chappelle ve ark., 1992, Blackmer ve ark., 1994, Zhao ve ark., 2003, 2005; Sari ve ark., 2005a; Zhao ve ark., 2007; Sonmez ve ark., 2008a-b; Altunbaş ve ark., 2018a, Altunbaş ve ark., 2018b; Gözükara ve ark., 2019). Uzaktan algılama teknik ve teknolojileri arasında tarla-bahçe-sera ortamlarında, bitkiye yakın tutularak ölçüm yapabilen spektrometre gibi cihazlar kullanılmaktadır. Yersel uzaktan algılama ölçümleri olarak da adlandırılan bu spektrometrik ölçümlerle, bitki stres koşullarının belirlenmesi ve izlenmesi ile ilgili çalışmalar uzun yıllardan beri yapılmaktadır (Rahman ve ark., 1994; White, 1998; Zhao ve ark., 2005; Viscarra Rossel ve ark., 2006; Sönmez ve ark., 2008; Başayığit ve ark., 2015; Sönmez ve ark., 2015; Zhao ve ark., 2017; Altunbaş ve ark., 2018a, Altunbaş ve ark., 2018b; Gözükara ve ark., 2019).

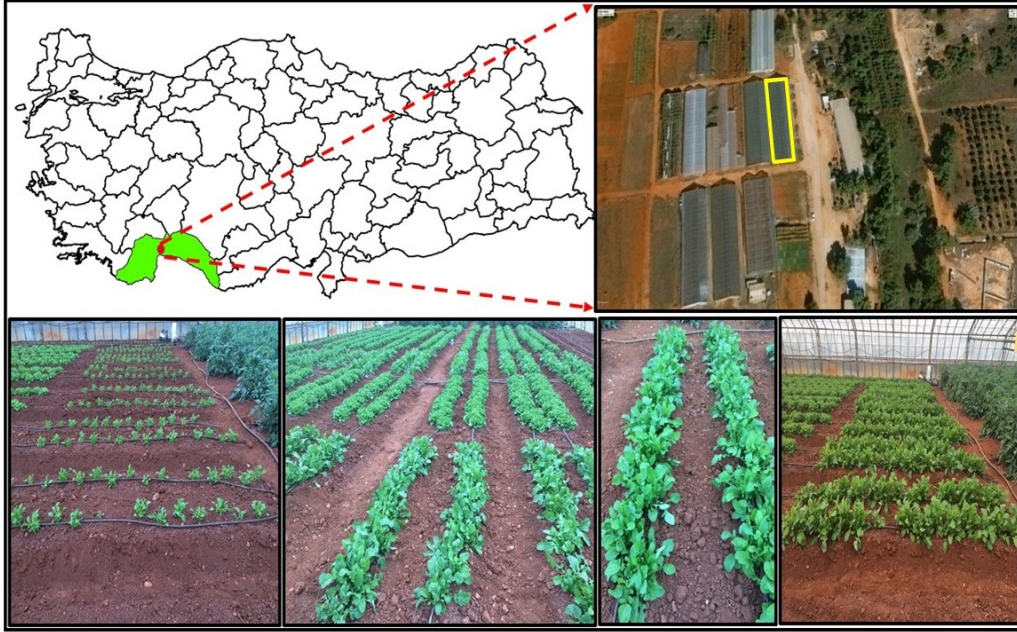
Araştırmacılarının stres koşullarının belirlenmesi ve izlenmesi ile ilgili bulguları ve tespitlerinden de anlaşılacağı üzere, bitkilerin spektral yansımalarının dönemlik veya üretim sezonu boyunca değişimlerine ilgi duyarak ayrıntılı çalışma yapma ihtiyacını hissetmişlerdir. Söz konusu bu araştırma ihtiyacının, spektral yansının hangi koşullarda artış ya da azalış eğiliminde olduğunun tam olarak kesinleştirilememiş olmasından kaynaklandığı açıktır. Bu araştırmanın amacı, roka (*Eruca sativa* L.)

bitkisine farklı dozlarda uygulanan organik gübrelerin (SOG+KOG) elektromanyetik spektrumun farklı dalga boylarındaki yansıma karakteristiği üzerine etkilerini araştırmaktır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Türkiye'nin Akdeniz Bölgesinde yer alan Antalya ilinde örtü altı roka yetiştiriciliğinde tercih edilen ve Küçük Çiftlik Tohumculuk tarafından üretilen Bengi F<sub>1</sub> Roka (*Eruca sativa L.*) çeşiti materyal olarak kullanılmıştır. Çalışma kapsamında her bir parselle (21 farklı parsel) 32 adet roka tohumu ekilmiştir. Deneme 36°53'54.60" Kuzey enlemleri ile 30° 38' 16.99" Doğu boylamları arasında ve 32 m deniz seviyesinden yükseklikte yer alan kontrollü sera ortamında yürütülmüştür (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının coğrafi konumu ve roka bitkisinin gelişiminden genel görünüm

### 2.2.Yöntem

Araştırma, kontrollü sera koşullarında tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışma aşamaları; organik gübre uygulamaları, spektral ölçümler ve laboratuvar analizlerinden oluşmaktadır.

#### 2.2.1. Katı-sıvı organik gübre uygulamaları

Denemede kontrol uygulaması da dahil tabandan katı ve damlamadan sıvı organik gübre uygulamaları ile birlikte yedi (7) farklı uygulama yapılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Katı sıvı organik gübre uygulamaları

	K <sub>0</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	U <sub>4</sub>	U <sub>5</sub>	U <sub>6</sub>
Katı Organik Gübre (kg.da <sup>-1</sup> )	0	0	300	600	0	300	600
Sıvı Organik Gübre (lt.da <sup>-1</sup> )	0	20	40	20	40	20	40

Katı organik gübreler dikimden önce uygulama dozu kadar parsellere homojen olarak tek seferde uygulanmıştır. Sıvı organik gübreler ise üretim periyodu boyunca parsellere 10 farklı seferde damlamadan uygulanmıştır. Çizelge 2'de denemede uygulanan katı ve sıvı organik gübrelerin bazı özellikleri verilmiştir.

Çizelge 2. Katı ve sıvı organik gübrelerin bazı kimyasal özellikleri

Parametreler	Katı Organik Gübre (Altavita)	Sıvı Organik Gübre (Altaverde)
Organik madde (%)	50	20
Hümk+Fülvik asit (%)	40	15
Toplam N (%)	2	3
Toplam P (%)	2	0.7
Toplam K (%)	1	5
Kuru madde max (%)	80	40
pH	5.5-7.5	6-7
C/N	15/1	4/1

### 2.2.2. Spektral ölçümler

Spektroradyometrik ölçümlerde taşınabilir Analytical Spectral Devices (ASD) FieldSpec FR) Hand Held spektroradyometresi kullanılmıştır. Yapıpraktan ölçümler Spektrumun 325-1075 nm dalga boyları aralığında bitki probu (plant probe) ve temas probu (contact probe) ile yapılmıştır. Spektoradyometrik ölçümlerin tamamı bitki gelişimi periyodunda olgunluk dönemine kadar belirli aralıklarla elektromanyetik spektrumun 330-1075 nm dalga boyu aralığında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada bitkiyi en iyi temsil eden yapraklar ölçüm amacı ile kullanılmıştır. Sonrasında ise her bir ölçümde elde edilen spektral verilerde veri karmaşasına neden olunmaması amacı ile elde edilen spektral yansıma değerleri mavi (450-500 nm), yeşil (501-570 nm), kırmızı (610-700 nm) ve yakın kızılötesi (NIR) (701-1075 nm) dalga boyu aralıklarında ayrı ayrı kategorize edilerek incelenmiştir.

### 2.2.3. Toprak analizleri

Bitki dikimi öncesinde, toprak örneklerinin EC-pH'ları 1:2.5 toprak:su karışımında (Jackson, 1967), CaCO<sub>3</sub> içerikleri Scheibler Kalsimetresiyle (Evliya, 1964), toprak bünyesi hidrometre yöntemine göre (Bouyoucos, 1955), organik madde modifiye Walkley-Black metoduna göre (Black, 1965) belirlenmiştir. Toplam N modifiye Kjeldahl metoduna göre (Kacar 1995), alınabilir P Olsen metoduna göre (Olsen ve Sommers, 1982), değişebilir K, Ca ve Mg analizleri 1 N amonyum asetat (pH=7) metoduna göre (Kacar ve İnal, 2008) ve alınabilir Fe, Zn, Mn ve Cu analizleri ise DTPA metoduna göre (Lindsay ve Norwell, 1978) yapılmıştır.

### 2.2.4. İstatistik Analizler

İstatistik analizler için Minitab 17.0 (MINITAB Inc, 2014) ve SPSS 22.0 programları kullanılmıştır (IBM SPSS statistics, 2014).

## 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanının toprak analiz sonuçları (Çizelge 3); pH değeri göre hafif alkalın Kellog (1952), CaCO<sub>3</sub> içeriği göre yüksek kireçli Evliya (1964), EC tuzsuz (Soil Survey Staff, 1951), organik madde az Horoz (2002), toplam N içeriği iyi Loue (1968), alınabilir P içeriği çok yüksek (Olsen ve Sommers, 1982), değişebilir K içeriği yüksek (Pizer, 1967), değişebilir Ca ve Mg içerikleri iyi (Loue, 1968), alınabilir Fe ve Zn içeriklerinin fazla, alınabilir Mn ile Cu içeriklerini yeterli olarak değerlendirilmektedir (Lindsay ve Norvell 1978).

Araştırma sonucunda, farklı dozlarda uygulanan katı ve sıvı organik gübrenin mavi, yeşil, kırmızı ve NIR dalga boylarındaki yansıma üzerindeki etkileri varyans analizi ile tespit edilmiştir (Çizelge 4). Varyans analiz sonuçlarına göre; spektral yansıma üzerine organik gübre dozu, dönem ve doz\*dönem interaksiyonun etkileri istatistiksel olarak  $P \leq 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 3. Çalışma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellikler	Değer
Kum (%)	40
Silt (%)	22
Kil (%)	38
EC (1:2.5) (dS m <sup>-1</sup> )	0.69
pH (1:2.5)	7.54
Kireç (%)	17.40
Organik Madde (%)	2.05
N (%)	0.12
P (ppm)	170
K (meq 100 g <sup>-1</sup> )	1.46
Ca (meq 100 g <sup>-1</sup> )	21.30
Mg (meq 100 g <sup>-1</sup> )	3.88
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	4.68
Mn(mg kg <sup>-1</sup> )	12.64
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	9.14
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	7.32

Çizelge 4. Varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	df	F Değeri	Varyasyon kaynağı	df	F Değeri
<i>Mavi Dalga Boyu (450-500 nm)</i>			<i>Kırmızı Dalga Boyu (610-700 nm)</i>		
Organik gübre dozu (A)	6	26.16 **	Organik gübre dozu (A)	6	32.51 **
Dönem (B)	7	400.65 **	Dönem (B)	7	424.08**
A×B	42	13.77 **	A×B	42	13.61 **
Hata	112		Hata	112	
<i>Yeşil Dalga Boyu (501-570 nm)</i>			<i>Yakın İnfrared (NIR) Dalga Boyu (701-1075)</i>		
Organik gübre dozu (A)	6	17.31 **	Organik gübre dozu (A)	6	5.12 **
Dönem (B)	7	291.39 **	Dönem (B)	7	139.90 **
A×B	42	10.49 **	A×B	42	4.89 **
Hata	112		Hata	112	

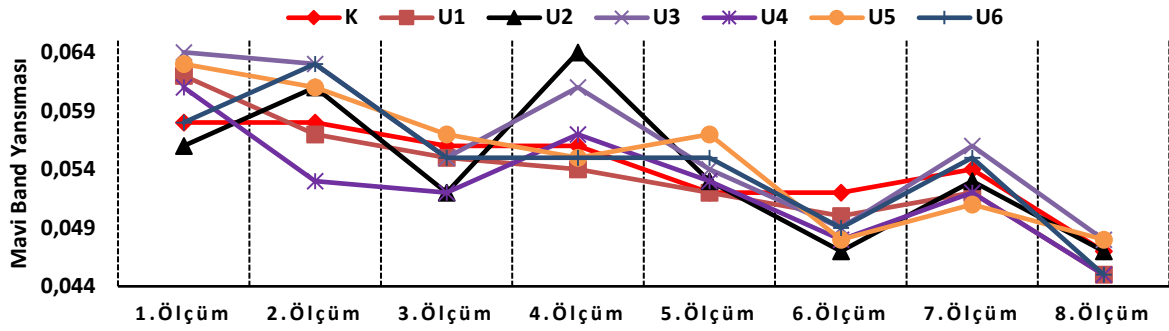
\* \*\*% 1 düzeyinde önemli

Roka yetiştiriciliğinde üretim sezonu boyunca mavi, yeşil, kırmızı ve NIR bandlarda kaydedilen spektral yansımalar değerlendirildiğinde; mavi dalga boyunda elde edilen spektral yansımaların kontrol grubu ve katı+sıvı organik gübre uygulamaların tamamının üretim sezonunun sonuna doğru azalma eğiliminde oldukları belirlenmiştir (Çizelge 5, Şekil 2). Katı+sıvı organik gübre uygulamalarının spektral yansıma üzerine en fazla etkisi 4. ölçüm en az etkisi ise 8. ölçümde meydana gelmiştir (Çizelge 5). Katı ve sıvı organik gübre uygulamalarının roka bitkisinin spektral yansıması üzerindeki etkisi 1., 2., 3. ve 4. ölçümlerde daha belirgin iken diğer ölçümlerde ise bu etkinin daha sınırlı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5). Aynı zamanda katı gübre ile birlikte uygulanan sıvı gübrelerin ise katı gübrelere göre mavi dalga boyundaki enerji kullanımında daha etkili olduğu belirlenmiştir. Diğer uygulamalardan farklı olarak U<sub>2</sub> uygulaması sonucunda roka bitkisinin mavi band aralığındaki spektral yansıması üzerindeki etkisi 4. ölçüme kadar genel olarak artış eğiliminde, sonraki ölçümlerde ise diğer uygulamalarda olduğu gibi azalış eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Uygulamaların mavi bant aralığındaki enerji kullanımındaki en belirgin farklılıklar ise 1., 2., 3., 4. ve 5. ölçümlerde gözlemlenmiştir (Şekil 2). Özellikle katı gübrelerin yoğun olduğu U<sub>2</sub>, U<sub>3</sub>, U<sub>5</sub> ve U<sub>6</sub> uygulamaları neredeyse ölçümlerin tamamında kontrol grubuna göre daha fazla spektral yansımanın ortaya çıktığı tespit edilmiştir (Çizelge 5). Sıvı organik gübrelerin katı organik gübrelere göre mavi band aralığındaki spektral yansımalar üzerinde ise daha az artışa neden olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. Uygulamaların mavi band aralığındaki spektral yansıma üzerine etkileri

	Mavi Band							
	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	4.Ölçüm	5.Ölçüm	6.Ölçüm	7.Ölçüm	8.Ölçüm
K	0.058cA	0.058bAB	0.056abC	0.056cdBC	0.052cDE	0.052aE	0.054bCD	0.047aF
U <sub>1</sub>	0.062bA	0.057bB	0.055abC	0.054dC	0.052cD	0.050bE	0.052dDE	0.045bF
U <sub>2</sub>	0.056dC	0.061aB	0.052cD	0.064aA	0.053bcD	0.047eE	0.053cD	0.047aE
U <sub>3</sub>	0.064aA	0.063aA	0.055bB	0.061bA	0.054bcB	0.049bcC	0.056aB	0.048aC
U <sub>4</sub>	0.061bA	0.053cC	0.052cC	0.057cB	0.053bcC	0.048deD	0.052cC	0.045bE
U <sub>5</sub>	0.063abA	0.061aB	0.057aC	0.055cdD	0.057aC	0.048cdF	0.051dE	0.048aF
U <sub>6</sub>	0.058cB	0.063aA	0.055bC	0.055cdC	0.055abC	0.049bcD	0.055bC	0.045bE
Max	0.064aA	0.063aA	0.057aC	0.064aA	0.057aC	0.052aE	0.056aB	0.048aF
Min	0.056dC	0.053cC	0.052cC	0.054dC	0.052cD	0.047eE	0.051dE	0.045bE
CV	4.90	6.15	3.55	6.65	3.57	3.20	3.17	3.07

Büyük Harflendirmeler; Ölçümler (dönem) arasında, Küçük Harflendirmeler ise uygulamalar (katı+sıvı organik gübre) arasındaki farklılığı göstermektedir



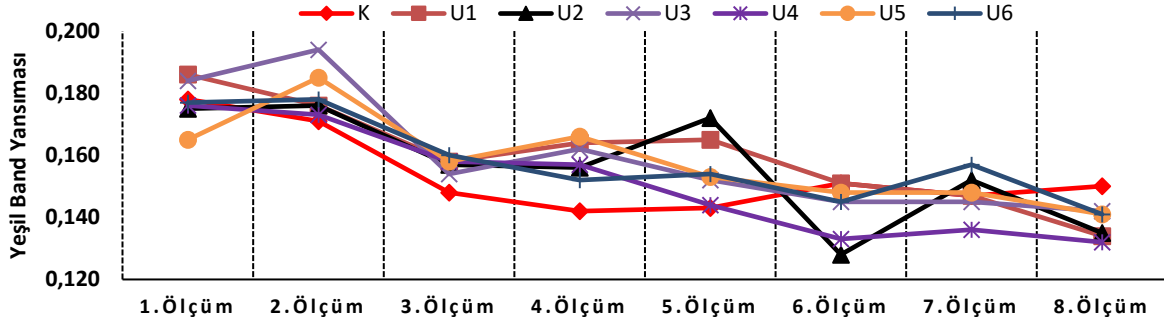
Şekil 2. Uygulamaların mavi dalga aralığındaki spektral yansıma üzerine etkilerinin üretim periyodu boyunca değişimi

Üretim sezonunun sonuna doğru kontrol grubu ve katı+sıvı organik gübre uygulamalarının tamamında yeşil band aralığında elde edilen spektral yansımaların azalma eğiliminde oldukları belirlenmiştir (Çizelge 6, Şekil 3). Katı ve sıvı organik gübre uygulamalarının roka bitkisinin spektral yansıması üzerindeki etkisi en fazla 5. ölçümde en az 3. ölçümde belirlenmiştir (Çizelge 6). Genel olarak organik gübre uygulamaları spektral yansıma üzerinde yetiştirme periyodunun olgunluk dönemlerinde (4., 5. ve 6. ölçüm dönemleri) daha fazla varyasyona neden olmuştur. Spektral yansımanın artışı üzerinde katı gübrelerin 1., 2., 3. ve 4. ölçümlerde sıvı gübrelerin ise 5., 6., 7. ve 8. ölçümlerde daha etkili oldukları tespit edilmiştir. Altunbas ve ark., (2018b), Craig ve Shih (1998) yaptıkları bir çalışmada da, artan oranda uygulanan organik gübre dozlarının etkisinin elektromanyetik spektrumun 500-600 nm'deki yeşil-sarı spektral bölgede yansıma önemli bir artışla kendini gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 6. Uygulamaların yeşil band aralığındaki spektral yansıma üzerine etkileri

	Yeşil Band							
	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	4.Ölçüm	5.Ölçüm	6.Ölçüm	7.Ölçüm	8.Ölçüm
K	0.178cA	0.171cB	0.148bDE	0.142dF	0.143cF	0.151aC	0.147bcE	0.150aCD
U <sub>1</sub>	0.186aA	0.176bcB	0.158aDE	0.164aCD	0.165aC	0.151aEF	0.147bcF	0.134cdG
U <sub>2</sub>	0.175dA	0.176bcA	0.157aB	0.156cB	0.172aA	0.128dC	0.152abB	0.135bcdC
U <sub>3</sub>	0.184bB	0.194aA	0.154abD	0.162abC	0.152bD	0.145bE	0.145cE	0.142bE
U <sub>4</sub>	0.176cdA	0.173cA	0.158aB	0.157bcB	0.144cC	0.133cD	0.136dCD	0.132dD
U <sub>5</sub>	0.165eD	0.185abA	0.158aC	0.166aB	0.153bD	0.148abDE	0.148bcE	0.141bcF
U <sub>6</sub>	0.177cdA	0.178bcA	0.160aB	0.152cD	0.154bCD	0.145bE	0.157aBC	0.141bcE
Max	0.186aA	0.194aA	0.160aB	0.166aB	0.172aA	0.151aEF	0.157aBC	0.150aCD
Min	0.165eD	0.171cB	0.148bDE	0.142dF	0.143cF	0.128dC	0.145cE	0.132dD
CV	3.64	5.38	3.26	5.20	6.75	6.20	4.55	4.96

Büyük Harflendirmeler; Ölçümler (dönem) arasında, Küçük Harflendirmeler ise uygulamalar (katı+sıvı organik gübre) arasındaki farklılığı göstermektedir



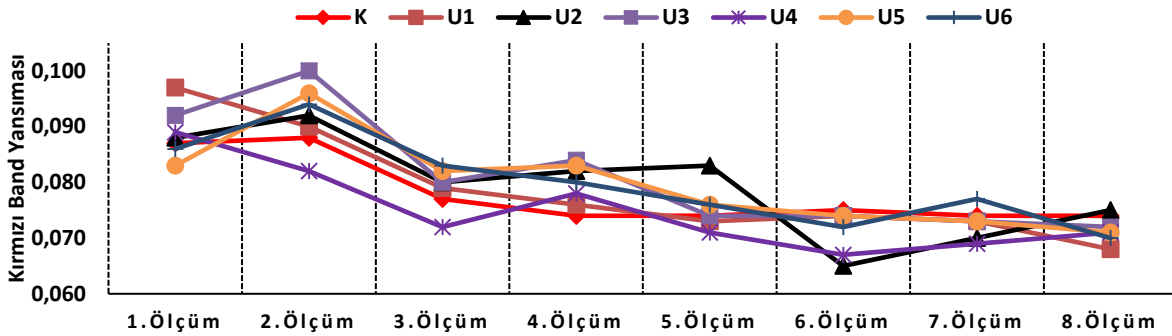
Şekil 3. Uygulamaların mavi dalga aralığındaki spektral yansıma üzerine etkilerinin üretim periyodu boyunca değişimi

Üretim sezonunun sonuna doğru kontrol grubu ve katı+sıvı organik gübre uygulamalarının tamamında kırmızı band aralığında elde edilen spektral yansımaların azalma eğiliminde oldukları belirlenmiştir (Çizelge 6, Şekil 3). Sari ve ark., (2005b)' e göre elektromanyetik spektrumun kırmızı dalga boyunda düşük yansıma (yüksek enerji kullanımı) göstermesi fotosentez için yapraklardaki klorofil pigmenti tarafından enerjinin tutulması anlamına gelmektedir. Araştırmacıların bu bulguları ise üretim periyodunun sonuna doğru metabolik faaliyetler sonucunda oluşan klorofil pigmenti miktarındaki artışın spektral yansımanın düşmesi üzerinde etkili olmuş olabileceği düşüncemizi desteklemektedir. Katı ve sıvı organik gübre uygulamalarının roka bitkisinin spektral yansıması üzerindeki etkisi en fazla 2. ölçümde en az 8. ölçümde belirlenmiştir (Çizelge 7). Katı ve sıvı gübre dozlarının özellikle ilk beş ölçümde spektral yansımanın artışı üzerinde etkili iken 6., 7. ve 8. ölçümlerde ise genellikle kontrol grubundan dahi daha düşük spektral yansıma vermesinde etkili oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Uygulamaların kırmızı band aralığındaki spektral yansıma üzerine etkileri

	Kırmızı Band							
	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	4.Ölçüm	5.Ölçüm	6.Ölçüm	7.Ölçüm	8.Ölçüm
K	0.087cdA	0.088dA	0.077bB	0.074eC	0.074bcC	0.075aC	0.074bC	0.074aC
U <sub>1</sub>	0.097aA	0.090cdB	0.079abC	0.076eCD	0.073bcDE	0.074abCD	0.073bDE	0.068cE
U <sub>2</sub>	0.088cA	0.092cdA	0.080abB	0.082bcB	0.083aB	0.065eE	0.070cD	0.075aC
U <sub>3</sub>	0.092bB	0.100aA	0.080abD	0.084aC	0.074bcEF	0.074abE	0.073bFG	0.072bG
U <sub>4</sub>	0.089cA	0.082eB	0.072cD	0.078dC	0.071cDE	0.067dF	0.069cEF	0.071bDE
U <sub>5</sub>	0.083eB	0.096abA	0.082aB	0.083abB	0.076bC	0.074bcd	0.073bD	0.071bD
U <sub>6</sub>	0.086dB	0.094bcA	0.083aC	0.080cD	0.076bE	0.072cF	0.077aE	0.070bG
Max	0.097aA	0.100aA	0.083aC	0.084aC	0.083aB	0.075aC	0.077aE	0.075aC
Min	0.083eB	0.082eB	0.072cD	0.074eC	0.071cDE	0.065eE	0.069cEF	0.068cE
CV	4.91	6.34	5.49	4.73	5.15	5.53	3.91	3.53

Büyük Harflendirmeler; Ölçümler (dönem) arasında, Küçük Harflendirmeler ise uygulamalar (katı+sıvı organik gübre) arasındaki farklılığı göstermektedir



Şekil 4. Uygulamaların mavi dalga aralığındaki spektral yansıma üzerine etkilerinin üretim periyodu boyunca değişimi

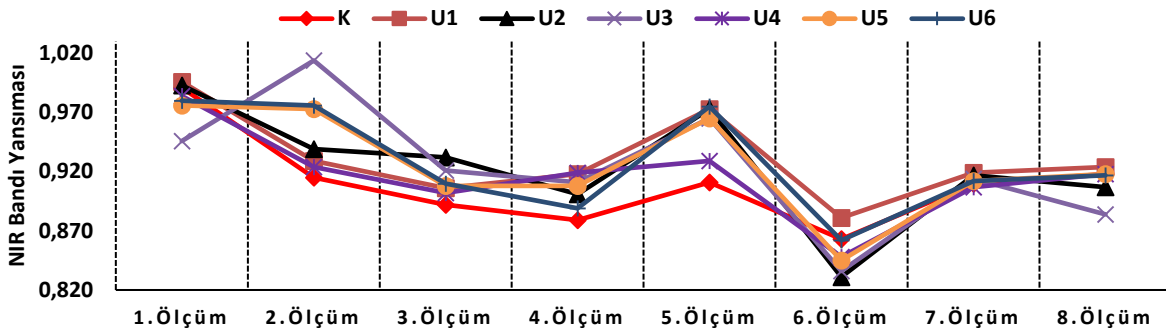


Bitkilerin stres koşullarının belirlenmesinde en önemli belirleyici dalga boyu aralığının elektromanyetik spektrumun yakın kızıl ötesi bölgesi olduğu pek çok araştırmacı tarafından ifade edilmektedir (Slaton ve ark.,2001; Lennartsson, 2003; Leone ve ark., 2007; Lillhonga ve Gelady, 2011; Cao ve Zhan, 2014; Zhao ve ark., 2017 ). Üretim sezonunun sonuna doğru kontrol grubu ve uygulamaların tamamında yakın kızıl ötesi band aralığında elde edilen spektral yansımaların 5. ölçüm hariç diğer ölçümlerde azalma eğiliminde oldukları belirlenmiştir (Çizelge 8, Şekil 5). Katı ve sıvı organik gübre uygulamalarının roka bitkisinin spektral yansıması üzerindeki etkisi en fazla 2. ölçümde en az 7. ölçümde belirlenmiştir (Çizelge 8). Katı ve sıvı gübre dozlarının özellikle 6. ve 8. ölçümlerde spektral yansımada kontrol grubuna göre azalma, diğer ölçümlerde ise uygulamaların neredeyse tamamı spektral yansıma üzerinde artışa neden olmuştur (Çizelge 8). Çalışmadan elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, artan dozlarda uygulanan organik gübrelerin sadece 2., 3., 4. ve 5. ölçüm dönemlerinde kontrol grubuna göre daha fazla spektral yansımada artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Diğer ölçümlerde ise uygulamalar ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak fark olmasına karşılık spektral yansımada çok ciddi farklılıklar tespit edilmemiştir.

Çizelge 8. Uygulamaların NIR band aralığındaki spektral yansıma üzerine etkileri

	NIR Band							
	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	4.Ölçüm	5.Ölçüm	6.Ölçüm	7.Ölçüm	8.Ölçüm
K	0.991aA	0.915bB	0.892cC	0.879eC	0.911dB	0.863bD	0.910cdB	0.918aB
U <sub>1</sub>	0.996aA	0.929bC	0.906bcD	0.918aCD	0.973aB	0.881aE	0.919aC	0.924aC
U <sub>2</sub>	0.993aA	0.939bB	0.932aBC	0.901cD	0.973aA	0.831dE	0.917ab	0.907bD
U <sub>3</sub>	0.946bBC	1.014aA	0.921abCD	0.911abDE	0.965bB	0.836cdF	0.914abcCDE	0.884cE
U <sub>4</sub>	0.984aA	0.924bB	0.902bcB	0.919aB	0.929cB	0.848cC	0.907dB	0.918aB
U <sub>5</sub>	0.976aA	0.973abA	0.908bcB	0.908bcB	0.965bA	0.845cC	0.912bcdB	0.918aB
U <sub>6</sub>	0.980aA	0.976abA	0.910abcBC	0.889dC	0.975aA	0.862bD	0.912cdB	0.917aB
Max	0.996aA	1.014aA	0.932aBC	0.919aB	0.975aA	0.863bD	0.919aC	0.924aC
Min	0.946bBC	0.915bB	0.892cC	0.879eC	0.911dB	0.831dE	0.907dB	0.884cE
CV	2.10	4.83	1.75	1.63	2.55	2.09	0.52	1.50

Büyük Harflendirmeler; Ölçümler (dönem) arasında, Küçük Harflendirmeler ise uygulamalar (katı+sıvı organik gübre) arasındaki farklılığı göstermektedir



Şekil 5. Uygulamaların mavi dalga aralığındaki spektral yansıma üzerine etkilerinin üretim periyodu boyunca değişimi

#### 4. Sonuç

Araştırma sonuçlarına göre, roka yetiştiriciliğinde spektral yansıma üzerine organik gübre dozu, dönem ve doz\*dönem interaksiyonun etkileri istatistiksel olarak  $P \leq 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Katı+sıvı organik gübre uygulamalarının spektral yansıma üzerinde oluşturduğu varyasyonun en fazla ve en az olduğu ölçümler sırasıyla mavi band bölgesinde; 4. ve 8. ölçümler, yeşil band bölgesinde; 5. ve 3. ölçümler, kırmızı band bölgesinde; 2. ve 8. ölçümler, yakın infrared band bölgesinde ise; 2. ve 7. ölçüm dönemlerinde tespit edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda varyasyonun en fazla ve en az olduğu ölçüm dönemlerinin bitki stres koşullarının tespit edilmesinde belirleyici olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Bitkilerin stres koşullarının belirlenmesinde en önemli

belirleyici dalga boyu aralığının elektromanyetik spektrumun yakın kızıl ötesi bölgesi olduğu pek çok araştırmacı tarafından ifade edilmektedir. Bu kapsamda, araştırmada özellikle NIR bandındaki spektral yansıma sonuçlarına değerlendirildiğinde serada roka yetiştiriciliğinde genellikle uygulanan katı+sıvı organik gübre dozlarının roka bitki üzerinde 2. ve 5. ölçüm dönemleri hariç önemli düzeyde stres oluşturacak kadar etkili olamadığı belirlenmiştir. Bu teknik ve teknolojik yaklaşım, farklı dozlarda uygulanan sıvı+katı organik gübreden kaynaklı stres koşullarının, bitki henüz strese girmeden veya hangi yetiştirme periyodunda stresin daha etkili olduğunu ortaya çıkarabilmesi sonucunda olası verim ve kalite kayıplarını engelleyerek zamandan ve maliyetten tasarruf sağlayabilmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda, roka bitkisine farklı dozlarda uygulanacak olan organik gübrelerin spektral yansımasındaki artışlar/azalışlar üzerinde bitkinin hangi fiziksel ve kimyasal özelliği veya özelliklerinin etkili olduğu araştırılmalıdır.

## Kaynaklar

- Alagöz, Z., Yılmaz, E., & Öktüren, F. (2006). Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. *A.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (2), 245-254.
- Altunbas, S., Gozukara, G., Sonmez, N.K., Maltaş, A.Ş., & Kaplan, M. (2018a). Relationship between spectral reflectance and plant nutrient-chlorophyll content in lettuce (*Lactuca Sativa L.*) growing. *Fresenius Environmental Bulletin* 27(5A), 3624-3632.
- Altunbas, S., Sonmez, N.K., Gozukara, G., Maltaş, A.Ş., & Kaplan, M. (2018b). Relationship between solid-liquid organic fertilization and spectral reflectance in lettuce (*Lactuca Sativa L.*) growing. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(8), 5355-5362.
- Başayığıt, L., Dedeoğlu, M., & Akgül, H. (2015). The prediction of iron content in orchards using VNIR spectroscopy. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39, 123-134.
- Blackmer, T.M., Schepers, J.S., & Varvel, G.E. (1994). Light reflectance compared with other nitrogen stress measurements in corn leaves. *Agronomy Journal*, 86, 934-938.
- Black, C.A. (1965). *Methods of Soil Analysis*. Part 2, Amer. Society of Agronomy Inc., Publisher Madisson, Wilconsin, U.S.A., 1372-1376.
- Bouyoucos, G.J. (1955). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils. *Agronomy Journal*, 4(9), 434.
- Cao H., Zhan Y. (2014). Near-infrared spectra quantitative analysis for flue gas of thermal power plant based on wavelength selection. *Scientific Research and Essay* 9, 288-292.
- Chappelle, E.W., Kim, M.S., & McMurtrey, J.E. (1992). Ratio analysis of reflectance spectra (RARS): an algorithm for the remote estimation of the concentrations of chlorophyll a, chlorophyll b, and carotenoids in soybean leaves. *Remote Sensing of Environment*, 39, 239-247.
- Gözükara, G., Kalkan, H., & Kaplan, M. (2014). *Evaluation of differences in fertilizer consumption of autumn tomato production in greenhouse*. 9 th International soil science congress. 14-16 October. Antalya. 685-689.
- Gözükara, G., Kaplan, M. & Kalkan, H. (2016). *Evaluation of Soil Analysis Results and Fertilizer Consumption in Autumn Greenhouse Tomato Cultivation*. 2. International Conference on Science, Ecology and Technology. 14-16 October. Barcelona. 721-726.
- Gözükara, G., Altunbaş, S., Şimşek, O., Sarı, O., Buyurgan, K., Maltaş, A.Ş., Sönmez, N.K. & Kaplan, M. (2019). Roka (*Eruca vesicaria*) yetiştiriciliğinde spektral yansıma ile bitki besin maddesi konsantrasyonu arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32, 55-62.
- Horuz, A., 2002. *Bafra ve Çarşamba Ovalarında toprakların azot durumlarını belirlemede kullanılan bazı kimyasal yöntemlerin mısır bitkisi yetiştirerek tarla denemeleriyle kalibrasyonları. ilişkileri*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 121 s., Samsun
- Evliya, H. (1964). *Kültür Bitkilerinin Beslenmesi*. Ankara. Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, Yayın no:36, 292- 294 Ankara.
- Jackson, R.D. (1984). Remote sensing of vegetation characteristics for farm management. *Sixth in the SPIE Critical Reviews of Technology Series: Remote Sensing* 475, 81-96.
- Jackson, M.C. (1967). *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Kacar, B. (1995). *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizler: III. Toprak Analizleri*. A. Ü. Ziraat Fakültesi Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3.

- Kacar, B. & İnal, A. (2008). *Bitki Analizleri*. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kalkan, H., Gözükara, G., & Kaplan, M. (2017). Sera Güzlük Domates Yetiştiriciliğinde Yeni Eğilim: Sıvı Organik Gübre Tüketimi. *Academia Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2(3), 92-100.
- Kellog, C.E. (1952). *Our Garden Soils*. The Macmillan Company, Newyork.
- Lennartsson, M., & Ögren, E. (2003). Predicting the cold hardness of willow stems using visible and near-infrared spectra and sugar concentrations. *Trees-Structure Function*. 17, 463-470.
- Leone, A.P., Menenti, M., Buondonno, A., Letizia, A., Maffei, C., & Sorrentino, G. (2007). A field experiment on spectrometry of crop response to soil salinity. *Agricultural Water Management* 89, 39-48.
- Lillhonga, T., Geladi, P. (2011). Three-way analysis of a designed compost experiment using near-infrared spectroscopy and laboratory measurements. *J Chemometrics* 25, 193-200.
- Lindsay, W.L., & Norvell, W.A. (1978). Development of a DTPA soil test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. *Soil Sci. Amer. Jour.*, 42 (3), 421-428. Madisson, Wilconsin, USA, p. 1372-1376.
- Loue, A. (1968). Diagnostic petiolaire de prospection etudes sur la nutrition et al. fertilisation potassiques de la vigne. *Societe Commerciale des Potasses d' Alsace Services Agronomiques*, 31-41.
- Merzlyak, M.N., Gitelson, A.A., Chivkunova, O.B., Solovchenko, A.E., & Pogosyan, S.I. (2003). Application of reflectance spectroscopy for analysis of higer plant pigments. *Russian Journal of Plant Physiology* 50, 704-710.
- Olsen, S.R. & Sommers, E.L. (1982). Phosphorus Soluble in Sodium Bicarbonate, Methods of Soil Analysis, Part 2, *Chemical and Microbiological Properties*. Edit: A.L. Page, P.H. Miller, D.R. Keeney 404-430.
- Pizer, N.H. (1967). Some advisory aspect soil potassium and magnesium. *Tech. Bull* No: 14-184.
- Rahman, S., Vance, G.F., & Munn, L.C. (1994). Detecting salinity and soil nutrient deficiencies using SPOT satellite data. *Journal of Soil Science* 158, 31-39.
- Sari, M., Sonmez, N.K., & Kurklu, A. (2005a). Determination of seasonal variation of solar energy utilization by the leaves of Washington Navel Orange Trees (*Citrus sinensis L. Osbeck*). *International Journal of Remote Sensing* 26, 3295-3307.
- Sari, M., Sonmez, N.K., & Karaca, M. (2005b). Relationship between chlorophyll content and canopy reflectance in washington navel orange trees (*citrus sinensis (L.) osbeck*). *Pak. J. Bot.*, 37(4), 1093-1102.
- Slaton, M.R., Hunt, E.R., & Smith, W.K., (2001). Estimating near infrared leaf reflectance from leaf structural characteristics. *American Journal of Botany* 88(2), 278-284.
- Sonmez, N.K., Emekli, Y., Sari, M., & Bastug, R. (2008). Relationship between spectral reflectance and water stress conditions of Bermuda grass (*Cynodon dactylon L.*). *New zealand journal of agricultuel Research*. 51, 223-233.
- Sonmez, N.K., & Sari, M., Sonmez, S. (2008). Relationship between mineral content and canopy reflectance in Washington navel orange trees. *Asian journal of chemistry*. 20(6), 4760-4772.
- Sonmez, N.K., Aslan, G.E., & Kurunc, A. (2015). Relationship spectral reflectance under different salt stress conditions of tomato. *Jorunal of agricultuel sciences*. 21, 585-595.
- Thun, R., Hermann, R., & Knickman, E. (1955). *Die untersuchung von boden neuman verlag*, Radelbeul und Berlin, s: 48-48.
- Uz, İ., Sönmez, S., Tavali, İ.E., Citak, S., Üras, D.S., & Çitak, S. (2016). *Effect of Vermicompost on Chemical and Biological Properties of an Alkaline Soil with High Lime Content during Celery (*Apium graveolens L. var. dulce Mill.*) Production"*, *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, vol.44, pp.280-290.
- Viscarra, Rosse,l R.A., Walvoort, D.J.J., McBratney, A.B., Janik, L.J., & Skjemstad, J.O. (2006). Visible, near infrared, mid-infrared or combined diffuse reflectance spectroscopy for simultaneous assessment of various soil properties. *Geoderma* 131, 59-75.
- Vural, H., Eşiyok, D., & Duman, İ. (2000). *Kültür Sebzeleri* (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova, İzmir, S. 440.
- Zhao, D., Reddy, K.R., Kakani, V.G., Read, J.J., & Carter, G.A. (2003). Corn (*Zea mays L.*) growth, leaf pigment concentration, photosynthesis and leaf hyperspectral reflectance properties as affected by nitrogen supply. *Plant and Soil*, 257:205-217.

- Zhao, C., Liu, L., Wang, J., Huang, W., Song, X., & Li, C. (2005). Predicting grain protein content of winter wheat using remote sensing data based on nitrogen status and water stress. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 7: 1-9.
- Zhao, D., Starks, P.J., Brown, M.A., Phillips, W.A., & Coleman, S.W. (2007). Assessment of forage biomass and quality parameters of bermudagrass using proximal sensing of pasture canopy reflectance. *Grassland Science*, 53:39-49.
- Zhao, X., Hui, B., Hu, L., Cheng, Q., Via, B.K., Nadel, R., Starkey, T., & Enebak, S. (2017). Potential of near infrared spectroscopy to monitor variations insoluble sugars in Loblolly pine seedlings after cold acclimation. *Agricultural and Forest Meteorology* 232:536-542.
- Yilmaz, E., & Sönmez, M. (2017). The role of organic/bio-fertilizer amendment on aggregate stability and organic carbon content in different aggregate scales. *Soil&Tillage Research*. 168:118-124.
- White, K. (1998). Remote Sensing. *Progress in Physical Geography* 22(1): 95-102.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Tarım Bilimleri Dergisi  
(YYU Journal of Agricultural Science)

http://dergipark.gov.tr/yyutbd



Araştırma Makalesi (Research Article)

**Biberde Phytophthora Yanıklığına Karşı Antagonist Bakterilerle Biyolojik Mücadele**

**Ümit ÖZYILMAZ**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 09100, Aydın, Türkiye

\*Sorumlu yazar e-posta: uozyilmaz@adu.edu.tr

**Makale Bilgileri**

Geliş: 26.07.2019  
Kabul: 07.10.2019  
Online Yayınlanma 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.597443

**Anahtar kelimeler**

Biyokontrol,  
İkili kültür,  
Kökçük testi,  
qPCR,  
*Phytophthora capsici*.

**Öz:** Bu çalışma ile biberde *Phytophthora* yanıklığı hastalığına karşı antagonist bakteriler ile biyolojik mücadele olanakları araştırılmıştır. Biyolojik mücadele çalışmalarında kullanılmak üzere biber köklerinden antagonist bakteri adayları izole edilmiştir. Daha sonra antagonistlerin hastalık etmenine karşı olan antimikrobiyal etkileri ikili kültür, kökçük testi, saksı ve tarla denemeleri ile değerlendirilmiştir. Çalışmalar sırasında toplam 95 adet antagonist bakteri izolatu elde edilirken, bunlardan 21 tanesi ikili kültür testlerinde hastalık etmeninin misel gelişimini %20-82 oranında engellemiştir. Kullanılan antagonistlerin yapılan kökçük testlerinde hastalık çıkışını %93'e varan bir oranda engellemek suretiyle etkili olduğu saptanmıştır. Yapılan saksı denemelerinde test edilen antagonistlerden bazıları hastalık etmenini engellerken bazılarının da hastalık şiddetini arttırdığı bulunmuştur. Biyolojik mücadelenin değerlendirildiği tarla denemelerinde ise ümitvar sonuçlar elde edilmiştir.

**Biological Control of Phytophthora Blight of Pepper with Antagonistic Bacteria**

**Article Info**

Received: 26.07.2019  
Accepted: 07.10.2019  
Online Published 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.597443

**Keywords**

Biocontrol,  
Dual culture,  
Radicle assay,  
qPCR,  
*Phytophthora capsici*.

**Abstract:** The aim of this study was to investigate the possibilities of biological control of *Phytophthora* blight in pepper by using antagonistic bacteria. For biological control studies, antagonist bacteria were isolated from pepper roots. Antimicrobial effects of bacterial antagonists against disease agent was tested by dual culture, radicle assay, potting and field experiments. A total of 95 isolates of antagonists were isolated during the study, of which 21 had mycelial inhibition rates of 20-82% in the dual culture tests. Bacterial antagonists were found to be effective for suppression of disease development up to 93% in radicle assay. Some of the antagonists tested in the pot experiments inhibited the disease, however others were found to increase disease severity. Promising results were obtained in field trials.

**1. Giriş**

Biber (*Capsicum annuum* L.) bitkilerinde *Phytophthora* yanıklığı hastalığına neden olan *Phytophthora capsici* (Leonian), biber üretimi yapılan birçok ülkede ciddi kayıplara neden olan oomycete üyesi bir hastalık etmenidir. Sulama suyunun anahtar rol oynadığı hastalık ile mücadelede temel olarak kültürel önlemler ön plana çıkmakta (Hausbeck ve Lamour, 2004) ancak kimyasallar (Hausbeck ve Lamour, 2004; Zhang ve ark., 2011) ve biyolojik mücadele (Akgül ve Mirik, 2008; Sang ve ark., 2008; Kim ve ark., 2012; Mei ve ark., 2010; Robles-Yerena ve ark., 2010; Sopheareth ve ark., 2013; Özyılmaz ve Benlioğlu, 2013) ile ilgili yapılmış birçok çalışma da bulunmaktadır.

Günümüzde kimyasal pestisitlerin kullanımı ile ilgili katı düzenlemeler yapılmış ve birçok tehlikeli kimyasalın pazardan çekilmesi için dünyada politik baskılar uygulanmaktadır. Bundan dolayı birçok araştırmacı bu sentetik kimyasallara alternatif kontrol yöntemleri üzerine yoğunlaşmıştır (Pal ve Mc Spadden Gardener, 2006). Ayrıca bu tür kimyasallara karşı etmenin dayanıklılık oluşturması ve fitotoksitenin meydana gelmesi başka bir handikaptır (Parra ve Ristaino, 2001; Hausbeck ve Lamour, 2004; Qi ve ark., 2012; Pang ve ark., 2013). Biyolojik mücadele; uygulanabilir, doğa dostu bir alternatif olarak kabul görmektedir.

Topraktaki mikroorganizma popülasyonunun araştırılmasında (Fierer ve ark., 2005) ve biyokontrol çalışmalarında (Sanzani ve ark., 2014) kantitatif polimeraz zincir reaksiyonu (Quantitative polymerase chain reaction [qPCR]) yöntemi başarıyla kullanılmaktadır. Son yıllarda popüler olan qPCR yönteminden hedef nükleik asitlerin saptanmasında ve miktarının belirlenmesinde hızlı, hassas, basit, yüksek doğrulukta ve ucuz olarak yararlanılmaktadır.

Bu çalışma ile sağlıklı biber bitkileri köklerinden izole edilen antagonist bakterilerin Phytophthora yanıklığı hastalığına olan etkinliği ikili kültür, kökçük testleri, saksı ve tarla denemeleri ile değerlendirilmiş ve ayrıca saksı denemelerinde uygulamalara ait bitki ve toprak örneklerinde etmenin kantitatif olarak qPCR yöntemi ile belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada *Phytophthora capsici* izolatu olarak Aydın ili Koçarlı ilçesinden izole edilen, virülensi yüksek, tanısı yapılmış bir izolat olan PcK1 kullanılmıştır. Çalışmanın tüm aşamalarında California Wonder çeşidi biber bitkilerinden yararlanılmıştır. Saksı çalışmaları 16 saat ışık 8 saat karanlık fotoperiyotlu 26°C'ye ayarlı iklim odasında yürütülmüştür.

### 2.1. Antagonist bakteri izolasyonu

Antagonist adayı bakteriler, Aydın'ın Çine, Karpuzlu, Köşk ilçelerinde biber ekimi yapılan tarlalarda, sağlıklı biber bitkisi köklerinin yüzeyinden, 2013 yılı Mayıs-Eylül aylarında izole edilmiştir. Kök örnekleri 3 gram tartılmış ve 27 ml %0.85 NaCl içinde 1 dakika stomacher karıştırıcı (BagMixer®) ile çalkalanmıştır. Çalkalama sıvısından seyreltme serileri hazırlanmış ve 100 ppm cycloheximide içeren King B besi yerine yayılarak ekilmiştir. 25°C'de 4 gün inkubasyonun ardından farklı morfolojiye sahip bakteri kolonilerinden saflaştırma yapılmıştır (Berg ve ark., 2002).

### 2.2. İkili kültür çalışmaları

Antagonist adayı bakterilerin antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi amacıyla ikili kültür testleri yapılmıştır. Bunun için PDA besi yerinin merkezinden 2.5 cm uzaklıktaki dört eşit noktaya 10 µl bakteri süspansiyonu damlatılmış ve 24 saat sonra hastalık etmenine (PcK1) ait 1 cm çaplı misel plağı merkeze konulmuştur. Bakteri inokulasyonu yapılmamış sadece hastalık etmenine ait misel plağı bulunan bir besi yeri ise kontrol olarak bırakılmıştır. 25°C sıcaklıkta inkubasyona bırakılan petrilere değerlendirme kontrol petrisindeki miseliyal gelişim 5 cm çapa ulaştığı zaman yapılmıştır. Oluşan engelleme zonları ölçülmüş ve etki oranları hesaplanmıştır (Özyılmaz, 2007). Denemeler 4 tekerrürlü yürütülmüştür. Etki gösteren antagonistler %20 gliserin içeren Nutrient Broth besi yerinde -80°C'de stoklanmıştır.

### 2.3. Kökçük testi

Bitki, patojen ve antagonist bakterinin petri kabında bir araya getirildiği kökçük testi ile antagonist bakterilerin hastalığa olan durdurucu etkisine bakılmıştır. Sağlıklı görülen biber tohumları yıkanmış, yüzey dezenfeksiyonu yapılmış ve durulanmıştır. Tohumlar nemlendirilmiş filtre kağıtları bulunan petrilere üç gün bekletilmiş ve çimlendirilmiştir. Homojen çimlenen tohumlar 10 mM MgSO<sub>4</sub> içindeki 10<sup>9</sup> hücre/ml bakteri süspansiyonunda üç saat bekletilmiş ve daha sonra steril kurutma kağıtları üzerinde bekletilerek nemi alınmıştır. %0.02 glikoz içeren su agarda beş gün gelişen *P. capsici* (PcK1) izolatının kenarına tohumlar 10'ar adet dizilmiş ve petrilere 26°C'de 16 saat ışık 8 saat karanlık fotoperiyotta inkubasyona bırakılmıştır. Üç gün sonra bakteri uygulaması yapılmayan kontrol

petrilerdeki kökçüklerin kararmasıyla değerlendirmeler yapılmıştır (Sang ve ark., 2008). Değerlendirmede sağlıklı kalan tohumların oranı hesaplanmıştır. Testler tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Kontrol olarak; patojen bulunan ve bulunmayan iki ayrı karakterde tohumlar sadece 10 mM MgSO<sub>4</sub> içinde bekletilmiştir.

## 2.4 Tanılama çalışmaları

Çalışmada ikili kültür ve kökçük testlerine göre etkili bulunan antagonist bakteri izolatlarının değerlendirilmesine yardımcı olması için; gram reaksiyonu, KB besi yerinde UV ışık altında ışıma verme, spor oluşumu için sıcaklık testi, tütünde aşırı duyarlılık reaksiyonu ve 37°C'de gelişme yetenekleri saptanmıştır (Klement ve ark., 1990; Schaad ve ark., 2001). Bitkilerde bakterilere karşı oluşabilecek bir hassasiyetin belirlenmesi ve bu izolatların elenmesi amacıyla tütünde aşırı duyarlılık testleri yapılmıştır. Ayrıca izolatlarının 16S rRNA gen dizi analizi yapılarak moleküler düzeyde tanılanmaya çalışılmıştır. Bunun için 24 saatlik bakteri kültürlerinden su içine hazırlanan süspansiyonlar steril santrifüj tüpler içinde kaynatılmış ve santrifüj edilmiştir. Süpernatant PCR çalışmasında kalıp olarak kullanılmıştır. Amplifikasyon, 40 µl PCR karışımı içinde 4 µl kalıp DNA olacak şekilde 27F/1492R primer çiftleri (Lane, 1991) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (27F: 5'-AGA GTT TGA TCM TGG CTC AG-3', 1492R: 5'-TAC GGY TAC CTT GTT ACG ACT T-3'). PCR koşulu 35 döngü olacak şekilde; 94°C de 10 sn, 55°C de 15 sn ve 72°C de 20 sn olarak ayarlanmış, ayrıca 94°C de 1 dk başlangıç denatürasyonu ile 72°C de 5 dk son uzama adımları programa eklenmiştir. Amplifikasyonun gerçekleşip gerçekleşmediğinin belirlenmesi amacıyla ürünler jel elektroforez yöntemiyle yürütülerek görüntülenmiştir. Elde edilen PCR ürünlerinin saflaştırılması ve gen dizi analizleri MacroGen firmasına yaptırılmıştır. Elde edilen diziler NCBI (The National Center for Biotechnology Information) web sayfasında bulunan veri tabanından BLASTN 2.2.29 algoritması kullanılarak taranmış ve eşleşen olası bakteri türleri çıkarılmaya çalışılmıştır (Zhang ve ark., 2000).

## 2.5. Saksı denemeleri

Antagonist bakterilerin hastalığa olan etkilerinin araştırıldığı saksı denemelerinde %1 (hacim/hacim) oranında inokulum içeren hastalıklı toprak kullanılmıştır (Kurze ve ark., 2001). Plastik saksılarda (100 ml) steril toprak harcında yetiştirilen 2-3 yapraklı biber fideleri etkinliği test edilecek olan bakterinin 10<sup>9</sup> hücre/ml yoğunluğundaki süspansiyonu ile 25 ml olacak şekilde bir kere sulanmıştır. Üç gün sonra bu bitkiler saksılarından toprakları ile çıkarılmış, tabanında inokulumlu toprak bulunan daha büyük bir saksıya (500 ml) yerleştirilmiş ve boşluklar steril harç ile doldurulmuştur. Ayrıca Bion MX 44 WG ve Ridomil Gold MZ 68 WG adlı ticari ilaçlar ayrı birer karakter olarak denemeye eklenmiştir (sırasıyla 0.2 g/l, 2.5 g/l dozlarda, püskürtme ve içirme olacak şekilde toplam 4 karakter). Değerlendirme uygulamadan 3 hafta sonra Özyılmaz ve Benlioğlu (2013)'da belirtilen skala değiştirilerek yapılmıştır (0: sağlıklı bitki, 1: yaşlı yapraklar solmuş, 2: en üst 2-3 yaprak hariç tüm yapraklar solmuş, 3: tüm yapraklar solmuş, 4: tüm yapraklar dökülmüş, 5: tüm yapraklar dökülmüş ve tüm gövdeyi kaplamış nekroz, tamamen ölü bitki). Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Skala değerlendirmesinin sonunda, toprakta ve bitkide patojen miktarının belirlenmesi için qPCR çalışmaları yapılmıştır. Bunun için kök yüzeyine yapışmış topraklar alınmış, elenmiş ve MOBIO PowerSoil® DNA Isolation Kit kullanılarak DNA ekstraksiyonu yapılmıştır. Daha sonra bitkiler yıkanarak temizlenmiş, kök boğazı kalacak şekilde üst aksam uzaklaştırılmış, kök-kök boğazı homojenize edildikten sonra QIAGEN DNeasy Plant Mini Kit kullanılarak DNA ekstraksiyonu yapılmıştır. Bu DNA ekstraktları ile qPCR çalışmaları yürütülmüştür. Bunun için ITS bölgesinden 73 bp'lik bir bölgesi amplifiye eden Pcap-q-1F/R (F: 5'-GGA ACC GTA TCA ACC CTT TTA GTT G-3', R: 5'-CGC CCG GAC CGA AGT C-3') primer çifti kullanılmıştır (Pavón ve ark., 2008). Reaksiyon hazır karışımı olarak EvaGreen (BioRad) kullanılmış ve RealTime PCR cihazı olarak BioRad CFX96'dan yararlanılmıştır. qPCR koşulları 98°C'de 3 dk başlangıç denatürasyonu ile; 95°C'de 10 sn denatürasyon, 65°C'de 5 sn annealing ve 72°C'de 30 sn uzama adımları 40 döngü olacak şekilde ayarlanmıştır. Okuma FAM kanalından uzama bitiminde yapılmıştır. Ayrıca, 65°C'den 95°C'ye 0.5°C adımlarla 5 sn süre beklemeli erime eğrisi adımları protokol sonuna eklenmiştir. İşlem sonunda örneklere ait Ct değerleri belirlenmiştir. qPCR çalışmaları sırasında, pozitif kontrol izolatu

(PcK1) DNA ekstraksiyonu seyreltme serisi yardımıyla hesaplanan standart eğri denklemi kullanılarak (verim[E] = %102,  $r^2 = 0.996$ , eğim = -3.272, y-int = 38.476, threshold = 44.98) örneklerdeki DNA miktarları hesaplanmış ve uygulama yapılmamış hastalıklı kontrol ile karşılaştırılarak antagonist bakterilerin etkinlikleri belirlenmiştir. Bu çalışmalara ayrıca, arazi çıkışları sırasında izole edilen ve patojenisitesi yapılmış altı adet *P. capsici* izolatu (veri sunulmamıştır) pozitif kontrol olarak ve stok kültürlerden temin edilmiş tanısı yapılmış *Verticillium dahliae*, *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium oxysporum* ve *Phytophthora cactorum* etmenlerinin DNA ekstraktları negatif kontrol olarak dahil edilmiştir.

## 2.6. Tarla denemeleri

Biyolojik korumanın değerlendirildiği tarla denemeleri; önceden biber üretimi yapılmamış bir tarlada (Lat:37.760273, Lon:27.756865), tesadüf blokları deneme desenine göre 5 karakter ve 4 tekerrürlü olacak şekilde, 2014 yılı Mayıs ayı ortasında kurulmuştur. Deneme alanında biberlerin dikilmesi için 70 cm aralıklarla sırtlar oluşturulmuş ve biberler 35 cm ara ile bu sırtlara dikilmiştir. 15 metre uzunluğunda olan sırtların her biri bir karakterin bir tekerrürü olarak düşünülmüş ve toplamda 20 sırt kullanılmıştır. Denemede Pca2 ve Pca12 antagonist bakterileri değerlendirilmiştir. Biri gram pozitif diğeri gram negatif olan bakteriler, tütünde aşırı duyarlılık testi negatif, arazide kullanılabilecek miktarda kitle üretime uygun (veri sunulmamıştır) ve tıp literatüründe doğrudan ya da bağışıklık sistemi zayıflığı hastalığı olarak dolaylı yer almayanlar içinden seçilmeye çalışılmıştır. Sağlıklı kontrol bitkileri hariç diğer tüm fideler şaşırtılmadan önce topraktaki fide dikim deliklerine 5 ml %0.5 patojen inokulumu içeren toprak konulmuş ve üzerine 20 ml temiz toprak eklenmiştir. Bakteri uygulamalarında fideler su içine hazırlanan  $10^9$  hücre/ml yoğunluğundaki bakteri süspansiyonu içinde yarım saat bekletildikten sonra şaşırtılmıştır. İlaçlı kontrol fideleri ise 2.5 g/l su dozunda hazırlanan Ridomil Gold MZ 68 WG ilacında yarım saat bekletildikten sonra dikilmiştir. Hastalıklı kontrol fidelerine sadece su uygulanmıştır. Sulama damla sulama şeklinde yapılmıştır. Haftada bir gözlem yapılarak ölen bitkiler sayılmış, iki ay sonra sayım sonlandırılmış ve uygulamaların hastalığa olan etkileri hesaplanmıştır. Ayrıca deneme boyunca tarlanın 10 cm derinliğindeki toprak sıcaklığı veri kaydedici ile saatlik kaydedilmiştir (Onset Hobo data logger, TMC6-HD sıcaklık algılayıcı).

## İstatistik analizler

Laboratuvar, iklim odası ve tarla çalışmalarında elde edilen verilere tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Ortalama değerler arasında fark çıkması durumunda  $p < 0.05$  düzeyinde asgari önemli fark (LSD) analizleri gerçekleştirilmiştir.

## 3. Bulgular

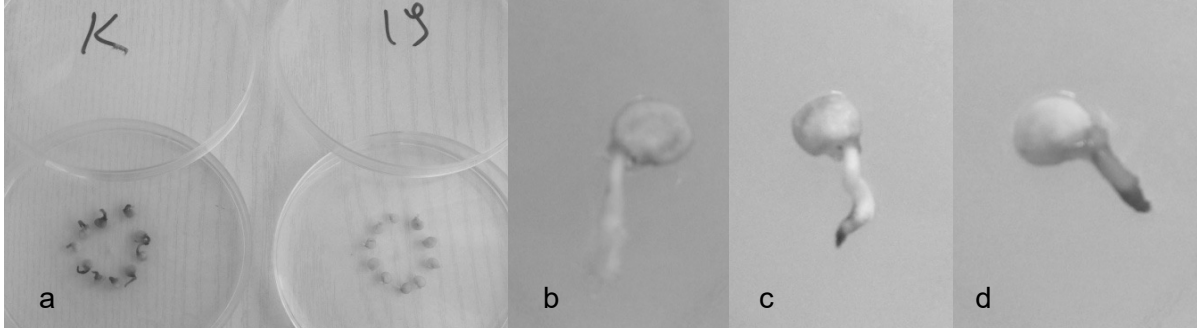
### 3.1. Antagonist bakteri izolasyonu

Yapılan arazi çıkışlarında toplanan sağlıklı biber bitkilerinin köklerinden toplam 95 adet farklı koloni morfolojisine sahip antagonist adayı bakteri izolatu elde edilmiş ve saflaştırılmıştır. İzolasyon çalışmaları sırasında yapılan seyreltmelerde  $10^{-3}$  ve  $10^{-4}$  seyreltmelerin bakteri kolonilerinin gözlenmesi ve saflaştırılması açısından uygun olduğu belirlenmiştir.

### 3.2. İkili kültür çalışmaları

İkili kültür test sonuçlarına göre 95 adet bakteri izolatından 21 tanesinin hastalık etmenine karşı %20 ile %82 arasında bir engelleme yaptığı saptanmıştır. Bu izolatlarından 10 tanesi %50 nin üzerinde bir engelleme göstermiştir. Pca6 ve Pca2 izolatlarının hastalık etmeninin misel gelişimini engellemesi açısından antagonistik etkisi en yüksek (sırasıyla %82 ve %80) izolatlar olarak belirlenmiştir (Çizelge 1).





Şekil 1. Kökçük testi 3. gün sonuçları (a: Kontrol ve Pca19 uygulaması, b: sağlıklı, c: kökçük ucunun çürümesi, d: kökçüğün tamamının çürümesi).

### 3.3. Kökçük testi

Kökçük testlerinde bazı kökçüklerin sağlıklı kaldığı, bazılarının da tamamen hastalandığı gözlenmiştir. Ancak bazı kökçüklerde ise sadece agara değen uç kısımda lezyon oluştuğu, aynı şartlardaki hastalıklılara göre daha sağlıklı olduğu görülmüştür (Şekil 1). Pca19, Pca20 ve Pca21 antagonist izolatlarının kökçükleri hastalık etmenine karşı %93 oranında koruduğu görülmüştür. Bunu Pca15, Pca1, Pca12, Pca4 izolatları izlemiştir (Çizelge 1).

### 3.4. Tanılama Çalışmaları

Antagonist bakteri izolatlarının tanılama testlerinde; tümünün hücre şekli çubuk olarak saptanırken, bunlardan Pca2 ve Pca13 gram pozitif diğerlerinin gram negatif olduğu, spor testi sonucunda yine bu iki izolatın 80°C sıcaklığa dayanarak spor oluşturduğu saptanmıştır. Pca1, Pca3, Pca12, Pca14, Pca15, Pca16, Pca17, Pca18, Pca19, Pca20 ve Pca21 izolatlarının 37°C de gelişmediği görülürken; Pca6, Pca8, Pca9 ve Pca11 izolatlarının King B besi yerinde ultraviyole ışık altında besi yerine yayılır ışyan bir pigmentasyon oluşturdu görülmüştür. Bunlara ek olarak Pca1 ve Pca3 izolatının tütünde aşırı duyarlılık testi sonucunun pozitif çıktığı saptanmıştır.

16s rRNA sekans analizi sonucu elde edilen DNA dizilerinin veri tabanı eşleşmeleri (NCBI) incelendiğinde, eşleşmenin %95 ve üzeri bir benzerlikle gerçekleştiği görülmüştür. Tarama sonucunda: Pca1, Pca3: *Pseudomonas mediterranea*; Pca4, Pca7, Pca17, Pca18: *Pseudomonas lini*; Pca6, Pca8, Pca9: *Pseudomonas thivervalensis*; Pca11: *Pseudomonas brassicacearum* subsp. *neourantiaca*; Pca5, Pca10, Pca20, Pca21: *Pseudomonas* spp.; Pca2: *Bacillus subtilis*; Pca12: *Lysobacter capsici*; Pca13: *Bacillus tequilensis*; Pca14: *Lysobacter gummosus*; Pca15: *Lysobacter enzymogenes*; Pca16: *Dyella marensis*; Pca19: *Stenotrophomonas maltophilia* olarak belirlenmiştir.

### 3.5. Saksı denemeleri

Saksı denemelerinde bitkiler hastalıklı toprağa şaşırtıldıktan 3 hafta sonra değerlendirme yapılmış ve 0-5 skalası kullanılarak elde edilen veriler kaydedilmiştir. Hastalıklı kontrole göre hastalığı engelleme oranları Çizelge 1'de verilmiştir. Pca18, Pca17, Pca19, Pca20 ve Pca3 en etkili izolatlar olarak bulunmuştur.

Ayrıca ilaç uygulamalarının hem püskürtme hem de içirme yöntemlerinden etkili sonuç alındığı saptanmıştır (Ridomil püskürtme hariç). İklim odası biyolojik mücadele çalışmalarında bazı izolatlar etkisiz olarak saptanırken bunun yanında bazılarının hastalıklı kontrolün üzerinde bir skala değerine sahip olduğu ve hastalığı teşvik ettiği bulunmuştur.

İklim odası koşullarında yapılan biyolojik mücadele denemelerinin ardından alınan toprak ve bitki örnekleri değerlendirilmiş ve uygulamaların hastalık miktarına olan etkileri qPCR testleri ile araştırılmaya çalışılmıştır. Bunun için ilk önce toprak ve bitki örneklerinden DNA ekstraksiyonu yapılmıştır. Pozitif örnek DNA seyreltme serisinden elde edilen formül kullanılarak toprak ve bitki örnekleri içindeki hastalık etmenine ait DNA miktarları hesaplanmıştır. Bitki örneklerinde  $1.6 \times 10^8$  fg/gram\_bitki\_doku ve toprak örneklerinde  $3 \times 10^7$  fg/gram\_toprak miktarına kadar etmene ait DNA

Çizelge 1. Biyolojik kontrol çalışmaları sonuçları

Uygulama	<i>In-vitro</i> ikili kültür (engelleme %)	Kökçük testi (sağlıklı kökçük %)	Saksı denemesi		Bitkide qPCR		Toprakta qPCR	
			Skala	Engelleme %	fg/g bitki	Etmene DNA azalma	fg/g toprak	Etmene DNA azalma
Pca6	82±4a	7±5.8 cd	2.8±2.3efghi	7	7.25x10 <sup>7</sup> e	<-100	1.43x10 <sup>9</sup> hij	6
Pca2	80±2a	0±0.0 d	4±2.2ghi	-33	9.14x10 <sup>3</sup> a	100	2.98x10 <sup>6</sup> abc	80
Pca14	68±2b	0±0.0 d	3.2±2.2fghi	-7	2.06x10 <sup>6</sup> a	54	7.93x10 <sup>6</sup> ef	48
Pca4	67±5bc	27±23.1 bc	4.2±1.8hi	-40	9.59x10 <sup>6</sup> ab	<-100	1.60x10 <sup>6</sup> ab	89
Pca12	66±2bc	30±10 b	3.2±2.5efghi	-7	4.37x10 <sup>5</sup> a	90	1.37x10 <sup>7</sup> ghi	10
Pca15	62±2bc	40±26.5 b	2.2±2.3bcdefg	27	9.86x10 <sup>5</sup> a	78	1.43x10 <sup>7</sup> hij	6
Pca9	62±4bc	0±0.0 d	4.4±0.5i	-47	1.70x10 <sup>4</sup> a	100	1.84x10 <sup>6</sup> abc	88
Pca8	61±0c	17±5.8 bc	3.8±1.1fghi	-27	3.10x10 <sup>3</sup> a	100	3.05x10 <sup>7</sup> l	<-100
Pca17	53±4d	3±5.8 d	0±0.0a	100	0.00x10 <sup>0</sup> a	100	2.69x10 <sup>6</sup> abc	82
Pca7	52±3d	10±17.3 cd	2.6±2.4defghi	13	7.23x10 <sup>5</sup> a	84	9.79x10 <sup>6</sup> fg	35
Pca16	47±4de	0±0.0 d	2.4±2.5cdefgh	20	1.48x10 <sup>7</sup> b	<-100	4.14x10 <sup>6</sup> bcde	73
Pca18	45±9ef	0±0.0 d	0±0.0a	100	8.97x10 <sup>4</sup> a	98	2.88x10 <sup>7</sup> kl	-90
Pca21	42±2efg	93±11.5 a	3.6±0.5fghi	-20	5.66x10 <sup>3</sup> a	100	7.53x10 <sup>6</sup> def	50
Pca20	41±2efg	93±11.5 a	0.6±0.9abc	80	5.19x10 <sup>2</sup> a	100	1.06x10 <sup>7</sup> fgh	30
Pca5	40±5efg	0±0.0 d	4.4±0.5i	-47	9.77x10 <sup>4</sup> a	98	2.20x10 <sup>6</sup> abc	86
Pca11	39±0fg	0±0.0 d	2±2.7bcdef	33	2.34x10 <sup>5</sup> a	95	1.82x10 <sup>7</sup> j	-20
Pca13	39±3fg	0±0.0 d	4.2±0.8hi	-40	6.38x10 <sup>7</sup> e	<-100	4.69x10 <sup>6</sup> bcde	69
Pca10	37±2g	0±0.0 d	2.4±1.8cdefgh	20	2.82x10 <sup>7</sup> c	<-100	3.72x10 <sup>6</sup> abcd	75
Pca19	37±2g	93±11.5 a	0.4±0.9ab	87	6.46x10 <sup>3</sup> a	100	8.77x10 <sup>4</sup> a	99
Pca3	27±2h	10±10 cd	1.6±0.9abcde	47	1.60x10 <sup>8</sup> g	<-100	4.73x10 <sup>6</sup> bcde	69
Pca1	20±2i	40±10 b	4.4±0.9i	-47	4.80x10 <sup>6</sup> ab	-8	5.60x10 <sup>6</sup> cde	63
Knt (H)	0±0j	0±0.0 d	3±1.4efghi	na	4.43x10 <sup>6</sup> ab	na	1.51x10 <sup>7</sup> ij	na
Knt (S)	nt	100±0.0 a	0±0.0a	100	0.00x10 <sup>0</sup> a	100	0.00x10 <sup>0</sup> a	100
RP	nt	nt	3.6±1.1fghi	-20	1.19x10 <sup>8</sup> f	<-100	2.65x10 <sup>7</sup> kl	-75
RI	nt	nt	0±0.0a	100	1.29x10 <sup>3</sup> a	100	1.09x10 <sup>6</sup> ab	93
BP	nt	nt	0.8±1.1abcd	73	3.88x10 <sup>7</sup> d	<-100	2.55x10 <sup>7</sup> k	-69
BI	nt	nt	0±0.0a	100	2.56x10 <sup>6</sup> a	42	0.00x10 <sup>0</sup> a	100

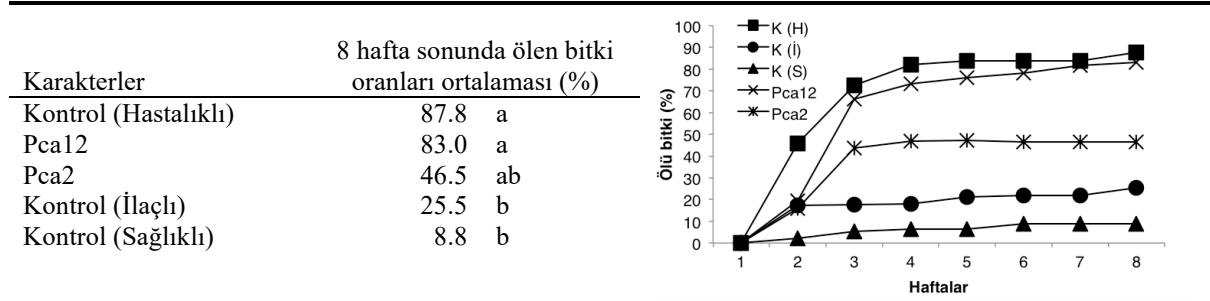
Sıralama ikili kültür test sonucuna göre yapılmıştır. Çizelgedeki değerler en az 3 tekrerrün ortalamasıdır. Aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur (tek yönlü ANOVA, LSD p < 0.05). Skala değerleri için karekök, oransal değerler için arcsin transformasyonu yapılmıştır. Negatif değerler hastalık artışını göstermektedir. Oransal değerler kontrol karakteri ile karşılaştırılması sonucu elde edilmiştir. Knt (H): Hastalıklı kontrol, Knt (S): Sağlıklı kontrol, RI: Ridomil içirme, RP: Ridomil püskürtme, BI: Bion içirme, BP: Bion püskürtme. nt: Test edilmedi, na: Uygulanabilir değil.

saptanmıştır (Çizelge 1). Bu şekilde antagonist bakteri uygulamalarının etmen üzerine olan etkileri değerlendirilmiştir. Bitki örneklerinde etmene ait saptanan DNA miktarlarına bakıldığında Pca17, Pca20, Pca8, Pca21, Pca19, Pca2 ve Pca9 un %100 oranında kontrole göre etmene ait DNA miktarında azalma olduğu görülmektedir. Bazı antagonist uygulamalarında hastalık oranının hastalıklı kontrole göre arttığı saptanmıştır. Toprak örneklerindeki DNA miktarlarına bakıldığında ise Pca19, Pca4, Pca9, Pca5, Pca17 ve Pca2 izolatlarının etmene ait DNA miktarını %80 ve üzeri bir oranda azalttığı görülmektedir. İçirme şeklinde yapılan ilaç uygulamalarının ise etmeni toprakta büyük ölçüde temizlediği de bulunmuştur. Bazı antagonist bakteri uygulamalarında kontrole göre daha fazla oranda toprakta etmene ait DNA bulunmuştur. Testlere eklenen diğer pozitif kontroller de uygun birer Ct değeri verirken, negatif kontroller Ct değeri vermemiştir. Ayrıca *P. capsici* DNA'sı içeren örneklerin hepsinde erime eğrisi 79.5°C'de tepe noktası oluşturacak şekilde ve birbirinin identifiği olarak bulunmuştur.

### 3.6. Tarla denemeleri

Tarla denemesinde dikimi takiben 2 ay boyunca her hafta tüm bitkiler incelenmiş ve ölen bitkiler kayıt edilerek bir tekrerrüdeki ölen bitkilerin oranları belirlenmiştir. Bazı ölen bitkiler laboratuvara getirilerek izolasyon yapılmış ve ölüm nedenlerinin *P. capsici* olduğu teyit edilmiştir. Deneme sonunda hastalıklı kontrole ait bitkilerin %88'i ve Pca12 izolatına ait bitkilerin %83'ü ölmüş

ve aynı grupta yer almıştır. Hastalısız kontrolde ise çeşitli nedenlerden dolayı ölen bitkilerin oranı %9 olarak bulunmuş ve bu bitkilerden yapılan izolasyon çalışmalarından hastalık etmeni izole edilmemiştir. Bunu takiben ilaçlı kontrolde (Ridomil Gold MZ 68 WG) %26 bitki kaybı gerçekleşmiştir. Pca2 izolatında ise %47 oranında ölen bitki saptanırken bunun istatistiki olarak ilaçlı kontrol ile aynı grupta yer aldığı görülmüştür (Şekil 2).



Şekil 2. Arazi denemesinde 8 hafta sonunda ölen bitki oranları ortalaması. Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur (LSD,  $P < 0.05$ ).

Tarla denemeleri boyunca alınan 10 cm derinlikteki toprak sıcaklıkları incelendiğinde özellikle Haziran ayının ortasına kadar günlük ortalama toprak sıcaklıklarının  $30^{\circ}\text{C}$ 'nin altında seyretmesini takiben, Haziran ayı sonu itibariyle sıcaklıkların arttığı ve bu tarihten itibaren günün en sıcak saatlerinde artık sıcaklığın en az  $39^{\circ}\text{C}$  olduğu kaydedilmiştir.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada; biberde ciddi ürün kayıplarına neden olan *Phytophthora* yanıklığı hastalığı (*Phytophthora capsici*)'nin kontrolünde yine biber köklerinden izole edilen antagonist bakterilerin kullanılma olanakları araştırılmıştır. Bu kapsamda antagonist bakterilerin izolasyonu, tanılanması ve bunların etmene karşı olan etkileri hem *in-vitro* hem de *in-vivo*'da değerlendirilmiştir.

Çalışmalar sırasında toplam 95 adet antagonist adayı bakteri izole edilmiş, bunlar içinden 21 tanesi (%22) yapılan ikili kültür testleri ile potansiyel antagonist olarak belirlenmiştir. Bu antagonistlerden %20 ile %82 arasında bir etki elde edilmiştir. İkili kültürde en iyi sonuç veren izolatların ise Pca6 ve Pca2 izolatları olduğu (sırasıyla %82 ve %80) bulunmuştur. Mei ve ark. (2010) çalışmalarında 98 antagonist bakteri adayı içinden seçtikleri iki izolatın %68 ve %72 oranlarında etmenin misel gelişimini durdurduğunu bulmuşlar ve bu antagonistleri *Paenibacillus polymyxa* ve *Bacillus pumilus* olarak tanılamışlardır. Çalışmamızda izole edilen antagonist bakterilere bakıldığında çoğunluğun *Pseudomonas* spp. (*P. mediterranea*, *P. lini*, *P. thivervalensis*, *P. brassicacearum* ve diğer tür düzeyinde tanılanamamış *Pseudomonas*lar) olduğu görülmüştür. Bunlara ek olarak *Bacillus* spp. (*B. subtilis*, *B. tequilensis*), *Lysobacter* spp. (*L. gummosus*, *L. capsici*, *L. enzymogenes*), *Dyella marensis* ve *Stenotrophomonas maltophilia* türleri de izole edilmiştir. İzole edilen bu türlere bakıldığında *Stenotrophomonas maltophilia* klinik olarak incelenen patojenler içinde yer almasının yanında biyolojik savaş çalışmalarında da rol aldığı görülmüştür (Messiha ve ark., 2007). *Pseudomonas mediterranea* ise bitki patojenleri içinde yer almaktadır. Buna rağmen çıkan tür isimlerinin literatür tarandığında çok büyük bir çoğunluğunun bitki ile ilişkili ve/veya biyolojik savaşta kullanılan ajanlar olduğu görülmüştür. Örneğin, Park ve ark. (2008), biber köklerinden izole edilen *Lysobacter capsici* izolatının *Pythium ultimum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani*, *Botryosphaeria dothidea*, *Sclerotinia sclerotiorum* ve *Aspergillus fumigatus* fungal etmenlerinin gelişimini durduğunu, özellikle *Colletotrichum* spp. ve *Pythium ultimum*'a karşı güçlü durdurucu etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ancak ikili kültür ile değerlendirdikleri *Lysobacter antibioticus*, *L. enzymogenes* ve *L. gummosus*'un *Colletotrichum gloeosporioides* ve *Pythium ultimum*'a ya etki etmediğini ya da bu etkinin çok az olduğunu bulmuşlardır. Buna benzer olarak, Puopolo ve ark. (2010), yaptığı bir çalışmada tütün bitkisinin kökünden izole ettiği bir *Lysobacter capsici* izolatının, içinde *P. capsici*'nin de bulunduğu birçok hastalık etmenine karşı engelleyici etkisinin olduğunu bulmuşlardır. Çalışmamızda *L. gummosus*, *L.*

*capsici* ve *L. enzymogenes* izolatları elde edilmiştir ve Pca2 kodlu *L. capsici* izolatı tarla çalışmalarına değerlendirilmek üzere alınmıştır.

Bilindiği üzere *Pseudomonas* ve *Bacillus* türleri biyolojik savaşta sıklıkla kullanılan ve literatürde karşılaşılan biyolojik kontrol ajanlarını içermektedir. *Pseudomonas*lar; kök bölgesine iyi adapte olmuş, geniş bir biyolojik etki mekanizmasına sahip, aynı zamanda bitki büyümesini teşvik eden (PGPR) üyelerini de içeren bakteri türleridir. Biyolojik mücadelede kullanılan *Pseudomonas*ların en büyük zayıflığı endospor üretmemeleri ve ticari kullanım için formülasyon haline getirilmesinin zor olmasıdır (Weller, 2007). *Bacillus* spp. ise bunların aksine oluşturdukları antibiyotikler ve zor koşullara dayanmasını sağlayan endosporu sayesinde birçok hastalığın kontrolünde kullanılan diğer bir popüler biyolojik kontrol ajanı grubudur (Shafi ve ark., 2017). *Bacillus* spp. endosporları sayesinde hem arazide hem de preparat haline gelmiş biopestisitte diğer türlere göre çevre koşullarına dayanımda daha avantajlıdır. Buna istinaden çalışmanın tarla denemesine *Bacillus subtilis* (Pca2) izolatı dahil edilmiştir. Nitekim tarla denemeleri sonunda toprağın 10 cm derinliğindeki toprak sıcaklığının Haziran ayı sonlarına doğru artık iyice arttığı ve günün en sıcak saatlerinde 39°C'nin altına düşmediği kaydedilmiştir.

Kökçük testleri; bitki, patojen ve antagonist üçlüsünün laboratuvar koşullarında bir araya geldiği bir test olmasından dolayı üzerinde durulması gereken bir çalışma olarak değerlendirilmiştir. Çalışmamızda Pca19, Pca21 ve Pca20 izolatları kökçük testlerinde iyi sonuçlar (%93 sağlıklı) vererek öne çıkmıştır. Chang ve ark. (2001) 1400 izolat içinden seçtikleri 64 bakteri izolatında yaptıkları kökçük denemelerinde tür olarak belirtmedikleri 6 bakteri izolatının istatistiki olarak *P. capsici*'ye karşı etkili olduğunu bulmuşlardır. Kökçük testlerini saksı denemelerinden önce yapılan ve antagonistlerin seçiminde kullanılan, zaman ve emekten fayda sağlayan bir ön-test olarak tanımlamışlardır. Kökçük testleri ile iyi bir engelleme yaptığı belirlenen 6 izolattan 2'sini saksı denemeleri ile paralel sonuç verdiğini tespit etmişlerdir. Sang ve ark. (2008) hıyar, biber ve domates bitkilerinden izole ettiği 439 bakteri izolatından 38 tanesini yaptıkları kökçük testlerinde %30'a varan oranlarda *P. capsici*'nin neden olduğu hastalık gelişimi durduğunu bildirmişlerdir.

İklim odasında saksı koşullarında yapılan biyolojik mücadele çalışmalarında inokulasyondan 3 hafta sonunda yapılan değerlendirmede en etkili izolatların Pca18 (%100), Pca17 (%100), Pca19 (%87), Pca20 (%80) ve Pca3 (%47) olduğu saptanmıştır. Çalışmamızda ayrıca Ridomil Gold MZ 68 WG ve Bion MX 44 WG ilaçlarının içirme şeklinde yapılan uygulamalarının da etkili olduğu bulunmuştur. Mei ve ark. (2010) yaptıkları saksı denemelerinde çalıştıkları iki izolatın %72 ve %83 oranlarında hastalığı engellediklerini bulmuşlardır. Buna benzer olarak Sang ve ark. (2008) 16 potansiyel antagonist ile yaptığı fide denemelerinde, test ettikleri tüm bakteri izolatlarının hastalık şiddetini önemli ölçüde bastırdığını bulurken, hastalık şiddetini %21-55 arasında hesaplamışlardır.

Bu çalışmada saksı denemelerinde topraktaki ve bitkideki patojen miktarının hesaplanmasında ve dolayısıyla biyolojik korumanın değerlendirilmesinde qPCR yöntemi kullanılmıştır. Topraktaki mikroorganizma popülasyonunun araştırılmasında (Fierer ve ark., 2005) ve biyokontrol çalışmalarında (Sanzani ve ark., 2014) qPCR yöntemi başarıyla kullanılmaktadır. Saksı denemeleri sonunda alınan bitki ve toprak örneklerinin içindeki hastalık etmenine ait DNA miktarı incelendiğinde; bitki örneklerinde Pca17, Pca20, Pca8, Pca21, Pca19, Pca2 ve Pca9'un %100 oranda etmeni kontrol ettiği, toprak örneklerinde ise Pca19, Pca4, Pca9, Pca5, Pca17 ve Pca2 izolatlarının etmeni %80 ve üzeri bir oranda engellediği saptanmıştır. Çalışmada DNA miktarının hesaplanmasında kullanılan standart eğri denkleminin verim değeri (efficiency) %102 olarak bulunurken bu değer kabul edilen sınırlar içinde olduğu görülmüştür (Taylor ve ark., 2010).

Yapılan tarla denemelerinde, ilaçlı kontrolde yaklaşık olarak %26 bitki kaybı görülürken Pca2 izolatı ile yapılan uygulamalarda %47 oranında ölen bitki saptanmış ve istatistiki olarak ilaçlı kontrol ile aynı grupta yer almıştır. Herhangi bir koruyucu uygulama yapılmayan ve sadece hastalıklı bitkilerden oluşan karşılaştırma kontrolünde ise bitkilerin %88'nin öldüğü görülmüştür. Sang ve ark. (2008) yapmış oldukları tarla denemelerinde kullandıkları *Pseudomonas corrugata* (CCR04, CCR80), *Flavobacterium* sp. (GSE09) ve *Chryseobacterium indologenes* (ISE14) izolatlarını değerlendirmiştir. Çalışmamızdakine benzer olarak dikimden önce fide kök daldırması şeklinde yaptıkları uygulamada tüm bakteri uygulamalarını hastalığa karşı etkili bulurken CCR80 ve ISE14 izolatlarının biber verimini de arttırdığını bildirmişlerdir.

Biberin ciddi hastalıklarından biri olan Phytophthora yanıklığı hastalığına karşı antagonist bakterilerin değerlendirildiği bu çalışmada ümitvar sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmalara tüm

izolatların gözden geçirilerek devam edilmesi ve etki mekanizmalarının ortaya konması faydalı olacaktır. Ayrıca etkin antagonistlerin kitle üretim olanaklarının da irdelenmesi ve arazide uygulanabilir formülasyonlar haline getirilmesi çalışılması gereken diğer konular arasındadır.

## Teşekkür

Bu çalışma Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince ZRF13016 nolu proje ile desteklenmiştir.

## Kaynakça

- Akgül, S. D., & Mirik, M. (2008). Biocontrol of *Phytophthora capsici* on pepper plants by *Bacillus megaterium* strains. *J. Plant Pathol.*, *90*(1), 29–34.
- Berg, G., Roskot, N., Steidle, A., Eberl, L., Zock, A., & Smalla, K. (2002). Plant-Dependent genotypic and phenotypic diversity of antagonistic rhizobacteria isolated from different verticillium host plants. *Appl Environ Microbiol*, *68*(7), 3328–3338.
- Chang, S. H., Kwack, M. S., Kim, Y. S., Lee, J. Y., & Kim, K. D. (2001). A Rapid radicle assay for prescreening antagonistic bacteria against *Phytophthora capsici* on pepper. *Mycobiology*, *29*(4), 218–223.
- Fierer, N., Jackson, J. A., Vilgalys, R., & Jackson, R. B. (2005). Assessment of soil microbial community structure by use of taxon-specific quantitative PCR assays. *Appl Environ Microbiol*, *71*(7), 4117–4120.
- Hausbeck, M. K., & Lamour, K. H. (2004). *Phytophthora capsici* on vegetable crops: research progress and management challenges. *Plant Dis.*, *88*(12), 292–1303.
- Kim, H. S., Sang, M. K., Jung, H. W., Jeun, Y. C., Myung, I. S., & Kim, K. D. (2012). Identification and characterization of *Chryseobacterium wanjuae* strain kj9c8 as a biocontrol agent of phytophthora blight of pepper. *Crop Prot*, *32*, 129–137.
- Klement, Z., Rudolph, K., & Sands, D. C. (1990). *Methods in Phytobacteriology*. Budapest, Hungary: Akademiai Kiadó.
- Kurze, S., Bahl, H., Dahl, R., & Berg, G. (2001). Biological control of fungal strawberry diseases by *Serratia plymuthica* HRO-C48. *Plant Dis*, *85*(5), 529–534.
- Lane, D. J. (1991). *16S/23S rRNA sequencing*. In: *Nucleic Acid Techniques in Bacterial Systematics* (Stackebrandt, E. and Goodfellow, M., Eds.), pp. 115–147. John Wiley and Sons Chichester.
- Mei, X., Zhao, Q., Tan, S., Xu, Y., Shen, B., & Shen, Q. (2010). Screening, identification, and biocontrol effect of antagonistic bacteria against *Phytophthora capsici*. *J Appl Ecol*, *21*(10), 2652–2658.
- Messiha, N. A. S., Diepeningen, A. D., Farag, N. S., Abdallah, S. A., Janse, J. D., & Bruggen, A. H. C. (2007). *Stenotrophomonas maltophilia*: a new potential biocontrol agent of *Ralstonia solanacearum*, causal agent of potato brown rot. *Eur. J. Plant Pathol*, *118*(3), 211–225.
- Özyılmaz, Ü. (2007). *Biological control of strawberry root diseases by rhizobacteria in Aydın province*. PhD thesis, Adnan Menderes Univ., Turkey.
- Özyılmaz, Ü., & Benlioğlu, K. (2013). Enhanced biological control of phytophthora blight of pepper by biosurfactant-producing pseudomonas. *Plant Pathol J*, *29*(4), 418–426.
- Park, J. H., Kim, R., Aslam, Z., Jeon, C. O., & Chung, Y. R. (2008). *Lysobacter capsici* sp. nov., with antimicrobial activity, isolated from the rhizosphere of pepper, and emended description of the genus *Lysobacter*. *Int J Syst Evol Microbiol*, *58*(2), 387–392.
- Pal, K. K., & Mc Spadden Gardener, B. (2006). Biological control of plant pathogens, the plant health instructor. <http://dx.doi.org/10.1094/phi-a-2006-1117-02> Erişim tarihi 24.07.2019.
- Pang, Z., Shao, J., Chen, L., Lu, X., Hu, J., Qin, Z., & Liu, X. (2013). Resistance to the novel fungicide pyrimorph in *phytophthora capsici*: risk assessment and detection of point mutations in Cesa3 that confer resistance. *PLoS ONE*, *8*(2), 1–12.
- Parra, G., & Ristaino, J. B. (2001). Resistance to mefenoxam and metalaxil among field isolates of *Phytophthora capsici* causing phytophthora blight of bell pepper. *Plant Dis*, *85*, 1069–1075.

- Pavón, C. F., Babadoost, M., & Lambert, K. N. (2008). Quantification of *Phytophthora capsici* oospores in soil by sieving-centrifugation and real-time polymerase chain reaction. *Plant Dis*, 92(1), 143–149.
- Puopolo, G., Raio, A., & Zoina, A. (2010). Identification and characterization of *Lysobacter capsici* strain PG4: A new plant health-promoting rhizobacterium. *J Plant Pathol*, 92(1), 157-164.
- Qi, R., Wang, T., Zhao, W., Li, P., Ding, J., & Gao, Z. (2012). Activity of ten fungicides against *Phytophthora capsici* isolates resistant to metalaxyl. *J. Phytopathol*, 160(11–12), 717–722.
- Robles-Yerena, L., Rodríguez-Villarreal, R. A., Ortega-Amaro, M. A., Fraire-Velázquez, S., Simpson, J., Rodríguez-Guerra, R., & Jiménez-Bremont, J. F. (2010). Characterization of a new fungal antagonist of *Phytophthora capsici*. *Sci Hort*, 125, 248–255.
- Sang, M. K., Chun, S. C., & Kim, K. D. (2008). Biological control of Phytophthora blight of pepper by antagonistic rhizobacteria selected from a sequential screening procedure. *Biol Control*, 46, 424–433.
- Sanzani, S. M., Li Destri Nicosia, M. G., Faedda, R., Cacciola, S. O., & Schena, L. (2014). Use of quantitative PCR detection methods to study biocontrol agents and phytopathogenic fungi and oomycetes in environmental samples. *J Phytopathol*, 162, 1–13.
- Schaad, N. W., Jones, J. B., & Chun, W. (2001). *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*. 3rd ed. APS Press, St. Paul Minnesota.
- Shafi, J., Tian, H., & Ji, M. (2017). Bacillus species as versatile weapons for plant pathogens: a review. *Biotechnol Biotechnol Equip*, 31(3), 446–459.
- Sopheareth, M., Chan, S., Naing, K. W., Lee, Y. S., Hyun, H. N., Kim, Y. C., & Kim, K. Y. (2013). Biocontrol of late blight (*Phytophthora capsici*) disease and growth promotion of pepper by *Burkholderia cepacia* MPC-7. *Plant Pathol J*, 29(1), 67–76.
- Taylor, S., Wakem, M., Dijkman, G., Alsarraj, M., & Nguyen, M. (2010). A practical approach to RT-qPCR-Publishing data that conform to the MIQE guidelines. *Methods*, 50(4), S1-S5.
- Weller, D. M. (2007). Pseudomonas Biocontrol Agents of Soilborne Pathogens: Looking Back Over 30 Years. *Phytopathology*, 97(2), 250–256.
- Zhang, S., Klassen, W., Mo, X., Ji, P., & Gevens, A. J. (2011). Evaluation of Acibenzolar-S-methyl and silicic acid for control of Phytophthora blight caused by *Phytophthora capsici* in squash. *Proc Fla State Hort Soc*, 124, 154–161.
- Zhang, Z., Schwartz, S., Wagner, L., & Miller, W. (2000). A greedy algorithm for aligning DNA sequences. *J. Comput Biol*, 7(1-2), 203-14.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Tarım Bilimleri Dergisi  
(YYU Journal of Agricultural Science)

http://dergipark.gov.tr/yyutbd



Araştırma Makalesi (Research Article)

**Bazı *Trichoderma* Türlerinin Isırgan Otu (Urtica dioica L.) Çimlenme Oranına Etkisi**

**Hasret GÜNEŞ<sup>1</sup>, Emre DEMİRER DURAK<sup>1</sup>, Abdullah YEŞİLOVA<sup>2</sup>, Semra DEMİR<sup>\*1</sup>**

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 65000, Van, Türkiye

<sup>2</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 65000, Van, Türkiye

\*Sorumlu yazar e-posta: semrademir@yyu.edu.tr

**Makale Bilgileri**

Geliş: 06.08.2019

Kabul: 31.10.2019

Online Yayınlanma 31.12.2019

DOI: 10.29133/yyutbd.602445

**Anahtar kelimeler**

Çimlenme,

Isırgan otu,

*Trichoderma* spp.

**Öz:** Dünya’da 48 cins ve 1050 türü içeren Urticaceae familyasına ait bitkiler, geçmişten günümüze birçok alanda farklı amaçlarla yoğun olarak kullanılmaktadır. Isırgan otunun tarımsal ve farmakolojik amaçlı geniş alanlarda kullanımının artırılmasına yönelik çalışmalara katkı sağlaması amacıyla yapılan bu çalışmada, *U. dioica* bitkisinin çimlenmesini teşvik edici parametrelerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Isırgan otu tohumlarının çimlenmesine etkilerini belirlemek amacıyla *Trichoderma harzianum*, *T. virens*, *T. asperellum* fungusları Hoagland besin solüsyonu ve Potato Dextrose Agar (PDA), Water Agar ve kurutma kağıdı çimlenme ortamları kullanılmıştır. Çalışma *in vitro* koşullarda 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Deneme sonucunda, tüm *Trichoderma* türlerinin kurutma kağıdı ortamında besin solüsyonu ile birlikte Isırgan otu bitkisinin çimlenmesini teşvik ettiği ve kontrole göre % 62.5 oranında artırdığı saptanmıştır. Bu bağlamda, *in vitro* koşullarda görülen bu etkinin *in vivo* koşullara aktarılmasının yararlı olacağı ortaya konmuştur.

**Effect of Some *Trichoderma* Species on Germination Rate of Nettle (*Urtica dioica* L.)**

**Article Info**

Received: 06.08.2019

Accepted: 31.10.2019

Online Published 31.12.2019

DOI: 10.29133/yyutbd.602445

**Keywords**

Germination,

*Urtica dioica*,

*Trichoderma* spp.

**Abstract:** Plants belonging to the Urticaceae family, including 48 genera and 1050 species in the world, are used extensively in many areas from past to present for different purposes. The aim of this study was to determine the parameters that promote germination of *U. dioica* plant in order to contribute to the studies aimed at increasing the use of nettle in large areas for agricultural and pharmacological purposes. *Trichoderma harzianum*, *T. virens*, *T. asperellum* fungi, Hoagland nutrient solution and Potato Dextrose Agar (PDA), Water Agar and blotter germination medium were used to determine the effects on germination of nettle seeds. The study was conducted *in vitro* with 4 replications. As a result of the experiment, it was determined that all *Trichoderma* species promoted germination of nettle plant with nutrient solution in blotter medium and increased by 62.5% compared to control. In this context, it has shown that will be beneficial transferring this effect seen *in vitro* conditions to *in vivo* conditions.

## 1. Giriş

Dünya’da ve ülkemizde organik tarıma uygun olarak üretilen ürünlere olan talep artarak devam etmektedir. Günümüzde tüketici, alacağı ürünün insan sağlığına uygun, güvenli üretildiğinden emin olmak istemekte ve bu şekilde üretilen ürünleri tercih etmeye özen göstermektedir (Demiryürek, 2011). Sürdürülebilir tarım kavramı ile birlikte bu talepler büyük oranda karşılanmakta ve bugünün kullanılan kaynaklarının sonraki kuşaklara kayıpsız bir şekilde aktarılması hedeflenmektedir (Eryılmaz ve Kılıç, 2018). Dünyanın birçok yerinde sürdürülebilirlik kavramının yaygın olarak kullanılmaya başlanması 1980’li yıllara dayanmaktadır. Kökeni Latince “Sustinere” kelimesinden gelen bu kavram; sürdürmek, sağlamak, devam ettirmek, desteklemek ve var olmak anlamlarında kullanılmaktadır (Onions, 1964). Sürdürülebilir üretim kavramı aslında endüstriyel üretimin meydana getirdiği sorunları çözebilmek için ortaya atılmış çözüm önerilerinin de bu alan altında toplanmış olduğu bir başlık olarak görülmektedir. Burada öncelikle kabul edilmesi gereken temel kurallar; tarımsal üretim için dünyada gerekli olan kaynakların sonsuz olmadığı, doğal dengeyi bozarak istenilen ölçüde ve sürekli olarak bir gelişmenin sağlanamayacağı görüşüdür (Turhan, 2005). Bu tarım sistemi özü itibarıyla toprağın sürekli kullanılabilir bir verimliliğe sahip olmasını sağlayan, bitkinin direncini artıran, bitki korumada biyolojik yöntemleri de tavsiye eden, üretimde miktar artışını değil ürünün kalitesinin yükselmesini hedefleyen bir üretim sistemi olarak tarif edilmektedir (Güneş, 2015).

Çevre konusundaki değişimler, bilgi teknolojilerindeki hızlı gelişmeler ve artan maliyetler göz önüne alındığında girdilerin mümkün olduğunca etkin bir şekilde kullanılma zorunluluğu vardır. İleride bu durumlar bir araya getirildiğinde, tarımsal üretimde kullanılan materyallerin farklı alanlarda (tıbbi, endüstri, sanayi vb.) kullanılması ve yaygınlaşmasının önemini daha da artırdığı görülmektedir (Karaca ve ark., 2017). Gelişmiş ülkelerde temiz çevre ve sağlıklı bitkisel üretim için biyolojik veya mikrobiyal gübre formülasyonları elde edilmesi amacıyla yoğun çalışmalar yapılmaktadır (Kucharski ve ark., 1996; Vessey, 2003). Yararlı mikroorganizmalar genellikle *Bacillus* spp., *Azotobacter* spp., *Rhizobium* spp., *Saccharomyces* spp., *Azospirillum* spp ve *Trichoderma* spp.’den seçilmektedir. *Trichoderma* spp. mikrobiyal gübre olarak kullanılmasının yanı sıra bitki patojenlerine karşı antagonistik etkisi ve tohum çimlenmesini teşvik edici özelliği ile de üzerinde en çok araştırma yapılan mikroorganizmalardandır (Woo ve ark., 2006; Güneş, 2015).

*Trichoderma*’ların bitkisel üretimde verimliliği arttırdığı gibi, aynı zamanda abiyotik stres koşullarına dayanıklılığı arttırdığı, besin alınımı ve kullanımını teşvik ettiği yönünde yapılan son çalışmalarda önemi dikkate değer miktarda artmış durumdadır (Özkale, 2017). *Trichoderma* türleri, Dünya’nın her yerinde geniş bir yayılış göstermekte olup hemen hemen tüm toprak ve doğal habitatlarda mevcuttur. Bu fungus çeşitli bitkilerin kök yüzeylerinden, çürüyen kabuktan, sklerotlardan veya fungusların diğer üreme organlarının üzerinden izole edilebilmektedir (Aydın, 2015). *Trichoderma*’yı diğer toprak mikroorganizmalardan daha etkili yapan onun toprak besin maddelerini taşıması ve alması bakımından daha güçlü bir kapasiteye sahip olmasıdır (Özkale, 2017).

Bitki tohumları *Trichoderma* spp. ile muamele edildiğinde çimlenmenin daha kısa sürede olduğu bildirilmektedir. *Trichoderma* spp. ile tohum bir araya geldiğinde bazı etkileşimler gözlenmektedir. Bunlar;

- 1) Tohum fizyolojik, biyotik veya abiyotik stres koşullarına maruz kaldığında *T. harzianum* fungusu olumlu etki göstermektedir.
- 2) *T. harzianum*, biyotik, abiyotik ve fizyolojik stres koşullarındaki tohumun zararını hafifletir. Ancak yetiştiricilik döneminde strese giren fideler için bu funguslara ait başka çalışma yapılmamıştır. Bunun nedeni, yapılan çalışmalarda sadece bir stres faktörü veya sadece bir fungus türü üzerinde durmalarıdır.
- 3) *T. harzianum* tohum çimlenmesini hızlandırır (Mastouri ve ark.,2010).

Isırgan otu, Urticaceae familyasına ait kök veya tohum ile çoğalabilen, yavaş bir yayılış gösteren çok yıllık yabancı bir bitkidir. Bitkinin Dünyanın hem kuzey hem güney yarım küresinde doğal yayılış gösterdiği bilinmektedir. Baytop (1963)’ün bildirdiğine göre Anadolu’da *Urtica urens*, *Urtica pilulifera* ve *Urtica dioica* türleri bulunmaktadır. Bunlardan *U. urens* ve *U. pilulifera* tek yıllık, *U. dioica* ise çok yıllık özelliktedir. Bu türlerin etki şekilleri ve kimyasal özellikleri birbirine yakındır. Ülkemizde özellikle *Urtica dioica* çok yaygındır (Deveci ve ark., 2016). Toprak üstü kısımları kalsiyum, potasyum ve silisik asit tuzları taşır (Saraç, 2005). Rizomlu köklere ve tek tohumlu yapıya sahiptir (Koç, 2002). Familyaya özgü türlerin yaprak yüzeylerinde bulunan yakıcı tüyler, deride kızarma ve kaşınma hissi verir. Yakıcı



tüylerin içerisinde asetilkolin, karınca asidi, histamin ve formik asit bulunmaktadır. (Ayan ve ark., 2006). Yapısında bulunan bazı kimyasal maddelerden dolayı Isırgan otu geçmişten günümüze birçok alanda yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu alanları sıralayacak olursak; tıbbi, boya, gübre, kozmetik, lif üretimi ilk başta gelmektedir. Lif bitkisi olması sebebiyle Avrupa' da 19. yüzyıldan ikinci dünya savaşına kadar yetiştiriciliğinin yapıldığı bildirilmiştir (Vogl ve Hartl, 2003). Avrupa'da giyim için dokuma tekstil ürünlerinin üretilmesinin, ekili tekstil bitkilerinin (keten, kenevir, ısırgan otu) kullanılmasıyla tarımın gelişmesinin yakından ilişkili olduğu düşünülmektedir (Bergfjord ve ark., 2012). Ayan ve ark. (2006), ülkemizde özellikle Karadeniz Bölgesi'nde yoğun olarak yayılış gösteren bu bitkinin tarım sistemi içerisinde yer almasının önemini vurgulamışlardır. Isırgan otu toprak isteği bakımından seçici olmamasına karşın, birçok makro ve mikro besin elementlerince zengin topraklarda daha iyi yetişmektedir. Ayrıca kurak bölgelerde sıcaklığa karşı dayanıklı olmayıp ortamda hemen zarar görmektedir. (Şansal, 2017).

Geçmişte birçok medeniyetin bu bitkiyi halk hekimliğinde kullandığına dair bilgiler verilmektedir (Özbey, 2013). Isırgan otunun yapısında bulunan maddelerin antikanserojen, antiinflamatuvar, antiviral, antioksidan etkisinin olduğu ve çok sayıda flavanol glikozidleri aracılığıyla bağışıklık sistemini güçlendirdiği bildirilmektedir (Deveci ve ark., 2016). Bunların yanı sıra Isırgan otu; çeşitli mineraller, vitaminler, askorbik asit, esansiyel aminoasit ve yağlar açısından zengin olması sebebiyle insan beslenmesinde de önemli bir yere sahiptir (Tekin, 2018).

Yenilenebilir ve doğal kaynaklı olan ısırgan otu bitkisinin az girdi ile üretilmesi, bu bitkiyi ekolojik açıdan avantajlı hale getirirken, yapısında bulunan maddeler birçok alanda kullanımını arttırmaktadır (Şansal, 2017). Isırgan otu bitkisinin hızlı ve fazla miktarda üretilmesinin gerekli olduğu topraksız ortam içeren koşullarda çimlendirilmesinin sağlanması, elde edilmesi hedeflenen maddelerin (formik asit, histamin, asetilkolin vb.) daha kısa sürede üretilebilmesi ile özellikle farmakoloji, tıp, tekstil sanayisi gibi tarım dışı alanlarda da kullanılmasının kolaylaştırılması önem arz etmektedir. Ülkemizde Isırgan otu yetiştiriciliğinin artırılması, birçok alanda kullanımının teşvik edilmesi ve *in vitro* koşullarında yapılan çalışmalara yönelik fikir oluşması amacıyla yapılan bu çalışmada, *Trichoderma* türlerinin Isırgan otu (*U. dioica*) bitkisinin farklı ortamlarda çimlenmesine etkisi araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Mikoloji Laboratuvarı *in vitro* ortamında yürütülmüştür. Araştırmada bitkisel materyal olarak Urticaceae familyasına ait *Urtica dioica* (Isırgan otu) tohumu kullanılmıştır. Tohumlar aynı yıl içerisinde tohum firmasından temin edilmiş olup deneme kuruluncaya kadar +4 °C'de buzdolabında bekletilmiştir.

Çalışmada Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Fitopatoloji laboratuvarı kültür stoklarında bulunan etkinliği yüksek olarak belirlenen *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma virens* ve *Trichoderma asperellum* izolatları tohum çimlenmesini teşvik etmesi amacıyla kullanılmıştır. Pozitif kontrol olarak seyreltilmiş Hoagland besin solüsyonu kullanılmıştır (Hoagland ve Arnon, 1950). Çalışmada, çimlenme ortamları için Patates Dekstroz Agar (PDA), Water Agar besiyerleri ve steril edilmiş kurutma kağıtları kullanılmıştır.

Çimlenme testi tesadüf parselleri deneme desenine göre, 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 4 tohum olacak şekilde 5 cm çapındaki kapaklı cam petri kaplarında gerçekleştirilmiştir. *Trichoderma* spp.'nin gelişen kolonilerden hemositometre ile  $1 \times 10^6$  konidi/ml içeren 10 ml'lik süspansiyon hazırlanmıştır. Aynı şekilde bitki besin maddesince zengin olan Hoagland besin solüsyonundan 10 ml'lik süspansiyon yapılmıştır. Herhangi bir *Trichoderma* spp. yada besin solüsyonu uygulanmayan tohumlar ise kontrol amaçlı kullanılmıştır. Yüzey dezenfeksiyonu yapılan Isırgan otu tohumları hazırlanmış olan 10 ml'lik süspansiyon ve besin solüsyonu ile kaplandıktan sonra yarım saatlik süreyle bekletilmiştir. Tohumlar kurutma kağıtları arasında kurutularak cam petri kaplarına yerleştirilmiştir. Her bir petri kutusuna 2 ml steril saf su püskürtülmüş ve etrafı parafilmlelenerek 24°C inkübatöre bırakılmıştır. Tohumlarda kökçüğün görülmesi (1-2 mm) çimlenme için yeterli sayılmış ve iki günde bir çimlenen tohum sayısı belirlenmiş ve bu işlem çimlenen tohum sayısı sabit hale gelene kadar devam etmiştir. Tohumların çimlenmesi ve kullanılan ortamların etkisini belirlemek için 14 gün boyunca iki günde bir hem gözlem yapılmış hem de steril kabin içerisinde petrilere 2 ml kadar su püskürtülmüştür. Alınan değerler kaydedilmiştir. Çimlenme testi sonunda *Trichoderma* spp. uygulamalarında toplam çimlenme oranı (%), çimlenme için geçen zaman (gün) ve çimlenme ortamı parametreleri belirlenmiştir.

Çalışmada; günler, ortamlar ve uygulamaların çimlenme sayısı bakımından etkilerini araştırmak için Kruskal walis testi kullanılmıştır. Bu testin sonucunda önemli bulunan farklılıkları belirlemek için ise ManWhitney testi uygulanmıştır. Gerekli analizler SPSS istatistik yazılım programı kullanılarak yapılmıştır.

### 3. Bulgular

Farklı biyoetmen türlerinin Isırgan otu bitkisinin tohum çimlenmesine olan etkisinin araştırıldığı bu çalışmada *Trichoderma* spp. nin ve uygulanan muamele grupları arasındaki farkın, çimlenme ortamları fark etmeksizin, istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ( $p>0.05$ ; Çizelge 1). Ancak çimlenme ortamları ve günler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p<0.05$ ; Çizelge 2, Çizelge 3). *Trichoderma* spp. nin Isırgan otu bitkisinin çimlenmesine etkisi Çizelge 1’de verilmiştir. Buna göre ortalama rank değerleri arasında fark olmadığı ve istatistiki olarak önemsiz olduğu görülmektedir ( $p>0.05$ ). *T. virens*’in çimlenmeye etkisinin en az olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1. *Trichoderma* spp. nin ve besin solüsyonunun Isırgan otu tohumunun çimlenmesine etkisi

Muamele Grupları	N	Means Rank	Ortalama
Isırgan otu x <i>T. harzianum</i>	42	108.10	0.333
Isırgan otu x <i>T. virens</i>	42	98.44	0.190
Isırgan otu x <i>T. asperellum</i>	42	103.61	0.285
Isırgan otu x Besin solüsyonu	42	108.58	0.357
Kontrol	42	108.77	0.357

\*: Aynı sütun içerisindeki ortalamalar aynı grup olduğundan harflendirmeye gerek duyulmamıştır.

\*: Means Rank: Sıra sayı ortalamalar sayısıdır.

\*: N: Gözlem sayısıdır.

Çizelge 2’de *Trichoderma* spp. ile muamele edilmiş Isırgan otu tohumlarının çimlenmesine günlerin etkisi ve aralarındaki farklılıklar verilmiştir. Buna göre tohumların çimlenmesinde günler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu gözlemlenmiştir ( $p<0.05$ ). Tohum çimlenmelerinin ilk haftadan sonra azalmaya başladığı fark edilmiştir. Pozitif kontrol olarak kullanılan besin solüsyonunda Isırgan otu bitkisinin çimlenmesini teşvik ettiği belirlenmiştir. Günlerin *T.harzianum* ile *T.asperellum* arasındaki farkı istatistiksel olarak önemsiz bulunurken ( $p>0.05$ ) *T. virens* uygulaması önemli bulunmuştur( $p<0.05$ ).

Çizelge 2. *Trichoderma* spp. nin Isırgan otu tohumunun çimlenme hızına (gün) etkisi

Gün/Muamele		<i>T.harzianum</i>	<i>T. virens</i>	<i>T.asperellum</i>	Besin Solüsyonu	Kontrol
	N	Means Rank	Means Rank	Means Rank	Means Rank	Means Rank
2.Gün	6	24.42	19.00 <sup>b</sup>	21.67	25.17 <sup>a</sup>	17.00 <sup>b</sup>
4.Gün	6	20.25	25.67 <sup>ab</sup>	27.75	20.17 <sup>ab</sup>	31.75 <sup>a</sup>
6.Gün	6	24.83	26.50 <sup>a</sup>	25.17	30.83 <sup>a</sup>	23.83 <sup>b</sup>
8.Gün	6	20.25	19.00 <sup>b</sup>	21.92	23.33 <sup>ab</sup>	23.83 <sup>b</sup>
10.Gün	6	20.25	22.33 <sup>b</sup>	18.00	17.00 <sup>b</sup>	17.00 <sup>b</sup>
12.Gün	6	20.25	19.00 <sup>b</sup>	18.00	17.00 <sup>b</sup>	20.08 <sup>b</sup>
14.Gün	6	20.25	19.00 <sup>b</sup>	18.00	17.00 <sup>b</sup>	17.00 <sup>b</sup>

\*: Aynı sütun içerisindeki ortalamalar aynı grup olduğundan harflendirmeye gerek duyulmamıştır.

\*: Means Rank: Sıra sayı ortalamalar sayısıdır.

\*: N: Gözlem sayısıdır.

*Trichoderma* spp. ile muamele edilmiş Isırgan otu tohumlarının çimlenmesine ortamların etkisi Çizelge 3’de verilmiştir. Ortalama ranka göre, çimlenmeyi teşvik edici ortamlar arasında kurutma kağıdının etkili olduğu gözlemlenmiştir. Çimlenme daha çok *Trichoderma* spp. x kurutma kağıdı muamele grubundadır. *Trichoderma* spp. nin PDA ve WA ortamında diğerlerine oranla çimlenmeye pek etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3. *Trichoderma* spp. nin ve ortamların Isırgan otu tohumunun çimlenmesine etkisi

Çimlenme Ortamı/Muamele	N	<i>T.harzianum</i>	<i>T. virens</i>	<i>T.asperellum</i>	Besin Solüsyonu	Kontrol
		Means Rank	Means Rank	Means Rank	Means Rank	Means Rank
PDA	14	18.39 <sup>b</sup>	19.00 <sup>b</sup>	18.00	18.36 <sup>b</sup>	22.36
WA	14	18.72 <sup>b</sup>	19.00 <sup>b</sup>	22.36	21.86 <sup>b</sup>	21.71
Kurutma Kağıdı	14	27.32 <sup>a</sup>	26.50 <sup>a</sup>	24.14	24.29 <sup>a</sup>	19.93

\*: Aynı sütun içerisindeki ortalamalar aynı grup olduğundan harflendirmeye gerek duyulmamıştır.

\*: Means Rank: Sıra sayı ortalamalar sayıdır.

\*: N: Gözlem sayıdır.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Çalışma sonucu elde edilen verilere bakıldığında, biyoetmen türlerden *Trichoderma harzianum*'un Isırgan otunun çimlenmesinde etkili olduğu saptanmıştır (Çizelge 1). Pagliarulo ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada, tıbbi bitkilerin verim artışı, olgunlaşma süresini kısaltma, tarla üretiminde genel tutarlılığı ve kaliteyi artırma hedeflenmiştir. Bitki gelişimi için yetiştirme ortamlarının bitki gelişim parametrelerini etkilediği ifade edilmektedir. Nitekim bu çalışmada da Isırgan otu tohumlarının çimlenmesini etkileyen ortamlar ele alındığında kurutma kağıdının diğer ortamlara oranla çimlenmeyi arttırdığı söylenebilir (Çizelge 3). Bu durumun *in vitro* koşullarında kurutma kağıdının nemli tutulmasından ve bunun da çimlenmeyi teşvik etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Hem tohum hem vejetatif kültürlü Isırgan otu bitkisine uygulanan azot formları ve demir şelatlarının, başta kök gelişimi olmak üzere bitki gelişim parametrelerini, canlılığını ve besin maddelerinin miktarını arttırdığı rapor edilmiştir (Fodor ve Cseh., 1993). Çalışmamızda da *T. harzianum* ve besin solüsyonu uygulanan muamele gruplarının diğerlerine oranla çimlenmede etkinliğinin daha yüksek olduğu fark edilmiştir (Çizelge 1). Literatürde sözü edilen besin değeri ve gelişimi için gerekli olan faktörler paralellik göstermiştir.

*Trichoderma* türleri, etkin biyoetmen mikroorganizmalar olarak son yıllarda oldukça popüler olmuşlardır. Birçok bitkide *Trichoderma* türlerinin kullanılmasıyla verim ve kalitede artış olduğu (Bal ve Altıntaş, 2006; Çiğ ve Aydın, 2019; Aydın, 2015; Demire Durak, 2018), antagonistik özellikleri ile etkinlik gösterdiği rapor edilmiştir. Tulukçu (2012) tarafından yapılan çalışmada, bazı tıbbi bitkilere ait tohumların çimlenme hızı ve çimlenme gücü özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Fakat tıbbi bitkiler arasından Isırgan otu tohumlarının çimlenmediği gözlenmiştir. Ancak bu çalışmada *Trichoderma* spp. ve besin solüsyonunun etkisi ile Isırgan otu tohumlarının çimlenme hızında artış olduğu hatta ilk çimlenmelerin 2. günden başladığı gözlemlenmiştir (Çizelge 2). Bir başka çalışmada ise, *T. harzianum* izolatını içeren bir ticari mikrobiyal gübrenin marul (*Lactuca sativa* L.) bitkisine *in vitro* ve *in vivo* koşullarında çimlenmesi, gelişimi ve verimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Mikrobiyal gübre olarak *T. harzianum*'un hem *in vitro* hem topraksız koşullarda çimlenme, bitki gelişimi ve verimi olumlu olarak etkilediği görülmüştür (Özbay ve ark., 2015). Tarafımızdan yapılan çalışmada, *Trichoderma* spp. nin çimlenme oranını etkilemesi Özbay ve ark., (2015) tarafından yapılan çalışma sonuçları ile paralellik göstermiştir.

Asaduzzaman ve ark (2010) tarafından yapılan çalışmada, beş farklı *Trichoderma* spp. spor süspansiyonlarının biber tohumlarında hem laboratuvar hem de sera koşullarında çimlenme ve fide parametreleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Sonuçları çalışmamızın değerlendirmeleri ile uyumuş ve *T. harzianum*'un tohum çimlenmesini arttırdığı gözlenmiştir. Bununla birlikte *Trichoderma*'nın *in vivo* etkisini incelemek için daha fazla araştırma yapılması gerektiği belirtilmiştir. Başka bir çalışma, *T. harzianum*'un biyotik, abiyotik ve fizyolojik stres koşulları altında tohum canlılığını arttırdığı ve bitkilerde oksidatif hasara karşı fizyolojik koruma sağlayarak stresi azalttığı ifade edilmiştir (Mastouri ve ark.,2010).

Asya'nın ve Kuzey Amerika'nın ılıman bölgeleri boyunca yetişen Isırgan otu bitkisinin gerek endüstriyel gerekse tıbbi alanda kullanımı yaygındır. Ülkemizde ise bu bitkinin hem laboratuvar hemde arazi koşullarında kullanımını kolaylaştırmak, yeni sanayi ve farmakolojik alanları geliştirmek, verimsiz tarım alanlarını daha iyi değerlendirmek için üretimi artırılmalıdır. Dolayısıyla daha hızlı çimlenmesini, yapısında bulunan faydalı maddelerin kullanım alanlarını arttırmak bazı doğal organizmalarla mümkündür (Ayan ve ark., 2006).

Sonuç olarak, bu çalışmada *Trichoderma* türlerinin Isırgan otu bitkisinin çimlenmesinde farklılıklar gösterdiği ve bu farklılıkların oluşmasında çimlenme ortamlarının ve besin solüsyonunun etkisinin olduğu ortaya konmuştur. Genel olarak söz konusu *Trichoderma* türlerinin, *in vitro* koşullarda Isırgan otu (*U. dioica*) tohumunun çimlenme oranını arttırdığı belirlenmiştir. Bu mikroorganizmaların çimlenmeye olan etkisinin yanı sıra, Isırgan otu içerisinde bulunan ve farmakolojik açıdan önemli olan bazı maddelerin (flavonoidler, organik asitler, esansiyel yağlar, mineraller, vitaminler v.b..) içeriğine ve miktarına etkisinin araştırılması, gelecekte bu yönde yapılacak diğer araştırmalara da ışık tutacak niteliktedir.

## Kaynakça

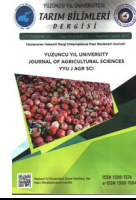
- Asaduzzaman, M., Alam, M. J., & Islam, M. M. (2010). Effect of *Trichoderma* on seed germination and seedling parameters of chili. *Journal of Science Foundation*, 8(1-2), 141-150.
- Ayan, A.K., Çalışkan, Ö., & Çırak, C. (2006). Isırgan otu (*Urtica* spp.)'nun ekonomik önemi ve tarımı. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(3), 357-363.
- Aydın, M. H. (2015). Bitki fungal hastalıklarıyla biyolojik savaşta *Trichoderma*'lar. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 135-148.
- Bal, U., & Altıntaş, S. (2006). Application of the antagonistic fungus *Trichoderma harzianum* (Trichoflow Wp™) to root zone increases yield of bell peppers grown in soil. *Biological Agriculture Horticulture*, 24(2), 149- 163.
- Baytop, T. (1963). *Türkiye'nin Tıbbi ve Zehirli Bitkileri*. İstanbul Üniversitesi Yayınları, No.1039 Tıp Fak.No.59, İstanbul.
- Bergfjord, C., Mannering, U., Frei, K. M., Gleba, M., Scharff, A. B., Skals, I., & Holst, B. (2012). Nettle as a distinct bronze age textile plant. *Scientific Reports*, 2, 664.
- Çığ, A., & Aydın, M. H. (2019). The effects of *Trichoderma* species on some parameters of the tulip (*Tulipa gesneriana* CV." Golden Parade"). *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(2 A), 1522-1530.
- Demirer-Durak, E. (2018). Anastomosis groups, pathogenicity and biological control of *Rhizoctonia* species isolated from pepper (*Capsicum annuum* L.). *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(6), 4198-4205.
- Demiryürek, K. (2011). Organik tarım kavramı ve organik tarımın Dünya ve Türkiye'deki durumu. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1), 27-36.
- Deveci, H. A., Nur, G., Kırpık, M., Harmankaya, A., & Yıldız, Y. (2016). Fenolik bileşik içeren bitkisel antioksidanlar. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 26-32.
- Eryılmaz, G. A., & Kılıç, O. (2018). Türkiye'de sürdürülebilir tarım ve iyi tarım uygulamaları. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(4), 624-631.
- Fodor, F., & Cseh, E. (1993). Effect of different nitrogen forms and iron chelates on the development of stinging nettle. *Journal of Plant Nutrition*, 16(11), 2239-2253.
- Güneş, N. (2015). *Organik bağcılıkta syrah üzüm çeşidi fidanlarına farklı dozlarda uygulanan Trichoderma harzianum ve Bacillus subtilis' in tutma ve gelişme üzerine etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Tekirdağ, Türkiye.
- Hoagland, D. R., & Arnon, D. I. (1950). The water-culture method for growing plants without soil. *Circular. California Agricultural Experiment Station*, 347(2nd Edit).
- Karaca, C., Tekelioğlu, B., & Büyüктаş, D. (2017). Sürdürülebilir tarımsal üretim için toprak nem sensörlerinin etkin kullanımı. *Academia Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2, 33-41.
- Koç, H., (2002). *Bitkilerle Sağlıklı Yaşama*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Tokat. Ümit Ofset Basımevi.
- Kucharski, J., Cieccko, Z., Niewolak, T., & Niklewska-Larska, T., (1996). Activity of microorganisms in soil of different agricultural usefulness complexes fertilized with mineral nitrogen. *Acta Acad. Agric. Tech.* 62, 25-35.
- Mastouri, F., Björkman, T., & Harman, G. E. (2010). Seed treatment with *Trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. *Phytopathology*, 100(11), 1213-1221.
- Onions, Ct. (1964). *The Shorter Oxford English Dictionary*, Oxford: Clarendon Press.
- Özbay, N., Demirkıran, A. R., & Ergun, M. (2015, Ekim). *Mikrobiyal Gübre (Trichoderma harzianum, Kuen 1585) Uygulamasının Marulda Çimlenme, Gelişme ve Verim Üzerine Etkisi*. Doğu

- Karadeniz II. Organik Tarım Kongresi. Rize.
- Özbey, Y. (2013). *Isırgan otu lifiyle elde edilmiş tekstillerde görsellik*. (Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Özkale, E. (2017). Tarımsal üretimde yararlanılan *Trichoderma* ürünleri ve metabolitleri. *International Journal of Secondary Metabolite*, 4(2), 123-136.
- Pagliarulo, C. L., Hayden, A. L., & Giacomelli, G. A. (2004). *Potential for greenhouse aeroponic cultivation of urtica dioica*. In VII International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climates: Production, Pest Management and Global Competition 659, 61-66.
- Raupp, J., & König, U.J. (1996). Biodynamic preparations cause opposite yield effects depending upon yield levels. *Biological Agriculture and Horticulture Journal*, 13, 175-188.
- Saraç, E. (2005). *Doğanın Şifalı Eli*, Doğan Kitap, İstanbul.
- Şansal, S. (2017). *Ekolojik yüzey işlemlerinin ısırgan ipliğinin fiziksel ve morfolojik özelliklerine etkisinin araştırılması*, (Yüksek Lisans Tezi), Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, Türkiye.
- Tekin, İ. (2018). *Isırgan otundan enzimatik ekstraksiyonla elde edilen Zn-klorofil türevlerinin elektriksel yöntemler ile mikroenkapsülasyonu*, (Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
- Tulukçu, E. (2012). Bazı tıbbi bitki tohumlarının çimlenme özelliklerinin tespiti. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 5(1), 101-103.
- Turhan, Ş. (2005). Tarımda sürdürülebilirlik ve organik tarım. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 11(1-2), 13-24.
- Vessey, J.K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as bio fertilizers. *Plant and Soil*. 255, 571-586.
- Vogl, C.R., & Hartl, A. (2003). Production and processing of organically grown fiber nettle (*Urtica dioica*) and its potential use in the natural textile industry: a review. *American Journal of Alternative Agriculture*, 18, 119-128.
- Woo, S.L., Scala, F., Ruocco, M., & Lorito, M. (2006). The molecular biology of the interactions between *Trichoderma* spp., phytopathogenic fungi, and plants. *Phytopathology*, 96, 181-185.



## Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Science

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Research Article (Araştırma makalesi)

### Factors Influencing Entrepreneurial Intentions of Undergraduate Agricultural Students in Nigeria

Abigail G. ADEYONU<sup>\*1</sup>, Olubunmi L. BALOGUN<sup>2</sup>, Kayode S. OBANIYI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Landmark University, College of Agricultural Sciences, Department of Agricultural Economics and Extension, Omu-Aran, Nigeria

<sup>2</sup> Babcock University, School of Science and Technology, Department of Agriculture and Industrial Technology, Ilishan-Remo, Nigeria

\*gbemigail@yahoo.com

#### Article Info

Received: 24.09.2019

Accepted: 22.11.2019

Online Published 31.12.2019

DOI: 10.29133/yyutbd.623910

#### Keywords

Entrepreneurial intentions,  
Agriculture,  
Factor analysis,  
University Students,  
Nigeria

**Abstract:** Nigeria is an agrarian economy and the recognition of entrepreneurship as a mover of national development has made it to gain popularity in her educational system in recent years. This study focused on the factors influencing Entrepreneurial Intentions (EIs) of undergraduate agricultural students in Nigeria using Theory of Planned Behavior (TPB). Well structured, pre-tested questionnaire was used to gather relevant information from final year undergraduate agricultural students in private, state and federal government owned universities in Nigeria using multistage sampling techniques. The data were analysed with descriptive statistics, factor analysis and multiple regression model. The results showed that personal attitude towards entrepreneurship, subjective norms and perceived educational support were the main factors influencing students' EI positively at ( $P<0.01$ ). Arising from this revelation, the study recommended the development of positive attitude towards becoming entrepreneurs as well as enhancement of educational facilities in the universities to improve students' EI.

### Nijerya'da Ziraat Fakültesi Öğrencilerinin Girişimciliklerini Etkileyen Faktörler

#### Makale Bilgileri

Geliş: 24.09.2019

Kabul: 22.11.2019

Online Yayınlanma 31.12.2019

DOI: 10.29133/yyutbd.623910

#### Anahtar kelimeler

Girişimcilik,  
Tarım,  
Faktör analiz,  
Üniversite öğrencileri,  
Nijerya

**Öz:** Tarım ülkesi olan Nijerya'da, tarımsal girişimcilik ulusal kalkınmanın taşıyıcısı olarak görülmekte ve bu durum tarımsal girişimciliğin son yıllarda eğitim sisteminde popülerlik kazanmasını sağlamıştır. Bu çalışmada "Planlanan Davranış Teorisi" yöntemi kullanılarak, Nijerya'daki Ziraat Fakültesi öğrencilerinin girişimciliklerini etkileyen faktörler belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada, çok aşamalı örnekleme teknikleri kullanılarak özel, eyalet ve devlet üniversitelerinin son sınıflarında okuyan Ziraat Fakültesi öğrencileri ile anket yapılmıştır. Veriler, tanımlayıcı istatistikler, faktör analizi ve çoklu regresyon modeli ile analiz edilmiştir. Çalışma sonuçları, öğrencilerin girişimcilğe yönelik bireysel tutumlarının, öznel normlarının ve eğitim desteği almalarının girişimciliklerini pozitif etkilediğini göstermiştir ( $P<0.01$ ). Bu sonuçlardan yola çıkarak, öğrencilerin girişimcilğe yönelik olumlu tutumlarının geliştirilmesinin yanı sıra, üniversitelerde eğitim olanaklarının da geliştirilmesi önerilmektedir.

## 1. Introduction

Nigeria is an agrarian economy and the agricultural sector contributed significantly to the development of Nigeria up till the oil boom era of late 1970's. The oil boom then led to mass migration of youths from rural areas to urban centers in search of white collar jobs that were not in existence. This led to increase in high rate of youth unemployment in the country. The agricultural sector remains the nation's leading non-oil economic sector. The sector consists of wide range of sub-sectors which provide oppourtunities for a huge number of different enterprises. This accounted for a huge number of the labour force (70%) being engaged in various agricultural enterprises (National Bureau of Statistics (NBS) 2019; Food and Agricultural Organization (FAO, 2019). Of the proportion of labour force in agriculture, about 72% of them has no formal education and over 80% are subsistence farmers. Nigeria agriculture is facing an ageing workforce with the negative consequence on the contribution of agriculture to the nation's economic development. It will be difficult for the aged persons, which are the majority in the nation's agricultural sector to meet the food needs of the ever increasing population as well as national development.

Transforming the prospects that abound in agriculture into national food security and economic development requires entrepreneurs who are the coordinators of other factors of production. An entrepreneur refers to a person who identifies oppourtunities and turn it into business. Recently, entrepreneurship remains a topical issue as a result of its significance in the economic growth and development of developing and developed nations (Karimi et al., 2016). It serves as source of innovation and creativity which result in increased productivity. It is a tool through which unemployment can be reduced most especially in developing nations, Nigeria inclusive. The realization by Nigerian government of youths as the important source of emerging entrepreneurship led to the introduction of entrepreneurship training into the curriculum of senior secondary school, post secondary school and university. Also, the recognition of the importance of entrepreneurship in the development of agricultural enterprises led to the introduction of entrepreneurship into the curriculum of agricultural courses in higher institutions in the country. In addition to introduction of entrepreneurial courses to the curriculum, the students in agricultural courses in universities are also made to undergo a 6 months industrial training in the penultimate year of their programs. These are expected to enhance the entrepreneurial skills of students such that upon graduation, they will become self-employed in various agricultural enterprises. Also, it will lead to reduction in the high rate of unemployment, thus, contributing to economic development of the country.

However, despite these, not many youths have been attracted into agricultural enterprises and a number of factors could be responsible for this. First, insufficient access to knowledge, information and education, followed by inadequate access to financial services and lastly, limited involvement in policy dialogue among others (FAO, 2014). Thus, it becomes imperative to identify the factors influencing undergraduate students' intentions to become self-employed in agricultural enterprises. Previous studies on undergraduate students' entrepreneurial intentions (Waguey, 2014; Shiri et al., 2015; Aman et al., 2017) are not on agricultural students. The few ones on agricultural undergraduate university students are not from Nigeria (Pouratashi, 2014; Yua and Wang, 2019).

It is worthy of note that no two nations and societies are exact replicas of one another, and factors shaping intentions differ from one individual to another. Therefore, it will not be appropriate to envisage that the impact of a factor on EIs in one location will of necessity be the same in another. This may be responsible for the mixed results from volume of studies that focused on EIs. This implies that there is no clear connection among the results produced by EI studies. This underlines the importance of EI studies that focused on a specific population in a given location. Hence, this research examined the EIs of agricultural undergraduate students in Nigeria Universities.

## Theoretical framework, Literature review and hypothesis

### Theoretical framework

The focus of this study is to determine the factors influencing undergraduate agricultural students' intentions to become entrepreneurs. Most of the previous related studies (Linan, 2009; Ambad

and Ag Damit, 2016) opined that entrepreneurial intention can be studied using TPB. Hence, this study make use of TPB model as shown in Figure 1.

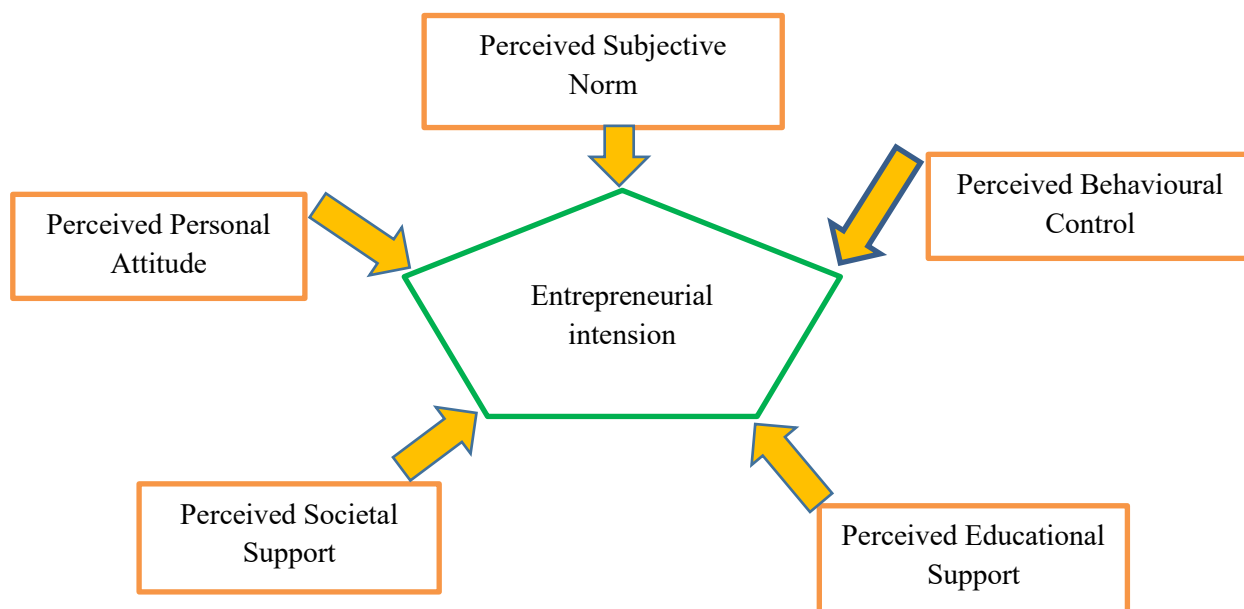


Figure 1. Theoretical framework of factors influencing entrepreneurial intentions of agricultural students

## Literature review and hypothesis

### Entrepreneurial Intentions

Entrepreneurial intention refers to an individual's approaches to the consequences of the resulting actions and his self-efficacy, opinion of desirability and practicability to act upon opportunities. It embroils persuasion, strong determination as well as ability to be independent. The TPB by Ajzen submits that intention is directly linked with behavior. The fundamental of the TPB is the indication that intention centers on three theoretically autonomous factors. The factors are: personal attitude, perceived behavioural control and perceived subjective norms. Most studies on EI also included perceived educational support and perceived societal support as factors influencing EI (Politis et al., 2012; Denanyoh et al., 2015). Although EI is believed to be an area that has been broadly explored, some researchers reason that there is still dearth of study on EI, especially in developing countries, including Nigeria where matters surrounding entrepreneurship are yet to be resolved.

### Personal attitude and entrepreneurial intentions

Attitude denotes the way a person evaluate and compare an object against the available oppourtunities based on the person's thought, belief, and emotions about the object. Favourable attitude of individuals may serve as catalyst that will strengthen their entrepreneurial intentions. Evidence showed that positive association existed between personal attitude and EIs (Ebewo et al., 2017). The studies that reported positive relationship between personal attitude and EIs were conducted in developed and developing countries and among university students across various fields of study. However, the magnitudes of association reported varies. Their findings lead to the following hypothesis: Hypothesis 1. Personal attitude is positively associated with entrepreneurial intentions.



### **Perceived subjective norms and entrepreneurial intentions**

Subjective norms in form of sentimental and monetary supports from family and friends may inspire persons to become entrepreneurs. According to (Türker and Selçuk, 2009), subjective norms denote the consent received from family, friends, and others for one to engage in entrepreneurial deeds. Family and friends may have a great influence on person's career choice since they are considered as role models who may serve as source of credits and information. Mixed opinions characterized the outcomes of the studies on the effect of subjective norms on EIs. While (Bagheri and Pihie, 2014; Mata et al., 2015; Ridha and Wahyu, 2016) reported a positive correlation between subjective norms and entrepreneurial intentions, (Leonidas et al., 2013), showed negative correlation. Based on the literature reviewed, it is hypothesized that:

Hypothesis 2: There is a positive significant correlation between perceived subjective norms and entrepreneurial intentions.

### **Perceived behavioural control and entrepreneurial intentions**

Perceived behavioural control is a view of the individual's perceived peculiar simplicity or strain to engage in an endeavor. Researchers (Almobaireek and Manolova, 2012; Leonidas et al., 2013), revealed that there was a positive link between perceived behavioral control and EIs. Therefore, it is suggested that:

Hypothesis 3. There is a positive significant relationship between perceived behavioural control and entrepreneurial intentions.

### **Perceived educational support and entrepreneurial intentions**

University education remains an effective way for gaining the required skills and knowledge that support entrepreneurship. University environment has already been recognized as a supporting influence on students' EIs. Entrepreneurial allied courses and trainings are required if university students' EIs must be promoted (Lope and Zaidatol, 2009). In order for youths to survive in today's increased business realm, the university is expected to play a significant role in stimulating entrepreneurship. A little wonder while most universities nowadays are at the forefront of encouraging the development of entrepreneurial activities, thereby stimulating the commercialization of university skills (Politis et al., 2012). This is due to the recognition of perceived educational support as a strong determinant of EIs. All the previous researches that reported significant relationship between perceived educational support and EIs opined that there was direct association between the two variables. Given the role university education plays in stimulating entrepreneurship among students', it can be proposed that:

Hypothesis 4. There is a positive significant relationship between perceived educational support and entrepreneurial intentions.

### **Perceived societal support and entrepreneurial intentions**

The importance of societal support in the development of entrepreneurial activities has been emphasized. In this study, societal support denotes the perceived entrepreneurial assistances from government and non-government agencies which could be in form of business oppourtunities including enabling environment, financial aids as well as rules and regulations guiding the activities of entrepreneurs. Structural support was found to be positively linked with entrepreneurial intentions (Denanyoh et al.,2015). To this end, it is postulated that:

Hypothesis 5 There will be positive significant relationship between perceived societal support and entrepreneurial intentions.

## **2. Material and Methods**

The study was carried out in Kwara state, Nigeria. It is one of the 36 states in the country and it is located in the north-central geopolitical zone of the country. The state was selected because it has

federal and state universities with faculty of agriculture in each, as well as an agricultural based private university. The three selected universities are: University of Ilorin (federal), Kwara State University and Landmark University (private). Incidentally, the three universities are known for stability in their academic calendar which is unprecedented in the country. The sampling frame for the study was all final year undergraduate agricultural students in 2018/2019 academic session, and data were collected in January, 2019. The study focused on final year students because it is assumed that they must have been exposed to series of entrepreneurial curriculum during the course of their study. While population survey was adopted in the case of Kwara State University (37 students) and Landmark University (18 students) due to very low population of participants, multistage sampling techniques was employed in selecting 50% of the 630 respondents at University of Ilorin.

A total of 370 students were interviewed with the aid of a well-structured pre-tested questionnaire. The constructs and questionnaire used was adopted from (Ambad and Ag Damit 2016) with some modifications to fit the current study. However, 347 questionnaires (93.8% response rate) were adequately filled and used for this study. Information were gathered on demographic characteristics as well as various constructs which include: perceived personal attitude (8 items), subjective norms (6 items), behavioural control (7 items), perceived educational support (8 items), perceived societal support (7 items) and entrepreneurial intentions (9 items). Information on the six constructs were collected using a 5-point Likert-type scale which ranged from strongly agree (1) to strongly disagree (5).

## **2.1. Method of Data Analysis**

The data collected were analysed with descriptive statistics, factor analysis and regression models using SPSS version 21 statistical software program. Descriptive statistics were employed to analyse demographic characteristics of respondents, while regression models were used to test the various hypothesis.

### **2.1.1. Exploratory Factor Analysis**

Exploratory factor analysis was conducted on the data prior to regression analysis to assess the fundamental forms of the measurement scales. Variables (items) that loaded poorly on the construct (factor loading <0.7) were omitted from factor analysis (Ambad and Ag Damit, 2016). Bartlett test of sphericity was conducted on the remaining matrix to check the level of inter correlation among variables. The result stood at 36.29 and was significant at  $P < 0.01$  suggesting adequacy of the data for factor analysis. Furthermore, the data were subjected to Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) sampling adequacy measure. A KMO measure of  $> 0.5$  is required for the dataset to be suitable for factor analysis (Hansson and Lagerkvist, 2012). The result of the test (0.82) was significant at  $P < 0.01$ , indicating further, the adequacy of the data for factor analysis. Following this, Cronbach's reliability analysis was conducted to examine internal reliability of the variables. The mean reliability statistics stood at 0.71 which is considered adequate because it is above average of 0.70 as opined by (Ambad and Ag Damit 2016). The data were later subjected to principal component analysis, only factors with eigen value  $> 1$  and accounted for moderate level of total variance in the factors were retained and new scores of the factors were calculated and used for further analysis (regression).

## **3. Results**

### **3.1. Descriptive analysis of respondents' characteristics**

The results of the descriptive statistics of respondents is shown in Table 1. As shown in the table, the average age of respondents stood at 23.4 years, with about half of the respondents between the age range of 21-24 years. The majority of the respondents were females. About 36% of them have not been involved in any form of enterprise before. Over two-third of them did not intend to study agriculture in the university.

Table 1: Results of descriptive analysis of respondents' characteristics

Variable	Frequency (n = 347)	Percent
Age (years):		
<21	61	17.58
21-24	174	50.14
25-28	95	27.38
>28	17	4.90
Mean: 23.38		
Standard deviation: 2.7651		
Sex:		
Female	184	53.03
Male	163	46.97
Self-employment status:		
No	222	63.98
Yes	125	36.02
Intended course of study:		
Agriculture	115	33.14
Non- Agriculture	232	66.86

### 3.2. Factors influencing entrepreneurial intentions

The results of the multiple regression on factors influencing EIs is presented in Table 2. The R<sup>2</sup> values for personal attitude, subjective norms, behavioural support, educational support and societal support were 0.237%, 0.137%, 0.105%, 0.131% and 0.103% respectively. The coefficient of personal attitude (0.487) was found to be statistically significant and positive at 1% level of significance. The estimated coefficient of subjective norms (0.370) was found to be statistically significant and positive at 1% level of significance. Finally, the coefficient of educational support (0.177) was also found to be statistically significant and positive at 1% level of significance. Students' personal attitude had the greatest influence on respondents' EIs.

Table 2: Regression results of the factors influencing entrepreneurial intentions

Independent variable	Coefficient	Std. Error	t value	R <sup>2</sup>	adj. R <sup>2</sup>
Personal attitude	0.487***	0.047	10.361	0.237	0.235
Subjective norms	0.370***	0.050	7.402	0.137	0.135
Behavioural support	0.071	0.054	1.322	0.105	0.102
Educational support	0.177***	0.053	3.332	0.131	0.128
Societal support	-0.030	0.054	-0.550	0.103	0.102

Dependent variable: Entrepreneurial intentions, \*\*\* represent 1% level of significance

### 4. Discussion and Conclusion

The mean age of the respondents is understandable because the minimum age of admission into most Nigeria Universities is 16 years, while a first degree in Agriculture is for a minimum of five years. It should be noted that the respondents were in the final year of their undergraduate study. This indicates that a majority of the respondents were still in their youthful ages with a high level of potentials to contribute to the development of agricultural sector in the country. Surprisingly, the majority of the respondents were females. Agricultural practices in the country is believed to be tedious with associated drudgery, which should make it not attractive to female gender. However, a lot of current policies to make agriculture a business may be responsible for more female students studying agriculture. The result contrawise that of (Fadipe et al., 2014), who posited that there were more male students in the faculty of agriculture in Nigeria Universities. A high proportion of the respondents were involved in at least one type of agribusiness. This is expected to stimulate their agribusiness intentions upon graduation. Over two-third of them did not intend to study agriculture in the university. Most undergraduate admission seekers do change their courses of choice to another less competitive courses including agriculture, after they must have failed to secure admission for the courses they intend to study. This

implies that the majority of the respondents did not have positive attitude towards agriculture as a means of livelihood.

The  $R^2$  values obtained from the multiple regression analysis of factors influencing EIs are low. The implication is that only about 24%, 14%, 11%, 13% and 10% of the variation in EIs was explained by each of personal attitude, subjective norms, behavioural support, educational support and societal support respectively. Given that the  $R^2$  can at most be 1, the observed values of  $R^2$  suggest that the independent variables have weak explanatory power. This is however not uncommon in this type of study that deals with human beings and with cross sectional data. There is direct association between personal attitude and EIs. Thus, we fail to reject Hypothesis 1. This implies that the greater the students' attitude towards entrepreneurship, the higher their EIs. The findings corroborate the submissions of (Passaro et al., 2018; Fragaoso et al., 2019; Esfandiar et al., 2019). The positive correlation between subjective norms and EIs resulted into our failure to reject hypothesis 2. The meaning is that, perceived moral and financial support from family and friends will motivate students' intentions to become entrepreneurs. The findings concur with those of (Zapkau et al., 2015; Ridha and Wahyu, 2016). However, the results contrariwise that of (Leonidas et al. 2013). Positive significant association exists between perceived educational support and students' EIs. Therefore, we fail to reject hypothesis 4. The implication is that the higher the perceived educational support received by the respondents, the higher their EIs. The results concur with the findings of (Zapkau et al., 2015; Al-Shammari, 2018).

In conclusion, this study analysed the factors influencing entrepreneurial intentions of undergraduate agricultural students in Nigeria. The results showed that the main factors influencing EIs of respondents are personal attitude, perceived subjective norms and perceived educational support. While personal attitude had the highest influence, perceived educational support had the least influence. This study is an eye opener to stakeholders in the educational sector. First and foremost, policy that will stimulate students' interest in agriculture should be put in place. Hitherto, agriculture in the country are in the hands of aged farmers with no or low level of formal education. Also, parents and guardians should encourage their wards to study agriculture in the university and be willing to support as many of them that may want to be employer of labour in agribusiness. Finally, universities should continue to offer entrepreneurship courses to students while it continued to motivate students to be self-reliant upon graduation rather than seeking white-collar job that is not readily available.

## Acknowledgements

The effort of Joel ZAMANI in collecting the data used for this study is appreciated.

## References

- Almobaireek, W. N., & Manolova, T. S. (2012). Who wants to be an entrepreneur? Entrepreneurial intentions among Saudi university students. *African Journal of Business Management*, 6, 4029-4040.
- Al-Shammari, M., & Waleed, R. (2018). Entrepreneurial intentions of private university students in the kingdom of Bahrain. *International Journal of Innovation Science*, 10, 43-57.
- Aman, Z., Abdul Rahim, A., Kushairi, A., & Fansuri, E. (2017). Agribusiness Entrepreneurial Intention among Generation Y: The Role of Personality Traits. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*, 8, 190-196.
- Ambad, S. N. A., & Ag Damit, D. H. D. (2016). Determinants of Entrepreneurial Intention among Undergraduate Students in Malaysia. *Procedia Economics and Finance*, 37, 108-114.
- Bagheri, A., & Pihie, Z. A. L. (2014). Factors Influencing Students' Entrepreneurial Intentions: The Critical Roles of Personal Attraction and Perceived Control over Behavior. *The International Journal of Management Science and Information Technology* Special issue, 16-28.
- Ebewo, P. E., Shambare, R., & Rugimbana, R. (2017). Entrepreneurial intentions of Tshwane University of Technology, Arts and Design students. *African Journal of Business Management*, 11, 175-182.
- Esfandiara, K., Sharifi-Tehranib, M., Pratt, S. & Altinay, L. (2019). Understanding entrepreneurial intentions: A developed integrated structural model approach. *Journal of Business Research*, 94, 172-182.

- Denanyoh, R., Adjei, K., & Nyemekye, G. E. (2015). Factors That Impact on Entrepreneurial Intention of Tertiary Students in Ghana. *International J. of Business and Social Research*, 5, 19-29.
- Fadipe, A. E. A, Amolegbe, K. B., & Afun, O. O. (2014). Food security and university agricultural students involvement in food production after graduation. *Journal of research in forestry, wildlife and environmental*, 6, 1-15.
- Food and Agricultural Organization (FAO) (2014). Youth and agriculture: Key challenges and concrete solutions. [www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications). (accessed 3 September 2018).
- Food and Agricultural Organization (FAO). (2019). Nigeria at a glance. Food and Agricultural Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/nigeria/fao-in-nigeria/nigeria-at-a-glance>. (accessed 2 August 2019).
- Fragoso, R., Rocha-Junior, W., & Xavier, A. (2019). Determinant factors of entrepreneurial intention among university students in Brazil and Portugal. *Journal of Small Business & Entrepreneurship*, 1–25.
- Hansson, H., & Lagerkvist, C. J. (2012). *Measuring farmers' preferences for risk: a domain-specific risk preference scale*. *Journal of Risk Research*, 15, 737-753.
- Karimi, S., Biemans, H. J. A., Lans, T., Mulder, M., Chizari, M. (2016). The Impact of Entrepreneurship Education: A Study of Iranian Students' Entrepreneurial Intentions and Opportunity Identification. *Journal of Small Business Management*, 54, 187-209.
- Leonidas, A., Zampetakis, L. A., Anagnosti, A., & Rozakis, S. (2013). *Understanding Entrepreneurial Intentions of Students In Agriculture and Related Sciences*. AUA Working Paper Series No. 2013-4. <http://www.aoa.aua.gr> (accessed 3 September 2018).
- Liñán, F., & Chen, Y. (2009). Development and Cross Cultural application of a specific instrument to measure entrepreneurial intentions. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 33, 593-617.
- Lope, P. & Zaidatol, A. (2009). Entrepreneurship as a career choice: An analysis of entrepreneurial self-efficacy and intention of university students. *European Journal of Social Sciences*, 9, 338-349.
- Mat, S. C., Maat, S. M., & Mohd, N. (2015). Identifying Factors that Affecting the Entrepreneurial Intention among Engineering Technology Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 211, 1016 – 1022.
- National Bureau of Statistics (NBS) (2019). Labour Force Statistics: Employment by Sector Report-Q3 2018. [https://nigerianstat.gov.ng/elibrary?queries\[search\]=trade](https://nigerianstat.gov.ng/elibrary?queries[search]=trade). (accessed 15 August 2019).
- Passaro, R., Quinto, I., & Thomas, A. (2018), The impact of higher education on entrepreneurial intention and human capital. *Journal of Intellectual Capital*, 19, 135-156.
- Politis, D., Winborg, J. & Dahlstrand, A. L. (2012). Exploring the resource logic of student entrepreneurs. *International Small Business Journal*, 30, 659-683.
- Pouratashi, M. (2014). Entrepreneurial Intentions of Agricultural Students. Levels and the Determinants. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 21, 467-477.
- Ridha, R. N. & Wahyu, B. P. (2016). Entrepreneurship intention in agricultural sector of young generation in Indonesia. *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 11, 76-89.
- Shiri, N., Rostamin, F., & Pirmoradi, A. H. (2014). Testing the Entrepreneurial Intention model among Agricultural Students at Razi University. *International Journal of Life Sciences*, 9, 1-5.
- Teng-Li, Y. T., & Wang, J. (2019). Factors affecting social entrepreneurship intentions among agricultural university students in Taiwan. *International Food and Agribusiness Management Review*, 22, 107 – 118.
- Türker, D. & Selçuk, S. S. (2009). Which factors affect entrepreneurial intention of university students? *Journal of European Industrial Training*, 33, 142-159.
- Waghey, D. A. (2014). Entrepreneurial Career of Students in Agriculture: An Analysis. *American Journal of Educational Research*, 2, 35-43.
- Zapkau, F. B., Schwens C., Steinmetz, H., & Kabst, R. (2015). Disentangling the effect of prior entrepreneurial exposure on entrepreneurial intention. *J. of Business Research*, 68, 639–653.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Tarım Bilimleri Dergisi  
(YYU Journal of Agricultural Science)



<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Araştırma Makalesi (Research Article)

**Detection and Diagnostic Methods of Multiple Influential Points in Binary Logistic Regression Model in Animal Breeding**

**Burcu MESTAV\*<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, 17020, Çanakkale, Türkiye

\*Sorumlu yazar e-posta:burcumestav@comu.edu.tr

**Article Info**

Geliş: 25.10.2019  
Kabul: 28.11.2019  
Online Yayınlanma 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.638226

**Keywords**

Multiple Influential Point,  
Generalized Standardized  
Pearson Residual (GSPR),  
Generalized Difference of  
Fits (GDFITS)  
Generalized Square  
Difference  
in Beta (GDFBETAS)

**Abstract:** Multiple influential points adversely affect parameter estimation in binary logistic regression models and lead to misinterpretation of results. An influential point is a data point that does not follow the overall slope of remaining data and has extreme value in terms of  $x$ . Since the presence of approximately 10% of influential points in a dataset affects parameter estimates, detection and diagnosis of these points greatly matter. Graphical (such as scatter graph and box graph) and analytical methods are adopted in the detection and diagnosis of multiple influential points. Among the commonly used diagnostic methods are Pearson residuals, Standardized Pearson Residuals (SPR), Cook Distance (CD), Hat matrix, DFFITS, and DFBETA. However, these methods mask problems and fail to diagnose if there are multiple influential points. Many statisticians have developed and proposed new diagnostic methods, such as Generalized Standardized Pearson Residual (GSPR) and Generalized Weights (GW), to overcome this problem. This study exploited a dataset containing multiple influential points (15%) for weaning weight (WW), yearling weight (YW), fleece weight (FW), and fertility rate (FR) of Romney ewes and modelled the effects of WW, TW and FW variables on FR by binary logistic regression model. This study is intended to determine the multiple influential points by graphical methods and to examine the performance of commonly used and newly developed methods in the diagnosis of these data points. As a result, it was observed that the commonly used methods mask multiple influential points and the new proposed methods competently identify these points.

**Hayvan Islahında İkili Lojistik Regresyon Modelinde Çoklu Etki Noktalarının Tespit ve Teşhis Yöntemleri**

**Makale Bilgileri**

Received: 25.10.2019  
Accepted: 28.11.2019  
Online Published 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.638226

**Anahtar kelimeler**

Çoklu Etkili Gözlem Noktası,  
Genelleştirilmiş  
Standartlandırılmış Pearson  
Artığı (GSPA),  
Genelleştirilmiş Uyum Farkı  
(GDFITS)

**Öz:** Çoklu etkili gözlem noktaları ikili lojistik regresyon modellerinde parametre tahminlerini olumsuz yönde etkilemekte ve sonuçların yanlış yorumlanmasına sebep olmaktadır. Bir etkili gözlem noktası verilerin geri kalanının genel eğimini takip etmeyen ve  $x$  bakımından aşırı değere sahip olan bir veri noktasıdır. Veri seti içinde yaklaşık % 10 ve üzerinde etkili gözlem noktasının bulunması parametre tahminlerini etkilediği için bu noktaların tespit ve teşhisi oldukça önemlidir. Çoklu etkili gözlem noktalarının tespit ve teşhisinde grafiksel (saçılım grafiği ve kutu grafiği gibi) ve analitik yöntemler kullanılmaktadır. En yaygın kullanılan teşhis yöntemleri Pearson Artıklar, Student Türü Artıklar, Şapka Matrisi, Cook Uzaklığı, DFFITS, DFBETA vb. yöntemlerdir. Ancak bu yöntemler çoklu etkili gözlem noktalarının olması durumunda maskeleyen problemleri ile karşılaşmakta ve teşhiste başarısız olmaktadır. Bir çok istatistikçi bu problemle başedebilmek için Genelleştirilmiş Standartlandırılmış Pearson

Betadaki Genelleştirilmiş  
Kare Farkı (GSDFBETA)

Artığı (GSPA), Genelleştirilmiş Ağırlıklar (GA) gibi yeni yöntemler geliştirmiş ve önermiştir. Bu çalışmada, Romney ırkı koyunlardan elde edilen sütten kesim ağırlığı (SKA), Bir yaş canlı ağırlığı (BYCA), yapağı ağırlığı (YA) ve doğurganlık oranı (DO) değişkenlerine ait içinde çoklu etkili gözlem noktası (%15) bulunan veri seti ile çalışılmış ve DO üzerine SKA, BYCA ve YA değişkenlerinin etkisi ikili lojistik regresyon modeli ile modellenmiştir. Çalışmanın amacı çoklu etkili gözlem noktalarını grafiksel yöntemlerle tespit edip yaygın olarak kullanılan ve yeni geliştirilmiş yöntemlerin bu veri noktalarının teşhisindeki performanslarını incelemektir. Çalışmanın sonucunda yaygın olarak kullanılan yöntemlerin çoklu etkili gözlem noktalarını maskeleyiği ancak yeni önerilen yöntemlerin bu noktaları başarılı şekilde teşhis ettiği gözlenmiştir.

## 1. Introduction

The Binary Logistic Regression (BLR) model has been commonly used in the analysis of the functional relationship between an outcome variable and predictor variable(s) in animal breeding for many years and studied by a great number of researchers in recent years (Eyduran et al., 2005; Gaskins et al., 2005; Korkmaz et al., 2012; Aktaş and Doğan, 2014; Yakubu et al., 2014; Aktaş et al., 2015; Takma et al., 2016; Erdinç et al., 2017; Baeza-Rodriguez et al., 2018; Gebre et al., 2018). The most important difference of BLR from the general linear regression model is that the outcome variable refers to binary outcome which is assigned 0 or 1. Therefore, the error variance becomes nonconstant and the error term exhibits logistic distribution. BLR assumes that the sample size is adequate and a high correlation among the predictor variables does not exist and lastly there should be no outlier and/or influential point in the dataset (Hilbe, 2009). An unknown parameter in BLR is estimated by using maximum likelihood (ML), but it is well known that ML can be severely affected in the presence of outliers. The outliers are named differently according to their position on the X and Y axis. For example, both outliers and influential points are measurements that do not fit in the trend shown by the rest of the data. Hence, these two concepts should not be mistaken for each other. To specify, an outlier is an unusual observation whose outcome  $y$  does not follow the general slope of the rest of the data, whereas the influential point is a data point that does not follow the general slope of the rest of the data and has an extreme predictor  $x$  value. Parameter estimates obtained in the presence of influential points, in particular, will cause misinterpretation of the results. Moreover, the binary outcomes are likely to be misclassified. Hampel et al. (1986) have claimed that if these outliers occur in about 1-10% of the dataset, it is normal and can be removed from the dataset; however, if there are more than 10% outliers, it is recommended to use a robust estimator instead of ML estimator (Midi and Ariffin, 2013). Outliers and influential points often cause problems in the analyses of data in animal and plant breeding. Some researchers have reported that performance of accuracy estimation in genomic prediction methods used in genomic selection studies is adversely affected by outliers (Via et al. 2012; Heslot et al., 2013; Estaghrvirou et al., 2014). Therefore, the detection of outliers or influential points is crucial and must be performed before the analysis. Result of a diagnosis refers to a specific amount that is computed from the data and calculated to determine the influential points where the influential points can be eliminated or corrected. Thus, such observations need to be described and their effects on the model and subsequent analysis should be investigated (Nurunnabi et al., 2010). In recent years, diagnostic and detection have become an almost indispensable part of BLR and a great many statisticians have studied diagnostic and detection methods of outliers and/or influential points. Before Imon and Hadi (2008), the diagnostic methods always relied on the detection of outlier. However, the subsequent studies have shown that the observation points that cause significant deviation in parameter estimates are influential points. Since the influential point too is an outlier, the diagnostic methods before Imon and Hadi (2008) are valid for influential points. However, the general objective of all the new diagnostic methods including Imon and Hadi (2008) and the subsequent ones is to detect multiple influential points. Diagnosis of outliers and/or influential points based on residuals is known as the most common method in BLR (Pregibon, 1981; Jennings, 1986; Copas, 1988). The most commonly employed diagnostic methods for the identification of outliers in BLR are Pearson residuals, Standardized Pearson Residuals (SPR), Cook Distance (CD), Hat matrix, Difference of Fits (DFFITS), Difference in Beta (DFBETA). However, these methods are only able to

identify single outliers. If the dataset contains multiple outliers/influential points, these methods fail to identify them because of the masking and swamping problems (Imon and Hadi, 2008; Habshah et al., 2009; Sanizah et al., 2011). Recently, diagnostic methods have been developed by a great number of statisticians to overcome these problems (Cook, 1977; Pregibon; 1981, Jennings; 1986, Copas, 1988; Hadi and Simonoff, 1993; Imon, 2006; Imon and Hadi, 2008; Habshah et al., 2009; Nurunnabi et al., 2010; Sarkar et al., 2011). The new approaches developed based on a deleted group are Generalized Standardized Pearson Residual (GSPR), Generalized Weights (GW), Generalized Difference of Fits (GDIFFITS), and Generalized Square Difference in Beta (GSDFBETAS). Studies have shown that these methods successfully cope with masking and swamping problems in datasets with multiple influential points. The prediction of genetic parameters and accuracy of breeding values are greatly important for animal breeding and animal improvement programs. In addition, parameter estimation of risk factors affecting some economically important traits, such as fertility rate, birth type, the stillbirth rate, in terms of care and management plays a critical role in the livestock field. Influential points adversely affect the achievement of parameter estimates of traits. However, to date, their detection in animal breeding has not yet been evaluated. Therefore, it has become necessary to identify influential points in the datasets in order to obtain accurate parameter estimates. Accordingly, the aim of this study is to contribute to these scholarly efforts by introducing various existing diagnostic and detection methods adopted to identify multiple influential points in a dataset analyzed by using BLR in animal breeding.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Material

Animal materials of this study consisted of 100 Romney ewes raised in New Zealand. Since the aim of the study was to compare multiple influential points and diagnostic methods, the dataset was arranged to contain 15% influential points. Of the 100 units of data, 85 were selected from the 300 units of data using the random sampling method, while 15 were the influential points already present in the dataset. Thus, the dataset with 15% influential point was created. The study was conducted over this dataset.

### 2.2. Method

Binary Logistic Regression model was used to determine the influence of weaning weight (WW), yearling weight (YW) and fleece weight (FW) of the ewes on fertility rate (FR). Binary variable was coded as 1 (lambd) or 0 (unlambd) in relation to FR. The mathematical model of BLR was as follows:

$$Y = \pi(x) + \varepsilon \tag{1}$$

where  $Y$  is an  $n \times 1$  vector of the outcome variable (FR), which is denoted by  $y = 1$  or  $0$  with probabilities  $\pi$  and  $1 - \pi$ , respectively.  $\varepsilon$  is a  $n \times 1$  vector of error terms:

$$\varepsilon = \begin{cases} 1 - \pi & \text{with probability } \pi & \text{if } y = 1 \\ -\pi & \text{with probability } 1 - \pi & \text{if } y = 0 \end{cases} \tag{2}$$

which follows a distribution with mean zero and variance  $\pi(1 - \pi)$ .

$$\pi(x) = E(Y | X) = \frac{\exp(x^T \beta)}{1 + \exp(x^T \beta)}, 0 \leq \pi(x) \leq 1 \tag{3}$$

with  $\beta^T = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3)$  being the vector parameters,  $X$  is an  $n \times k$  ( $k = p + 1$ ) matrix of predictor variables (WW, YW, and FW) and is non-linear in  $\pi(x)$ . Thus, we have to use the logit link function to transform it into a linear form.



In the literature, there are many methods of detection and diagnostic of influential points. All of these methods were developed firstly for general linear regression and then they were suggested for BLR by Pregibon (1981). They can be divided into two groups: e.g., graphical and analytical methods. The best-known graphical methods are the scatter, box, and residual plots. However, since the graphical methods fail to provide reliable information, the analytical methods are preferred, especially when the number of predictor variables is high. Many analytical methods are proposed in the related literature. In this study, the most commonly used analytical methods were adopted which were thought to prove more useful for researchers in animal breeding. The analytical methods are statistical values computed from the dataset that can be used to identify the presence of influential points. Although the main tools of the developed analytical methods are residuals, the methods having been developed in recent years are based on the deletion of suspected observations. In BLR, the primary building blocks of analytical methods used to identify influential points are residual vector and projection (leverage) matrix (Pregibon, 1981). According to a similar approach to linear regression (Copas, 1988), the  $i^{th}$  residual is defined in BLR as follows:

$$r_i = y_i - \hat{\pi}_i, \quad i = 1, \dots, n \quad (4)$$

Although residual, also known as raw residual, is very important in detecting ill-fitting, residuals defined in equation (3) are unscaled. Therefore, it is not applicable to influential points diagnosis. There are two versions of the scaled residual type commonly used in BLR to eliminate this problem: Pearson Residuals (PR) and Standardized Pearson Residuals (SPR). PR can be defined as:

$$r_{pi} = \frac{y_i - n_i \hat{\pi}_i}{\sqrt{n_i \hat{\pi}_i (1 - \hat{\pi}_i)}}, i = 1, \dots, n \quad (5)$$

Pearson residual value of an observation is considered a residual outlier if it's greater than 3 by absolute value (Ahmad et al., 2011). Standardized Pearson Residuals value is obtained by dividing the raw residuals by the standard error provided by  $se(y_i - \hat{\pi}_i) = \sqrt{v_i (1 - h_{ii})}$ , where  $v_i = \hat{\pi}_i (1 - \hat{\pi}_i)$  and  $h_{ii}$  is the  $i^{th}$  diagonal element of the  $n \times n$  matrix, known as hat matrix,  $H = V^{1/2} X (X^T V X)^{-1} X^T V^{1/2}$ . If  $h_{ii} > \{2 \text{ or } 3\} k/n$ , then this may evidence the presence of influential points (Friendly and Meyer, 2015).  $V$  is a diagonal matrix with diagonal elements  $v_i$  (Pregibon, 1981). Hence, the SPR for BLR can be defined as:

$$r_{si} = \frac{y_i - \hat{\pi}_i}{\sqrt{v_i (1 - h_{ii})}}, i = 1, \dots, n \quad (6)$$

In BLR, observations with SPRs, which are less than -3 and greater than +3, are considered as outliers (Midi and Ariffin, 2013). Methods other than the methods of identifying influential points/outliers using residuals delete suspect observations. The most common diagnostic statistics adopting observation deletion approach are Cook Distance (CD), Hat matrix (Lev), Difference of Fits (DFFITS) and Difference in Beta (DFBETA) (Cook, 1977; Belsley et al., 1980; Nurunnabi et al., 2010). Pregibon (1981) defined CD by using linear regression models for BLR as follows:

$$CD_i = \frac{r_{si}^2 h_{ii}}{k(1 - h_{ii})}, i = 1, \dots, n \quad (7)$$

If there is an observation with the value of  $CD_i > 1$ , it is regarded as an influential point. Another influential point determination measure similar to CD is DFFITS value suggested by Welsch (1982). DFFITS is defined in terms of SPR and Lev values in BLR as follows:

$$DFFITS_i = r_{si} \sqrt{\frac{h_{ii}}{(1-h_{ii})} \frac{v_i}{v_{(-ii)}}}, i = 1, \dots, n \quad (8)$$

An influential point has  $DFFITS > 2$  or  $3\sqrt{k/n-k}$ .

Although the abovementioned methods often provide effective results in determining influential points, they are effective if there is only one single influential point in the dataset. If there are multiple influential points in the dataset, these methods are ineffective. In the case of multiple influential points, they cause masking and swamping problems (Imon and Hadi, 2008). Therefore, new approaches are needed to prevent these problems from occurring. The proposed approaches based on a deleted group in the BLR are Generalized Standardized Pearson Residual (GSPR), Generalized Difference of Fits (GDFFITS), and Generalized Square Difference in Beta (GSDFBETAS) (Imon and Hadi, 2008; Nurunnabi et al., 2010; Nurunnabi and Nasser, 2011). These methods have been obtained by generalizing the existing methods and are based on deletion of the suspected group from the dataset (Hadi and Simonoff, 1993). Before using these methods, the dataset is examined using scatter plot and possible influential points are identified. Then, the d-dimensional observations, which are considered influential points in the n-dimensional dataset, are deleted before the fitting of the model. R and D, respectively, represent the set of situations of the “remaining” and “deleted” observations. The parameters of the model with the remaining set are estimated by using ML. Statistical values of the proposed methods were obtained with estimated parameters. Thus, the probability values determined according to the R set are defined as:

$$\hat{\pi}_i^{(-D)} = \frac{\exp(x_i' \hat{\beta}^{(-D)})}{1 + \exp(x_i' \hat{\beta}^{(-D)})}, i = 1, \dots, n \quad (9)$$

In this case, after the *i*th observation is deletion, the residuals are defined as follows:

$$\hat{\varepsilon}_i^{(-D)} = y_i - \hat{\pi}_i^{(-D)}, i = 1, \dots, n \quad (10)$$

The variance and leverage values of the observation set in question are computed by the following equations:

$$v_i^{(-D)} = \hat{\pi}_i^{(-D)} (1 - \hat{\pi}_i^{(-D)}) \quad (11)$$

$$h_{ii}^{(-D)} = \hat{\pi}_i^{(-D)} (1 - \hat{\pi}_i^{(-D)}) x_i^T (X_R^T V_R X_R)^{-1} x_i \quad (12)$$

The proposed GSPR value is obtained by following equations using equations 9, 10, 11, and 12 (Nurunnabi and West, 2012).

$$r_{si}^{(-D)} = \begin{cases} \frac{y_i - \hat{\pi}_i^{(-D)}}{\sqrt{v_i^{(-D)} (1 - h_{ii}^{(-D)})}}, & \text{for } i \in R \\ \frac{y_i - \hat{\pi}_i^{(-D)}}{\sqrt{v_i^{(-D)} (1 + h_{ii}^{(-D)})}}, & \text{for } i \in D \end{cases} \quad (13)$$

An observation is described as an influential point when its corresponding GSPR value of any observation is 3 points greater than the absolute value. The GDFFITS method suggested by Nurunnabi et al. (2010) is defined in (14) using (13):

$$GDFFITs = r_{si}^{(-D)} \sqrt{h_{ii}^{*(-D)}} \tag{14}$$

where,  $h_{ii}^{*(-D)} = \begin{cases} \frac{h_{ii(R)}}{1 - h_{ii(R)}} & \text{for } i \in R \\ \frac{h_{ii(R)}}{1 + h_{ii(R)}} & \text{for } i \in D \end{cases}$ .

If the GDFFITs value corresponding to the  $i$ th observation is  $|GDFFITs_i| \geq 2$  or  $3\sqrt{\frac{p+1}{n-d}}$ , it means that the observation is the influential point (Nurunnabi et al., 2010). Another proposed method for diagnostic of the influential point is GSDFBETA method, suggested by Nurunnabi and Nasser (2011). The GSDFBETA is defined as:

$$GSDFBETA = \begin{cases} \frac{h_{ii}^{*(-D)} r_{si(R)}^2}{1 - h_{ii(R)}}, & \text{for } i \in R \\ \frac{h_{ii}^{*(-D)} r_{si(R)}^2}{1 + h_{ii(R)}}, & \text{for } i \in D \end{cases} \tag{15}$$

If  $|GSDFBETA_i| \geq \frac{(3\sqrt{p+1/n-d})^2}{1 - [3p/n-d]}$ ,  $i^{\text{th}}$  observation is considered as influential point.

To detect influential points, the dataset was analyzed with Maximum Likelihood (ML) and then the diagnostic and detection methods were analyzed. R version 3.5.1 (R Development Core Team 2018) software was used for both analysis and detection.

### 3. Results

Descriptive statistics and histogram graphs of the predictor variables used in the study are given in Figure 1. Histogram graphs in Figure 1 show that the distributions of the predictor variables are skewed, and outliers have an effect on the dataset.

#### Data Frame Summary

**Dimensions:** 100 x 3  
**Duplicates:** 3

No	Variable	Stats / Values	Freqs (% of Valid)	Graph	Valid	Missing
1	WW [numeric]	Mean (sd) : 25.5 (8.4) min < med < max: 15 < 25 < 51.3 IQR (CV) : 10 (0.3)	40 distinct values		100 (100%)	0 (0%)
2	YW [numeric]	Mean (sd) : 3.9 (1.3) min < med < max: 2.5 < 3.7 < 9.8 IQR (CV) : 0.8 (0.3)	44 distinct values		100 (100%)	0 (0%)
3	FW [numeric]	Mean (sd) : 27.5 (12.2) min < med < max: 13 < 23 < 69 IQR (CV) : 11.2 (0.4)	47 distinct values		100 (100%)	0 (0%)

Generated by [summarytools](#) 0.9.4 (R version 3.5.1)

Figure 1. Descriptive statistics and histogram graphs of the predictor variables

The most common graphical methods used to determine whether there are outliers in the dataset before analysis are scatter plot and box plot. The scatter plots of FR against WW, YW and FW is shown in Figures 2 and 3. The plots evidence the presence of suspicious observations (between Observations 85 and 100) that can be regarded as multiple influential points.

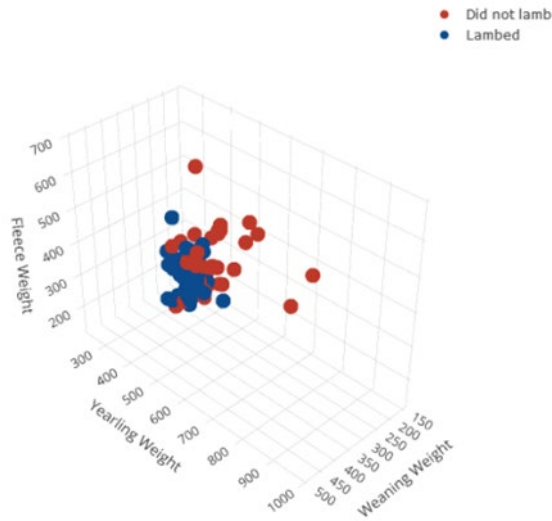


Figure 2. Scatter plot of Fertility Rate against Weaning Weight, Yearling Weight and Fleece Weight.

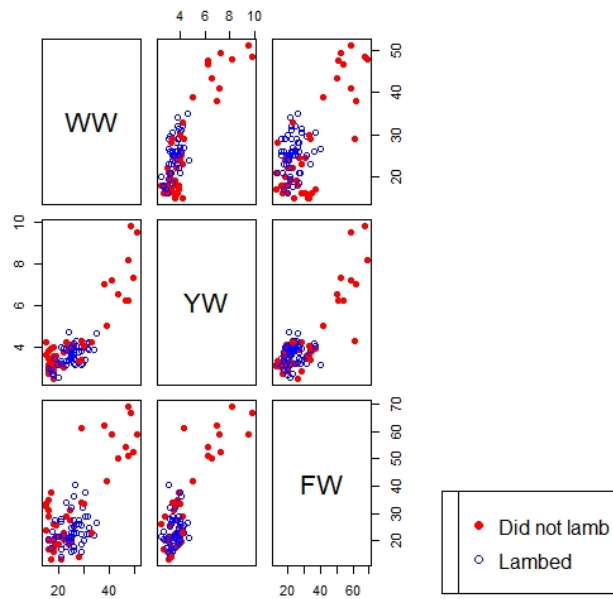


Figure 3. Scatter plots of FR on two predictors.

The box plots of each predictor are given in Figure 4. It shows that many observation points can be outliers, as in Figures 2 and 3.

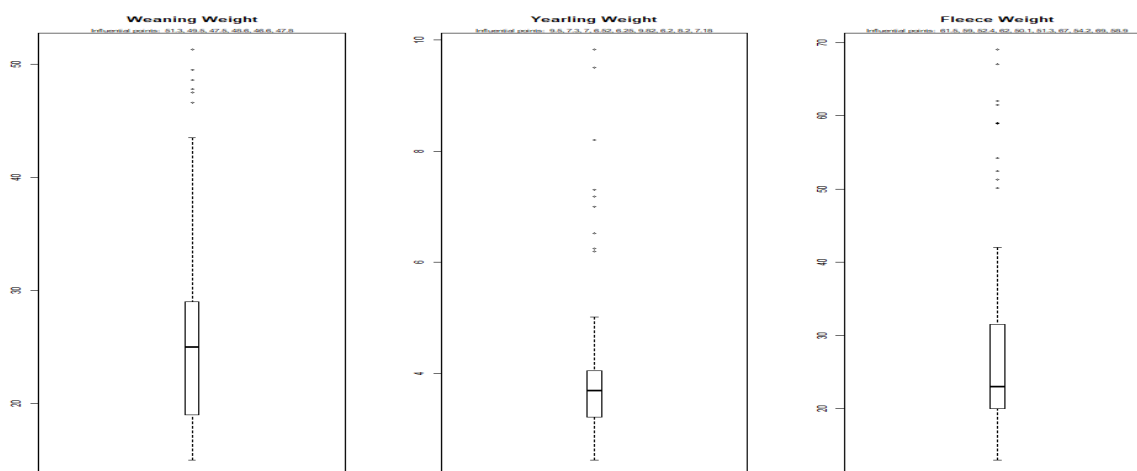


Figure 4. Box plots of WW, YW and FW

The plots of FR against WW, YW, and FW clearly present that the observations between 85 and 100 may severely distort the covariate pattern. However, scatter plots and box plots alone are incompetent at the diagnosis of suspicious observations. For this reason, we need analytical methods to determine the extent of the influence of suspicious observations determined by graphical methods. Until the development of new approaches, diagnostic methods (CD, PR, SPR and DFFITS) worked functionally in the presence of a single outlier, whereas they were inadequate when multiple influential points were observed. Table 1 shows the CD, PR, SPR, and DFFITS results of suspicious observations graphically detected in Figures 2, 3, and 4. Table 1 reveals that the degree of other suspected observations' effects on the dataset except for the 99<sup>th</sup> observation value in PR and SPR is below the cut-off limit and the most commonly used one of these diagnostics fail to determine the influential points. It seems that CD (using 1 as the cut-off value) and DFFITS (using 0.613 as the cut-off value) fail to determine any influential points in the dataset, whereas PR (using 3 as the cut-off value) and SPR (using 3 as the cut-off value) can correctly determine only the 99<sup>th</sup> observation as influential point. The index plot in Figure 5 shows that PR and SPR can correctly and clearly determine the influential point compared to CD and DFFITS. This is due to the masking problem of these methods when there are multiple influential points. The use of these methods may mislead researchers and continuing the analysis without removing suspicious observation points may lead to misinterpretation of parameter estimates.

Table 1. Results of Cook Distance, Pearson Residuals (PR), Standardized Pearson Residuals (SPR) and Difference of Fits (DFFITS),

Number of Observation	CD (1.00)	PR (3.00)	SPR (3.00)	DFFITS (0.613)	Number of Observation	CD (1.00)	PR (3.00)	SPR (3.00)	DFFITS (0.613)
1	0.000	0.224	0.228	-0.057	.	.	.	.	.
2	0.005	0.939	0.950	-0.164	86	0.004	0.318	0.339	-0.166
3	0.003	0.471	0.485	-0.147	87	0.000	0.069	0.069	-0.013
4	0.001	0.277	0.282	-0.072	88	0.012	0.445	0.487	-0.276
5	0.001	0.267	0.272	-0.070	89	0.000	0.098	0.099	-0.017
6	0.005	1.006	1.016	-0.159	90	0.007	0.442	0.468	-0.207
7	0.002	0.375	0.383	-0.104	91	0.052	0.876	0.968	-0.525
8	0.005	0.741	0.754	-0.173	92	0.000	0.028	0.028	-0.002
9	0.015	1.118	1.143	-0.262	93	0.034	1.190	1.241	-0.391
10	0.013	1.154	1.175	-0.243	94	0.035	0.738	0.813	-0.447
11	0.006	0.709	0.725	-0.189	95	0.000	0.094	0.095	-0.019
12	0.011	1.190	1.208	-0.222	96	0.000	0.136	0.138	-0.032
13	0.003	0.471	0.485	-0.147	97	0.062	1.857	1.919	-0.442
14	0.001	0.277	0.282	-0.072	98	0.048	2.191	2.233	-0.358
15	0.001	0.267	0.272	-0.070	<b>99</b>	0.090	<b>3.446</b>	<b>3.496</b>	-0.379
.	.	.	.	.	100	0.012	1.185	1.203	-0.229

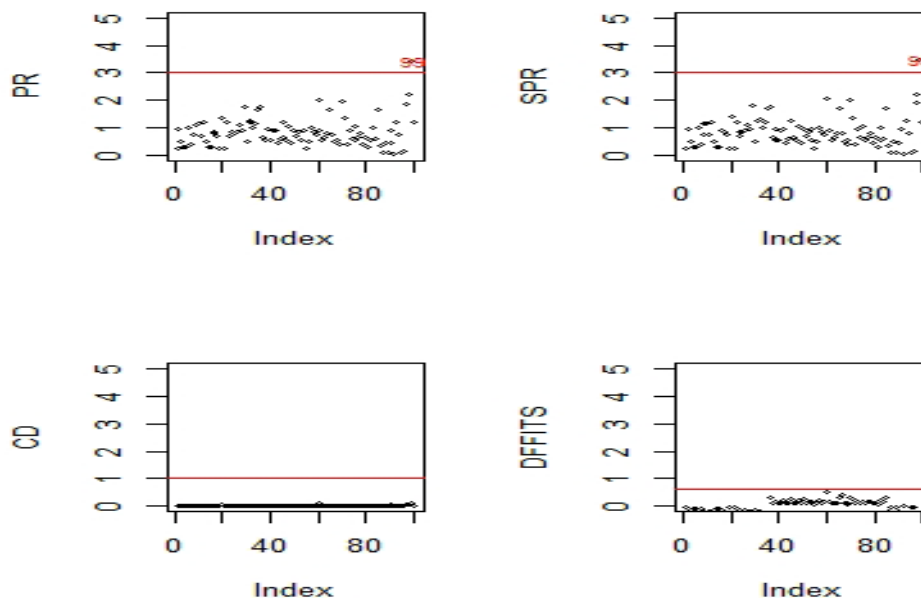


Figure 5. Index plots of CD, PR, SPR, and DFFITS for dataset

The results of GSPR, GSDFFITs, and GSDFBETA methods proposed as new approaches in this study are available in Table 2. It is clear from the table that the GSPR, GSDFFITs, and GSDFBETA values for the suspected observations were much larger than the others and all exceeded the cut-off values of 3.00, 0.651, and 0.474, respectively. The advantage of these methods over other methods is that they are robust to the masking problem. Similar conclusions may be drawn from the index plots of GSPR, GSDFFITs, and GSDFBETA as presented in Figure 6. All these 15 suspected observations are separated from the other data and correctly determined as influential points.

Table 2. Results of GSPR, GSDFFITs, and GSDFBETA

Number of Observation	GSPR (3.00)	GSDFFITs (0.651)	GSDFBETA (0.474)	Number of Observation	GSPR (3.00)	GSDFFITs (0.651)	GSDFBETA (0.474)
1	0.114	0.016	0.000	.	.	.	.
2	0.738	0.131	0.018	<b>86</b>	<b>4.438</b>	<b>1.816</b>	<b>2.746</b>
3	0.286	0.063	0.004	<b>87</b>	<b>8.291</b>	<b>3.149</b>	<b>8.484</b>
4	0.221	0.045	0.002	<b>88</b>	<b>40.321</b>	<b>2.745</b>	<b>7.502</b>
5	0.225	0.048	0.002	<b>89</b>	<b>3.005</b>	<b>1.702</b>	<b>1.967</b>
6	2.087	0.417	0.181	<b>90</b>	<b>18.583</b>	<b>2.255</b>	<b>5.008</b>
7	0.320	0.074	0.006	<b>91</b>	<b>64.356</b>	<b>2.518</b>	<b>6.332</b>
8	0.384	0.074	0.006	<b>92</b>	<b>2.708</b>	<b>1.906</b>	<b>1.834</b>
9	0.481	0.134	0.019	<b>93</b>	<b>22.520</b>	<b>1.721</b>	<b>2.945</b>
10	0.543	0.143	0.022	<b>94</b>	<b>56.042</b>	<b>2.558</b>	<b>6.528</b>
11	0.403	0.090	0.008	<b>95</b>	<b>13.872</b>	<b>3.222</b>	<b>9.823</b>
12	0.661	0.166	0.029	<b>96</b>	<b>5.690</b>	<b>2.210</b>	<b>4.146</b>
13	0.286	0.063	0.004	<b>97</b>	<b>8.291</b>	<b>1.150</b>	<b>1.297</b>
14	0.221	0.045	0.002	<b>98</b>	<b>8.828</b>	<b>0.960</b>	<b>0.911</b>
15	0.225	0.048	0.002	<b>99</b>	<b>5.335</b>	<b>0.854</b>	<b>0.710</b>
.	.	.	.	<b>100</b>	<b>5.500</b>	<b>0.904</b>	<b>0.795</b>

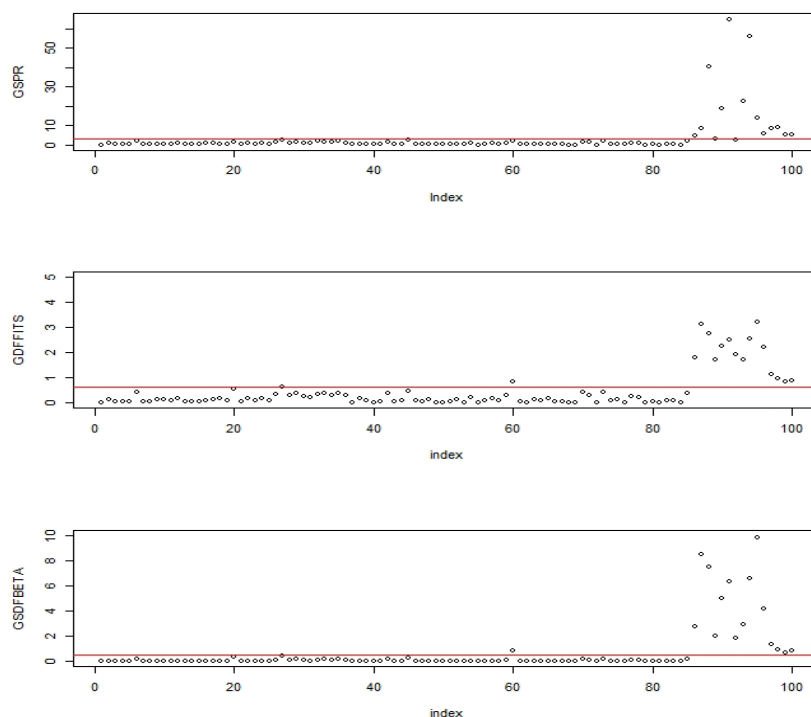


Figure 6. Index plots of GSPR, GSDFFITS, and GSDFBETA for the dataset.

It is crucial for researchers when analyzing data to be able to determine influential points. The results of the analysis with ML estimator of the dataset with influential points and without influential points are presented in Table 3. In Table 3 on the results of both datasets, it was observed that FW variable had no statistically significant contribution to FR ( $p > 0.10$ ), whereas WW and YW variables contribute significantly to FR ( $p < 0.05$ ). Furthermore, the coefficients of the dataset without influential points and the dataset with influential points differ. As a result, researchers can remove observations that they detect, both graphically and using suggested methods, from the dataset by looking at the size of the dataset and the percentage of influential points in the dataset.

Table 3. Results of the analysis of the dataset with influential points and without influential points.

Analysis of the dataset with influential points					
Coefficients	Estimate	Std. Error	z value	p-value	
(Intercept)	2.053	1.124	1.826	0.068	.
WW	0.025	0.007	3.831	0.000	***
YW	-0.017	0.006	-2.964	0.003	**
FW	-0.007	0.004	-1.879	0.060	.
Analysis of the dataset without influential points					
Coefficients	Estimate	Std. Error	z value	p-value	
(Intercept)	-4.512	2.266	-1.991	0.047	*
WW	0.049	0.011	4.519	0.000	***
YW	-0.018	0.008	-2.263	0.024	**
FW	0.002	0.006	0.412	0.681	

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

#### 4. Discussion and Conclusion

The aim of this study is to comparatively examine the performances of the detection and diagnostic methods (graphical and analytical methods) used in the presence of multiple influential points in a dataset where the effect of WW, YW, and FW variables on FR is modeled. Outlier/influential points occur in almost all research studies and this type of observations are a problem in statistical analysis. Therefore, their detection and diagnosis are a crucial issue that needs to

be addressed before further analysis is performed. Analysis without determining the location and amount of these observation points adversely affects parameter estimates, particularly data analysis with outliers/influential points. Results of a breeding program and management strategy plan to be carried out using the predicted parameters may differ from the expected outcome, which in turn directly affects the economic situation. Therefore, it is necessary to identify influential points in the datasets in order to obtain accurate parameter estimates. In this study, four of the most commonly used methods and three novel methods for the diagnosis of multiple influential points in BLR are introduced and their performances are comparatively examined. Evaluating the diagnostic methods in terms of performance shows that the proposed method (GSPR, GSDFFITs, and GSDFBETA) is highly competent at determining multiple influential points in the case of failure of the existing commonly used diagnostic methods (CD, PR, SPR, and DFFITs).

## References

- Aktaş, A. H. & Doğan, Ş. (2014). Effect of live weight and age of Akkaraman ewes at mating on multiple birth rate, growth traits, and survival rate of lambs. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 38, 176–182.
- Aktaş, A. H., Dursun, Ş., Doğan, Ş., Kıyma, Z., Demirci, U., & Halıcı, İ. (2015). Effects of ewe live weight and age on reproductive performance, lamb growth, and survival in Central Anatolian Merino sheep. *Arc. Anim. Breed.*, 58, 451-459.
- Baeza-Rodríguez, J. J., Montaña-Bermúdez, M., Vega-Murillo, V. E., & Arechavaleta-Velasco, M. E. (2018). Linear and logistic models for multiple-breed genetic analysis of heifer fertility in Mexican Simmental–Simbrah beef cattle. *J. of Applied Animal Research*, 46(1), 534-540.
- Belsly, D. A., Kuh, E. & Welsch, R. E. (1980). *Regression Diagnostics: Identifying Influential data and Source of Collinearity*. Wiley, New York.
- Cook, R. D. (1977). Detection of influential observation in linear regression. *Technometrics*. 19(1), 15-18.
- Copas, J. B. (1988). Binary regression model for contaminated data (with discuss). *Journal of the Royal Statistical Society, Series B.*, 50, 225-265.
- Estaghvirou, S. B. O., Ogutu, J. O. & Piepho, H.-P. (2014). Influence of Outliers on Accuracy Estimation in Genomic Prediction in Plant Breeding. *G3-Genes Genomes Genetics*. 4, 2317-2328.
- Erdinç, S., Yeşilova, A., & Ser, G. (2017). Van gölü sahil şeridindeki zooplankton populasyon yoğunluğu değişiminin doğrusal olmayan regresyon yöntemleri kullanılarak incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*. 27 (1), 58-64.
- Eyduran, E., Özdemir, T., Çak, B., & Alarşlan, E. (2005). Using of logistic regression in animal science. *Journal of Applied Sciences*. 5(10), 1753-1756. doi:10.3923/jas.2005.1753.1756.
- Fridendly, M., & Meyer, D. (2015). *Discrete Data Analysis with R Visualization and Modeling Techniques for Categorical and Count Data*. USA.
- Gaskins, C. T., Snowden, G. D., Westman, M. K., & Evans, M. (2005). Influence of body weight, age and weight gain on fertility and prolificacy in four breeds of ewe lambs. *J. Anim. Sci.*, 83, 1680-1689.
- Gebre, T., Deneke, Y., & Begna, F. (2018). Seroprevalence and Associated Risk Factors of Peste Des Petits Ruminants (PPR) in Sheep and Goats in Four Districts of Bench Maji and Kafa Zones, South West Ethiopia. *Global Veterinaria*, 20 (6), 260-270.
- Habshah, M., Norazan, M. R., & Imon, A. H. M. R. (2009). The performance of diagnostic-robust Generalized Potentials for the identification of multiple High Leverage Points in Linear Regression. *Journal of Applied Statistics*, 36, 507-520.
- Hadi, A. S. (1992). A new measure of overall potential influence in linear regression. *Computational Statistic Data Analysis*, 14, 1-27.
- Hadi, A. S. & Simonoff, J. S. (1993). Procedure for the Identification of outliers in linear models. *J. Am. Stat. Asssoc.*, 88, 1264-1272.
- Hampel, F. R., Ronchetti, E. M., Rousseeuw, P.J., & Sathel, W. A. (1986). *Robust Statistics: The Approach Based on Influence Function*. Wiley, New York.



- Heslot, N., Jannink, J. L. & Sorrells, M. E. (2013). Using genomic prediction to characterize environments and optimize prediction accuracy in applied breeding data. *Crop Sci.*, 53, 921-933.
- Hilbe, J. M. (2009). *Logistic Regression Models*. CRC Press, Newyork.
- Hosmer, D. W. & Lemeshow, S. (2000). *Applied Logistic Regression*. 2nd ed. Wiley, New York.
- Imon, A. H. M. R. (2006). Identification of High Leverage points in logistic regression. *Pak. J. Stat.*, 22, 147-156.
- Imon, A. H. M. R. & Hadi, A. S. (2008). Identification of multiple outliers in logistic regression. *Communications in Statistics Theory and Methods*, 37, 1697-1709.
- Jennings, D. E. (1986). Outliers and residual distribution in logistic regression. *Journal of American Statistical Association*, 81, 987-990.
- Korkmaz, M., Güney, S., & Yiğiter, Ş. Y. (2012). The importance of Logistic regression implementations in the Turkish livestock sector and logistic regression implementation/fields. *J. Agric. Fac. HR.U.*, 16(2), 25-36.
- Midi, H. & Ariffin, S. B. (2013). Modified standardized pearson residual for the identification of outliers in logistic regression model. *Journal of Applied Sciences*, 13, 828-836.
- Nurunnabi, A. A. M., Imon, R. A. H. M., & Nasser, M. (2010). Identification of multiple observations in logistic regression. *Journal of Applied Statistics*, 37, 1605-1624.
- Nurunnabi, A., & Nasser, M. (2011). Outlier diagnostics in logistic regression: A supervised learning technique. *2009 International Conference on Medicine Learning and Computing IPCSIT*, 3, 90-95.
- Nurunnabi, A. A. M. & West, G. (2012). *Outlier detection in logistic regression: A quest for reliable knowledge from predictive modeling and classification*. Paper presented at the 12th International Conference on Data Mining Workshops.
- Pregibon, D. (1981). Logistic regression diagnostics. *Annals of Statistics*, 9, 705-724.
- R-project (2018). The Comprehensive R Archive Network R for windows version 3.5.1.
- Sanizah, A., Habshah, M., & Norazan, M. R. (2011). Diagnostic for residual outliers using deviance component in binary logistic regression. *World Applied Sciences Journal*, 14 (8), 1125-1130.
- Sarkar, S. K., Midi, H. & Rana, S. (2011). Detection of outliers and influential observations in binary logistic regression: An empirical study. *Journal of applied Statistics*, 11(1), 26-35.
- Takma, Ç., Güneri, Ö. İ., & Gevrekçi, Y. (2016). Investigation of Stillbirth rate using logistic regression analysis in Holstein Friesian calves. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 53(3), 245-250.
- Via, S., Conte, G., Mason-Foley, C., & Mills, K. (2012). Localizing FST outliers on a QTL map reveals evidence for large genomic regions of reduced gene exchange during speciation-with-gene-flow. *Mol. Ecol.* 21, 5546–5560.
- Welsch, R. E. (1982). *Influence Functions and Regression Diagnostics*. Modern Data Analysis, New York Academic Press.
- Yakubu A., Muhammed, M.M. & Musa-Azara, I.S. (2014). Application of multivariate logistic regression model to assess factors of importance influencing prevalence of abortion and stillbirth in Nigerian Goat Breeds. *Biotechnology Animal Husbandry*, 30,79-88.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Tarım Bilimleri Dergisi  
(YYU Journal of Agricultural Science)



<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Araştırma Makalesi (Research Article)

**Hatay’ın Farklı İlçelerinde Yetiştirilen Biber Köy Popülasyonlarında Bitki ve Meyve Özellikleri\*\***

**Gonca ÖNTÜRK<sup>1</sup>, Sebahattin ÇÜRÜK<sup>\*2</sup>**

<sup>1</sup>Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri ABD, 31060, Hatay, Türkiye

<sup>2</sup>Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 31060, Hatay, Türkiye

\*Sorumlu yazar e-posta: [scuruk@mku.edu.tr](mailto:scuruk@mku.edu.tr)

**Makale Bilgileri**

Geliş: 28.10.2019

Kabul: 02.12.2019

Online Yayınlanma 31.12.2019

DOI: 10.29133/yyutbd.639261

**Anahtar kelimeler**

*Capsicum annuum*,

Dihidrokapasain,

Hatay biberi popülasyonları,

Kapasain,

Karakterizasyon.

**Öz:** Araştırmanın amacı, Hatay biberi (*Capsicum annuum* L.) köy popülasyonlarında bitki, çiçek ve meyve özellikleri belirlenerek mevcut varyasyonun ortaya çıkarılmasıdır. Çalışmada Hatay’da 16 mahallede çiftçiler tarafından yetiştirilen biber popülasyonlarında bitki, çiçek ve meyve özellikleri incelenmiştir. İncelenen popülasyonlarda bitki büyüme modeli, gövde ve yaprak tüylülüğü, gövde rengi, gövde şekli, yaprak rengi ve şekli, koltuktaki çiçek sayısı, taç yaprak rengi, meyve sapı ile çanak yaprağın birleştiği yerde boğum oluşumu ve meyvede kopma tabakası bakımından değişim olmadığı belirlenmiştir. İncelenen diğer bitki ve meyve özellikleri açısından ise popülasyonlarda varyasyon bulunduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda Hatay biberi popülasyonlarının, aralarında benzerlik ve farklılık olmakla birlikte genel olarak Arsuz, Antakya-Yayladağı-Altınözü ve Samandağ olmak üzere üç gruba ayrılabilceği ortaya çıkmaktadır. Arsuz grubu popülasyonlarında genel olarak meyve şekli uzun, çiçek ucu şekli ağırlıklı olarak sivri, meyve az acı olarak belirlenmiştir. Antakya-Yayladağı-Altınözü grubu; meyve şekli genelde uzun olmakla birlikte konik ve tombul meyveleri bulunan, çiçek ucu şeklinin kubbe, sivri ve çukur, suda çözünür kuru madde içeriği diğer gruplara göre genel olarak daha yüksek ve acılığın çok düşük olduğu popülasyonlar bulunmakla birlikte Arsuz grubuna göre daha acı meyvelere sahip olan bir gruptur. Samandağ biberinde ise varyasyonun diğer gruplardan düşük, genel olarak meyve şeklinin uzun, çiçek ucu şeklinin sivri ve acılığın diğer gruplara kıyasla oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir.

**Plant and Fruit Characterization in Local Pepper Populations Grown in Different Districts of Hatay**

**Article Info**

Received: 28.10.2019

Accepted: 02.12.2019

Online Published 31.12.2019

DOI: 10.29133/yyutbd.639261

**Keywords**

*Capsicum annuum*,

Dihydrocapsaicin,

Hatay pepper populations,

Capsaicin,

Characterization.

**Abstract:** The aim of the research is to reveal the variation by determining of plants, flowers and fruits characteristics of Hatay local pepper (*Capsicum annuum* L.) populations. In the study, the characteristics of plants, flowers and fruits were examined in pepper populations grown by farmers in 16 locations in Hatay. It was determined that there was no variation in the populations examined with respect to plant growth habit, stem and leaf pubescence, stem color, stem shape, leaf color and shape, number of flowers per axil, corolla color, calyx annular constriction and fruit persistence. However, in terms of other plant and fruit characteristics examined, variation was found in the populations. As a result of the study, Hatay pepper populations can be divided into three groups as Arsuz, Antakya-Yayladağı-Altınözü and Samandağ in general although there are similarities and differences between the groups. In the Arsuz group populations, generally the fruit shape is elongate, fruit shape at blossom end is mostly pointed and ripe fruit

pungency is low. In the Antakya-Yayladağı-Altınözü group, the fruit shape is generally elongate, triangular or blocky, fruit shape at blossom end is blunt, pointed or sunken, soluble solids content is generally greater than the other groups and ripe fruit pungency is higher than Arsuz group. In the case of Samandağ pepper, the variation is lower than the other groups, in general the fruit shape is elongate, fruit shape at blossom end is pointed, and ripe fruit pungency is higher than the other groups.

\*\*Çalışma, Prof. Dr. Sebahattin ÇÜRÜK danışmanlığında yürütülen Gonca ÖNTÜRK'ün 2018 yılında tamamlanan yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

## 1. Giriş

Kültüre alınan 5 biber türünden en yaygın olan *Capsicum annuum*'un anavatanının Orta ve Güney Amerika (Hancock, 1992) olduğu bilinmektedir. Keleş ve ark. (2016)'nın bildirdiğine göre Andrews (1999), biberin Antakya üzerinden Anadolu'ya girdiğini belirtmektedir. Türkiye, 2012-2016 verilerine göre yıllık 2 195 872 tonluk üretimiyle Dünya biber üretici ülkeleri arasında Çin ve Meksika'dan sonra 3. sırada yer almaktadır (FAO, 2017). Akdeniz Bölgesinin bu yıllardaki ortalama biber üretimi 787 756 tondur. Türkiye'de en çok (% 35.17) biber üreten bölge olan Akdeniz Bölgesi'nde 3. sırada bulunan Hatay, 62 810 ton biber üretmektedir. Bu üretimin % 62.74'ünü salçalık, % 31.32'sini sivri biber ve % 5.94'ünü dolmalık biber oluşturmaktadır. 2013-2016 yılları ortalama verilerine göre Hatay'da en çok biber üretimi sırasıyla Antakya, Samandağ, Arsuz, Altınözü ve Yayladağı ilçelerinde yapılmaktadır (TÜİK, 2017).

Çeşitli yemek, meze, salça, turşu, sos, közlenmiş biber konservesi, toz ve pul biber gibi ürünlerin yapımında kullanılan biber, A ve C vitaminleri yönünden oldukça zengin,  $\beta$ -karoten değeri de yüksek bir sebzedir. Biber aynı zamanda demir, magnezyum, mangan, fosfor, bakır ve potasyum gibi minerallerin iyi bir kaynağıdır. Acılık *Capsicum*'un özgün bir özelliği olmakla birlikte, bütün *Capsicum* türleri acı değildir (Liu ve ark., 2013). Biberde acılığın oluşmasını sağlayan bileşikler kapsaisinoidler olup, bunların en yaygını kapsaisindir. Kapsaisinoid bileşiklerinin bitki dokularındaki toplam değeri değişiklik göstermekle birlikte kapsaisin ve dihidrokapsaisin oranları, *C. annuum* türünde % 77-90, *C. frutescens* türünde ise % 89-98 arasında değişkenlik göstermektedir (Govindarajan ve ark. (1987)'dan İşlek, 2009). Dolayısıyla bu iki kapsaisinoid biberde analiz edilerek, acılık büyük oranda belirlenebilir.

Ülkemizde, genetik kaynakların toplanması, karakterizasyonu ve muhafazası ile ilgili ilk çalışmaların yabancı araştırmacılar tarafından yapıldığı, bazı araştırmacıların 1930'lu ve 1940'lu yıllarda Türkiye'nin birçok bölgesinde sürvey çalışmaları yaparak mevcut yerel sebze tohumlarımızı ABD'ye götürdükleri bildirilmiştir (Karaağaç ve Balkaya, 2017). Türkiye'de Bitki Araştırma ve İntroduksiyon Merkezinin kurulmasıyla 1964 yılından itibaren toplamaların sistemli bir şekilde günümüze kadar devam ettiği belirtilmiştir (Aykaç ve ark., 2016). En fazla biber, kavun, domates, bakla ve karpuz türlerinde gen kaynağı toplama çalışmaları yapıldığı bildirilmiştir. Ülkemizde genetik kaynakların toplanması ve karakterizasyonu konusunda çok sayıda çalışma (Alan, 1984; Duman ve Düzyaman, 2004; Keleş, 2007; Mutlu ve ark., 2009; Bozokalfa ve Eşiyok, 2010; Karaağaç ve Balkaya, 2010; Binbir ve Baş, 2010; Baysal, 2013; Çürük ve ark., 2015) yapılmıştır. Ayrıca, Dünyada benzer çalışmaların (Costa ve ark., 2015; Heinrich ve ark., 2015; Silva ve ark., 2015; Ulhoa ve ark., 2017) gerçekleştirilmesine devam edildiği görülmektedir.

Türkiye'nin kendine has coğrafi konumu ve çeşitli iklim kuşağında olması nedeniyle, coğrafi işarete konu olabilecek çok çeşitli ürünlere sahip olduğu bilinmektedir. Bu ürünlerin coğrafi işaret korumasıyla, üreticilere koruma sağladığı, pazarlama olanaklarını arttırdığı ve ekonomik getiri sağlayarak kırsal kalkınmayı desteklediği şeklinde avantajlarının bulunduğu belirtilmiştir (Gökova, 2007). Ülkemizde belirli yörelere ait olan bazı sebze çeşitlerinin, yerel yönetimin desteği ile coğrafi işaret tescilli aldığı bildirilmiştir. Türk Patent Enstitüsü tarafından coğrafi işaret tescilli verilen ürünler arasında Maraş Biberi, Şanlıurfa Biberi ve Denizli Kale Biberi olduğu belirtilmiştir (Karaağaç ve Balkaya, 2017). Hatay'ın özellikle Antakya, Altınözü, Yayladağı, Arsuz ve Samandağ ilçelerinde yetiştirilen Hatay biberi popülasyonları, coğrafi işaret tesciline konu olabilecek potansiyele sahiptir (Çürük ve ark., 2015). Ancak literatürde, bu biberin özellikleri hakkında yeterli bilgiye

rastlanmamaktadır. Bu çalışmada, Hatay yöresel biberi köy popülasyonlarında bitki, çiçek ve meyve özellikleri belirlenerek mevcut varyasyonun ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Hatay biberi üretimi istatistiklerine göre, yetiştiricilikte öne çıkan Arsuz ilçesinin Yukarıkepirce, Madenli ve Üçgüllük, Antakya'ya bağlı Demirköprü, Apaydın, Bohşin ve Avsuyu, Altınözü ilçesinin Hacıpaşa, Yarseli, Yolağzı, Kıyığören ve Boynuyoğun, Yayladağı ilçesinin Çabala, Aşağıpulluyazı ve Güveçci ile Samandağ'ın Yeşilada mahallesinde, farklı çiftçilerin yetiştirdiği biber bahçelerinden toplam 16 biber köy popülasyonunun bitki ve meyve örnekleri materyal olarak kullanılmıştır.

Bu çalışma, 2016-2017 yılları arasında yukarıda belirtilen biber yetiştirme alanlarında ve Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümüne ait laboratuvarlarda yürütülmüştür. Hatay biberi köy popülasyonlarının tohum üretimi, fide yetiştiriciliği ve dikimi, gübreleme ile bakım işlemleri çiftçiler tarafından yapılmıştır. Belirlenen çiftçilerin ziyareti fide üretimi, dikimi ve bakım işlemleri döneminde (Ocak-Nisan 2016) gerçekleştirilmiştir. Her çiftçi kendi yetiştiricilik yöntemini uygulamış olup, yetiştiricilik yapılan yerin coğrafi konumu, toprak yapısı ve iklim değerleri, yetiştirme tekniği (fide yetiştiriciliği, dikim, gübreleme, sulama, bakım işlemleri vb.) bakımından, biber üretim alanları arasında farklılıklar bulunmaktadır. Çiftçiler, bir önceki yıl yetiştiricilik yaptıkları alanda en çok beğendikleri bitki veya meyvelerden tohumluk almaktadırlar. Çiftçilerin geneli tohumdan fide üretimi döneminde, toprağa yanmış çiftlik gübresini karıştırıp kullanmaktadır. Tohum ekimi, plastik tünellerde çiftlik gübresi karıştırılmış toprak veya viyollere doldurulmuş torf kullanılarak şubat ayının ilk iki haftasında yapılmaktadır. Dikim işlemi öncesi, genelde 20-25 kg da<sup>-1</sup> taban gübresi (20-20-20 veya 15-15-15) uygulaması yapılarak, toprak yüzeyel işleme aletleriyle işlenmektedir. Mart ayının son haftası veya nisan ayının ilk haftasında fidelerin araziye dikim işlemi yapılmaktadır. Fideler, dikim yapılacağı zaman, fidelikten sökülüp fidelerin çıplak kökleri, köklendirici veya bazı fungusit ilaçları ile hazırlanmış çözeltilere batırılarak veya hiçbir uygulama yapılmadan 70 cm sıra arası, 20-25 cm sıra üzeri olacak şekilde arazideki yerlerine dikilmektedir. Üst gübreleme olarak, genelde 25-30 kg da<sup>-1</sup> Amonyum sülfat gübresi uygulanmaktadır. Sulama, genelde karık sulama şeklinde yapılmaktadır. Ancak damla sulama ile sulama yapan çiftçiler de vardır.

### 2.1. İncelenen özellikler ve verilerin değerlendirilmesi

Popülasyonların incelenmesi amacıyla gerçekleştirilen bitki ve çiçek gözlemleri için materyal kısmında verilen mahallelerde belirlenen her biber bahçesinin 3 farklı yerinden işaretlenen, kökboğazı yanıklığı (Arpacı ve ark., 2016) ve virüs hastalık belirtisi göstermeyen, üzerinde yeşil ve kırmızı olum döneminde meyveleri bulunan toplam 21 bitki (3x7) kullanılmıştır. İşaretlenen bitkiler kullanılarak; bitki büyüme modeli (3: yatık, 5: kompakt, 7: dik, 9: diğer), gövde tüylülüğü (0: tüysüz, 3: az tüylü, 5: orta derecede tüylü, 7: çok tüylü), gövde rengi (1: yeşil, 3: mor çizgili yeşil, 5: mor), gövde şekli (1: silindirik, 2: üçgen, 3: düz), boğum rengine bağlı olarak bitkide antosiyanin oluşumu (1: yeşil, 3: açık mor, 5: mor, 7: koyu mor), yaprak rengi (1: sarı, 2: açık yeşil, 3: yeşil, 4: koyu yeşil, 5: açık mor, 6: mor, 7: karışık), yaprak şekli (1: yuvarlak, 2: oval, 3: dişli-sivri), yaprak tüylülüğü (0: tüysüz, 3: az tüylü, 5: orta derecede tüylü, 7: çok tüylü), koltuktaki çiçek sayısı (adet), çiçek pozisyonu (3: sarkık, 5: yarı dik, 7: dik) ve taç yaprak rengi (1: beyaz, 2: yeşil beyaz, 3: eflatun, 4: mavi, 5: menekşe, 6: diğer renkler) özellikleri incelenmiştir (Anonim, 1983; Anonim, 1995).

İncelenen popülasyonların meyve gözlem ve analizleri, 3 yenileme ve her yenilemede 7 bitkiden alınan kırmızı olum dönemindeki genelde 7 meyvede gerçekleştirilmiştir. Meyve gözlem ve analizleri kapsamında popülasyonların; meyve sapı ile çanak yaprağın birleştiği yerde boğum oluşumu (0: yok, 1: var), meyve sapının meyveye bağlanma şekli (1: dar, 3: küt, 5: düz, 7: yürek şeklinde, 9: loplu), meyve tabanında boyun oluşumu (0: yok, 1: var), çanak yaprak kenar şekli (3: düzgün, 5: orta dişli, 7: dişli), meyvenin çiçek ucu şekli (3: sivri, 5: kubbe, 7: çukur), meyve şekli (1: uzun, 2: oval, 3: yuvarlak, 4: konik, 5: çan şeklinde, 6: tombul), meyvede kopma tabakası (0: meyve sapı ve çanak yapraklar bitki üzerinde kalıyor, 1: sürekli), meyve uzunluğu (meyve sapı hariç) (cm) ve genişliği (mm), meyve sapı uzunluğu (cm), meyve sapı kalınlığı (mm), meyve et kalınlığı (mm), meyve ağırlığı

(g), tohum odacık sayısı (adet), (Anonim, 1983; Anonim, 1995), meyve suyu pH değeri, suda çözünabilir kuru madde (SÇKM) (%), titre edilebilir asitlik (%), meyve kabuk ve et rengi, kapsaisin (ppm), dihidrokapsaisin (ppm) ve toplam kapsaisin-dihidrokapsaisin içeriği (ppm) gibi özellikleri belirlenmiştir. Sıkılarak elde edilen meyve suyunun titre edilebilir asit oranı, Potansiyometrik yöntem (Sadler, 1994) ile belirlenmiş ve sitrik asit cinsinden % olarak hesaplanmıştır. SÇKM (%), el refraktometresi (Atago Model ATC-1E) ile tespit edilmiştir. Meyvelerin kabuk ve et rengi ölçümleri, C.I.E. (International Commission on Illumination)  $L^*a^*b^*$ 'ye göre Minolta CR-300 Chromometer renk ölçüm cihazı ile meyvenin orta kısmında; meyve kabuğu için üç taraftan, et rengi için tek taraftan okuma yapılarak gerçekleştirilmiş ve Abbott (1999)'a göre değerlendirilmiştir.

**Kapsaisin ve dihidrokapsaisin analizi için meyve ekstraksiyon örneklerinin hazırlanması:** Meyve acılığını belirlemek üzere ekstraksiyon işlemi ve kapsaisin analizi, HPLC ile Topaloğlu (2010)'na göre gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızda meyve sapı, plasenta ve tohumları ayrılan meyveler 65°C'ye ayarlanmış etüvde meyve ağırlığı sabit kalıncaya kadar kurutulmuştur. Kurutulan örnekler kahve değirmeni (Bosch, MKM 6000, 220-230 V) ile öğütülerek toz haline getirilmiştir. Ekstraksiyon için sodyum asetat ile doyurulmuş %95'lik etanol çözeltisi kullanılmıştır. 400 mL sodyum asetat ile doyurulmuş %95'lik etanol çözeltisini oluşturmak amacıyla; 27.8 g sodyum asetat (Sigma-Aldrich, 25022), 380 mL etanol (Sigma-Aldrich, 34870) ve 10 mL ultra saf su içerisinde çözülmüştür. Öğütülmüş toz biber örneğinden 1 g alınarak 50 mL'lik polipropilen tüplere (Corning) konulmuş ve üzerine sodyum asetat ile doyurulmuş %95'lik etanolden 10 mL eklenmiştir. Hazırlanan örnekler, sıcaklığı 60°C'ye ayarlanmış su banyosunda 3 saat bekletilmiştir. Ardından 40 dakika ultrasonik küvette degaz edilen örnekler, 2 numaralı Whatman kağıdından geçirilmiştir. Daha sonra 0.45 µm'lik filtre (Whatman, 1442125) ile ikinci kez süzülerek cam tüplere alınmıştır.

**Kapsaisin ve dihidrokapsaisin standartlarının hazırlanması:** Kapsaisin standardı olan N-Vanillylnonanamide'ten (Dr. Ehrenstorfer, C 17900600) 0.005 g tartılıp, 50 mL sodyum asetat ile doyurulmuş %95'lik etanolde çözülerek 100 ppm ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ )'lik stok çözeltisi elde edilmiştir. Daha sonra 5, 10, 20, 40 ve 80 ppm'lik standart çözeltileri hazırlanmıştır. Dihidrokapsaisin standardı (Sigma-Aldrich, 03813) kullanılarak, aynı konsantrasyonlarda dihidrokapsaisin standart çözeltileri de elde edilmiştir. HPLC sisteminde standartlar okutulmuş ve kalibrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

**HPLC sistemi için mobil faz hazırlanması ve HPLC koşulları:** 1000 mL mobil faz oluşturmak amacıyla; 302 mL ultra saf su, 484 mL metanol (Merck, I850807 639), 133 mL 1-4 dioksan (Fisher Scientific, D/4550/PB17), 79 mL asetronitril (Chem-Lab, UN1648) ve 2 mL perklorik asit (Merck, B1209718) karıştırılmıştır (Topaloğlu, 2010). Hazırlanan mobil faz, ultrasonik küvette 30 dk bekletilerek degaz işlemi yapılmıştır. Daha sonra mobil faz HPLC sisteminde (SCL-10A vp, LC-10AT vp, FCV-10AL vp, DGU-14A, CTU-10AS vp) kullanılmıştır. HPLC sisteminde kullanılan kolon C-18 (EC 250/4.6 Nucleosil 100-5 C18, Macherey-Nagel) özelliğindedir. Cihazın fırın sıcaklığı 40°C olarak ayarlanmıştır. HPLC sisteminde SPD-M20A (PDA) dedektörü 280 nm'de kullanılmıştır. Mobil faz akış hızı 1 mL dk<sup>-1</sup> olacak şekilde ayarlanmıştır. Yukarıda belirtildiği gibi hazırlanan biber meyve ekstraktı, 20 µL HPLC örnek yuvasına 50 µL'lik şırınga ile enjekte edildikten sonra 20-30 dk kromatogramda 6.8 ila 8.3 dk arasında oluşan pikin alanı, kapsaisin standardı kullanıldığında aynı sürede meydana gelen pikin alanı ile mukayese edilerek kapsaisin miktarı (ppm) HPLC sistemi tarafından belirlenmiştir. Aynı şekilde kromatogramda 8.4 ila 10.2 dk arasında oluşan örnek pikin alanı ile dihidrokapsaisin standart çözeltisinin pik alanı karşılaştırılarak dihidrokapsaisin konsantrasyonu (ppm) saptanmıştır. Her örneğin her yenilemesindeki analizi, en az iki paralel olarak yapılmış ve ortalaması alınmıştır.

Yukarıda belirtildiği gibi belirlenen bitkiler ve kırmızı olum dönemindeki meyvelerde gerçekleştirilen ölçüm, analiz ve skala değerlerinin maksimum, minimum, ortalama, standart sapma (standart sapma.s) ve varyasyon katsayısı Microsoft Excell 2016 programı ile hesaplanmıştır.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Hatay biberi köy popülasyonlarında bitki ve çiçek özellikleri

Hatay'ın 5 ilçesinin farklı mahallelerinde incelenen 16 biber popülasyonunda bazı bitki özellikleri bakımından varyasyon olmadığı gözlemlenmiştir. Buna göre bitki büyüme modelinin dik, gövdenin tüysüz ve yeşil renkli, gövde şeklinin silindirik, yaprağın yeşil renkli, yaprağın oval ve

tüysüz, koltuktaki çiçek sayısının 1 olduğu tespit edilmiştir (değerler verilmemiştir). Bitki boğumunda antosiyanin rengi bakımından, Altınözü popülasyonları dışında varyasyon olduğu ve antosiyanin renginin koyu mor veya mor renkte olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Samandağ Yeşilada popülasyonu bitkilerinin yaklaşık % 76'sında bitki boğumunda antosiyanin oluşmadığı, yeşil renk olduğu saptanmıştır. Ayrıca çiçek pozisyonu bakımından genotipler arasında farklılık gözlenmiştir (Çizelge 1). Çiçekler Kıyığören ve Boynuyoğun popülasyonlarındaki bitkilerde sarkık, her üç çiçek pozisyonu gösteren Hacıpaşa, Demirköprü ve Apaydın genotipleri hariç diğer genotiplerde sarkık veya yarı dik olmuştur. Standart sapma ve VK değerlerine göre en yüksek varyasyon Hacıpaşa popülasyonunda belirlenmiş olup sarkık (% 61.91), yarı dik (% 4.76) ve dik (% 33.33) çiçekler gözlenmiştir.

Çizelge 1. Farklı mahallelerde incelenen popülasyonlarda antosiyanin oluşumu ve çiçek pozisyonu özellikleriyle ilgili veriler

İlçe	Mahalle	Bitki Boğumunda Antosiyanin <sup>1</sup>				Çiçek Pozisyonu <sup>2</sup>			
		Mak/Min	Ort	SS	VK	Mak/Min	Ort	SS	VK
Antakya	Demirköprü	7/5	5.67	0.97	17.05	7/3	3.86	1.35	35.06
	Apaydın	7/5	5.19	0.60	11.59	7/3	4.14	1.20	28.85
	Bohşin	7/5	5.86	1.01	17.32	5/3	3.10	0.44	14.10
Altınözü	Avsuyu	7/5	5.67	0.97	17.05	5/3	3.19	0.60	18.86
	Hacıpaşa	7/7	7.00	0.00	0.00	7/3	4.43	1.91	43.18
	Yarseli	7/7	7.00	0.00	0.00	5/3	3.10	0.44	14.10
	Yolağzı	7/7	7.00	0.00	0.00	5/3	3.19	0.60	18.86
	Kıyığören	7/7	7.00	0.00	0.00	3/3	3.00	0.00	0.00
Arsuz	Boynuyoğun	7/7	7.00	0.00	0.00	3/3	3.00	0.00	0.00
	Yukarıkepirce	7/5	5.86	1.01	17.32	5/3	3.48	0.87	25.11
	Madenli	7/5	5.29	0.72	13.57	5/3	3.19	0.60	18.86
Yayladağı	Üçgüllük	7/5	5.29	0.72	13.57	5/3	3.29	0.72	21.83
	Çabala	7/5	6.52	0.87	13.38	5/3	3.48	0.87	25.11
	Aşağıpulluyazı	7/5	6.05	1.02	16.92	5/3	3.76	1.00	26.46
Samandağ	Güveççi	7/5	6.81	0.60	8.83	5/3	3.38	0.80	23.80
	Yeşilada	5/1	1.76	1.48	84.00	5/3	3.19	0.60	18.86

Mak/Min: Maksimum/Minimum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı, <sup>1</sup>(1: yeşil, 3: açık mor, 5: mor, 7: koyu mor), <sup>2</sup>(3: sarkık, 5: yarı dik, 7: dik)

### 3.2. Hatay biberi köy popülasyonlarında meyve özellikleri

İncelenen bütün popülasyonlardan alınan tüm meyvelerde, meyve sapı ile çanak yaprak arasında boğum bulunduğu gözlenmiştir (Çizelge 2). Meyve sapının meyveye bağlanma şekli bakımından, en yüksek varyasyon, Yukarıkepirce mahallesinde incelenen genotipte belirlenmiş olup (Çizelge 2), değerlendirmeye alınan 21 meyveden 2'sinin loplu (skala değeri: 9), 3'ünün yürek (7), 9'unun düz (5) ve 7'sinin küt (3) şeklinde meyve sapına bağlandığı belirlenmiştir. En düşük ortalama skala değeri ve varyasyon, meyve sapı bağlanma şekli % 95.23 oranında küt (3) olan Çabala popülasyonunda saptanmıştır. İncelenen popülasyonlar arasında, meyve tabanında boyun oluşturmayan Hacıpaşa genotipi hariç, bütün popülasyonlarda söz konusu bu özellik bakımından varyasyon meydana gelmiştir (Çizelge 2). Standart sapması en yüksek olan Çabala ve Kıyığören genotiplerinde % 23.81 düzeyinde boyun oluşumu tespit edilmiştir.

Elde edilen verilere göre, meyve çanak yaprak kenar şekli bakımından en yüksek standart sapma ve varyasyon katsayısına sahip olan genotip, Çabala popülasyonudur (Çizelge 3). Bu genotipte % 23.81 dişli, % 47.62 orta dişli ve % 28.57 düzgün çanak yaprak şekline sahip meyvelerin olduğu belirlenmiştir. En düşük varyasyon ise Bohşin ve Madenli mahallelerinden alınan örneklerde belirlenmiştir. Bu genotiplerde meyvelerin çoğunda çanak yaprak şekli orta dişli olarak belirlenmiş olmakla birlikte, % 14.28 düzeyinde dişli çanak yaprak kenar şekli gözlenmiştir.

Çizelge 2. İncelenen popülasyonlarda meyve sapı ile çanak yaprak arasında boğum oluşumu (MSCYABO), meyve sapının meyveye bağlanma şekli (MSMBŞ) ve meyve tabanında boyun oluşumu (MTBO) özellikleriyle ilgili veriler

İlçe	Mahalle	MSCYABO <sup>1</sup>		MSMBŞ <sup>2</sup>		MTBO <sup>3</sup>				
		Ort	SS	Mak/Min	Ort	SS	VK	Mak/Min	Ort	SS
Antakya	Demirköprü	1.00	0.00	5/3	4.71	0.72	15.21	1/0	0.10	0.30
	Apaydın	1.00	0.00	5/3	4.33	0.97	22.29	1/0	0.05	0.22
	Bohşin	1.00	0.00	5/3	4.62	0.80	17.42	1/0	0.10	0.30
Altınözü	Avsuyu	1.00	0.00	5/3	4.05	1.02	25.29	1/0	0.19	0.40
	Hacıpaşa	1.00	0.00	5/3	4.14	1.01	24.48	0/0	0.00	0.00
	Yarseli	1.00	0.00	7/3	4.81	0.87	18.15	1/0	0.10	0.30
	Yolağzı	1.00	0.00	5/3	4.24	1.00	23.48	1/0	0.05	0.22
	Kıyığören	1.00	0.00	5/3	4.05	1.02	25.29	1/0	0.24	0.44
Arsuz	Boynuyoğun	1.00	0.00	5/3	4.33	0.97	22.29	1/0	0.19	0.40
	Yukarıkepirce	1.00	0.00	9/3	5.00	1.90	37.95	1/0	0.10	0.30
	Madenli	1.00	0.00	7/3	3.86	1.20	30.99	1/0	0.05	0.22
Yayladağı	Üçgüllük	1.00	0.00	5/3	3.29	0.72	21.83	1/0	0.05	0.22
	Çabala	1.00	0.00	5/3	3.10	0.44	14.10	1/0	0.24	0.44
	Aşağıpulluyazı	1.00	0.00	7/3	4.62	1.20	26.05	1/0	0.05	0.22
Samandağ	Güveççi	1.00	0.00	7/3	5.00	1.10	21.91	1/0	0.10	0.30
	Yeşilada	1.00	0.00	5/3	4.33	0.97	22.29	1/0	0.10	0.30

Mak/Min: Maksimum/Minimum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı, <sup>1</sup>(0: yok, 1: var), <sup>2</sup>(1: dar, 3: küt, 5: düz, 7: yürek şeklinde, 9: loplu), <sup>3</sup>(0: yok, 1: var)

Çizelge 3. İncelenen popülasyonlarda çanak yaprak kenar şekli ve meyve çiçek ucu şekli özellikleriyle ilgili veriler

İlçe	Mahalle	Çanak Yaprak Kenar Şekli <sup>1</sup>				Meyve Çiçek Ucu Şekli <sup>2</sup>			
		Mak/Min	Ort	SS	VK	Mak/Min	Ort	SS	VK
Antakya	Demirköprü	7/3	4.52	1.10	23.83	7/3	5.29	1.71	32.30
	Apaydın	7/3	4.91	1.18	24.04	7/3	4.90	1.95	39.69
	Bohşin	7/5	5.29	0.72	13.57	7/3	4.52	1.78	39.31
Altınözü	Avsuyu	7/3	5.38	1.20	22.36	7/3	3.95	1.36	34.39
	Hacıpaşa	7/3	5.10	1.18	23.14	7/3	3.57	1.12	31.39
	Yarseli	7/3	4.43	1.12	25.32	7/3	6.62	1.02	15.46
	Yolağzı	7/3	5.57	1.29	23.11	7/3	5.19	1.89	36.36
	Kıyığören	7/3	5.28	1.15	21.69	7/3	4.71	1.59	33.63
Arsuz	Boynuyoğun	7/5	5.57	0.93	16.62	7/3	5.29	1.71	32.30
	Yukarıkepirce	7/3	5.00	1.27	25.30	5/3	3.29	0.72	21.83
	Madenli	7/5	5.29	0.72	13.57	7/3	3.57	1.12	31.39
Yayladağı	Üçgüllük	7/3	5.57	1.21	20.12	7/3	3.67	1.15	31.49
	Çabala	7/3	4.91	1.48	30.18	7/3	4.14	1.49	36.03
	Aşağıpulluyazı	7/3	4.81	1.25	25.99	7/3	4.62	1.50	32.46
Samandağ	Güveççi	7/3	5.29	1.31	24.77	7/3	4.52	1.78	39.31
	Yeşilada	7/5	5.95	1.02	17.20	5/3	3.10	0.44	14.10

Mak/Min: Maksimum/Minimum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı, <sup>1</sup>(3: düzgün, 5: orta dişli, 7: dişli), <sup>2</sup>(3: sivri, 5: kubbe, 7: çukur)

Meyve çiçek ucu şekli bakımından en yüksek varyasyon Apaydın, en düşük ise Yeşilada mahallesinden alınan örneklerde belirlenmiştir (Çizelge 3). Apaydın'dan alınan meyvelerin çiçek ucunun sırasıyla % 9.52, % 47.62 ve % 42.86 oranında kubbe, sivri ve çukur şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Yeşilada mahallesindeki popülasyonda meyvenin çiçek ucu şeklinin, % 95.24 düzeyinde sivri olduğu saptanmıştır. En yüksek skala değerine sahip Yarseli'den alınan meyvelerin % 85.71'inin çiçek ucu şekli çukur olarak belirlenmiştir.

Meyve şekli bakımından, standart sapması ve varyasyon katsayısı en yüksek genotipler sırasıyla Yarseli (2.49) ve Bohşin (104.58) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Bohşin'de meyvelerin % 85.71'i uzun ve % 14.29'u tombul olmuştur. Bununla birlikte, Yarseli mahallesinden alınan biber meyvelerinin incelenmesi sonucu 11'inin uzun, 9'unun tombul ve 1'inin konik biber şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Yeşilada ve Çabala popülasyonlarında meyve şeklinin uzun olduğu ve varyasyon gözlenmediği belirlenmiştir. Ayrıca incelenen bütün popülasyonlarda meyve sapı ve çanak yaprağın meyve üzerinde kaldığı (meyve sapı-çanak yaprağın ve meyvenin sürekli olduğu) belirlenmiş olup, bu özellikte varyasyonun olmadığı saptanmıştır (Çizelge 4). Alınan 16 biber popülasyonu incelendiğinde, ortalama meyve uzunluğunun 13.36 cm (Hacıpaşa) ile 21.08 cm (Yukarıkepirce) arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4). Bu özellik ile ilgili olarak genotiplere ait standart sapma ve VK

değerlerinin incelenmesi sonucu, en geniş varyasyon Güveççi ve Apaydın popülasyonlarında, en düşük varyasyon ise Yeşilada genotipinde saptanmıştır.

Çizelge 4. İncelenen popülasyonlarda meyve şekli, meyvede kopma tabakası (MKT) ve meyve uzunluğu verileri

İlçe	Mahalle	Meyve Şekli <sup>1</sup>				MKT <sup>2</sup>		Meyve Uzunluğu (cm)			
		Mak/Min	Ort	SS	VK	Ort	SS	Mak/Min	Ort	SS	VK
Antakya	Demirköprü	6/1	2.10	2.05	97.70	1.00	0.00	23.80/7.70	16.40	3.90	23.77
	Apaydın	6/1	1.52	1.36	89.55	1.00	0.00	28.80/10.90	17.72	4.78	26.98
	Bohşin	6/1	1.71	1.79	104.58	1.00	0.00	23.30/7.10	17.82	3.54	19.83
Altınözü	Avsuyu	6/1	1.48	1.50	101.88	1.00	0.00	23.60/11.50	17.13	3.19	18.61
	Hacıpaşa	4/1	1.29	0.90	70.18	1.00	0.00	17.30/9.60	13.36	1.89	14.16
	Yarseli	6/1	3.29	2.49	75.87	1.00	0.00	25.20/11.20	17.94	3.62	20.18
	Yolağzı	6/1	2.38	2.09	87.57	1.00	0.00	21.30/11.70	16.05	2.85	17.73
	Kıyığören	6/1	1.38	1.24	90.09	1.00	0.00	24.30/11.30	17.77	3.38	19.00
Arsuz	Boynuyoğun	6/1	1.38	1.24	90.09	1.00	0.00	27.50/11.70	18.01	4.47	24.84
	Yukarıkepirce	4/1	1.14	0.65	57.28	1.00	0.00	28.40/14.10	21.08	3.58	17.00
	Madenli	4/1	1.14	0.65	57.28	1.00	0.00	23.20/13.10	17.39	3.21	18.44
Yayladağı	Üçgüllük	6/1	1.38	1.24	90.09	1.00	0.00	20.10/9.60	15.23	3.30	21.69
	Çabala	1/1	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	24.30/12.90	18.35	3.02	16.47
	Aşağıpulluyazı	4/1	1.29	0.90	70.18	1.00	0.00	26.80/12.40	16.99	3.73	21.96
Samandağ	Güveççi	6/1	1.95	1.60	81.75	1.00	0.00	28.50/11.50	19.52	5.00	25.62
	Yeşilada	1/1	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	20.20/16.20	18.21	1.14	6.29

Mak/Min: Maksimum/Minimum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı, <sup>1</sup>(1: uzun, 2: oval, 3: yuvarlak, 4: konik, 5: çan şeklinde, 6: tombul), <sup>2</sup>(0: meyve sapı ile çanak yaprağın bitki üzerinde kalması, 1: süreklili)

Araştırma kapsamında değerlendirmeye alınan biber popülasyonlarında en geniş meyveler (42.33 ve 42.23 mm) Yarseli ve Güveççi mahallelerinde, en dar (26.64 mm) meyveler Çabala mahallesinde saptanmıştır (Çizelge 5). Genotiplerin meyve genişliği standart sapma ve VK değerlerine göre Yarseli, Boynuyoğun, Yukarıkepirce ve Güveççi genotipinde yüksek varyasyon, Hacıpaşa, Çabala ve Yeşilada genotiplerinde ise düşük varyasyon belirlenmiştir. Çizelge 5'te verilen ortalama değerlere göre incelenen popülasyonlar arasında, en uzun (5.75 cm) meyve sapı Yarseli mahallesinden ve en kısa (3.45 cm) meyve sapı ise Hacıpaşa mahallesinden alınan bitkilerde saptanmıştır. Sap uzunluğunun standart sapma ve VK değerlerine bakıldığında, varyasyonun en az Yeşilada genotipinde ve en fazla Güveççi popülasyonunda olduğu görülmektedir. Meyve sap kalınlığı ölçümlerinde ise en yüksek (7.02 mm) ortalama değer Yarseli'de, en düşük (5.18 mm) değer Yukarıkepirce'de olduğu belirtilmiştir (Çizelge 5). Standart sapma ve VK değerlerine göre, meyve sapı kalınlığı bakımından varyasyonun Boynuyoğun genotipinde en fazla, Hacıpaşa genotipinde ise en düşük olduğu saptanmıştır.

Çizelge 5. İncelenen popülasyonlarda meyve genişliği, meyve sap uzunluğu ve meyve sap kalınlığı özellikleriyle ilgili veriler

İlçe	Mahalle	Meyve Genişliği (mm)				Meyve Sap Uzunluğu (cm)				Meyve Sap Kalınlığı (mm)			
		Mak/Min	Ort	SS	VK	Mak/Min	Ort	SS	VK	Mak/Min	Ort	SS	VK
Antakya	Demirköprü	48.50/27.30	36.30	5.75	15.85	7.10/3.70	4.94	0.90	18.29	8.70/5.10	6.60	0.93	14.12
	Apaydın	40.10/24.80	31.56	4.28	13.55	7.20/3.30	4.98	1.08	21.67	6.90/4.40	5.78	0.78	13.48
	Bohşin	43.20/26.70	34.21	4.53	13.24	6.70/3.10	4.76	0.84	17.70	8.10/4.30	6.36	0.99	15.51
Altınözü	Avsuyu	37.70/22.50	30.64	4.38	14.29	8.50/4.10	5.49	1.20	21.92	7.30/5.20	6.02	0.70	11.60
	Hacıpaşa	38.80/26.30	32.13	3.26	10.13	4.30/2.70	3.45	0.49	14.29	7.10/4.90	5.95	0.52	8.80
	Yarseli	63.30/30.77	42.33	8.56	20.23	7.70/4.70	5.75	0.81	14.12	9.10/5.60	7.02	1.11	15.79
	Yolağzı	48.50/21.70	34.74	5.60	16.13	6.40/3.10	4.92	0.97	19.73	7.90/4.90	6.29	0.87	13.89
	Kıyığören	42.50/21.10	30.83	5.38	17.45	6.70/3.30	5.03	1.01	20.07	8.20/4.60	6.25	1.08	17.33
Arsuz	Boynuyoğun	46.70/21.50	33.21	7.13	21.47	7.30/3.50	5.30	1.07	20.16	10.50/4.80	6.53	1.33	20.41
	Yukarıkepirce	51.64/20.21	31.68	8.24	26.02	6.70/3.90	5.17	0.80	15.41	7.16/3.76	5.18	0.85	16.37
	Madenli	46.32/23.10	33.93	5.66	16.69	7.20/3.80	5.20	0.92	17.78	7.78/4.32	6.04	1.07	17.64
Yayladağı	Üçgüllük	43.53/20.69	28.65	5.81	20.28	5.70/2.10	4.07	1.02	25.03	7.44/3.87	5.43	0.83	15.38
	Çabala	32.30/22.10	26.64	3.09	11.61	5.90/3.10	4.18	0.82	19.65	8.50/4.20	5.97	1.05	17.53
	Aşağıpulluyazı	48.40/25.60	37.50	6.27	16.72	6.40/3.20	4.44	0.88	19.79	7.50/3.80	5.59	1.11	19.88
Samandağ	Güveççi	60.80/24.10	42.23	10.26	24.29	9.60/3.40	5.42	1.44	26.54	9.30/4.10	6.09	1.20	19.73
	Yeşilada	38.98/27.63	32.52	3.01	9.26	5.80/4.40	5.03	0.34	6.78	7.21/4.97	5.91	0.65	10.92

Mak/Min: Maksimum/Minimum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı



Meyve et kalınlığı ortalama verileri incelendiğinde en kalın etli (3.28 mm) meyvelerin Yolağzı popülasyonundan alınan bitki örneklerinde olduğu görülmüştür (Çizelge 6). Kıyığören genotipinde ölçülen ortalama meyve et kalınlığının (2.34 mm) ise en ince olduğu belirlenmiştir. Değerlendirilen 16 biber örneği arasında orta kalınlıkta (3.07 mm) meyve etine sahip olan Yeşilada genotipinde, en az varyasyon oluşmuştur. Bu özellik açısından en geniş varyasyonun Güveççi popülasyonunda olduğu belirlenmiştir. İncelenen genotipler arasında en yüksek ortalama meyve ağırlığı (78.76 g) Yarseli popülasyonunda belirlenirken, Çabala (37.73 g) ve Üçgüllük (37.75 g) genotiplerinde diğer genotiplere kıyasla daha düşük ortalama meyve ağırlığı tespit edilmiştir (Çizelge 6). Bu karaktere ait VK'nın Yukarıkepirce popülasyonunda en yüksek, Yeşilada genotipinde ise en düşük olduğu saptanmıştır. Tohum odacık sayısı bakımından, Kıyığören ve Yukarıkepirce popülasyonları yüksek varyasyon göstermiştir (Çizelge 6). Kıyığören genotipinde tohum odacık sayısının, farklı bitkilerdeki meyvelere bağlı olarak 5 (% 4.76), 4 (% 28.57), 3 (% 38.10), 2 (% 23.81) ve 1 (% 4.76) adet olduğu belirlenmiştir. Popülasyonlar arasında en düşük ortalama tohum odacık sayısına ve standart sapma değerine sahip olan Hacıpaşa popülasyonu olmuştur. Bu genotipin meyvelerinde 2 (% 61.90) veya 3 adet (% 38.10) tohum odacığının bulunduğu tespit edilmiştir.

İncelenen popülasyonlardan alınan meyve suyu örneklerinde ölçülen pH değerlerinin 4.83 (Hacıpaşa) ile 5.59 (Boynuyoğun) arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 7). Standart sapma ve VK değerlerine göre, bu karakter bakımından varyasyonun en fazla Yukarıkepirce popülasyonunda, en az Yolağzı genotipinde olduğu tespit edilmiştir. Değerlendirilen genotipler arasında en yüksek SÇKM (% 9.0) Boynuyoğun mahallesinden alınan meyve örneklerinde, en düşük SÇKM (% 6.47) ise Güveççi mahallesi meyvelerinde belirlenmiştir (Çizelge 7). SÇKM varyasyonunun Yolağzı mahallesinde en geniş, Yukarıkepirce mahallesinde en dar olduğu saptanmıştır.

Çizelge 6. İncelenen popülasyonlarda meyve et kalınlığı, meyve ağırlığı ve tohum odacık sayısı özellikleriyle ilgili veriler

İlçe	Mahalle	Meyve Et Kalınlığı (mm)				Meyve Ağırlığı (g)				Tohum Odacık Sayısı (adet)			
		Mak/Min	Ort	SS	VK	Mak/Min	Ort	SS	VK	Mak/Min	Ort	SS	VK
Antakya	Demirköprü	4.50/1.80	2.94	0.77	26.07	80.52/40.97	58.00	10.78	18.59	4/2	3.29	0.64	19.59
	Apaydın	4.50/1.30	2.77	0.85	30.55	73.05/32.82	50.12	11.00	21.94	4/2	3.10	0.83	26.85
	Bohşin	4.30/2.10	3.24	0.57	17.46	84.81/30.28	53.64	15.43	28.77	4/2	3.00	0.55	18.26
	Avsuyu	3.70/1.60	2.67	0.54	20.07	68.47/22.30	43.60	12.06	27.66	4/2	3.00	0.55	18.26
Altınözü	Hacıpaşa	3.80/2.20	3.00	0.48	16.10	75.89/27.41	40.04	10.55	26.35	3/2	2.38	0.50	20.90
	Yarseli	4.10/1.60	2.98	0.77	25.78	122.22/45.15	78.76	24.96	31.69	5/3	3.71	0.56	15.09
	Yolağzı	5.10/1.90	3.28	0.74	22.47	99.43/31.72	59.11	19.07	32.27	4/2	3.30	0.73	22.20
	Kıyığören	3.70/1.70	2.34	0.56	23.83	71.51/24.11	41.35	10.89	26.33	5/1	3.05	0.97	31.94
Arsuz	Boynuyoğun	4.90/1.80	2.86	0.80	27.79	100.91/31.62	59.05	24.22	41.01	4/2	3.24	0.62	19.30
	Yukarıkepirce	3.62/1.16	2.40	0.60	25.04	130.49/23.33	54.29	28.44	52.38	4/1	2.67	0.91	34.23
	Madenli	4.18/1.73	2.82	0.71	25.27	90.70/22.66	54.40	17.48	32.13	4/2	2.57	0.60	23.24
	Üçgüllük	3.94/1.39	2.51	0.69	27.33	55.75/22.40	37.75	9.06	23.99	4/2	2.62	0.67	25.55
Yayladağı	Çabala	3.50/1.60	2.60	0.54	20.80	53.43/23.28	37.73	8.73	23.13	4/2	2.43	0.60	24.61
	Aşağıpulluyazı	3.82/2.08	2.77	0.58	20.89	109.58/25.84	57.36	22.28	38.85	4/2	2.62	0.59	22.51
	Güveççi	5.66/1.75	3.15	1.01	31.97	130.19/37.16	76.32	28.00	36.69	4/1	2.67	0.66	24.69
Samandağ	Yeşilada	3.94/2.49	3.07	0.45	14.83	82.01/47.96	61.65	9.94	16.12	4/2	2.86	0.65	22.91

Mak/Min: Maksimum/Minimum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı

Ortalama titre edilebilir asitlik oranı en fazla (% 0.433) Hacıpaşa popülasyonundan alınan biber meyvelerinde, en az (% 0.247) Güveççi genotipi biber örneklerinde ölçülmüştür (Çizelge 7). Standart sapma ve VK değerlerine göre Yarseli ve Yeşilada popülasyonlarında yüksek, Bohşin, Üçgüllük ve Çabala genotiplerinde ise düşük varyasyon tespit edilmiştir.

Çizelge 7. İncelenen popülasyonlarda pH, SÇKM ve titre edilebilir asitlik özellikleriyle ilgili veriler

İlçe	Mahalle	pH				SÇKM (%)				Titre Edilebilir Asitlik (%)			
		Mak/Min	Ort	SS	VK	Mak/Min	Ort	SS	VK	Mak/Min	Ort	SS	VK
Antakya	Demirköprü	5.52/5.37	5.46	0.08	1.42	8.20/6.80	7.53	0.70	9.32	0.362/0.283	0.312	0.044	14.05
	Apaydın	5.47/4.40	5.44	0.04	0.66	8.20/7.80	8.00	0.20	2.50	0.371/0.331	0.350	0.020	5.77
	Bohşin	5.48/5.40	5.45	0.04	0.76	8.00/6.80	7.53	0.64	8.50	0.289/0.271	0.279	0.009	3.27
Altınözü	Avsuyu	5.53/5.40	5.46	0.07	1.19	8.80/7.80	8.27	0.50	6.10	0.292/0.242	0.261	0.027	10.18
	Hacıpaşa	4.84/4.80	4.83	0.02	0.48	8.40/8.00	8.17	0.21	2.55	0.449/0.414	0.433	0.018	4.10
	Yarseli	5.60/5.52	5.55	0.05	0.83	7.8/6.20	7.07	0.81	11.44	0.332/0.249	0.302	0.047	15.43
	Yolağzı	5.48/5.46	5.47	0.01	0.18	8.20/6.40	7.00	1.04	14.85	0.349/0.315	0.329	0.018	5.47
Arsuz	Kıyığören	5.57/5.50	5.54	0.04	0.65	8.40/7.80	8.13	0.31	3.76	0.340/0.289	0.317	0.026	8.15
	Boynuyoğun	5.65/5.50	5.59	0.08	1.46	9.40/8.80	9.00	0.35	3.85	0.375/0.345	0.358	0.015	4.24
	Yukarıkepirce	5.50/5.01	5.20	0.26	5.01	7.00/6.80	6.87	0.12	1.68	0.298/0.273	0.282	0.014	4.94
	Madenli	4.98/4.93	4.95	0.03	0.51	8.00/7.40	7.60	0.35	4.56	0.342/0.311	0.329	0.016	4.94
Yayladağı	Üçgüllük	4.96/4.89	4.93	0.04	0.77	7.80/6.20	6.93	0.81	11.66	0.353/0.333	0.344	0.010	2.89
	Çabala	5.59/5.52	5.54	0.04	0.68	8.20/7.20	7.60	0.53	6.96	0.320/0.298	0.310	0.011	3.59
	Aşağıpulluyazı	5.53/5.49	5.51	0.02	0.38	7.40/7.00	7.20	0.20	7.78	0.297/0.275	0.288	0.012	4.10
Samandağ	Güveçci	5.52/5.43	5.49	0.05	0.95	7.20/5.80	6.47	0.70	10.86	0.268/0.225	0.247	0.022	8.70
	Yeşilada	4.94/4.83	4.90	0.06	1.24	7.40/7.00	7.20	0.20	2.78	0.361/0.268	0.268	0.051	15.67

Mak/Min. Maksimum/Minimum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı

Minolta ile sağlıklı olarak ölçümleri yapılabilen 10 popülasyonun meyve kabuk rengi verilerinde en yüksek ortalama L\* değeri, yani en parlak kabuk rengi Apaydın popülasyonunda, en düşük parlaklık Yeşilada genotip meyvelerinde tespit edilmiştir (Çizelge 8). Bu özelliğin standart sapma ve VK değerlerine göre en geniş varyasyon Demirköprü popülasyonunda, en dar varyasyon ise Üçgüllük genotipinde saptanmıştır. Meyve kabuğu ortalama a\* değerleri açısından en kırmızı kabuk renginin Yukarıkepirce popülasyonunda, en az kırmızı rengin Yeşilada genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 8). Bu özellikte Kıyığören, Madenli ve Yeşilada mahallelerinde yüksek varyasyon, Yukarıkepirce mahallesinde ise düşük varyasyon tespit edilmiştir. Meyve kabuğu ortalama b\* değeri bakımından, Kıyığören popülasyon meyvelerinden en yüksek, Yeşilada genotipinden ise en düşük değerler elde edilmiştir (Çizelge 8). Genotiplerin meyve kabuk b\* değeri standart sapma ve VK verileri incelendiğinde, varyasyonunun Demirköprü popülasyonunda en fazla, Üçgüllük genotipinde en az olduğu görülmektedir.

Çizelge 8. İncelenen popülasyonlarda belirlenen meyve kabuğu L\*, a\* ve b\* verileri

İlçe	Mahalle	L*				a*				b*			
		Mak/Min	Ort	SS	VK	Mak/Min	Ort	SS	VK	Mak/Min	Ort	SS	VK
Antakya	Demirköprü	44.85/25.42	37.20	4.31	11.60	37.21/17.64	31.77	3.95	12.44	29.43/12.97	19.95	4.52	22.67
	Apaydın	43.65/31.35	38.23	3.16	8.26	38.57/24.92	33.82	3.02	8.93	28.58/14.16	19.91	3.76	18.91
Altınözü	Yarseli	45.43/34.06	37.05	2.61	7.03	39.80/26.87	34.22	3.04	8.88	32.21/14.77	18.89	3.77	19.97
	Yolağzı	36.34/29.20	33.64	1.93	5.74	36.75/19.53	32.84	3.69	11.25	29.15/17.09	20.48	2.82	13.77
	Kıyığören	41.52/29.11	36.63	3.49	9.54	40.36/19.55	33.37	5.83	17.47	36.10/21.53	26.49	3.75	14.17
	Boynuyoğun	42.44/27.78	36.73	4.00	10.89	40.29/26.15	34.62	3.54	10.23	32.60/19.10	24.91	4.07	16.34
Arsuz	Yukarıkepirce	38.26/31.16	34.90	2.02	5.79	39.83/32.07	35.15	2.18	6.20	25.18/16.46	20.89	2.73	13.05
	Madenli	39.45/31.92	36.22	2.02	5.59	39.83/18.37	31.70	5.34	16.84	26.82/16.81	21.33	2.60	12.17
	Üçgüllük	37.41/32.28	35.48	1.49	4.21	39.43/30.42	34.64	2.38	6.88	25.40/17.09	20.84	2.30	11.02
Samandağ	Yeşilada	37.95/30.45	32.73	2.08	6.36	38.82/17.16	28.34	5.28	18.65	20.98/9.91	14.91	3.00	20.09

Mak/Min: Maksimum/Minimum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı, L\*: Rengin parlaklığında meydana gelen renk değişimi, a\*: Kırmızıdan yeşile renk değişimi, b\*: Maviden sarıya renk değişimi

C\* değerlerine göre Kıyığören popülasyonu meyvelerinin kabuk rengi yoğunluğu en yüksek, Yeşilada genotip meyve kabuk rengi yoğunluğu ise en düşük olmuştur (Çizelge 9). Sözü edilen özellik bakımından varyasyonun Yeşilada'da geniş, Üçgüllük ve Yukarıkepirce popülasyonlarında dar olduğu saptanmıştır. Ortalama meyve kabuğu renk açısı (h<sup>0</sup>) değeri en yüksek meyveler Kıyığören popülasyonunda belirlenirken, en düşük açısı değerine sahip meyveler Yarseli genotipinde tespit edilmiştir (Çizelge 9). Bu özelliğin standart sapma ve VK değerlerine göre Yeşilada mahallesinde en geniş, Üçgüllük mahallesinde en dar varyasyon saptanmıştır.

Meyve et rengi ölçümlerinde ortalama L\* değerine göre en parlak meyve et rengi Kıyığören biber örneklerinde, en az parlaklık Yeşilada genotip meyvelerinde belirlenmiştir (Çizelge 10). Bu özellik bakımından Demirköprü, Yarseli ve Boynuyoğun mahallelerinde geniş, Madenli mahallesinde

dar varyasyon tespit edilmiştir. Ortalama meyve  $a^*$  değerine göre en kırmızı et rengi Üçgüllük popülasyonu meyvelerinde, en az kırmızı et rengi Kıyığören genotipi meyve örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 10). Bu karakterin standart sapma ve VK değerleri Demirköprü'de en yüksek, Yeşilada'da en düşük olmuştur. Rengin parlaklığını belirleyen  $L^*$  değerinde olduğu gibi meyve eti  $b^*$  değeri, Kıyığören popülasyonunda en yüksek, Yeşilada genotipinde en düşük olmuştur (Çizelge 10). Bu özellikte, en geniş varyasyon Yarseli'de, en dar varyasyon ise Kıyığören'de belirlenmiştir.

Çizelge 9. Hatay ilçelerine bağlı farklı mahallelerde incelenen popülasyonlarda belirlenen meyve kabuğu  $C^*$  ve  $h^0$  verileri

İlçe	Mahalle	$C^*$				$h^0$			
		Mak/Min	Ort	SS	VK	Mak/Min	Ort	SS	VK
Antakya	Demirköprü	43.70/30.26	37.83	3.96	10.46	54.70/24.00	31.98	7.27	22.75
	Apaydın	48.13/31.27	39.39	3.93	9.97	40.02/24.04	30.44	4.42	14.51
Altınözü	Yarseli	49.92/30.68	39.19	4.16	10.63	40.29/24.51	28.65	3.39	11.84
	Yolağzı	46.07/27.33	38.80	4.02	10.37	44.38/27.87	31.96	3.71	11.60
	Kıyığören	54.38/35.82	43.00	4.97	11.56	55.34/32.25	38.81	6.51	16.78
Arsuz	Boynuyoğun	51.09/33.22	42.56	4.53	10.64	45.23/29.52	35.48	4.39	12.39
	Yukarıkepirce	47.13/36.79	40.95	2.89	7.05	35.52/26.57	30.58	2.72	8.91
	Madenli	47.82/24.90	38.32	5.40	14.09	45.51/28.22	34.42	4.18	12.14
Samandağ	Üçgüllük	45.59/35.62	40.47	2.84	7.03	37.14/27.73	30.97	2.42	7.80
	Yeşilada	44.13/19.82	32.27	5.70	17.66	60.97/24.14	29.04	7.72	26.60

Mak/Min: Maksimum/Minimum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı,  $C^*$ : Rengin yoğunluğu,  $h^0$ : Rengin açığı değeri

Çizelge 10. İncelenen popülasyonlarda belirlenen meyve et rengi  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  verileri

İlçe	Mahalle	$L^*$				$a^*$				$b^*$			
		Mak/Min	Ort	SS	VK	Mak/Min	Ort	SS	VK	Mak/Min	Ort	SS	VK
Antakya	Demirköprü	60.67/36.20	44.25	6.63	14.97	44.33/6.06	35.16	8.89	25.29	45.15/26.95	36.00	5.85	16.25
	Apaydın	63.98/36.42	43.24	5.87	13.57	44.98/20.64	39.07	6.32	16.18	42.44/26.19	34.95	5.21	14.91
Altınözü	Yarseli	54.89/29.62	42.14	6.57	15.59	44.47/26.29	38.61	4.86	12.58	52.64/18.60	34.28	7.99	23.33
	Yolağzı	51.72/25.96	38.30	5.25	13.71	44.78/17.21	37.62	5.55	14.75	56.59/27.43	38.10	6.01	15.77
	Kıyığören	63.77/40.86	49.54	5.23	10.56	42.34/17.17	34.65	7.01	20.24	54.43/39.92	48.16	3.84	7.96
Arsuz	Boynuyoğun	58.88/33.62	45.37	6.70	14.76	45.54/14.69	36.53	8.23	22.53	59.78/35.97	45.54	7.02	15.42
	Yukarıkepirce	46.62/32.43	38.25	4.64	12.12	45.49/32.51	40.53	3.63	8.95	46.72/24.04	36.97	6.31	17.07
	Madenli	46.71/35.50	38.66	2.97	7.68	43.65/27.56	38.55	3.72	9.66	48.66/33.17	38.32	4.22	11.01
Samandağ	Üçgüllük	45.82/31.05	37.54	3.42	9.11	45.26/29.83	41.81	3.65	8.73	47.84/27.77	38.04	5.74	15.08
	Yeşilada	43.29/29.71	36.90	3.01	8.17	41.93/33.23	38.92	2.45	6.29	38.30/21.68	27.02	4.60	17.01

Mak/Min: Maksimum/Minimum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı,  $L^*$ : Rengin parlaklığında meydana gelen renk değişimi,  $a^*$ : Kırmızıdan yeşile renk değişimi,  $b^*$ : Maviden sarıya renk değişimi

Renk yoğunluğunu belirleyen  $C^*$  değerine göre meyve et rengi en yoğun olan biber örnekleri Kıyığören ve Boynuyoğun popülasyonlarında, en az yoğun meyve et rengi ise Yeşilada genotipinde tespit edilmiştir (Çizelge 11). Varyasyonun, incelenen genotipler arasında Altınözü Yarseli popülasyonunda en fazla, Demirköprü genotipinde ise en az olduğu saptanmıştır. Ortalama meyve et rengi  $h^0$  değeri,  $L^*$ ,  $b^*$  ve  $C^*$  değerlerinde olduğu gibi en yüksek Kıyığören mahallesinde, en düşük Yeşilada mahallesinde belirlenmiştir (Çizelge 11). Standart sapma ve VK değerlerine göre meyve et rengi  $h^0$  değeri varyasyonunun, en geniş Demirköprü'de, en dar Madenli ve Yeşilada'da olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmaya dahil edilen 16 biber popülasyonunun kurutulmuş meyve ekstraktı kullanılarak, HPLC sisteminin standart ve örneklerine ait kromatogramların karşılaştırılmasına bağlı olarak ölçülen ortalama kapsaisin ve dihidrokapsaisin içeriği incelendiğinde (Çizelge 12), popülasyonlardaki acılığı belirleyen toplam kapsaisin-dihidrokapsaisin konsantrasyonunun 879.45 ppm (Yeşilada) ile 37.27 ppm (Hacıpaşa) arasında değiştiği görülmektedir. Yeşilada popülasyonundan sonra Yolağzı (637.80 ppm) ve Avsuyu (607.67 ppm) genotipleri, diğer genotiplere kıyasla daha fazla toplam kapsaisin ve dihidrokapsaisin miktarına sahip olmuştur. Bu özellik açısından standart sapma değerinin Çabala ve Yeşilada genotiplerinde yüksek, Hacıpaşa popülasyonunda en düşük olduğu belirlenmiştir. VK değerleri dikkate alındığında, kapsaisin ve dihidrokapsaisin toplamı bakımından en geniş varyasyon Üçgüllük, en dar varyasyon ise Hacıpaşa genotipinde tespit edilmiştir.

Çizelge 11. Hatay ilçelerine bağlı farklı mahallelerde incelenen popülasyonlarda belirlenen meyve et rengi C\* ve h<sup>0</sup> verileri

İlçe	Mahalle	C*				h <sup>0</sup>			
		Mak/Min	Ort	SS	VK	Mak/Min	Ort	SS	VK
Antakya	Demirköprü	57.64/44.60	51.27	3.53	6.88	82.36/33.66	46.01	11.75	25.55
	Apaydın	58.93/46.50	52.87	4.08	7.72	64.06/33.37	41.93	8.11	19.33
Altınözü	Yarseli	64.48/36.02	52.07	6.29	12.07	59.02/31.09	41.15	7.57	18.38
	Yolağzı	65.68/40.15	53.87	5.41	10.04	64.62/37.19	45.35	6.78	14.95
	Kıyığören	65.74/48.88	59.68	4.49	7.52	69.43/43.66	54.52	6.59	12.10
Arsuz	Boynuyoğun	69.33/47.50	59.08	5.50	9.31	73.42/41.41	51.27	9.25	18.03
	Yukarıkepirce	63.58/40.43	55.05	5.46	9.93	54.02/34.83	42.10	5.05	12.00
	Madenli	64.46/47.71	54.48	4.24	7.80	54.71/39.10	44.81	3.93	8.76
Samandağ	Üçgüllük	65.39/47.29	56.74	4.65	8.19	55.07/35.18	42.11	5.14	12.21
	Yeşilada	55.61/39.68	47.49	4.06	8.54	43.53/28.75	34.56	3.86	11.16

Mak/Min: Maksimum/Minimum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı, C\*: Rengin yoğunluğu, h<sup>0</sup>: Rengin açısı

Çizelge 12. İncelenen popülasyonlarda kuru ağırlık üzerinden HPLC ile belirlenen ortalama kapsaisin, dihidrokapsaisin ve toplam kapsaisin-dihidrokapsaisin verileri

İlçe	Mahalle	Kapsaisin (ppm)				Dihidrokapsaisin (ppm)				Toplam (ppm)			
		Mak/Min	Ort	SS	VK	Mak/Min	Ort	SS	VK	Mak/Min	Ort	SS	VK
Antakya	Demirköprü	198.75/134.32	172.44	33.80	19.60	274.93/156.27	232.78	66.37	28.51	473.68/290.59	405.22	99.90	24.65
	Apaydın	103.69/77.57	93.65	14.07	15.02	165.02/96.45	128.51	34.50	26.85	264.71/200.14	222.16	36.86	16.59
	Bohşin	307.84/170.69	261.86	78.95	30.15	344.56/190.15	276.38	78.77	28.50	651.59/360.84	538.24	155.60	28.91
Altınözü	Avsuyu	399.96/268.28	316.39	72.65	22.96	332.70/260.64	291.28	37.22	12.78	732.66/528.92	607.67	109.46	18.01
	Hacıpaşa	21.02/11.28	17.43	5.35	30.71	25.14/17.04	19.84	4.60	23.17	38.35/36.42	37.27	0.98	2.64
	Yarseli	335.37/135.99	235.21	99.69	42.38	189.34/84.58	124.08	56.93	45.88	524.70/234.32	359.29	149.36	41.57
Arsuz	Yolağzı	406.68/242.67	310.02	85.84	27.69	432.76/236.87	327.79	98.70	30.11	839.44/479.54	637.80	183.83	28.82
	Kıyığören	201.13/28.93	113.67	86.13	75.78	302.29/67.83	168.42	120.72	71.68	503.43/96.76	282.09	205.71	72.93
	Boynuyoğun	247.10/66.63	148.13	91.50	61.77	215.42/92.53	140.93	65.47	46.45	462.53/159.16	289.07	156.30	54.07
Yayladağı	Yukarıkepirce	108.93/49.75	83.24	30.35	36.46	140.54/101.97	117.92	20.13	17.07	231.60/151.71	201.16	43.20	21.48
	Madenli	50.82/14.42	30.12	18.71	62.11	49.04/31.78	37.87	9.69	25.59	99.86/47.20	67.99	28.03	41.22
	Üçgüllük	166.83/17.00	70.24	83.79	119.30	337.63/39.74	145.39	166.76	114.70	504.46/66.63	215.63	250.18	116.02
Samandağ	Çabala	375.24/16.05	213.63	182.28	85.33	351.65/35.76	199.06	158.22	79.48	726.90/51.80	412.69	339.96	82.38
	Aşağıpulluyazı	153.45/40.15	112.22	62.64	55.81	160.68/43.66	121.10	67.08	55.39	314.13/83.80	233.33	129.63	55.56
	Güveçci	275.76/83.07	206.90	107.47	51.94	207.67/112.45	167.78	49.45	29.47	483.43/195.52	374.68	156.34	41.73
	Yeşilada	593.59/263.26	458.61	173.24	37.78	568.01/257.07	420.85	156.13	37.10	1161.60/520.33	879.45	327.49	37.24

Mak/Min: Maksimum/Minimum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı

#### 4. Tartışma ve Sonuç

İncelenen popülasyonların bazı özelliklerinin ortak olduğu ve değişim göstermediği saptanmıştır. Buna göre incelenen bütün popülasyonlarda bitki büyüme modeli dik, gövde ve yapraklar tüysüz, gövde rengi yeşil, gövde şekli silindirik, yaprak rengi yeşil ve yaprak şekli ise oval olarak belirlenmiştir. Ayrıca bitkinin her koltuğundaki çiçek sayısının bir adet olduğu, taç yaprak renginin beyaz, meyve sapı ile çanak yaprağın birleştiği yerde boğum oluştuğu ve meyve sapı ile çanak yaprağın meyve üzerimde kaldığı gözlenmiştir. İncelenen diğer bitki ve meyve özellikleri açısından ise popülasyonlarda varyasyon bulunduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada elde edilen bulguların bir kısmı, diğer yayınlarda bildirilen sonuçlarla uyumlu olduğu, ancak bazı bulgular bakımından ise farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bitki şekli, yaprak rengi, çiçek pozisyonu ve meyve tabanında boyun oluşumu bulgularımız, Çürük ve ark. (2015)'nin sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Çalışmamızda meyve et kalınlığı bakımından popülasyonlarda ortaya çıkan varyasyon bulguları ile diğer araştırmacılar (Duman ve Düzyaman, 2004; Bozokalfa ve Eşiyok, 2010) tarafından yayınlanan sonuçlar uyum içindedir. Ayrıca, Mutlu ve ark. (2009)'ın tohum odacık sayısı özelliği ile ilgili olarak bildirdikleri varyasyon bulgusu sonuçlarımızı desteklemektedir.

Bunlarla birlikte Çürük ve ark. (2015), inceledikleri biber genotiplerinde bitki büyüme modeli, gövde tüylülüğü, gövde rengi, meyve sapı ile çanak yaprak arasında boğum oluşumu özelliklerinde, çalışmamızdan farklı olarak varyasyon olduğunu bildirmektedirler. Çalışmamızda meyve sapı ile çanak yaprak arasında boğum oluşumu bakımından genotiplerde çeşitlilik belirlenmiş olmakla birlikte, Binbir ve Baş (2010) inceledikleri biber genotiplerinde meyve sapı ile çanak yaprak arasında boğum oluşumunun (kaliks halka oluşumu) gözlenmediğini bildirmiştir. Araştırmamızda meyve şekli bakımından varyasyon olmakla birlikte uzun meyve şeklinin çoğunlukta olduğu belirlenirken, Alan

(1984) yaptığı çalışma sonucunda, araştırdığı 176 farklı biber popülasyonununun 99'unun konik meyve şekilli olduğunu bildirmiştir. Farklı araştırmalardan benzer sonuçların alınmaması, kullanılan genotiplerin farklı olması, araştırmaların değişik yükseklikte, toprak ve iklim koşullarında gerçekleştirilmiş olmasından kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

Çalışmamızda incelenen popülasyonların çoğunda meyve uzunluğunda varyasyon tespit edilmiştir. Mutlu ve ark. (2009) ile Çürük ve ark. (2015), araştırdıkları biber genotiplerinde meyve uzunluğu açısından varyasyon tespit ettiklerini bildirmektedirler. Ancak, çalışmamızda Yeşilada popülasyonunda meyve uzunluğunda tespit edilen düşük varyasyon, bu genotipi yetiştiren çiftçilerin her yıl tohum alırken meyve uzunluğunu dikkate alarak seçim yaptıklarını işaret etmektedir.

Popülasyonların meyve rengi özellikleri bulgularına göre Kıyığören popülasyonundan alınan meyve örneklerinde et rengi kalitesinin, genelde diğer popülasyonlardan daha yüksek olduğu belirtilebilir. Genotip, bakım koşulları ve iklim faktörlerinin kaliteyi etkilemiş olabileceği değerlendirilmektedir.

Araştırmamızda en yüksek acılığa sahip genotip olarak öne çıkan Samandağ Yeşilada popülasyonu meyvelerinde belirlenen ortalama kapsaisin+dihidro-kapsaisin içeriği (879.45 ppm), *C. annuum* çeşitlerinden olan Jalapeno ve *C. chinense* türünün Habanero çeşitlerinin bildirilen kapsaisin+dihidro-kapsaisin konsantrasyonlarına (sırasıyla 1902 ve 13953 ppm, Collins ve ark., 1995) kıyasla oldukça düşük olmuştur.

Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlardan anlaşılacağı gibi Hatay'da biber üretiminde kullanılan genotiplerin, bilhassa meyve özellikleri bakımından homojen olmadıkları görülmektedir. İncelenen özellikler dikkate alındığında Hatay biberi popülasyonları, aralarında benzerlik ve farklılık olmakla birlikte genel olarak üç gruba ayrılabilir. Bunlar; Arsuz, Antakya-Yayladağı-Altınözü ve Samandağ mahallelerinde yetiştirilen popülasyonlardır. Arsuz grubu popülasyonlarında genel olarak meyve şekli uzun, çiçek ucu şekli ağırlıklı olarak sivri, meyve az acı olarak belirlenmiştir. Antakya-Yayladağı-Altınözü grubu; meyve şekli genelde uzun olmakla birlikte konik ve tumbul meyveleri bulunan, çiçek ucu şeklinin kubbe, sivri ve çukur, SÇKM içeriği diğer gruplara göre genel olarak daha yüksek ve acılığın çok düşük olduğu popülasyonlar bulunmakla birlikte Arsuz grubuna göre daha acı meyvelere sahip olan bir gruptur. Samandağ biberinde ise varyasyonun diğer gruplardan düşük, genel olarak meyve şeklinin uzun, çiçek ucu şeklinin sivri ve acılığın diğer gruplara kıyasla oldukça yüksek olduğu saptanmıştır. Ancak bu gruplamanın daha geniş popülasyonlar kullanılarak, aynı lokasyonda yürütülecek karakterizasyon çalışmaları sonucunda yapılacak moleküler analizler ve kümeleme çalışmalarıyla teyit edilmesi gerekmektedir. Zira bilindiği gibi moleküler analizler, çevre koşullarından etkilenmeyen daha güvenilir sonuçlar verebilmektedir.

## Teşekkür

Çalışmamıza, 16331 nolu proje kapsamında verdiği maddi destekten dolayı Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederiz.

## Kaynakça

- Abbott, J.A. (1999). Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 15, 207-225.
- Alan, N. (1984). Collection and evaluation of pepper germplasm in Turkey. *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 3, 17-18.
- Anonim (1983). *Genetic Resources of Capsicum*. International Board For Plant Genetic Resources, Roma, 49 p.
- Anonim (1995). *Descriptors for Capsicum (Capsicum spp.)*. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome, 110 p.
- Arpacı, B.B., Ak, A. ve Abak, K. (2016). Kök Boğazı Yanıklığı Hastalığına Dayanıklı Biber (*Capsicum annuum* L.) Melezlerinin Anaç Performansları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (1): 7-15.
- Aykaç, L., Taş, N., Adanacioğlu, N., Oğur, E. ve Özer, U. (2016). Ulusal tohum gen bankası. *Anadolu*, 26 (2), 44-50.

- Baysal, S. (2013). *Üstün performanslı ticari yağlık biber çeşitlerinin geliştirilmesi I. Genetik materyalin toplanması ve verim ile bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi*. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 52 s.
- Binbir, S. & Baş, T. (2010). Bazı yerel biber (*Capsicum annuum* L.) populasyonlarının karakterizasyonu. *Anadolu*, 20 (2), 70 – 88.
- Bozokalfa, M.K. & Eşiyok, D. (2010). Biber (*Capsicum annuum* L.) aksesyonlarında genetik çeşitliliğin agronomik özellikler ile belirlenmesi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 47 (2), 123-134.
- Collins, M.D., Wasmund, L.M. & Bosland, P.W. (1995). Improved method for quantifying capsaicinoids in *Capsicum* using High-performance Liquid Chromatography. *HortScience*, 30(1), 137-139.
- Costa, L.V., Bentes, J. L.S., Lopes, M.T.G., Alves, S. & Junior, J.M.V. (2015). Morphological characterization of Amazon pepper accessions. *Horticultura Brasileira*, 33, 290-298.
- Çürük, S., Külahlıoğlu, İ. & Öntürk, G. (2015). *Hatay'ın Yayladağı ilçesinde yetiştirilen yöresel biberin (Capsicum annuum L.) bitki, çiçek ve meyve özellikleri*. 7. Bahçe Bitkileri Kongresi, Çanakkale, 25-29.
- Duman, İ. & Düzyaman, E. (2004). Türkiye'de yetiştirilen bazı önemli biber genotiplerinin morfolojik varyabilitesi üzerine bir araştırma. *Ege ÜZF. Dergisi*, 41 (3), 55-56.
- FAO (Birleşmiş Milletler Dünya Tarım Örgütü). (2017). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Erişim tarihi: 30.08.2018.
- Gökovalı, U. (2007). Coğrafi işaretler ve ekonomik etkileri: Türkiye örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(2), 141-160.
- Hancock, J.F. (1992). *Plant Evolution and the Origin of Crop Species*. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey 07632, USA, 305 s.
- Heinrich, A.G., Ferraz, R.M., Ragassi, C.F. & Reifchneider, F.J.B. (2015). Characterization and evaluation of salmon-colored biquinohotype pepper progenies. *Horticultura Brasileira*, 33, 465-470.
- İşlek, C. (2009). *Serbest ve tutuklanmış Capsicum annuum L. hücre süspansiyon kültürlerinde kapsaisin üretimi üzerine bazı uyarıcıların etkisi*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara, 138 s.
- Karaağaç, O. & Balkaya, A. (2010). Bafra kırmızı biber popülasyonlarının [*Capsicum annuum* L. var. *conoides* (Mill.) Irish] tanımlanması ve mevcut varyasyonun değerlendirilmesi. *Anadolu Tarım Bilim Dergisi*, 25 (1), 10-20.
- Karaağaç, O. & Balkaya, A. (2017). Türkiye'de yerel sebze çeşitlerinin mevcut durumu ve ıslah programlarında değerlendirilmesi. *TÜRKTOB Dergisi*, 6 (23), 8-15.
- Keleş, D. (2007). *Farklı biber tiplerinin karakterizasyonu ve düşük sıcaklığa tolerans*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 212 s.
- Keleş, D., Rastgeldi, U., Karipçin, Z., Karagül, S., Soylu, M.K., Çömlekçiöğlü, N. & Büyükalaca, S. (2016). Seleksiyon yoluyla Şanlıurfa Biber ıslahı. *Alatarım Dergisi*, 15 (1), 39-44.
- Liu, W.Y., Kang, W.-H. & Kang, B.-C. (2013). Basic Information on Pepper. In B.C. Kang & C. Kole, (Eds.), *Genetics, Genomics and Breeding of Peppers and Eggplants* (pp. 1-15). Clemson, USA: CRC Press.
- Mutlu, S., Haytaoğlu, M.A., Kır, A. & İçer, B. (2009). Ulusal gen bankası biber (*Capsicum annuum* L.) materyalinde morfolojik karakterizasyon. *Anadolu*, 19 (1), 63-91.
- Sadler, G.O. (1994). Titratable Acidity. In S.S. Nielsen (Ed.), *Introduction to the Chemical Analysis of Foods* (pp. 81-91). Borton, USA: Jones and Bartlett Publishers.
- Silva, C.Q., Jasmim, J.M., Santos, J.O., Bento, C.S., Sudre, C.P. & Rodrigues, R. (2015). Phenotyping and selecting parents for ornamental purposes in pepper accessions. *Horticultura Brasileira*, 33(1), 66-73.
- Topaloğlu, K. (2010). *Tuz stresinin chili biberlerinin pigment ve kapsaisinoid değişimi ile peroksidaz aktivitesi arasındaki ilişki*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 131s.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu). (2017). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> Erişim tarihi: 30.08.2018.
- Ulhoa, A.B, Pereira, T.N.S., Ribeiro, C.S.C., Moita, A.W. & Reifschneider, F.J.B. (2017). Development and morpho-agronomic characterization of Yellow Jalapeño pepper lines. *Horticultura Brasileira*, 35, 343-348.



Yuzuncu Yil University  
Journal of Agricultural Science

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Research Article

**The Effects of Goji Berry (*Lycium barbarum* L.) Extract on Some Chemical, Microbiological and Sensory Characteristics of Liquid Smoked Common Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) Sausages**

Eylem Ezgi FADİLOĞLU\*<sup>1</sup>, Mehmet Zülfü ÇOBAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Yaşar University, School of Applied Sciences, Department of Gastronomy and Culinary Arts, 35100, Izmir, Turkey

<sup>2</sup>Fırat University, Keban Vocational School, Department of Food Processing, 23119, Elazığ, Turkey

\*Corresponding author e-mail: [ezgi.fadiloglu@yasar.edu.tr](mailto:ezgi.fadiloglu@yasar.edu.tr)

**Article Info**

Received: 14.10.2019

Accepted: 08.12.2019

Online Published 31.12.2019

DOI: 10.29133/yyutbd.632966

**Keywords**

Common carp sausage,  
Goji berry extract,  
Some quality parameters.

**Abstract:** In this study, the effects of goji berry extract on some quality characteristics of common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) sausages during 28 days of storage at 2±1°C were investigated. TBA (Thiobarbituric acid) values demonstrated that goji berry acted as a natural antioxidant and retarded lipid oxidation of common carp sausages during 28 days of storage. The lowest TVB-N (Total Volatile Basic Nitrogen) contents were noticed in S2 group (2% goji berry added common carp sausages) followed by S1 group (1% goji berry added common carp sausages). Total aerobic mesophilic bacteria (TAMB) of goji berry extract added samples were always lower than control samples. Goji berry extract was very effective to inhibit the growth of microorganisms. Addition of goji berry extract caused partially redness in sausage samples depending on concentration. Highest aroma and color score was found in S1 group. On the other hand, depending on increase in storage period, color and aroma scores also decreased significantly.

**Kurt Üzümü (*Lycium barbarum* L.) Ekstraktının Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) Sosislerinin Bazı Kimyasal, Mikrobiyal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkileri**

**Makale Bilgileri**

Geliş: 14.10.2019

Kabul: 08.12.2019

Online Yayınlanma 31.12.2019

DOI: 10.29133/yyutbd.632966

**Anahtar kelimeler**

Sazan balığı sosisi,  
Kurt üzümü ekstraktı,  
Bazı kalite parametreleri.

**Öz:** Bu çalışmada, kurt üzümü ekstraktının 2±1°C'da 28 gün depolanan sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) sosislerinin bazı kalite özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. TBA değerleri kurt üzümü ekstraktının doğal antioksidan gibi davrandığını ve 28 günlük depolama süresince sazan sosisinde lipid oksidasyonunu geciktirdiğini göstermiştir. En düşük TVB-N içerikleri S2 (%2 kurt üzümü ekstraktı eklenen sazan sosisleri) ve S1 (%1 kurt üzümü ekstraktı eklenen sazan sosisleri) gruplarında bulundu. Kurt üzümü ekstraktı eklenen sazan sosislerinin toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayıları kontrol örneğine göre daha düşük çıktı. Kurt üzümü ekstraktı mikroorganizma gelişimini engellemede çok etkiliydi. Konsantrasyon artışına bağlı olarak kurt üzümü eklenmesi sosis örneklerinde kısmen kırmızılığa neden oldu. Aroma ve renk değerleri bakımından en iyi puanlama S1 grubunda tespit edildi. Diğer yandan, depolama süresindeki artışa bağlı olarak renk ve aroma değerleri de belirgin olarak azaldı.

## 1. Introduction

The trend in consumer preferences towards healthful, economical and confident foods lead sausage industry to look for new alternatives like fish. Fish added sausage formulations can be a solution to increase the nutritional quality of food and also to include fish in the daily diet of the people (El-Sherif et al., 2016). Due to its long chain n-3 fatty acids content, fish sausages have a beneficial effect on health Churi et al., 2016). Fish sausage is one of the most popular and value added products, prepared from minced fish meat (Raju et al., 2003). Fish sausage is obtained by mixing minced fish meat with salt, spices, seasonings, fat, etc. then stuffed into casings and cooked (Nithin et al., 2015).

Common carp (*Cyprinus carpio*, L., 1758) is the most dominant freshwater fish species in the world due to its abundance, high economic and nutritive values (Zhang et al., 2017). The global aquaculture production for common carp was approximately 4 557 000 tons in 2016 and it is the third highly produced freshwater fish species in the world (FAO, 2018). Taking into consideration the above mentioned, common carp can be used easily to increase the nutritional value of meat products like sausages, hot dog without changing sensorial properties and storage stability (Buchtova and Kaspar, 2016).

Smoking is one of the oldest technologies used to preserve of meat and fish (Hattula et al., 2001). Wood smokes or other fuel smokes contain many chemical contaminants including polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) (Babic et al., 2018). PAHs are toxic contaminants and many of them have carcinogenic activity (Purcaro et al., 2013). Liquid smoke is ideal and safe for use in marinades, sauces and processed meat like sausage and ham to give a smoked flavor properties (Lingbeck et al., 2014). By the refining process, unwanted PAHs are removed (Varlet et al., 2010). Applicability in most foods, minimization of environmental pollution, different forms of practice (spraying, dipping, blending etc.), adding flexibility to the application techniques, using as a natural preservative in foods, effective control over the flavor and color are among the most important advantages of liquid smoking (Goncalves et al., 1999; Nithin et al., 2015).

Type of raw materials (fish, spices, other ingredients) and heat treatment affect chemical, microbiological and sensory deterioration of fish sausages (Sojic et al., 2017). Addition of natural antioxidants is one of the accepted methods to retard lipid oxidation and to prevent microbiological spoilage in processed meat products.

*Lycium barbarum*, L. belongs to family of Solanaceae and has beneficial effects on health because it owns a rich content. The antioxidant and antimicrobial effect of goji berry or wolfberry (*Lycium barbarum*, L.) comes from its polysaccharide, flavonoid, phenolic acids and carotenoid contents (Karakas et al., 2016). *Lycium barbarum* fruits, also known as Goji berries contains polysaccharide, vitamin C, B complex, E, free amino acids, polyphenols, organic acids, its derivatives and minerals like zinc, iron, copper, calcium, selenium (Jeszka-Skowron et al., 2017). Due to its high antioxidant content, goji berry is known as “super fruit” and has been used as herbal medicine and functional food in Asian countries (Amagase et al., 2011). There have been many studies on the antioxidant activity and phenolic compounds of goji fruits (Wang et al., 2010; Ioniaca et al., 2012; Donno et al., 2015; Jeszka-Skowron et al. 2017; Rukeya et al., 2017; Pires et al., 2018). Jeszka-Skowron et al., 2017 reported that antioxidant activities of goji fruits were higher than all tested dried fruits. Pires et al., 2018 found that goji berry fruits had highest phenolic contents and showed high antibacterial activity against gram-positive bacteria. Due to its bioactive compounds and functional properties, goji fruits can be used in food products (Pires et al., 2018).

There is no information in the literature about the preservative effects of goji berry extract on fish and seafood products and this is the first research to indicate the application of goji berry extract as a natural antioxidant in fish sausage. Therefore, the aim of this research is to determine the effects of goji berry extract on lipid stability, sensory attributes and microbiological quality of liquid smoked Common carp sausage.



## 2. Material and Methods

### 2.1. Materials

Goji berry fruit extract was purchased from Xi'an Xin Sheng Bio-Chem Company. Liquid smoke was acquired from A&D Chemical Company (Turkey) and it has Hallal and GRAS (by FDA) certificates. Cellulose casings were purchased from the Wienie-Pak (21mm×15m, Lommel, Belgium). Other sausage ingredients were obtained from local supermarket.

Fresh *Cyprinus carpio* obtained from Izmir (in Turkey) fish market were transported to the laboratory in styrofoam boxes containing ice and they were gutted, skinned and filleted. 16 kg of fish were used for sausage production.

### 2.2. Preparation of sausage

The sausage formula (Table 1) has been developed with minor modifications on formula of Dincer and Cakli, 2010. The batter was randomly assigned into three treatment lots: Lot 1) Control (C): without addition of goji berry extract, Lot 2) S1: 1% (w/v) goji berry extract added, Lot 3) S2: 2% (w/v) goji berry extract added.

For each treatment, carp fillets and beef fat were minced using meat mincer (Remta 12 No) (3 mm pore size) then salt, sugar, soy protein concentrate, sodium polyphosphate, sodium nitrite, modified potato starch, ice water, liquid smoke added to the minced meat and blended for 3 min. Afterwards, spices were added and mixed for 3 min. Goji berry extract was added to S1 and S2 batter and blended for 3 min. The temperature of blended common carp meat was kept below 10°C during preparation of mixture. Sausage emulsion was stuffed into cellulose casings (21-mm diameter×15-m long) by using a manual filler. The stuffed casings were linked in 10 cm length, and cooked at 80°C for 15 min in water bath until the internal temperature reached 75°C. The cooked sausages were immediately cooled in ice water. Sausages samples were put in plastic bags (low-density polyethylene (LDPE)) and stored at 2±1°C for 28 days. Lipid oxidation, sensory and microbiological analyzes were performed on 28 days of storage. Each treatment of packed sausage was randomly taken for analyses at day 0, 7, 14, 21 and 28. All analysis were performed with two samples from each batch in duplicate.

Table 1. Ingredients and additives (%) used in common carp sausage formulations

Ingredients	(C) Control	S1 (1% goji berry extract added)	S2 (2% goji berry extract added)
Minced Fish	68.2	68.2	68.2
Beef Fat	5	5	5
Sunflower oil	5	5	5
Soy protein concentrate	1.80	1.80	1.80
Salt	1.50	1.50	1.50
Sugar	0.30	0.30	0.30
Ascorbic acid	0.02	0.02	0.02
Hot paprika powder	0.15	0.15	0.15
Coriander	0.15	0.15	0.15
Caraway	0.15	0.15	0.15
Sodium nitrite	0.02	0.02	0.02
Modified potato starch	1.90	1.90	1.90
Sodium polyphosphate	0.20	0.20	0.20
Liquid smoke	0.50	0.50	0.50
Goji berry extract	-	1	2
Ice/water	15.2	14.2	13.2

### 2.3. Chemical analysis

TBA (Thiobarbituric acid) value used in the determination of lipid oxidation were analyzed according to method of Tarladgis et al., 1960 and expressed as mg of malondialdehyde (MDA)/kg of samples.

The amount of total volatile basic nitrogen (TVB-N) value was determined according to Varlik et al., 1993. The amount of TVB-N of samples were calculated as mg N/100 g common carp sausage.

## 2.4. Microbiological analysis

25 g of sample was taken aseptically from each group and homogenized with 225 mL of sterilized peptone water (BPW, Oxoid Ltd., Basingstoke, Hampshire, UK) for 2 min in stomacher. Other decimal dilutions (from  $10^{-1}$  to  $10^{-9}$ ) were prepared this dilution and plated in the appropriate medium. Plate Count Agar (Merck, incubation at 30°C for 3 days) was used for determination of total aerobic mesophilic bacteria (TAMB) (ICMSF, 1986).

Mold and yeast were determined using Yeast Extract Glucose Chloramphenicol Agar. Plates were incubated at 22°C for 5 days (Harrigan and McCance, 1976).

*Staphylococcus aureus* were determined using Baird–Parker Agar (Oxoid, incubation at 37°C for 1 day then catalase test was carried out). Coliform groups were determined using Violet Red Bile Glucose Agar (Oxoid, incubation at 37°C for 24 h) (Halkman, 2005). All microbiological results were expressed as log CFU/gram.

## 2.5. Sensory analysis

Sensory evaluation of the control and goji berry extract added sausages (1% and 2%) was performed by 6 untrained panelists in different ages. The cellulose casings of sausages were removed, were sliced into 4 mm thick pieces, were placed on a white plastic dishes and served at room temperature. Three pieces of each sample were served for evaluation of color and aroma attributes (ISO, 1993; ISO, 2008).

Assessment was made using five-point scale. On this scale: 5- very good; 4–good; 3–normal; 2–bad; 1–product unacceptable ((Kurtcan, 1987).

## 2.6. Statistical analysis

Statistical analysis of data was conducted using SAS software (SAS Institute Inc., Cary, NC, 1999). Analysis of variance (ANOVA) was performed and Duncan test was used to evaluate the significance of differences between mean values.

## 3. Results and Discussion

### 3.1. Thiobarbituric acid (TBA) content

Table 2. Thiobarbituric acid (TBA) value (mg MDA/kg) of common carp sausage treated with goji berry extract

Storage Time (days)	Treatments		
	Control	S1	S2
0	0.49 <sup>aA</sup> ±0.34	0.51 <sup>aA</sup> ±0.03	0.49 <sup>aA</sup> ±0.03
7	0.84 <sup>aB</sup> ±0.04	0.81 <sup>aB</sup> ±0.07	0.56 <sup>bB</sup> ±0.08
14	1.39 <sup>aC</sup> ±0.16	1.27 <sup>aC</sup> ±0.42	0.85 <sup>bC</sup> ±0.08
21	2.21 <sup>aD</sup> ±0.10	1.85 <sup>bD</sup> ±0.06	1.40 <sup>cD</sup> ±0.10
28	3.48 <sup>aE</sup> ±0.09	2.47 <sup>bE</sup> ±0.12	1.79 <sup>cE</sup> ±0.04

a-c: Means within each row with different letters are significantly different (p<0.05)

A-E: Means within each column with different letters are significantly different (p<0.05)

Sample denomination: C: control; S1: (1% goji berry extract added); S2: (2% goji berry extract added)

TBA value of common carp was found 0.42 mg MDA/kg. Table 2 shows the effect of goji berry extract addition on lipid oxidation of common carp sausages during storage period. The initial TBA values of control, S1 and S2 group were determined as 0.49, 0.51 and 0.49 mg MDA/kg of sample, respectively. At the beginning of the cold storage, there were no significant differences between goji berries extract added common carp sausages and control samples. TBA values of all groups increased during storage period (p<0.05). S2 group showed lowest TBA value than control and S1 group on each

of the sampling days ( $p < 0.05$ ). As the concentration level of extract increases, the TBA value decreased. During 14 days of storage, there was no significant difference between control and S1 group. By the 21 days of storage, significant differences were observed among all groups ( $p < 0.05$ ). At the last stage of storage, TBA values of control, S1 and S2 groups were determined as 3.48, 2.47 and 1.79 mg MDA/kg of sample, respectively. Addition of goji berry extract retarded lipid oxidation in common carp sausages during 28 days of storage. TBA values demonstrated that goji berry acted as a natural antioxidant in common carp sausage. Its antioxidant activity and its protective effect come from large content of polysaccharide, flavonoid, phenolic acid and carotenoid of goji berry. Flavonoids may act as hydrogen donors, radical scavengers and metal chelators (Pedro et al., 2018). Our results are in agreement with that of Kulkarni et al., 2011, Sojic et al., 2017 and Coban et al., 2018. Kulkarni et al., 2011 found that addition of grape seed extract reduced lipid oxidation in sausage samples. Sojic et al., 2017 reported that *Juniperus communis* L. essential oil added samples showed lower TBA values compared with control samples. El-Zainy et al., 2016 found that grape seed polyphenols extract added sausage samples showed lowest TBA values. Coban et al., (2018) found that lowest TBA values were measured in 1% propolis extract added smoked common carp (*Cyprinus carpio*) sausages during 9 weeks of storage.

### 3.2. Total volatile basic nitrogen (TVB-N) content

Table 3. TVB-N content (mg/100g) of common carp sausages treated with goji berry extract

Storage Time (days)	Treatments		
	Control	S1	S2
0	10.18 <sup>aA</sup> ±0.16	10.11 <sup>aA</sup> ±0.08	10.18 <sup>aA</sup> ±0.21
7	14.72 <sup>aB</sup> ±0.42	14.19 <sup>aB</sup> ±0.05	11.24 <sup>aA</sup> ±0.17
14	18.60 <sup>aC</sup> ±0.42	17.03 <sup>bC</sup> ±0.07	14.80 <sup>bB</sup> ±0.11
21	24.35 <sup>aD</sup> ±0.27	20.90 <sup>bD</sup> ±0.28	18.19 <sup>cC</sup> ±0.14
28	31.06 <sup>aE</sup> ±0.79	25.23 <sup>bE</sup> ±0.16	21.21 <sup>cD</sup> ±0.32

a–c: Means within each row with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ )

A–E: Means within each column with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ )

Sample denomination: C: control; S1: (1% goji berry extract added); S2: (2% goji berry extract added)

TVB-N content of carp sausages during 28 days of storage are shown in Table 3. At day 14, there was a significant difference among the samples ( $p < 0.05$ ). 2% goji berry added common carp sausages increased more slowly than control and 1% goji berry added common carp sausages through the storage period.

As shown in Table 3, TVB-N production increased in all groups throughout the storage period at  $+2^{\circ}\text{C} \pm 1$ . The increase in TVB-N values of all groups may be the result of removal of free amino acids and breakdown of nucleotides by autolytic enzymes and microbial activity (Ocano-Higuera et al., 2012).

The lowest TVB-N content were noticed in S2 group during 28 days of storage ( $p < 0.05$ ). At day 28, the highest value of TVB-N was recorded in control group that reached to 31.06 mg TVB-N/ 100g sample and then spoiled. Goji berry extract added sausage samples for both concentrations did not exceed the acceptable limit value of 30 mg muscle TVB-N/100 g Gokoglu et al., 1998 at day 28. Similarly, Coban et al., 2019 reported propolis extract added smoked carp sausages had lowest TVB-N values during 9 weeks of storage at  $2^{\circ}\text{C}$  and TVB-N values of all groups did not exceed the acceptable limit value.

### 3.3. Microbiological analysis

Table 4. Effect of goji berry extract addition on TAMB (log cfu/g) of smoked common carp sausages stored at +2°C±1

Storage Time (days)	Treatments		
	Control	S1	S2
0	2.55 <sup>aA</sup> ±0.17	2.26 <sup>aA</sup> ±0.09	2.26 <sup>aA</sup> ±0.09
7	3.44 <sup>aB</sup> ±0.07	3.44 <sup>aB</sup> ±0.10	2.89 <sup>bB</sup> ±0.11
14	4.81 <sup>aC</sup> ±0.25	4.03 <sup>bC</sup> ±0.16	3.26 <sup>cC</sup> ±0.09
21	5.78 <sup>aD</sup> ±0.14	5.67 <sup>aD</sup> ±0.14	3.63 <sup>bCD</sup> ±0.21
28	6.97 <sup>aE</sup> ±0.11	6.07 <sup>bE</sup> ±0.15	4.29 <sup>cD</sup> ±0.13

a-c: Means within each row with different letters are significantly different (p<0.05)

A-E: Means within each column with different letters are significantly different (p<0.05)

Sample denomination: C: control; S1: (1% goji berry extract added); S2: (2% goji berry extract added)

Total aerobic mesophilic bacteria (TAMB) of different common carp sausages during 28 days of storage at +2°C±1 are shown in Table 4. The TAMB of control and goji berry extract added common carp sausages increased significantly (p<0.05) during 28 days of storage at +2°C±1. The lowest increase was shown in 2% goji berry extract added samples.

The initial TAMB of control group was 2.55 log cfu/g common carp sausage and increased to 6.97 log cfu/g common carp sausage at the end of the storage period. TAMB of S1 and S2 group were 2.26 log cfu/g common carp sausage at the beginning of storage and increased to 6.07 and 4.29 cfu/g common carp sausage, respectively. TAMB of goji berry extract added common carp sausages were lower than control samples during storage period. Goji berry extract was very effective in inhibiting the growth of bacteria. Our results are similar with Coban et al., 2019. They found that propolis extract added carp sausages showed significantly lower total aerobic mesophilic bacteria (TAMB) count when compared to control samples during 9 weeks of storage.

Yeast and mold counts, coliform groups were not detected in all samples. In this work, we found *Staphylococcus aureus* count smaller than 1 log cfu/g. The value of *Staphylococcus aureus* was within the limit of 3 log cfu/g recommended by Purba et al., 2014 in good manufacturing practices.

### 3.4. Sensory analysis

Sensory analysis is a method of assessing the quality of a product by using the sensitivity of the human senses (Purba et al., 2014). The results of sensory (color and aroma) evaluation of goji berry extract added common carp sausages are seen in Figure 1.

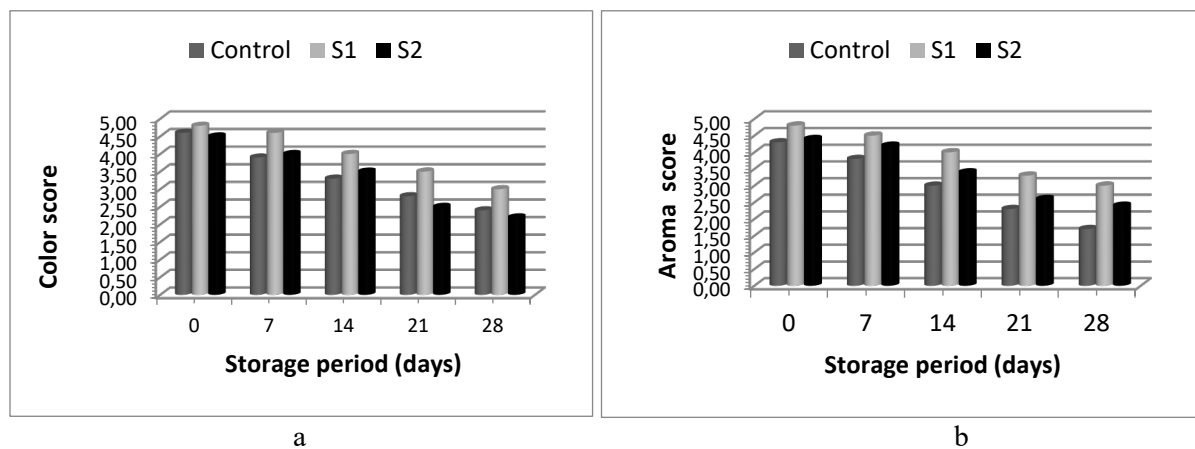


Figure 1. Changes in color (a) and aroma (b) scores of goji berry extract added common carp sausages Control: without extract, S1: 1% goji berry extract added, S2: 2% goji berry extract added.

Color and aroma scores of all groups significantly decreased during 28 days of storage (p<0.05). Significant differences were found in goji berry extract added fish sausages (p<0.05). Highest color

score was found in S1 group when compared to control and S2 groups ( $p < 0.05$ ). In fact, the acceptance of fish products could be related to cultural factors so S2 group can get the best acceptance in different countries and even in different regions of the country (Oliveira Filho et al., (2010).

Addition of goji berry extract caused partially redness in common carp sausage samples depending on concentration. Sojic et al., 2017 reported that batches produced with the *Juniperus communis*, L. essential oil addition were darker and redder compared to control. Maqsood et al., 2012 found that addition of kiam wood extract to the fish emulsion sausages caused an increase in redness during 20 days of refrigerated storage. As shown in Figure 1 (a, b), S1 showed the highest aroma scores at days 7, 14, 21 and 28. Decreasing of sensory scores with an increasing of storage time were also reported by Oliveira Filho et al., 2010; Choi et al., 2016 and Coban et al., 2018. Coban et al., 2018 found that aroma scores of sausages supplemented with propolis extract were decreased during storage period. At 28<sup>th</sup> day, the control group was unsuitable for human consumption due to its soft texture and its bad aroma. This was also demonstrated by the chemical and microbiological analysis measurements during storage time.

#### 4. Conclusion

According to our results, addition of goji berry extract to liquid smoked fish sausages retarded lipid oxidation as indicated by lower TBA values and lower TVB-N values. Goji berry extract prolonged the shelf life of liquid smoked fish sausages for 7 days and it can be used as a natural antioxidant and antibacterial agent to inhibit the quality loss of common carp sausages.

Goji berry extract could be added to common carp sausage but to keep good overall sensory acceptance, the suitable rate of goji berry extract in sausages should be 1%.

#### References

- Amagase, H., & Farnsworth, N. R. (2011). A review of botanical characteristics, phytochemistry, clinical relevance in efficacy and safety of *Lycium barbarum* fruit (Goji). *Food Research International*, 44(7), 1702-1717.
- Babic, J., Vidakovic, S., Boskovic, M., Glisic, M., Kartalovic, B., Skaljac, S., Nicolic, A., Cirkovic, M., & Teodorovic, M. (2018). Content of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked common carp (*Cyprinus carpio*) in direct conditions using different filters vs indirect conditions. *Polycyclic Aromatic Compounds*, 1-9.
- Buchtova, H., Ladislav & Kaspar, L. (2016). The shelf life of sausages produced from common carp meat (*Cyprinus carpio* L.). *Maso International*, 1, 11-17.
- Choi, H.S, Choi, H.G., Choi, Y.S., Kim, J.H., Lee, J.H., Jung, E.H., Lee, S.H., Choi, Y-II, & Choi, J. (2016). Effect of chicory fiber and smoking on quality characteristics of restructured sausages. *Korean Journal of Food Science and Animal Resources*, 36(1), 131-136.
- Churi, S.S., Yadav, B.M., Chogale, N.D., Gangan, S.S., & Basu, S. (2016). Recipe standardization and quality characterization of fresh and frozen fish sausage at different days of storage. *Animal Science Reporter*, 10, 63-71.
- Coban, O.E., Fadılođlu, E.E., & Coban, M.Z. (2018). Investigation of some quality characteristics of smoked common carp (*Cyprinus carpio*) sausages supplemented with propolis extract. *Ecological Life Sciences*, 13(4), 197-203.
- Coban, M.Z., Coban, O. E., & Fadılođlu, E.E. (2019). Microbiological and physicochemical quality of carp sausage enriched with propolis natural extract during chilled storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 28(9), 960-966.
- Dincer, M.T., & Caklı, S. (2010). Textural and sensory properties of fish sausage from rainbow trout. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 19, 238-248.
- Donno, I.D., Beccaro, G.L., Mellano, M.G., Cerutti, A.K., & Bounous, G. (2015). Goji berry fruit (*Lycium* spp.): antioxidant compound fingerprint and bioactivity evaluation. *Journal of Functional Foods*, 18, 1070-1085.
- El-Sherif, S.A.E., & El-Ghafour, S.A. (2016). Effectiveness of garlic, rosemary and ginger essential oils on improve the quality and shelf life of *Bagrus bayad* fish sausage preserved by cold storage. *International Journal of Advanced Research*, 4(11), 276-289.

- El-Zainy, A.R., Morsy, A.E., Sedki, A.G., & Mosa, N.M. (2016). Polyphenols Grape seeds extract as antioxidant and antimicrobial in beef sausage. *International Journal of Current Science*, 19(2), 112-121.
- FAO. (2018). The State of World Fisheries and Aquaculture. <http://www.fao.org/3/i9540en/I9540EN.pdf>. Erişim Tarihi: 09.10.2018.
- Gokoglu, N., Ozden, O., & Erkan, N. (1998). Physical, chemical and sensory analyses of freshly harvested sardines (*Sardina pilchardus*) stored at 4°C. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 7(2), 5–15.
- Gonçalves, A.A., & Prentice-Hernandez, C. (1999). Processing of Bluefish, *Pomatomus saltatrix* using natural smoke flavouring as coadjuvant. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 42(1), 39-46.
- Halkman, A.K. (2005). *Merck Gıda Mikrobiyolođisi Uygulamaları*, Basak Matbaacilik Ltd. Sti, Ankara, Turkey, 358p.
- Harrigan, W.F., & McCance, M.E. (1976). *Laboratory Methods In Food And Dairy Microbiology*. London: Academic Press Inc.
- Hattula, T., Elfving, K., Mroueh, U.M., & Luoma, T. (2001). Use of liquid smoke flavouring as an alternative to traditional flue gas smoking of rainbow trout fillets (*Oncorhynchus mykiss*). *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 34, 521-525.
- ICMSF. (1978). *Principle and Specific Application*. International Commission on microbiological specification for foods. Toronto Canada, University of Toronto Press pp. 92-104.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). (1986). *Microorganisms in Foods 2. Sampling for Microbiological Analysis*, 2nd edition, University of Toronto Press, Toronto.
- Ioniaca, M.E., Nour, V., & Trandafir, I. (2012). Polyphenols content and antioxidant capacity of goji fruits (*Lycium Chinense*) as affected by the extraction solvents. *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment*, 3(2), 121-129.
- ISO 8586-1. (1993). Sensory analysis. *General guidance for the selection, training and monitoring assessors–Part 1: Selected assessors*. Switzerland: International Organization for Standardisation.
- ISO 8586-2. (2008). *Sensory analysis. General guidance for the selection, training and monitoring assessors–Part 2: Expert sensory assessors*. Switzerland: International Organisation for Standardisation.
- Jeszka-Skowron, M., Zgoła-Grzeskowiak, A., Stanisiz, E., & Waskiewicz, A. (2017). Potential health benefits and quality of dried fruits: Goji fruits, cranberries and raisins. *Food Chemistry*, 221, 228-236.
- Karakas, F.P., Coskun, H., Saglam, K., & Bozat. B.G. (2016). *Lycium barbarum*, L. (goji berry) fruits improve anxiety, depression-like behaviors, and learning performance: the moderating role of sex. *Turkish Journal of Biology*, 40, 762-771.
- Kulkarni, S., De Santos, F.A., Kattamuri, S., Rossi, S.J., & Brewer, M.S. (2011). Effect of grape seed extract on oxidative, colour and sensory stability of pre-cooked, frozen, re-heated beef sausage model system. *Meat Science*, 88, 139-144.
- Kurtcan, U., & Gonul, M. (1987). Gıdaların duyuusal değerlendirilmesinde puanlama metodu. *Ege Universitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 5, 137-146.
- Lingbeck, J.M., Cordero, P., O'Bryan, C.A., Johnson, M.G., Rieke, S.C., & Crandall, P.G. (2014). Functionality of liquid smoke as an all-natural antimicrobial in food preservation. *Meat Science*, 97(2), 197-206.
- Maqsood, S., Benjakul, S., & Balange, A.K. (2012). Effect of tannic acid and kiam wood extract on lipid oxidation and textural properties of fish emulsion sausages during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 130, 408-416.
- Nithin, C.T., Ananthanarayanan, T.R., Yathavamoorthi, R., Bindu, J., Joshy, C.G., & Srinivasa Gopal, T.K. (2015). Physico-chemical changes in liquid smoke flavoured yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) sausage during chilled storage. *Agricultural Research*, 4(4), 420-427.
- cano-Higuera, V. M., Maeda-Martinez, A.N., Marquez-Rios, E., Canizales-Rodriguez, D. F., Castillo-Yanez, F. J., Ruiz-Bustos, E., Graciano-Verdugo, A. Z., & Plascencia-Jatomea, M. (2011).

- Freshness assessment of ray fish stored in ice by biochemical, chemical and physical methods. *Food Chemistry*, 125, 49-54.
- Oliveira Filho, P.R.C., Netto, F.M., Ramos, K.K., Trindade, M.A., & Viegas, E.M.M. (2010). Elaboration of sausage using minced fish of Nile tilapia filleting waste. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 53, 1383-1391.
- Pedro, A.C., Maurer, J.B.B., Zawadzki-Baggiob, S.F., Avilaa, S., Macielc, G.M., & Haminiuk, C.W.I. (2018). Bioactive compounds of organic goji berry (*Lycium barbarum* L.) prevents oxidative deterioration of soybean oil. *Industrial Crops and Products*, 112, 90-97.
- Pires, T.C.S.P., Dias, M.I., Barros, L. Calhelha, R.C., Alves, M.J., Santos-Buelga, C., & Ferreira, I.C.F.R. (2018). Phenolic compounds profile, nutritional compounds and bioactive properties of *Lycium barbarum* L: A comparative study with stems and fruits. *Industrial Crops & Products*, 122, 574-581.
- Purba, R., Suseno, S.H., Izaki, A.F., & Muttaqin, S. (2014). Application of liquid smoke and chitosan as natural preservatives for tofu and meatballs. *International Journal of Applied Science and Technology*, 4(2), 212-217.
- Purcaro, G., Moret, S., & Conte, L.S. (2013). Overview on polycyclic aromatic hydrocarbons: Occurrence, legislation and innovative determination in foods. *Talanta*, 105, 292-305.
- Raju, C.V., Shamasundar, B.A., & Udupa, K.S. (2003). The use of nisin as a preservative in fish sausage stored at ambient (28±2°C) and refrigerated (6±2°C) temperatures. *International Journal of Food Science and Technology*, 38, 171-185.
- Rukeya, J., Tao, W., Sun, P., & Ye, X. (2017). Bioactive compounds and antioxidant activity of wolfberry infusion. *Scientific Reports*, 1-8.
- Sojic, B., Tomovic, V. Jokanovic, M., Ikonic, P., Dzinic, N., Kocic-Tanackov, S., Popovic, L., Tasic, T., Savanovic, J., & Sojic, N.Z. (2017). Antioxidant activity of *Juniperus communis* L. essential oil in cooked pork sausages. *Czech Journal of Food Science*, 35(3), 189-193.
- Tarladgis, B.G., Watts, B.M., & Younathan, M.T. (1960). A distillation method for the quantitative determination of malondialdehyde in rancid food. *Journal of the American Oil Chemical Society*, 37, 44-48.
- Varlet, V., Serot, T., & Prost, C. (2010). *Smoke Flavoring Technology in Seafood*. L. M. L. Nollet and F. Toldra, eds. Handbook of seafood and seafood products analysis. CRC Press, Boca Raton, FL., 233-254 p.
- Varlık, C., Ugur, M., Gokoglu, N., & Gun, H. (1993). *Su rnlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri*. Gıda Teknolojisi Dergisi Yayınları. Yay. No: 17, Istanbul, 174p.
- Wang, C.C., Chang, S.C., Inbaraj, B.S., & Chen, B.H. (2010). Isolation of carotenoids, flavonoids and polysaccharides from *Lycium barbarum*, L. and evaluation of antioxidant activity. *Food Chemistry*, 120, 184-192.
- Zhang, Y., Dongping, L., Lv, J., Li, Q., Kong, C., & Luo, Y. (2017). Effect of cinnamon essential oil on bacterial diversity and shelf life in vacuum-packaged common carp (*Cyprinus carpio*) during refrigerated storage. *International Journal of Food Microbiology*, 249, 1-8.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Tarım Bilimleri Dergisi  
(YYU Journal of Agricultural Science)



<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Araştırma Makalesi (Research Article)

**Hızlı Büyüme Potansiyeline Sahip Yerleşim Alanlarının Detaylı Toprak Etütleri ve Arazi Değerlendirmeleri: Mustafalar Köyü Örneği, Adana\*\***

**Bayram Çağdaş DEMİREL<sup>\*1</sup>, Suat ŞENOL<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 07070, Antalya, Türkiye

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 01330, Adana, Türkiye

\*Sorumlu yazar e-posta: [cagdasdemirel@akdeniz.edu.tr](mailto:cagdasdemirel@akdeniz.edu.tr)

**Makale Bilgileri**

Geliş: 19.09.2019

Kabul: 05.12.2019

Online Yayınlanma 31.12.2019

DOI: 10.29133/yyutbd.622099

**Anahtar kelimeler**

Detaylı toprak etüdü,  
Mustafalar köyü arazi  
Kullanım planı,  
Nazım imar planı altlığı.

**Öz:** Gelişen dünyada hızla artan nüfus kentsel alan ihtiyacını arttırmış ve tarımsal arazileri daha çok tehdit eder hale gelmiştir. Adana ili 19. yüzyılın sonlarında Çukurova'nın tarıma açılmasıyla daha sonra da sanayileşme ve kırsaldan kente göçlerin devam etmesiyle, son 30 yılda 5 kat büyüme göstermiştir. Adana ilinin Mustafalar köyündeki bu çalışmada, karar vericilerin artan kentsel alan ihtiyaçlarını karşılarken, doğal kaynakları koruyarak, ideal arazi kullanım şekillerine uyabilmeleri için, altlık olarak kullanabilecek, detaylı toprak etütleri ve arazi değerlendirme çalışmaları yapılmıştır. Mustafalar köyü ve çevresinde 1.732 hektarlık alanda gerçekleştirilen çalışmada, 8 farklı toprak serisi tespit edilmiş ve bu toprak serileri Toprak Taksonomisine göre Alfisol, Inceptisol ve Entisol ordolarında sınıflandırılmıştır. Çalışma alanında yapılan analizler ve tanımlamalar sonucunda; toprakların %71.67'sinin kireçli ve çok kireçli (%7-25), %50'den fazlasının ince bünyeli kil tekstürde, % 61'inin sığ derinlikte (0-30 cm), ve %48'inin eğimli veya çok dik eğimli (%12+) olduğu belirlenmiştir. Yapılan toprak etüd-haritalama ve değerlendirme çalışmaları sonucunda da; Detaylı Temel Toprak Haritası, Arazi Yetenek Sınıflaması Haritası, 5403 Sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu (TKAKK)'na göre sınıflama Haritası ve Potansiyel Kullanım Haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan bu haritalardan çalışma alanında en fazla %55 oranla VI. sınıf araziler bulunurken yine bu alandaki arazilerin TKAKK' ya göre %84'ü Marjinal Tarım Arazisi, %11'i Mutlak Tarım Arazisi ve %5'i Tarım Dışı Arazi olarak sınıflandırılmıştır. Ayrıca Mustafalar köyü ve çevresinde gelecek yıllardaki 3 aşamalı arazi kullanımı önerisi haritaları oluşturulmuştur.

**Detailed Soil Survey and Site Assessments of Urban Areas with Rapid Growth Potential: Case Study of Mustafalar, Adana**

**Article Info**

Recieved: 19.09.2019

Accepted: 05.12.2019

Online Published 31.12.2019

DOI: 10.29133/yyutbd.622099

**Keywords**

Detailed Soil Survey and Mapping, Land Use Plan of Mustafalar Village, The master plan

**Abstract:** In the developing world with the rapidly increasing population, the need for resettlement area has increased and the agricultural land has become more threatened. Because of beginning irrigated agriculture in the Çukurova plain in the late 19th century, with continued industrialization and rural-urban migration, Adana has grown in population 5 times in the last 30 years. This study, carried out in the village of Mustafalar in Adana province, detailed soil surveys and land evaluation studies were for development of master plans. Mustafalar village and surrounding areas, covers an area of 17 320 decares. 8 different soil series were described in the survey area and these soil series were classified according to Soil Taxonomy as Alfisol, Inceptisol and Entisol. As a result of soil survey and mapping studies; Detailed Basic Land Map, Land Capability Classification Map, Agricultural Land Classification Map according



to Law No. 5403 on Soil Protection and Land Use and Potential Usage Map of the study area have been created. In the survey area, according to Land Capability Classification IV. and VI. Class land are covering %77 of the total land, according to Law No. 5403 on Soil Protection and Land Use, Marginal Agricultural Land rate was found % 50 and Non-Agricultural Land rate was found % 42. In addition, 3 level maps of land use proposals for the next years in the village of Mustafalar and surrounding areas were created.

\*\* Yüksek Lisans Tezinden türetilmiştir.

## 1. Giriş

Dünya 20. yüzyıldan bu yana hızlı bir şekilde nüfus artışı yaşamaktadır. 1950' li yılların ilk yarısına kadar yaklaşık 2.7 milyar olan dünya nüfusu günümüzde 7,4 milyarı çoktan geçmiş hatta 2050 yılına kadar bu rakamın 10 milyarı bulması tahmin edilmektedir (Worldometers, 2016). Özellikle 20. yüzyılın son 20 senesinde dünya nüfusu en fazla yükselişi göstermiştir. Artan nüfusla birlikte ihtiyaçlar ve talepler de aynı şekilde her geçen gün artmakta ve bunlar da çeşitli sorunları beraberinde getirmektedir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde hızla ilerleyen sanayileşme, giderek azalan ve yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalan dünyamızın doğal kaynakları ve bütün bunların yanında katlanarak artan dünya nüfusu, gelecek konusunda çevresel endişeleri arttırmaktadır. Doğal kaynaklar üzerindeki insan baskısını azaltmak ve doğru arazi kullanımını tekniklerini tanımlamak için, bilimsel esaslı arazi değerlendirme çalışmalarının yürütülmesi gereklidir (AbdelRahman ve ark., 2016). Toprağın korunması, sürdürülebilir kullanılması ancak özelliklerinin iyi belirlenmesi, haritalanması ve veri tabanı oluşturulması ile birlikte gerekli planların uygulanmasıyla mümkün olacaktır (Topçu, 2012). Çünkü toprak ve arazi özelliklerinin detaylı olarak tanımlanması sürdürülebilir arazi yönetimlerinin temelidir (Çelik A., Akça E., 2017).

Toprak kaynaklarına olan ihtiyaçların artması dünyadaki birçok ülke topraklarını detaylı olarak haritalayarak, toprakları yeteneklerine göre kullanma gereğini doğurmuştur (Çullu, 2012). İhtiyaçların giderek artması ve çeşitlenmesi sonucunda kaynaklar üzerinde oluşan baskı, yanlış arazi kullanımını da beraberinde getirerek, arazi varlıklarının tahrip edilmesine ve yoksulluk başta olmak üzere çok çeşitli sosyal problemlerin yaşanmasına zemin hazırlamaktadır (FAO, 1976).

Ülkemizdeki 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunundaki bazı açıklıklar arazilerin doğru şekilde kullanılması konusunda eksikliklere sebebiyet vermektedir. Bu yüzden en verimli araziler yerleşim alanı ve sanayi alanı olarak kullanılmakta, öte yandan da ormanlar ve meralardan tarlalar açılarak tarım alanı kazanılmaya çalışılmaktadır (Akten, 2008). Arazi kullanım kararlarının doğal kaynaklara kalıcı zararlar vermeyecek şekilde alınabilmesi için arazi kullanım planlarının yapılması ve uygulamaya konulmasını gerektirmektedir (Şenol, 2010). Böylesi plansız bir şekilde devam eden ve tehditlere açık olan bir sistemin uzun ömürlü ve sürdürülebilir olması düşünülemez.

Toprağın vazgeçilemez ve sınırlı üretim faktörlerinden biri olması nedeniyle tarım dışı kullanımlarının önlenmesi için, topraklarımızın yetenek ve niteliklerinin belirlenmesi, Arazi Kullanım Planlamasının yapılması bir zorunluktur (Topçu, 2012). Ayrıca mevcut toprak haritaları gözden geçirilerek, ülkemizdeki bütün tarım arazilerine yönelik Arazi Kullanım Planlarının ivedilikle hazırlanması gereklidir. Hızlı ve kontrol dışı kentleşmenin tarım arazilerini tehdit etmeye başladığı alanlarda geri dönüşümü olmayan arazi kullanımlarının oluşmaması adına tarımsal nitelikli, mera ve orman alanların korunması sürdürülebilir bir arazi yönetimi için önemlidir (Yakar, 2013). Ülkemizde kentsel alanlarda arazi kullanımları, imar planları ile belirlenmekte ve buna göre uygun araziler oluşturulmaktadır. Hangi alanlar konut alanları, hangi alanlar kamu tesis alanları, nereler yol ve yeşil alanlar bu planlarla belirlenmektedir. Ancak planlama aşamasında plana esas veri eksikliğinden kaynaklı ideal planlar oluşturulamamaktadır (Yakar, 2013)

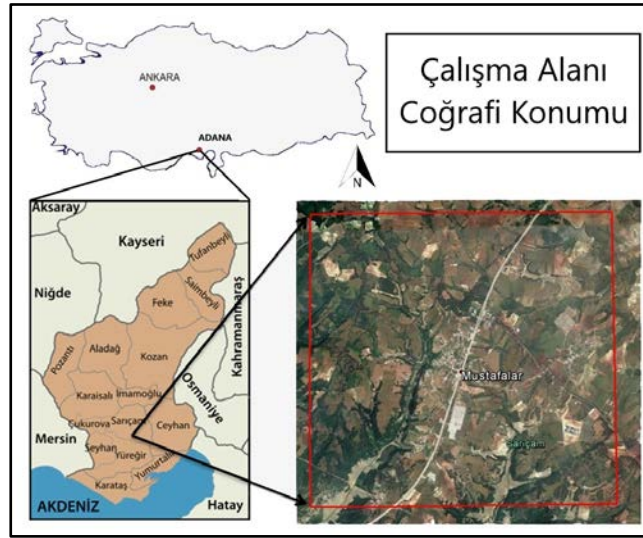
İşte bu çalışmada, şehirleşmenin ve sanayi kuruluşlarının, kontrolsüz bir şekilde tehdit etmeye başladığı, mera, orman ve tarımsal arazilerin yoğun olarak bulunduğu, Adana ilinin Sarıçam ilçesine bağlı Mustafalar köyü ve çevresinde detaylı toprak etüt – haritalama ve arazi değerlendirme çalışmaları yapılmıştır. Yereldeki karar vericilerin arazi kullanımı hakkında alacakları kararlarda, elde edilen bu bilgileri altlık olarak kullanmaları çalışma alanı için en doğru kullanım kararlarını almaları amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışma Adana iline bağlı Sarıçam ilçesinin 3707'57.31" ve 3705'44.45" kuzey enlemleri ve 35029'17.62" ve 35032'8.97" doğu boylamları arasında kalan alanda gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Çalışma Mustafalar köyünün gelecekteki büyüme potansiyeli dikkate alınarak Mustafalar köyü ve çevresindeki 1 732 ha'lık alanda yürütülmüştür.

Çalışmada altlık kartografik materyal olarak 17.08.2014 tarihli Quickbird uydu görüntüleri ve SPOT-5 uydusunun Google Earth uygulamasındaki görüntüleri kullanılmıştır. Bununla beraber, çalışma alanına ait Harita Genel Komutanlığından elde edilen 1:25.000 ölçekli standart topoğrafik harita, Maden Tetkik Arama Enstitüsü'nden (MTA) elde edilen 1:25.000 ölçekli jeoloji haritası ve Adana Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden alınan iklim verileri kullanılmıştır. Ayrıca Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılmış olan Adana İli Arazi Varlığı Raporu da (Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, 1996) diğer yardımcı kartografik materyal olarak kullanılmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanı coğrafi konumu.

Mustafalar köyü, Adana ilinin kuzeydoğusunda, il merkezine 20 km ve Sarıçam ilçesine 12 km uzaklıkta bulunmaktadır. Çalışma alanında Mustafalar köyünün yanı sıra Kızılkış, Kılıçlı, Aydınurdu, Yeniayla, Gökbuket köylerinin bir bölümü yer almaktadır. 1 732 ha'lık çalışma alanının 55 ha'ı tarım dışı (yerleşim yerleri, kamu tesisleri, özel tesisler vb.) arazilerden oluşmaktadır. Çalışma alanında Buğday, Arpa, Turunçgiller, Nar ve Zeytin yetiştiriciliği yapılan önemli tarımsal ürünlerdendir. Çalışma alanında toplamda yaklaşık 425 ha çam ormanın yanı sıra yaklaşık 21 ha kadar kültüre alınmış zeytin bahçesi bulunmaktadır. Bunların dışında kalan 1 230 ha'lık alan ise diğer tarımsal faaliyetlerin bulunduğu alanlar olarak kullanılmaktadır. Çalışma alanında tipik Akdeniz İklimi hüküm sürmektedir. Yağışların yarısı kış aylarında diğer yarısı da ilkbahar ve sonbaharda görülmektedir. Yaz aylarında 2-3 ay yağış düşmemektedir. Çalışma alanı toprak nem rejimi Xeric olarak belirlenmiştir. Yıllık ortalama toprak sıcaklığının 50 cm derinlikte 21.1°C olması nedeniyle toprak sıcaklık rejimi Thermic olarak belirlenmiştir. MTA'dan elde edilen verilere göre 2 farklı jeolojik yapı bulunmaktadır. Alansal dağılım olarak en fazla görülen jeolojik yapı pliyosen yaşta karasal kıvrımlardır. Çalışma alanındaki diğer jeolojik yapı ise kuvarterner yaşta travertenlerdir.

### 2.2. Yöntem

Çalışma alanı temel toprak haritasında, haritalama ünitesi olarak, toprak serileri ve bu toprak serilerinin üst toprak tekstürü, eğim, taşlılık, derinlik fazları esas alınmıştır. Haritalama ünitesi olarak toprak serilerinin seçilmesinin nedeni doğal toprak sınıflama sistemi içerisinde toprak serilerinin tüm karakteristiklerinin benzersiz bir varlık olarak kapsanması ve topraklarla ilgili bütün yorumlamalara

olanak vermesidir. Araştırma alanında yapılan temel toprak etüt ve haritalama çalışmasında üç aşamada gerçekleştirilmiştir. 1. Büro Çalışması olarak adlandırılan ilk aşamada temel kartografik materyal olarak Quickbird uydu görüntüleri kullanılmış, bu görüntülerin coğrafi düzeltmesi yapılmış, sınıflandırılmış, çalışma alanı sınırları arazi gözlemleri ile doğrudan uydu görüntüsü üzerine aktarılmıştır. Geçici toprak sınırlarını çizmek için farklı yeryüzü şekillerinin belirgin bir şekilde ayrılabilirdiği, arazi ve uydu görüntüsü yorumuna dayanan fizyografik analiz yöntemini seçilmiştir. Ayrıca bu aşamada çalışma alanında var olan farklı toprak serilerini temsil edebilecek yerlerden, yeter sayıda profil çukurlarının (nokta) yerleri belirlenmiştir. 1. Arazi çalışması olarak isimlendirilen bu 2. aşamada belirlenen noktalarında bir kazıcı yardımıyla toplamda 11 adet profil çukurları açılmış bunlardan 8 tanesi farklı toprak serisi olarak tanımlanmıştır. Tanımlanan her bir profil çukuru horizon esasına göre seri düzeyinde Soil Survey Staff (1994)' e göre tanımlanarak isimlendirilmiştir. Birinci arazi çalışmaları aşamasında haritalama lejantı hazırlanmış, toprak serilerinin olası yayılım alanları da gözetilerek lejant için gerekli olabilecek bilgiler toplanmıştır. Toprak serilerinden horizon esasına göre alınmış toprak örnekleri analize hazırlanarak fiziksel ve kimyasal analizler için laboratuvara taşınmıştır. Toprak pH'sı 1:2,5 toprak:saf su karışımından pH metre ile (Nesmith, 1972), EC hazırlanan saturasyon çamurundan elektriksel iletkenliğinin ölçülmesiyle (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954), organik madde Allison (1965)'a göre, kanyon değişim kapasitesi ve sodyum asetat ekstrasyonu yöntemi ile (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954), kireç Scheibler kalsimetresi ile (Schlichting ve Blume, 1966) ve toprak tekstürü Bouyoucos (1952) tarafından esasları belirlenen hidrometre yöntemi ile belirlenmiştir.

Üçüncü ve son aşamada ise, sınıflandırılmış uydu görüntüleri üzerine yorumlama ile çizilen farklı toprak seri ve faz sınırları, arazide en fazla 400 metre aralıklarla 120 cm derinliğe kadar toprak burgusu kullanılarak kontrol edilmiştir. Arazi çalışmaları sonucunda kartografik materyaller üzerine sınırlar çizilmiş ve sınırlar içerisinde kalan alanları tanımlayan haritalama birimleri ArcGIS yazılımı yardımıyla bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Bu aktarımda altlık olarak kullanılan Quickbird uydu verisi üzerine, toprak özelliklerini tanımlayan 327 adet haritalama birimi çizilmiştir. Tespit edilen toprak serileri dünyada yaygın olarak kullanılan Toprak Taksonomisi (Soil Survey Staff, 2014) ve FAO/UNESCO Dünya Toprak Haritası Lejantı (WRB, 2014) toprak sınıflama sistemleri kullanılarak sınıflamaları yapılmıştır.

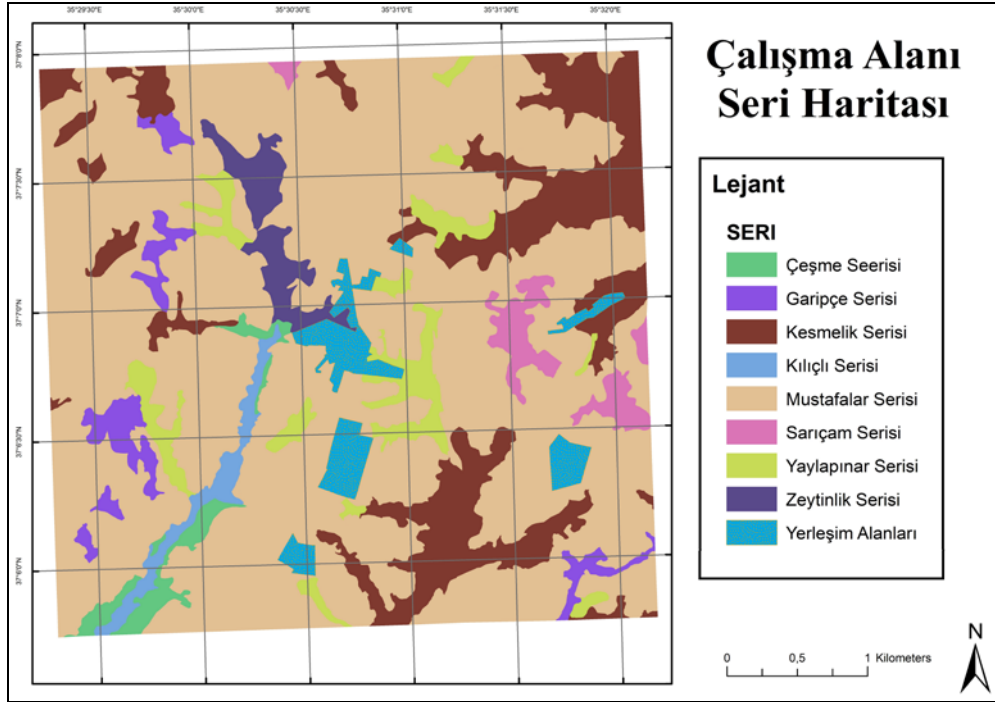
Arazi ve toprakların sınıflandırılması işlemlerinin bir diğeri de Tarım Orman Bakanlığı'nın halen uygulamakta olduğu ve 03.07.2005 tarihinde yürürlüğe giren 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu (TKAKK)'na göre olan sınıflandırmadır. Söz konusu bu kanunun 15.12.2005 tarih ve 26024 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmış olan uygulama yönetmeliğinin öngördüğü hususlar esas alınmıştır. Oluşturulan detaylı toprak haritaları doğrultusunda ve Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu ilgili uygulama yönetmeliğinin öngördüğü hususlara göre çalışma alanı *Mutlak Tarım Arazisi*, *Marjinal Tarım Arazisi*, *Dikili Tarım Arazisi* ve *Diğer Araziler* (Orman Alanı, Toprak Olmayan Alan ve Yerleşim Alanı) olmak üzere sınıflandırılmıştır.

Bu değerlendirme çalışmasının yanı sıra yapılan temel toprak haritaları ve mevcut arazi kullanım bilgileri de kullanılarak, alanın uluslararası bir sınıflama sistemi olan arazi yetenek sınıflaması (Klingebiel ve Montgomery, 1961) haritasında oluşturulmuştur. Temel toprak haritalarının toprak bilimi dışında uzmanlar tarafından da yorum ve kullanımını kolaylaştırmak için toprakların tarımsal ve tarım dışı amaçlı çeşitli kullanımlara uygunluğunun saptandığı ve sonuçta 1:25.000 ölçekli Potansiyel Arazi Kullanım ve Tarımsal Kullanıma Uygunluk Haritalarının hazırlandığı arazi değerlendirme çalışmaları yapılmıştır. Araştırma alanının arazi değerlendirmesi ve İdeal Arazi Kullanım Planlaması, FAO (1977) tarafından arazi değerlendirme çalışmalarında kullanılmak üzere yayınlanan ilkelerin, Şenol (1983), Şenol ve Tekeş (1995) tarafından Türkiye koşullarına uyarlanması sonucu geliştirilen ŞENOL Arazi Değerlendirme Sistemi ile yapılmıştır.

### 3. Bulgular

Araştırma alanında 5 ayrı fizyografik birim üzerinde oluşmuş toplam 8 farklı toprak serisi tanımlanmıştır (Şekil 2). Bu toprak serilerinden Mustafalar, Garipçe ve Sarıçam serileri yaşlı deniz terasları, Yaylapınar ve Zeytinlik serileri vadi tabanlarında, Çeşme serisi kil taşı ana materyali üzerinde, Kılıçlı serisi alüvyal taban arazide, Kesmelik serisi marn ana materyali üzerinde

tanımlanmışlardır. Serilerin alansal dağılımları ve Soil Taxonomy ve World Reference Base (WRB) sınıflandırma sistemlerine göre hangi sınıflara dahil oldukları Çizelge 1.'de verilmiştir.



Şekil 2. Çalışma alanı seri haritası

Çizelge 1. Çalışma alanı toprak serileri dağılımı ve sınıflandırmaları

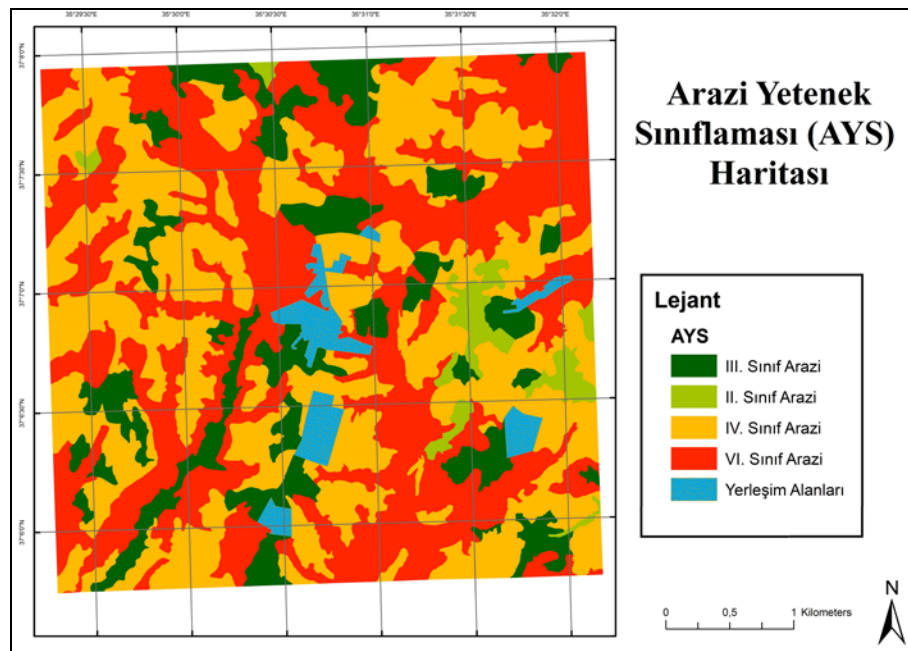
Seri Adı	Alansal Dağılımı		Soil Taxonomy	WRB
	ha	%		
Sarıçam	33.81	2.02	Calcic Haploxeralf	Calcic Luvisol
Garipçe	43.28	2.58	Typic Calcixerepts	Haplic Calcisol
Mustafalar	1197.56	71.41	Petrocalcic Calcixerepts	Haplic Regosol
Kesmelik	234.36	13.98	Calcic Haploxerepts	Haplic Regosol
Yaylapınar	76.6	4.57	Typic Xerofluvent	Calcaric Fluvisol
Zeytinlik	46.2	2.76	Typic Xerofluvent	Calcaric Fluvisol
Çeşme	20.45	1.22	Vertic Xerofluvent	Calcaric Fluvisol
Kılıçlı	1.47	24.65	Vertic Xerofluvent	Calcaric Fluvisol

Çalışma alanı topraklarının %61.02'si çok sıg (0-30 cm), %25.55'i sıg (30-60 cm), %9.03'ü derin (60-90 cm), %1.40'ı çok derin (>90 cm) olarak tespit edilmiştir. Arazinin %52.15'lik kısmında eğim %0-2 arasında iken %40.21'lik alanında %2-6 arasında ve %7.64'lük alanda %6'dan fazla olarak tespit edilmiştir. Üst toprak tekstürü genellikle hafif ve orta bünyeli olması nedeniyle tohum çimlenmesinde ve çıkışında sorun yaratmayacağı öngörülmüşken, %18,96 oranındaki alanda görülen siltli killi tın üst toprak tekstürün bulunduğu topraklarda görülebilecek kaymak tabakası oluşumuna dikkat edilmesi gerekmektedir. Araştırma alanı topraklarının % 61'i en fazla 30 cm derinliğe sahip olduğundan, derin köklü bitkilerin yetiştiriciliğini engellemektedir. Özellikle çalışma alanının topraklarının %48'inin eğimli ya da çok dik eğimli olduğu da düşünülürse, yanlış yapılacak olan amenejman tekniklerinin toprağın erozyonla kayıp olmaması için doğru uygulamalar yapmak sürdürülebilir üretim faaliyetleri için bir zorunluluk haline gelmiştir.

Yapılan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına göre; çalışma alanı topraklarının pH değeri 7.42-8.15 arasında olup reaksiyonları hafif-kuvvetli bazik arasında değişmektedir. Genel olarak yüksek miktarda kireç içermesi pH değerlerinin 7'nin üzerinde ölçülmesine sebep olmuştur. Aynı zamanda bu topraklardaki pH'nın 8.5 üzerinde ölçülmemesinin sebebi olarak da değişebilir Na içeriğinin yüksek olmamasıdır. Buradan hareketle çalışma alanı topraklarında yapılacak olan tarımsal

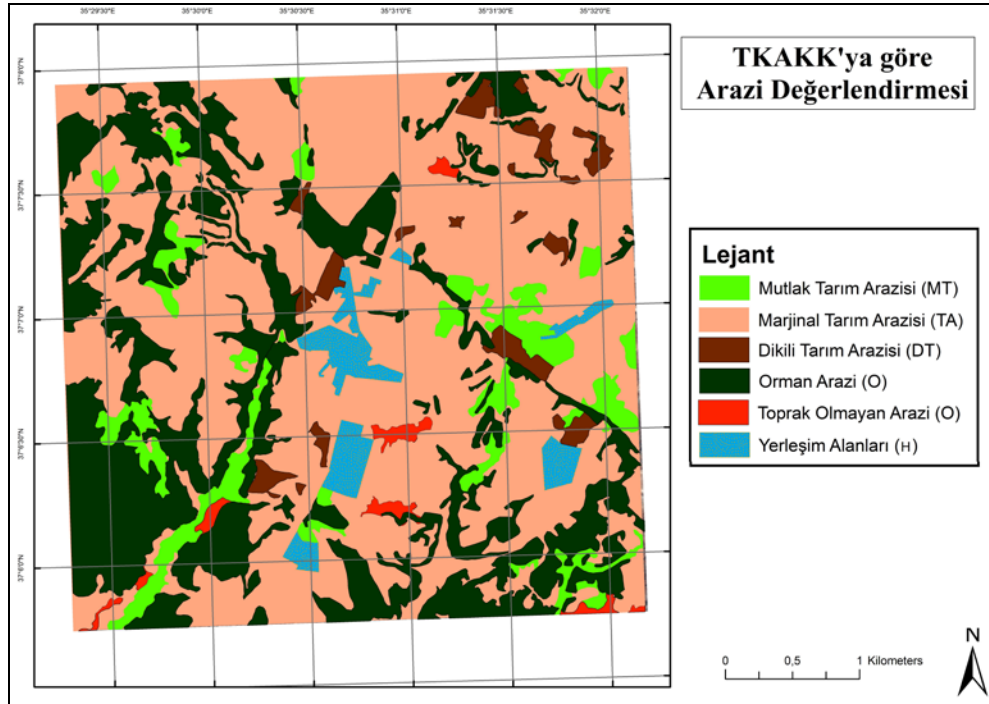
üretimlerde pH'nın sınırlayıcı bir faktör olarak yer almayacağı anlaşılmıştır. Kireç içeriği incelendiğinde, toprakların büyük çoğunluğunun çok yüksek kireç içeriğine sahip oldukları görülmektedir. Ortalama kireç içeriği en düşük ( % 19.6 ) olan toprak serisi Sarıçam serisi, en yüksek olan toprak serileri ise değerleri birbirine çok yakın olan Kescelik (% 57.6) ve Zeytinlik (% 57.8) serileri olarak belirlenmiştir. Çalışma alanının büyük kısmında yayılım gösteren kireç içeriği yüksek topraklar, tarımsal üretim açısından kirece dayanıksız olan bitkiler için sorun olabilecek seviyededir. Ancak çalışma alanı için önerilen arazi kullanım türlerinden İncir, Zeytin, Soğan, Sarımsak, Buğday, Pamuk ve Ayçiçeği gibi kirece dayanıklı bitkiler için sorun teşkil etmeyeceği öngörülmüştür. Çalışma alanında yer alan toprak serilerinin hiçbirinde önemli düzeyde tuzluluk sorunu tespit edilmemiştir. Organik madde içeriği % 1.06 ile % 1.90 arasında değişmektedir. Araştırma alanı topraklarında tarımsal üretimde fark yaratabilmek için toprakların organik maddece zenginleştirilmesi gerekmektedir. Genellikle kil tekstüre sahip çalışma alanı toprakları bazı arazi kullanım türleri için ciddi sorun oluşturabilecektir. Tercih edilecek olan tarımsal ürün çeşitlerinin daha çok ağır bünyeli topraklara adapte olabilecek ürünler olmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Katyon Değişim Kapasitesi (KDK) değerleri 11.60 me/100 gr ile 38.50 me/100 gr arasında değişmektedir. En yüksek KDK değerlerine, Sarıçam serisinin Btss horizonlarında rastlanmıştır. Çalışma alanının en ince bünyeli toprak serisi Çeşme serisi olup, bu toprak serisinde kil içeriği % 52.5 ile % 75 arasında değişmektedir.

Yapılan arazi yetenek sınıflaması sonucunda ise %1.64'lik alan II. Sınıf, %10.89'luk alan III. Sınıf, %32.11'lik alan IV. Sınıf ve %55.36'lık alan VI. Sınıf olarak tespit edilmiştir (Şekil 3). Yapılan arazi değerlendirmeleri sonucunda araştırma alanı arazilerinin büyük bir bölümünün eğimli ve/veya toprak derinliğinin sığ ya da çok sığ olmasından dolayı çalışma alanının %12.54'ünü II. ve III. sınıf araziler oluşturmaktadır. Bu denli az miktardaki verimli alanlarda tercih edilecek olan arazi kullanım türü mutlak suretle tarımsal ürün yetiştiriciliği olmalıdır. Aksi halde yöredeki üretim potansiyelinin en yüksek olduğu topraklar uygun şekilde yönetilememiş olacaktır. Yaklaşık 538 ha olarak tespit edilen IV. sınıf arazilerde devamlı olarak çayır-mera kullanımına uygundur. Bu sınıf arazilerde de kısmen tarla bitkileri yetiştiriciliği yapılabileceği gibi bu üretim modelini eğim, derinlik ve kısmen de taşlılık tarımsal faaliyetleri sınırlar niteliktedir. Yine bu sınıf içindeki alüviyal taban arazilerde ağır bünyeli toprak profilleri bitki yetiştiriciliğinde sorun oluşturabilecektir. Araştırma alanında %55'lik bir alanda bulunan VI. sınıf arazilerde eğimli, erozyon riskine maruz kalabileceğinden dolayı orman veya mera olarak kullanımında dahi dikkat edilmeli ya da tedbirler alınmalıdır.



Şekil 3. Çalışma alanı Arazi Yetenek Sınıflaması (AYS) hartası.

Çalışmanın arazi değerlendirme çalışmalarından birisi de 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanuna (TKAKK) göre yapılan arazi değerlendirme çalışmasıdır. Bu çalışmada arazilerin mevcut durumları da dikkate alınarak sınıflama yapılmış gelecekte yapılacak olan çalışmalarda hangi arazilerin hangi uygulamalar için uygun olabileceğinin altlığı verilmiştir. Çalışma alanında TKAKK'a göre sınıflandırılmış arazilerin alanları, toplam alana oranları Çizelge 2'de ve ilgili alan dağılımlarının haritası ise Şekil 4'de verilmiştir. Hali hazır orman arazilerinin çalışma alanında önemli bir yer (%27.3) kaplamasının yanı sıra arazideki bazı toprak ve topografik sınırlamalar nedeniyle üzerinde sadece geleneksel toprak işlemeli tarım yapıldığı marjinal tarım arazileri çalışma alanının %51'ini oluşturmaktadır. Çalışma bölgesinde yapılan tarımsal faaliyetler genellikle kuru tarım ya da tek yıllık bitki yetiştiriciliği olduğu için dikili tarım yapılan alanlar (% 6.9) kısıtlı kalmıştır. Buna sebep olarak da çalışma alanının % 86.5'inin toprak derinliğinin çok sığ veya sığ olmasıdır. Ana kayanın yüzeye çıkması ya da malzeme alınması nedeniyle üzerinde tarımsal bir faaliyet yapabilmek için yeterli toprağın bulunmadığı toprak olmayan arazi miktarı (% 1.2) ve yerleşim yerlerinin kapladığı alanların (% 3.2) henüz çok fazla olmaması, bu araziler için yapılan kullanım planlaması çalışmalarının gerekliliğini bir kez daha ortaya koymaktadır.



Şekil 4. Çalışma alanı TKAKK'ya göre arazi sınıflaması haritası.

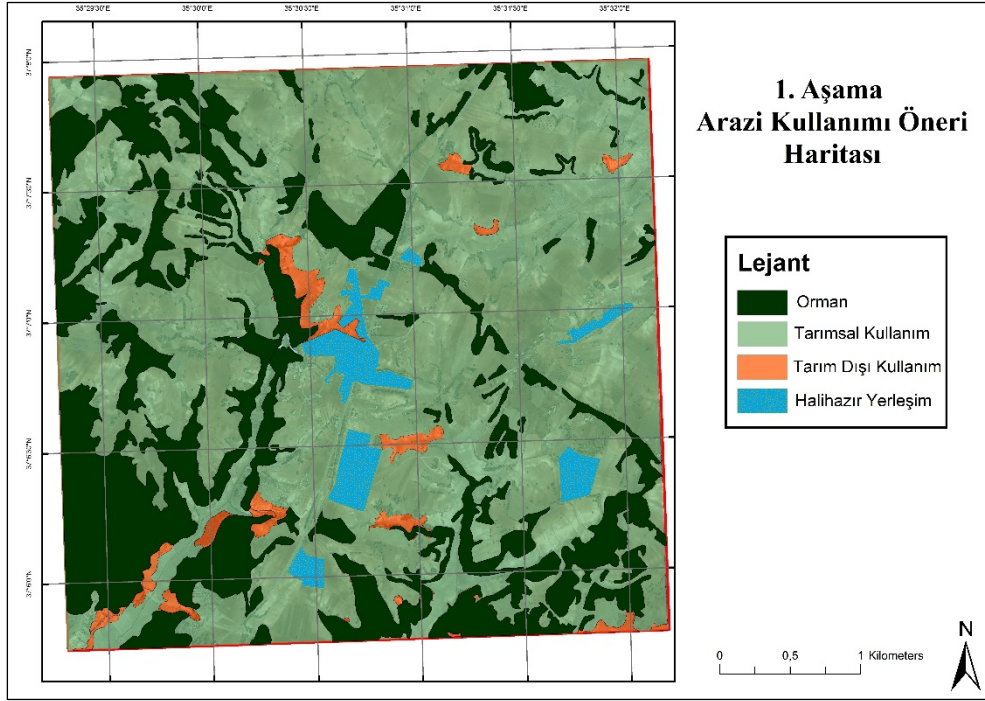
Çizelge 2. Çalışma alanında TKAKK'a göre sınıflandırılmış arazilerin toplam alana oranları

TKAKK Sınıfı	Alan (ha)	Toplan Alana Oranı
Mutlak Tarım Arazisi	179.8	10.4
Marjinal Tarım Arazisi	883	51
Dikili Tarım Arazisi	119.1	6.9
Diğer Tarım Arazileri	<i>Orman</i>	27.3
	<i>Toprak Olmayan</i>	1.2
	<i>Yerleşim Alanları</i>	3.2

Bütün bu çalışmaların sonucunda çalışma alanı arazileri için gelecek yıllar içerisinde gerçekleştirilecek olan nüfus artışı ve kentsel alan ihtiyacını karşılamak üzere 1., 2. ve 3. Aşama arazi kullanım önerisi haritaları oluşturulmuştur. Bu kullanım önerileri yörenin iklimsel faktörleri de göz önünde bulundurularak öncelikle arazi yetenek sınıfı, toprak derinliği ve eğim gibi özellikleri de incelenerek oluşturulmuş bir yorum haritası niteliğindedir. Tarımsal Kullanım, Tarım Dışı Kullanım,

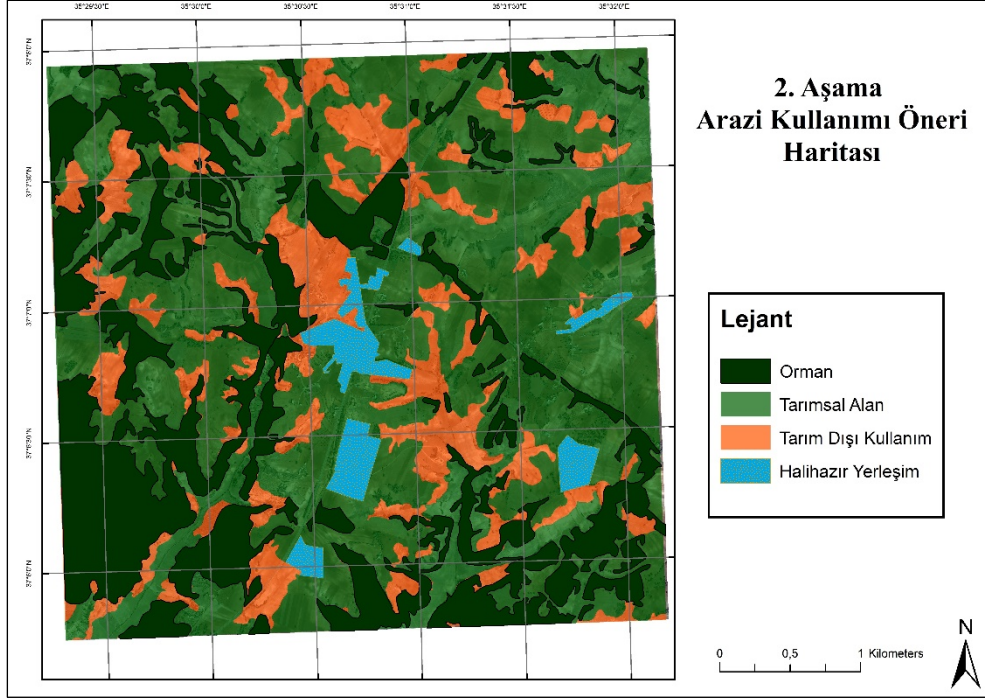
Halihazır Orman Alanları ve Halihazır Yerleşim Alanları olmak üzere 4 farklı arazi kullanım modeli önerilmiştir. Hali hazırdaki orman arazilerinin mutlak koşulda orman kalması yalnızca 6831 sayılı Orman Kanunu ve 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu kapsamında farklı bir kullanıma izin verilmesi önerilmiştir. Aynı şekilde çalışma alanında bulunan yaklaşık 21 ha'lık bir alanda bulunan Zeytinlik arazilerde ayrıca değerlendirilmiş, 3573 Sayılı Zeytin Kanununu kapsamında kullanıcıların tasarrufunda olması önerilmiştir.

1. Aşama Arazi Kullanımı Öneri haritasında mevcut yerleşim alanlarına ek olarak ihtiyaç olabilecek kentsel ve sanayi yerleşim alanları için gerekli yerler Tarım Dışı Kullanım alanı için önerilmiştir (Şekil 5). Bu alanlar belirlenirken Eğim, Derinlik, Arazi Yetenek Sınıfı dikkate alınıp bunların korelasyonu sonucu en verimsizler Tarım Dışı olarak önerilmiştir.



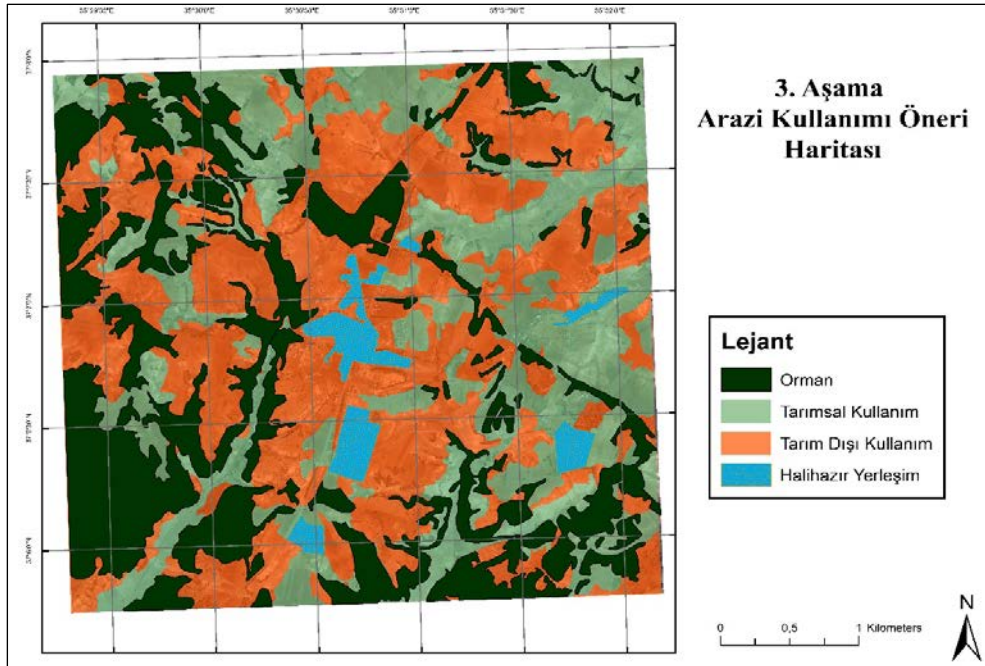
Şekil 5. 1. aşama arazi kullanımı öneri haritası.

2. aşama arazi kullanımı öneri haritası 1. aşamada tarım dışı kullanılabileceği önerilen arazilerin tamamının kullanılması ve buna rağmen tarım dışı arazi ihtiyaçların halen devam etmesi durumunda kullanılacak bir öneri haritasıdır (Şekil 6). Bu aşamada da yine bir önceki arazi kullanımı öneri haritasında olduğu gibi mevcut orman alanlarının korunmasının devamlılığı sağlanmıştır. 1. aşamadaki tarımsal alan olarak önerilen ancak toprakların eğim, derinlik ve taşlılık özellikleri bakımından en az yetenekli olanların tarım dışı olarak kullanılabileceği tavsiye edilmiştir. 1. aşamadan farklı olarak eğimi %2-6, derinliği 0-30 cm ve yüzey taşlılığı %15'den az olan araziler 2. aşamada tarım dışı kullanımı önerilen araziler olmuştur.



Şekil 6. 2. aşama arazi kullanımı öneri haritası.

3. aşama arazi kullanım haritasında da yine mevcut orman varlıkları korunmak suretiyle öneride bulunulmuştur. Bu aşamada 2.aşamadan farklı olarak eğimi %0-2 arasında olmasına rağmen derinliği 30 cm'den az olan toprakların bulunduğu arazilerin tarım dışı olarak kullanılabilceği önerilmiştir (Şekil 7). Öneri haritalarında Tarım Dışı Kullanım olarak sınıflandırılan alanlar hali hazırda tarımsal olarak kullanılmaktadır. Ancak ileride doğabilecek Kentsel ve/veya Sanayi alanları için kullanılması gereken alanların öneri haritalarında belirlenen yerler olmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Aksi bir durumda yani Kentsel ve/veya Sanayi alanı ihtiyaç olmaması halinde Tarım Dışı Kullanım önerisi yapılan arazilerde hali hazır kullanımlarının devam etmesinde hiçbir sakınca bulunmamaktadır.



Şekil 7. 3.aşama arazi kullanımı öneri haritası.



#### 4. Tartışma ve Sonuç

Adana ilinin sulu tarıma açıldığı süreden bu zamana kadar ki geçen süreçte tarımsal verimliliği yüksek olan birçok arazi yerleşim alanı veya sanayi alanı olarak, birçok mera ve orman alanı ise tarımsal alana dönüştürülmüştür. Verimli tarım alanlarının daralmasıyla başta doğal tahribat olmak üzere, çevre kirliliği ve alt yapı sorunlarına da neden olmaktadır. Tarım arazilerinin bu derece hızlı bir şekilde tahrip olduğu Adana ilinde geride kalan verimli arazileri doğru bir yönetim şekliyle gelecek nesillere miras bırakılabilmelidir. Yapılan bu çalışmada Adana’da günümüzde kentsel gelişimin yöneldiği alanların içerisinde bulunan Sarıçam ilçesine bağlı Mustafalar köyünde detaylı toprak etüt – haritalaması yapılarak ideal ve potansiyel arazi kullanım planları oluşturulmuştur. Bu planlamalar doğrultusunda geleceğe yönelik planlamalara altlık olabilecek tematik haritalar üretilerek yeni kullanım yöntemlerinin geliştirilmesi üzerinde önemli bulgular elde edilmiştir. Hâlihazır haritalar ve TKAKK sınıflandırması sonrası oluşan haritalarının karşılaştırılması sonucunda hâlihazır haritada tespit edilen Orman ve Tarımsal alanlar TKAKK’ nun önerdiği orman ve tarımsal alanlardan çok daha fazladır. Bu da etüt alanında henüz tarımsal alanların yerini kentsel alanların, ormanların yerini de tarımsal alanların almadığını göstermektedir. Bu sebeple kentleşme ve sanayileşme potansiyeli yüksek olan Mustafalar köyünde arazi kullanım önerileri dikkate alınmalı, araziler maksimum faydayı sağlayacak şekilde ve yeteneğine uygun olarak yönetilmelidir.

#### Teşekkür

Bu çalışmaya Çukurova Üniversitesi BAP Birimi tarafından desteklenmiştir.

#### Kaynakça

- Abdelrahman, M.A., Natarajan, A. & Hegde, R. (2016). *Assessment Of Land Suitability And Capability By Integrating Remote Sensing And GIs For Agriculture In Chamarajanagar District*, Karnataka, India. *The Egyptian Journal Of Remote Sensing And Space Science*, 19(1), Pp.125-141.
- Allison, L.E. (1965). *Organic Carbon In Methods Of Soil Analysis*. (Editor: Black, C.A.). Amer. Soc. Agron. Mon. 9. Madison, Wis
- Akten, M. (2008). Isparta Ovasının Optimal Alan Kullanım Planlaması Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Isparta, Türkiye
- Bouyoucus, G.J. (1951). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, 43, 434-438.
- Çelik, A., & Akça, E. (2017). Adıyaman’da eğimli akarsu seki topraklarının sürdürülebilir kullanımı için öneriler. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(1), 130-141.
- Çullu, M.A. (2012). *Toprak Etüt Haritalama ve Toprak Yönetimi Gerekliği*. Toprak Bilim ve Bitki Besleme Dergisi. Vol.1 Sayı 1, Ss. 23-25
- FAO. (1976). A Framework For Land Evaluation. Fao Soils Bulletin No.32, Rome.
- FAO. (1977). *A Framework for Land Evaluation*, International Institute For Land Reclamation And Improvement/Ilırı, Publication 22, Wageningen, The Netherlands, 87 P.
- FAO-UNESCO. (1990). *Soil Map of the World*. Revised Legend. World Soil Resource Report 60. Rome.
- Klingebl, A.A. & Montgomery, P. H., 1961. Land Capability Classification. Agricultural Handbook 210. Soil Conservation Service, US Gov. Print. Office, Washington DC.
- Nesmith, W.E.J., Geraldson, C.M. & Woltz, S.S., (1972). The interpretation of soluble salt test and soil analysis by different procedures. *Florida Flower Grower*, 9(4), 5.
- Schlichting, E. & Blume, E. (1966). *Bodenkundliches Praktikum*. Verlag Paul Parey, Hamburg Und Berlin: Preis: Kartoniert
- Soil Survey Staff (1993). *Soil Survey Manual*., United States Department Of Agriculture, Handbook No.18.
- Soil Survey Staff. (1998). *Keys to Soil Taxonomy*. Natural Resources Conservation Service, Eighth Edition. USDA, Washington D.C.

- Solmaz, M. İsmail, & Şenol, S. (2010). Eğimli arazilerin detaylı toprak etüd ve haritalanması için uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri teknolojilerini kullanarak yeni yöntemlerin geliştirilmesi
- Sönmez, M. E. (2011). Adana şehrinin alansal gelişimi ve yakın çevresinin arazi kullanımında meydana gelen değişimler. *Türk Coğrafya Dergisi*
- Şenol, S. (1983). Arazi Toplulaştırma Çalışmalarında Kullanılabilir Niceliksel Yeni Bir Arazi Dereceleme Yönteminin Geliştirilmesi Üzerine Araştırmalar. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 122s.
- Şenol, S. (1994). Bilgisayar destekli bir model yardımıyla göksu deltası topraklarının tarımsal kullanıma uygunluk sınıflaması. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 18(5), 437-443.
- Şenol, S. & Tekeş, Y. (1995). Arazi Değerlendirme ve Arazi Kullanım Planlaması Amacıyla Geliştirilmiş Bir Bilgisayar Modeli. Türkiye toprak ilmi derneği, ilhan akalan toprak ve çevre sempozyumu, Yayın No:7, Cilt 1, 204-210.
- Şenol, S., Aksoy, E., Çullu, M.A., Bayramın, İ., Kılıç, Ş., Dingil, M., Koca, Y.K. (2010). Türkiye'de Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu Gereği Yapılması Zorunlu Toprak Etütleri ve Önemi. Ziraat Mühendisliği V11 Teknik Kongresi, Ankara, Türkiye, 11-15 Ocak 2010, Cilt.1, Ss.59-71
- Tarım Orman Ve Köyşleri Bakanlığı. (1996). Adana İli Arazi Varlığı Raporu ve Haritası. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. İl Rapor No:1, Ankara
- Topçu, P. (2012). Tarım Arazilerinin Korunması ve Etkin Kullanılmasına Yönelik Politikalar Uzmanlık Tezi. Kalkınma Bakanlığı Yayın No: 2836
- U.S. Salinity Laboratory Staff. (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. Editor: Richards, L.A., Usda Agriculture Handbook. No: 60, Us: Government Print Office, Washington D.C. USA.
- Worldometers. (2016). Countries in the world by population. <https://www.worldometers.info/> Erişim tarihi: 16.06.2016.
- Yakar, A. (2013). Kentsel Gelişme Alanlarında Arazi Kullanımı Ve Değişiminin Sürdürülebilir Arazi Yönetimi Açısından İncelenmesi: Trabzon İli Örneği. KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Tarım Bilimleri Dergisi  
(YYU Journal of Agricultural Science)



<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Araştırma Makalesi (Research Article)

**Antifungal and Antibacterial Effect of Dodder (*Cuscuta campestris*) Used for Hepatitis Treatment of Mothers and Newborn Infants in Province Mardin in Turkey**

Pınar ERECEVİT SÖNMEZ <sup>\*1</sup>, Sevda KIRBAĞ<sup>2</sup>, Şule İNCİ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Medical Services and Techniques, Pertek Sakine Genç Vocational School, Munzur University, TR 62000-Tunceli, TURKEY<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Department of Biology, Science Faculty, Fırat University, TR 23119-Elazığ, TURKEY

\*Corresponding author e-mail: pinarecevit@hotmail.com, perecevit@munzur.edu.tr

**Article Info**

Received: 17.08.2019

Accepted: 11.12.2019

Online Published 31.12.2019

DOI: 10.29133/yyutbd.605970

**Keywords**

Agar disc diffusion method,  
Antimicrobial effect,  
Dodder,  
Pathogen microorganisms,  
The broth microdilution.

**Abstract:** Dodder is a plant used for the hepatitis treatment in new born infants in and around Mardin. The aim of this research to determine the antifungal and antibacterial effects of traditionally used dooder is known as a regional folk remedy. Thus and so, the efficacy of the drug has been demonstrated by the inclusion of natural therapeutic antimicrobial agents such as anti-inflammatory and wound healing, including infectious diseases. The antimicrobial effects of these plant was analyzed against bacteria, yeast and dermatopyta fungi by the agar disc diffusion method. The nominal concentration of the plant to prevent from the development of microorganisms was detected with the broth microdilutions method. It was determined that it had sensitive and moderately sensitive antimicrobial effect against all of microrganisms (13-19.66 mm/inhibition zone), growth of tested microrganisms were inhibited at 50-6.25 µL.It is though that this natural herbal resource can light the way for treatment of several diseases and direct the next studies because of having the potential for being used as a new antimicrobial agent.

**Türkiye'de Mardin İlindeki Annelerin ve Yenidoğan Bebeklerin Sarılık Tedavisinde Kullanılan Küsküt'ün (*Cuscuta campestris*) Antifungal ve Antibakteriyel Etkileri**

**Makale Bilgileri**

Geliş: 17.08.2019

Kabul: 11.12.2019

Online Yayınlanma 31.12.2019

DOI: 10.29133/yyutbd.605970

**Anahtar kelimeler**

Agar disk diffzyon metod,  
Antimikrobiyal etki,  
Küsküt,  
Patojen mikroorganizmalar,  
Broth mikrodilüsyon.

**Öz:** Küsküt, Mardin ve çevresinde yeni doğan bebeklerde hepatit tedavisi için kullanılan bir bitkidir. Bu araştırmanın amacı yöresel bir halk ilacı olarak bilinen ve geleneksel olarak kullanılan küsküt'ün antifungal ve antibakteriyel etkisini tespit etmektir. Böylece, enfeksiyöz hastalıklar dahil anti-enflamatuar ve yara iyileştirici gibi doğal terapötik antimikrobiyal ajanların dahil edilmesi ile söz konusu ilacın etkinliği ortaya konmuştur. Bu bitkinin antimikrobiyal etkileri agar disk difüzyon yöntemi ile bakteri, maya ve dermatofit funguslara karşı analiz edilmiştir. Bitkinin mikroorganizma gelişimini engellemek için en düşük konsantrasyonu, broth mikrodilüsyon metodu ile tespit edilmiştir. Küsküt bitkisinin; tüm mikroorganizmalara karşı güçlü ve orta düzeyde antimikrobiyal etkiye sahip olduğu (13-19.66 mm/inhibisyon zonu), test mikroorganizmalarının büyümesini 50-6.25 µL de inhibe ettiği tespit edilmiştir. Bu doğal bitkisel kaynağın, yeni bir antimikrobiyal ajan olarak kullanılma potansiyeline sahip olması nedeniyle daha sonraki çalışmaları yönlendirmesi ve çeşitli hastalıkların tedavisine ışık tutacağı düşünülmektedir.

## 1. Introduction

Medicinal plants in rural areas of developing countries, continued to be used as a primary source of medicine for human diseases (Palombo, 2009). While the various plant species are called by similar local names in different regions of Turkey, the same plant species are entitled by the different names. “KÜSKÜT (IKSUT)” or “Dodder” plant that has become like a part of the culture in and around Mardin is one of the quintessence.

This plant drug is used for liver diseases and hepatitis treatment of mothers and newborn infants; it also has identified by the culture and region mentioned. Much as the source of this drug that is benefited with intent to healing by herbalists and spice-sellers has become a research object for a long while, it is impossible to define the plant whose a powder dried part can be able to be obtained only. It was found at the end of the studies that this related fabulous plant is the Dodder (*Cuscuta* spp.) which is a parasite plant (Şekeroğlu and Koca, 2012).

According to Turkish Dictionary of Plant local names called in our country by dodder plant are as follows: Bostanbozan, Canavarotu, Bağbozan, Cinsaçı, Eftimon, Gelinsaçı, Kızıl sarmaşık, Küşküt and Şeytansaçı (Baytop, 1997).

It is proved by studies that due to its components, *C. campestris* (dodder) is effective on atopic dermatitis (Choopani et al., 2016); also effective on some of plant-pathogen fungus (Sin et al., 2011); has anticancer effect (Behbahani, 2014; Noureen et al., 2019); has analgesic, hypothermic, antiinflammatory, anti proliferative effect (Agha et al., 1996; Ghule et al., 2011; Lee et al., 2011); includes beneficial pharmacologically active markers such as kaempferol, bergenin and gallic acid (Singh and Shailajan, 2016). Moreover, *C. pedicellata* Ledeb has an antibacterial effect against isolates of *Xanthomonas campestris* that is isolated from unhealthy fruits (Amna et al., 2014); 24 different types of *Cuscuta* include different phytochemical components for the development of new herbal medicines (Ahmad et al., 2017).

However, it was determined that *Cuscuta* species had hepatoprotective and antioxidant activities (Koca-Caliskan et al., 2014a; Koca-Caliskan et al., 2014b; Koca-Caliskan et al., 2018).

It is also determined by studies that *C. reflexa* has an antibacterial and antifungal effect on *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* and *Aspergillus niger*, *Trichoderma reesei* (Anjum and Khan, 2003; Summit et al., 2010). While extracts of *C. racemosa* including ethanol has partially effective on *S. aureus*, the same material has no antibacterial and antifungal impact on *E. coli*, *P. aeruginosa*, *Candida albicans* and *A. niger* (Ferraz et al., 2010). While extracts of *C. australis* are effective on *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, the same extracts do not display an antimicrobial effect on *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa* (Okiei et al., 2009).

Due to the development of resistant bacterial strains, there is an increase in the number of papers published on antimicrobial activity of plant extracts or different mixtures of plant extracts (synergistic effect) (Akyüz et al., 2012; Kırbağ et al., 2013; Erecevit and Kırbağ, 2017a; Erecevit and Kırbağ, 2017b; Küçükgül Güleç et al., 2014). Additionally cutaneous fungal infections induced by *Trichophyton*, *Microsporum* and *Epidermophyton* are among the most important unsolved global public health problems. Therefore, there is a need to discover new treatment alternatives (Badali et al., 2015).

In the previous studies, antifungal effects against dermatophyte fungi of *Cuscuta campestris* (dodder) have not been reported. For our knowledge, this is the first investigation on the evaluation of antibacterial and especially antifungal activities against *Trichophyton* sp., *Epidermophyton* sp. on methanolic extracts of this species. Moreover, due to its antimicrobial characteristics, is essential in terms of curing several diseases which threaten the human health including “tinea” disease (Kuta et al., 2008) related to *Trichophyton* sp. and *Epidermophyton* sp.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Collection and extraction of plant material

Dodder was collected from were collected during appropriate vegetation as the material from Mardin province in the Eastern Anatolia of Turkey. The taxonomic identification of plant material was

determined by using the Flora of Turkey (Davis, 1970, 1984, 1985); it was performed by Prof Dr. Şemsettin Civelek who is a systematic-botanic specialist from Fırat University. The collected plant was dried and triturated. The grinded plant (5 g) was treated in 20 mL methanol (98.1%) solvent by keeping on a rotary shaker (100 rpm) for 24 h. Thus, the plant extract was obtained. The dodder extracts were filtered by using Whatman filter paper (No1) and stored at 4 °C for further study. Then, 100 µL (25 mg / L) extracts were injected into empty antibiotic paper discs having a diameter of 6 mm (Schleicher & S hüll No: 2668, Germany) to separately try on each of the test microorganisms.

## 2.2. Test microorganisms

The microorganisms that were used for the present investigation; gram positive bacteria, gram negative bacteria, yeasts and dermatophyta fungi (*Staphylococcus aureus* COWAN 1, *Bacillus megaterium* DSM 32, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* DMS 50071 SCOTTA, *Candida albicans* FMC 17, *Candida glabrata* ATCC 66032, *Trichophyton* sp., *Epidermophyton* sp.). These microorganisms were provided by the Department of Biology, Faculty of Science, Fırat University, Microbiology Laboratory, Elazığ-Turkey.

## 2.3. Preparation of microorganism cultures

Bacterial strains will be cultivated in to Nutrient Buyyon medium and are incubated at  $35 \pm 1$  °C for 24 hours. The yeast strain sand dermatophyte fungi are respectively incubated on the Yeast Malt extract and Glucose Sabouroud medium at  $25 \pm 1$  °C for 48 hours. Cultures that grow in the broth medium will be transferred to the broth media tubes with pre-sterilized after setting in the Mc Farland (0.5) Standard tube.

## 2.4. Sensitivity test

The agar disc diffusion method were carried out to determine antimicrobial effect. Mueller Hinton Agar, Yeast Malt Extract Agar and Sabouraud Dextrose Agar sterilized seperately in the erlenmeyer flasks and cooled down to 45-50 °C, with the culture of bacteria, yeast and fungus to be prepared as described above, will be vaccinated at the rate of %1 ( $10^6$  cells / mL of bacteria,  $10^4$  cells / mL yeast and cells / mL dermatophyta fungi as per Mc Farland standard). After shaking well, 15 ml medium is poured in to sterile petri plates and homogenously distributed. The discs (6 mm diameter) with treated 100 microliters of plant extract were added to the appropriate agar media inoculated with microorganism. Then, petri dishes was stored at 4 °C for 2 h. The inoculated petri dishes were incubated at  $37 \pm 0.1$  °C at 24 h for bacterial strains and also at  $25 \pm 0.1$  °C at 72 h for yeasts and dermatophyta fungi. The antimicrobial sensitivity of plant extract was assesment by measuring the zone of inhibition against the microorganisms (Collins and Lyne, 1989). The positive control; mikostatin and ampicilin sulbactam was used. Methanol injected discs were tested as negative control.

## 2.5. Detection of minimum inhibition concentration

The minimum inhibitory concentrations (MIC) were determined with Broth dilution assay. The cultures were obtained in Mueller Hinton Broth (Difco, Difco Laboratories, Detroit, MI, USA). The inocula of microorganisms were obtained from 12 h broth cultures and suspensions were setting in 0.5 Mc Farland Standard cloudiness. The plant sample was first rarefied to the maximum concentration 100 µL to be tested, and then serial 2-fold subtilizations were acquired in a concentration serial from 6.25 to 100 µL (1562–25000 µg) in 10 mL sterile test tubes including nutrient broth for bacteria and sabouraud dextrose broth for yeast and dermatophyta fungi. MIC values of this plant against analyzed microorganisms was revealed with a micro-well dilution method (Güllüce et al., 2004). Microorganisms reproduction was detected with optical density quantity at 600 nm using an EL x 800 universal microtiter plate reader. After incubation for 18-24 h at  $37 \pm 1$  °C for bacteria,  $25 \pm 0.1$  °C at 72 h for yeast and dermatophyta fungi. The MIC value was declared as the

nominal concentration of the compounds to obstruction the reproduction of microorganisms or the final tube with no microbial reproduction was saved to symbolize (mg / mL).

## 2.6. Statistical analysis

Statistical comparisons among extract and control groups (methanol, ampicillin sulbactam, mikostatin) were made with respect to the measurable antimicrobial activity against test microorganisms. SPSS 15.0 software was used for statistical analysis (SPSS Inc., Chicago IL). The results were obtained with analysis of variance (ANOVA) and least significant difference (LSD) tests were given as mean  $\pm$  SE.  $P < 0.0001$ ,  $p < 0.001$ ,  $p > 0.05$  were used for the differences between the extract and control groups.  $P < 0.0001$  and  $p < 0.001$  were considered sensitive and moderately sensitive. This study was conducted in three repetitions.

## 3. Results

Antibacterial and antifungal effects of the plant extract used in the study are given in Table 1-2. National Microbiology Standards and zone diameters comments in Infectious Diseases Laboratory Diagnosis Guide are as follows; if there is an inhibition area around the disc with a diameter of  $\geq 14$  mm (15-30 mm), the isolates examined are sensitive to the drug. If there is an inhibition area around the disc with a diameter of  $< 14$ ; the isolates examined are moderately sensitive. If there is no zone, the isolates are accepted as resistant (Akbaş, 2014; Okut et al., 2018). In the previous studies, antifungal effects against dermatophyte fungi of *C. campestris* (dodder) have not been reported.

According to the inhibition effect of *C. campestris* extracts treatment with methanol on the development of test microorganisms, it was detected that they had significant sensitive and moderately sensitive antimicrobial effects against all of the microorganisms. By this way; *E. coli*, *P. aeruginosa* and *C. albicans*, *C. glabrata* (14.66 mm / inhibition zone), *S. aureus* (14.33 mm / inhibition zone), *B. megaterium* (17.66 mm / inhibition zone), *Epidermophyton* sp. (13.00 mm / inhibition zone), *Trichophyton* sp. (19.66 mm / inhibition zone).

Table 1. Antimicrobial effects of extracts of *Cuscuta campestris* (dodder) (mm)

Microorganisms	Inhibition zone (mm)	
	<i>C. campestris</i>	Control
		Methanol      Standart antibiotics
<i>E. coli</i>	14.66 $\pm$ 0.33 <sup>d</sup>	-      12.33 $\pm$ 0.3*
<i>S. aureus</i>	14.33 $\pm$ 0.33 <sup>d</sup>	-      10.33 $\pm$ 0.3*
<i>B. megaterium</i>	17.66 $\pm$ 0.33 <sup>cd</sup>	-      12.33 $\pm$ 0.3*
<i>P. aeruginosa</i>	14.66 $\pm$ 0.33 <sup>d</sup>	-      12.33 $\pm$ 0.3*
<i>C. albicans</i>	14.66 $\pm$ 0.33 <sup>d</sup>	-      12.66 $\pm$ 0.6 **
<i>C. glabrata</i>	14.66 $\pm$ 0.33 <sup>d</sup>	-      9.33 $\pm$ 0.66 **
<i>Epidermophyton</i> sp.	13.00 $\pm$ 0.57 <sup>d</sup>	-      8.66 $\pm$ 0.66**
<i>Trichophyton</i> sp.	19.66 $\pm$ 0.33 <sup>cd</sup>	-      8.66 $\pm$ 0.66**

The positive control; ampicillin sulbactam (\*) and mikostatin (\*\*) (120  $\mu$ L and 20 $\mu$ g/disc), the negative control; methanol. Inhibition zone  $\geq 14$  mm (sensitive effect;  $p < 0.0001$ ; cd),  $14 < \text{mm}$  moderately sensitive effect;  $p < 0.001$ ; d), not inhibited: (a:  $p > 0.05$ )

The standardized method of the NCCLS for determining susceptibility was used in a study indicating the effect of *C. campestris* on the proliferation of all of the gram-positive bacteria, the gram-negative bacteria, yeasts, and dermatophyte fungi. These microorganisms are among the most commonly found pathogens on the human. Our study showed that the effective dose for dermatophyte fungi was 50-6.25  $\mu$ L (about 12 500-6250  $\mu$ g).

With the microplate technique, the MIC value was 5 times lower at 1 5625 mg / mL. In experiments up to this stage, 100 µL of extract were used. Also, the efficiency of this method was compared with the standard disc diffusion method technique.

With the Broth dilution assay technique, the lowest inhibitory concentration of *C. campestris* extraction *S. aureus*, *B. megaterium*, *P. aeruginosa*, *C. albicans*, *C. glabrata*, *Trichophyton* sp. and *E. coli*, *Epidermophyton* sp. were determined as 6.25µL (about 1.562mg / mL) and 50µL (about 12.5 mg/ mL) respectively. According to the disc diffusion method; the amount used for sensitivity is 25 mg/ mL on all of the microorganisms (Table No. 2).

When antibacterial, antifungal, antidermatophyta activity of *C. campestris* (iksut) extracts were analyzed to disc diffusion method (Table 1); it was detected that antimicrobial activity in the dodder extracts was present sensitive inhibition with compared to control group methanol and standard antibiotics (ampicillin for bacteria, mikostatin for yeast and dermatophyte fungi).

Table 2. The Minimum inhibition concentration (MIC in 100 µL) of *C. campestris* (dodder) extracts against the microorganisms

Test Microorganisms	MIC values (µL)
	<i>C. campestris</i>
<i>E. coli</i>	50.00
<i>S. aureus</i>	6.25
<i>B. megaterium</i>	6.25
<i>P. aeruginosa</i>	6.25
<i>C. albicans</i>	6.25
<i>C. glabrata</i>	6.25
<i>Epidermophyton</i> sp.	50.00
<i>Trichophyton</i> sp.	6.25

#### 4. Discussion and Conclusion

Concerning in vitro and in vivo studies performed, *Cuscuta* species have different pharmacological effects. There are many studies on the pharmacological and biological effects of *Cuscuta chinensis* (Nisa et al., 1986; Umehara et al., 2004). It is shown that *C. chinensis* glycosides have effects on aging and *C. chinensis* glycosides strengthen the memory by inducing PC12 cell differentiation (Liu et al., 2003). Subsequent studies revealed the antibacterial effects (Pal et al., 2006) of methanol extracts of *C. reflexa* bodies; antioxidant effects of ethyl acetate and methanol extract of *C. chinensis* (Yen et al., 2008). Moreover, antihypertensive (Oh et al., 2002) impacts of *C. japonica*'s major components. Immunomodulator effect (Stanilova et al., 2000) of *C. europea* C3 binding glycoprotein; liver preventive effect (Yen et al., 2007) of ethanol extract of *C. chinensis* were confirmed. Finally, the methanol extract that is obtained from the *C. reflexa* body suppresses ovarian steroidogenesis in mice (Gupta et al., 2003). We identified that ethanol and aqueous extracts of hexane, chloroform, ethyl acetate, methanol and water extracts that are obtained from *C. arvensis* have analgesic, anti-inflammatory effects (Koca et al., 2011).

There is no phytochemicals research on dodder species in Turkey as well as it is found studies that explain the phytochemicals content of plant extracts for different species of the same plant (Yen, et al., 2007) were found in analyses conducted on *C. chinensis*. Detailed studies revealed 1 trisaccharide, 4 new glycosidic acids, acetic acid, propionic acid, methyl butyric acid, tiglic acid, convolvulinic acid, and jalapinolic acid in a fraction that is similar to resin glycoside that is not dissolved in *C. chinensis* seeds (Du et al., 1998). Studies on *C. japonica* polar extracts showed that active components have caffeoylquinic acid derivatives and caffeoylvinyllate derivatives (Oh et al., 2002).

In a study by Abdullah was found that *Cuscuta europea* (25 mg / ml) was not effective against *E. coli*, but it becomes impactful by 20.5 mm the inhibition zone against *S. aureus* (Abdullah et al., 2016). Another study was determined by Şen et al.; with reference to the results, none of the extracts showed antimicrobial sensitivity against bacteria (*S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *Proteus mirabilis*) and from yeasts; *C. albicans*, *C. parapsilosis* and *C. tropicalis* (Şen et

al., 2018). On the other hand, it was determined that *Cuscuta reflexa* showed an inhibition zone from 6 to 17 mm against *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *P. vulgaris* and *Shigella sonnei*, *K. pneumoniae* (Mateen et al., 2011). For Okiei, extracts of *Cuscuta australis* is effective on *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa* while they do not display antimicrobial effect on other bacteria and fungus (Okiei et al., 2009).

Shayanfar conducted a study and reported that *C. campestris* has an antibacterial effect against *Salmonella typhi*, *Micrococcus luteus*, *S. aureus*, *S. epidermidis*, *P. aeruginosa*, *Streptococcus pyogenes*, *Serratia marcescens*, *B. subtilis*, *E. coli* and *K. pneumoniae* (Shayanfar, 2015). The results of our study show parallelism with other studies conducted. In the previous studies, antifungal effects against dermatophyte fungi of *C. campestris* (dodder) have not been reported.

Compared to our study, different results are due to both different species of the same genus and the amount of useful compounds they contain. Also, genotype, chemotype, geographic origin, environmental and soil conditions are all other parameters that affect the composition of the final natural product (Hacıoğlu, 2005).

According to agar the disc diffusion methods; in this study was detected that methanol extracts of dodder had sensitive and moderately sensitive antimicrobial activity against all of the microorganisms. The MIC values of methanolic extracts were *S. aureus*, *B. megaterium*, *P. aeruginosa*, *C. albicans*, *C. glabrata*, *Trichophyton* sp. and *E. coli*, *Epidermophyton* sp. (respectively; 1 5625 mg / mL and 12500 mg / mL).

It is thought that this natural herbal resource can light the way for the treatment of several diseases and direct the next studies because of having the potential for being used as a new antimicrobial agent. Thus, this study is light about pharmacological for the treatment of bacterial and fungal infections. The results of the study also showed that Dodder can treat cutaneous fungal infections caused by *Epidermophyton* sp. and *Trichophyton* sp.

## Acknowledgment

The authors acknowledge that they have no conflict of interests

## References

- Abdullah, J. A., Hammadi, A. A., Hakem, R., Hatef, Z., & Hussein, N. (2016). Study effect of plant extraction for *Cuscuta europaea* (Dodder) against two species of bacteria *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Journal of Contemporary Medical Science*, 2, 133-137.
- Agha, A. M., Sattar, E. A., & Galal, A. (1996). Pharmacological Study of *Cuscuta campestris* Yuncker. *Phytotherapy Research*, 10, 1099-1573.
- Ahmad, A., Tandon, S., Xuan, T. D., Nooreen, Z. (2017). A Review on Phytoconstituents and Biological activities of *Cuscuta* Species. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 92, 772–795.
- Akbaş, E. (2014). National Microbiology Standards and zone diameters comments in Infectious Diseases Laboratory Diagnosis Guide, Syndromic Diagnostic Approach, Sample Management, Test Procedures and Microbiological Diagnosis / Identification (*Ulusal Mikrobiyoloji Standartları, Bulaşıcı Hastalıklar Laboratuvar Tanı Rehberi, Sendromik Tanı Yaklaşımı, Örnek Yönetimi, Test Prosedürleri ve Mikrobiyolojik Tanı/Tanımlama*). Cilt: II, T.C. Sağlık Bakanlığı, Türkiye Halk Sağlığı Kurumu Başkanlığı, Mikrobiyoloji Referans Laboratuvarları Daire Başkanlığı, Ankara , s.222.
- Akyüz, M., Onganer A. N., Ereçevit P., & Kırbağ S. (2012). Flavonoid Contents and 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl Radical Scavenging Activity of some Edible Mushrooms from Turkey: *A. bisporus* and *Pleurotus* spp. *Current Topics and Nutraceutical Research*, 10, 133-136.
- Ali, A., Haider, M. S., Hanif, S., & Akhtar, N. (2014). African Journal of Biotechnology Assessment of the antibacterial activity of *Cuscuta pedicellata* Ledeb. *African J. of Biotech.*, 13, 430-433.
- Anjum, N., Khan, Z. (2003). Antimicrobial activity of the crude extract of *Cuscuta reflexa* Roxb. *Pakistan Journal of Botany*, 5, 999-1007.
- Badali, H., Mohammadi, R., Mashedi, O., Sybren de Hoog, G., & Meis, J. F. (2015). In vitro susceptibility patterns of clinically important *Trichophyton* and *Epidermophyton* species against nine antifungal drugs. *Mycoses*, 58, 303–307.



- Baytop, T. (1997). *Turkish Plant Names Dictionary (Türkçe Bitki Adları Sözlüğü)*. Turkish Language Institution Publications (Türk Dil Kurumu Yayınları); Ankara, p.578.
- Behbahani, M. (2014). Evaluation of In Vitro Anticancer Activity of *Ocimum Basilicum*, *Alhagi Maurorum*, *Calendula officinalis* and Their Parasite *Cuscuta campestris*. *PLos One*, 9, e116049.
- Choopani, R., Mehrbani, M., Fekri, A., & Mehrabani, M., (2016). Treatment of atopic dermatitis from the perspective of traditional persian medicine: presentation of a novel therapeutic approach. *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine*, 22, 5-11.
- Collins, C. H., Lyne, P. M. (1989). *Microbiological Methods Butter worths & Co. (Publishers) Ltd.* pp. 410, London.
- Davis, P. H. (1970-1984-1985). *Flora of Turkey and the Aegean Islands*. V: 7, 8, 9 Edinburgh Univ. Press. England.
- Du, X. M., Kohinata, K., Kawasaki, T., Guo, Y. T., Miyahara. K. (1998). Components of the ether-insoluble resin glycoside-like fraction from *Cuscuta chinensis*. *Phytochemistry*, 48, 843-50.
- Erecevit, P., & Kırbağ, S. (2017). Antimicrobial activity of some plant species used for the medical purpose in Turkey. *The Journal of Phytopharmacology*, 6, 93-97.
- Erecevit, P., & Kırbağ, S. (2017). Determination of some biological properties over *Kluyveromyces lactis* 1 of *Rheum ribes* L. (Rhubarb) as a traditional medicinal and food plant. *International Journal of Natural Life Science*, 1, 22-31.
- Ferraz, H. O., Silva, M. G., Carvalho, R., Suffredini, B., Kato, E. T. M., Arakaki, F., & Bacchi, E. M. (2010). Phytochemical study and evaluation of the antimicrobial activity and cytotoxicity of *Cuscuta racemosa*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 21.
- Ghule R. S., Venkatnarayanan, R., Thakare, S. P., Jain, H., & Ghule, P. R. (2011). Analgesic activity of *Cuscuta campestris* Yuncker a parasitic plant grown on *Nerium indicum* Mill. *Journal of Advanced Pharmacy Education & Research*. 1, 45-51.
- Gupta, M., Mazumder, U. K., Pal, D. K., & Bhattacharya, S. (2003). Anti-steroidogenic activity of methanolic extract of *Cuscuta reflexa* Roxb. stem and *Corchorus olitorius* Linn. seed in mouse ovary. *Indian Journal of Experimental Biology*, 41, 641-644.
- Güllüce, M., Adıgüzel, A., Oğütçü, H., Şengül, M., Karaman, I., & Şahin, F. (2004). Antimicrobial effects of *Quercus* L. extract. *Phytotherapy Research*, 18, 208–211.
- Hacıoğlu, Ö. (2005). *Essential oil compositions and antimicrobial activity properties of seven species belonging to Achillea (anthemideae) genus filipendulinae and santolinoidea sections* (Master Thesis). Balıkesir University, p.67, Balıkesir, Turkey.
- Kırbağ, S., Erecevit, P., Zengin, F., & Güvenç, A. N. (2013). Antimicrobial activities of some *Euphorbia* species. *African Journal of Traditional Complementary and Alternative Medicine*, 10, 305-309.
- Koca, U., Kueli-Akkol, E., & Sekeroğlu, N. (2011). Evaluation of in vivo and in vitro biological activities of different extracts from *cuscuta arvensis* beyr. (Convolvulaceae). *Natural Product Communications*, 6, 1433-1436.
- Koca-Caliskan, U., Aka, C., & Yalçın, F. (19-22 May, 2014). *Preliminary Phytochemical Analysis Radical Scavenging Activity of the Cuscuta arvensis extracts*. Book of abstracts - VIII CMAPSEEC Durrës, Albania, p.117.
- Koca-Caliskan, U., Yilmaz, I., Cetin, A., & Sekeroglu, N. (2014). *Assesment of the pharmacological activity of iksut*. Book of abstracts VIII CMAPSEEC Durrës, Albania, 19-22 May, , p.108.
- Koca-Caliskan, U., Yilmaz, I., Cetin, A., Taslıdere, A., Yalçın, F., Aka, C., & Sekeroğlu, N. (2018). *Cuscuta arvensis* beyr “dodder”: in vivo hepatoprotective effects against acetaminophen-induced hepatotoxicity in rats. *Journal of Medicinal Food*. 21, 625-631.
- Kuta, F. A. (2008). Antifungal effect of *Calotropis procera* stem bark on *Epidermophyton floccosum* and *Trichophyton gypseum*. *African Journal of Biotechnology*, 7, 2116-2118.
- Küçükgül Güleç, A., Erecevit, P., Yüce, E., Arslan, A., Bağcı, E., & Kırbağ, S. (2014). Antimicrobial activity of the methanol extracts and essential oil with the composition of endemic *Origanum acutidens* (Lamiaceae). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 17, 353-358.
- Lee, M. S, Chen, C. J., Wan, L., Koizumi, A., Chang, W. T, Yang, M. J., Lin, W. H., Tsai, F. J., & Lin, M. K. (2011). Quercetin is increased in heat-processed *Cuscuta campestris* seeds, which

- enhances the seed's antiinflammatory and anti-proliferative activities antiinflammatory and anti-proliferative activities. *Process Biochemistry*, 46, 2248-2254.
- Liu, J. H., Jiang, B., Bao, Y. M., & An, L. J. (2003). Effect of *Cuscuta chinensis* glycoside on the neuronal differentiation of rat pheochromocytoma PC12 cells. *International Journal of Devalopmental Neuroscience*, 21, 277-281.
- Mateen, A., Suresh, P. V. K. & Parwez, A. (2011). Evaluation of antibacterial activity of *Cuscuta reflexa* and abutilon indicum. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 2(4), 355-361.
- Nisa, M., Akbar, S., Tariq, M., & Hussain, Z. (1986). Effect of *Cuscuta chinensis* water extract on 7, 12- dimethyl benz[a]anthracene-induced skin papillomas and carcinomas in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 18, 21-31.
- Noureen, S., Noreen, S., S. A., Ghumman, Batool, F., & Bukhari, S. N. A. (2019). The genus cuscuta (convolvulacea): an updated review on indigenous uses, phytochemistry, and pharmacology. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 22, 1225-1252.
- Oh, H., Kang, D. G., Lee, S., & Lee, H. S. (2002). Angiotensin converting enzyme inhibitors from *Cuscuta japonica* Choisy. *Journal of Ethnopharmacology*, 83, 105-108.
- Okiei, W., Ogunlesi, M. & Ademoye, M. A.(2009). An assessment of the antimicrobial properties of extracts of various polarities from chasmanthera dependens, *emilia coccinea* and *cuscuta australis*, herbal medications for eye diseases. *Journal of Applied Sciences*, 9, 4076-4080.
- Pal, D. K., Mandal, M., Senthilkumar, G. P., & Padhiari, A. (2006). Antibacterial activity of *Cuscuta reflexa* stem and *Corchorus olitorius* seed. *Fitoterpia*, 77, 589-591.
- Palombo, E. A. (2009). Traditional medicinal plant extracts and natural products with activity against oral bacteria: potential application in the prevention and treatment of oral diseases. *Evid-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2011, 1-15.
- Shayanfar, S. (2015). *Study of antibacterial activities of Cuscuta campestris Yuncker. on Alhagi persarum L. base by bioautography method.* Kerman University of Medical Sciences Faculty of Pharmacy. Doctor Thesis.
- Sin, B., Kadioglu, I., & Onaran, A. (2017). Antifungal activity of parasitic plant (*Orobanche ramosa* L. *Cuscuta campestris* Yunck. and *Viscum album* L.) extracts against some plant pathogenic fungi. *Turkish Journal of Weed Science*, 20, 61-69.
- Singh, D. & Shailajan, S. (2016). Simultaneous quantification of pharmacologically active markers quercetin, kaempferol, bergenin and gallic acid from *cuscuta campestris* yuncker using HPTLC. *Pharmaceutica Analytica Acta*, 7, 2153-2435.
- Stanilova, S. A., Zhelev, Z. D., & Dobreva, Z. G. (2000). Preliminary studies on the immunomodulatory effect of the C3 binding glycoprotein isolated from *Cuscuta europea*. *International Journal of Immunopharmacology*, 22, 15-24.
- Summit, C., Jatin, T., Pradeep, K., & Yogesh, P. (2010). Comparative evaluation of antimicrobial potential of different extracts of *Cuscuta reflexa* growing on *Acacia arabica* and *Zizyphus jujuba*. *Pharmacognosy Journal*, 9, 293-296.
- Şekeroğlu, N., Koca, U., & Meraler S. A. (2012). (Geleneksel bir halk ilacı: ikşut). a traditional folk medicine: ikşut. *Yuzuncu Yil University Journal of Agriculture Science*, 22, 56-61.
- Şen, A., Aydemir, T., Tüysüz, M., S Birteksöz, Tan, S., Doğan, A., & Bitiş, L. (9-13 may, 2018) *Antioxidant and antimicrobial activities of different extracts from Cuscuta sp. growing wild in province of Mardin.* 2nd International Scientific Research Congress (2. Uluslar Arası Bilimsel Araştırmalar kongresi) UBAK. Mardin- Turkey, p.227.
- Okut, N., Yıldırım, B., Ekici, K., Terzioğlu, Ö., & Özgökçe, F. (2018). Identification of Chemical Composition and Antibacterial Properties *Juniperus oxycedrus* L. subsp. oxycedrus Leaf Essential Oil. *Yuzuncu Yil University Journal of Agriculture Science*, 28(2), 186-191.
- Umehara, K., Nemoto, K, Ohkubo, T., Miyase, T., Degawa, M., & Noguchi, H. (2004). Isolation of a new 15- membered macrocyclic glycolipid lactone, Cuscutic Resinoside a from the seeds of *Cuscuta chinensis*: a stimulator of breast cancer cell proliferation. *Planta Med.*, 70, 299-304.
- Yen, F. L., Wu, T. H., Lin, L.T., & Lin, C.C. (2007). Hepatoprotective and antioxidant effects of *Cuscuta chinensis* against acetaminophen-induced hepatotoxicity in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 111, 123-128.

Yen, F. L., Wu, T. H., Lin, L.T., Cham, T. M., & Lin, C. C. (2008). Concordance between antioxidant activities and flavonol contents in different extracts and fractions of *Cuscuta chinensis*. *Food Chemistry*, 108, 455–462.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Tarım Bilimleri Dergisi  
(YYU Journal of Agricultural Science)



<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Araştırma Makalesi (Research Article)

**Physical and Chemical Fruit Quality Properties of Some Walnut Cultivars and Promising Local Selections Grown Under Plain Conditions in Malatya**

**Hüseyin KARLIDAĞ<sup>\*1</sup>, Fırat Ege KARAAT<sup>2</sup>, İbrahim Kutalmış KUTSAL<sup>1</sup>, Oktay Turgay ALTUN<sup>3</sup>, Tuncay KAN<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 44210, Malatya, Türkiye

<sup>2</sup>Adıyaman Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 02040, Adıyaman, Türkiye

<sup>3</sup>Malatya Kayısı Araştırma Enstitüsü, 44090, Malatya, Türkiye

\*Sorumlu yazar e-posta: huseyin.karlidag@ozal.edu.tr

**Article Info**

Received: 16.07.2019

Accepted: 05.12.2019

Online Published 31.12.2019

DOI: 10.29133/yyutbd.592410

**Keywords**

Fruit quality,  
Malatya,  
Plain conditions,  
Selection,  
Walnut.

**Abstract:** This study was conducted between the years of 2017 and 2018 in Battalgazi county of Malatya Province, Turkey, in order to determine fruit quality properties of three walnut cultivars and three local walnut genotypes under plain conditions. For this aim; kernel color and shrinkage, nut height, width and thickness, nut and kernel weights, kernel/nut ratio, shell thickness were detected as physical parameters. Additionally, total oil, protein and ash contents of kernel samples were examined as chemical parameters. Results indicated significant differences in all evaluated parameters of genotypes included in the study. Nut height, width and thickness varied between 37.55 mm - 52.30 mm, 32.61 mm - 42.10 mm, and 30.09 mm - 41.10 mm, respectively. Nut weight varied between 11.22 g and 17.84 g and kernel/nut ratio varied between 43.89 % and 58.13 %. Total oil and protein contents varied between 64.10 - 73.75 %, and 13.50 - 19.66 %, respectively. The study resulted with various values in all evaluated physical and chemical parameters of the cultivars and the genotypes observed. Leading cultivar or genotype depended on different parameters, but according to overall evaluations two of the cultivars and two of the local genotypes were distinguished in terms of their performances under plain conditions. In addition, significant correlations were found between most of the characters examined in the study.

**Malatya'da Ova Koşullarında Yetiştirilen Bazı Ceviz Çeşit ve Yerel Ümitvar Seleksiyonlarının Fiziksel ve Kimyasal Meyve Kalite Özellikleri**

**Makale Bilgileri**

Geliş: 16.07.2019

Kabul: 05.12.2019

Online Yayınlanma 31.12.2019

DOI: 10.29133/yyutbd.592410

**Anahtar kelimeler**

Meyve kalitesi,  
Malatya,  
Ova koşulları,  
Seleksiyon,  
Ceviz.

**Öz:** Bu çalışma üç ceviz çeşidi ve üç yerel ceviz genotipinin ova koşullarında meyve kalite özelliklerinin belirlenmesi için 2017 ve 2018 yıllarında Malatya'nın Battalgazi ilçesinde yürütülmüştür. Bu amaçla, fiziksel parametreler kapsamında iç rengi ve büzüşmesi, meyve uzunluğu, genişliği, kalınlığı, meyve ve iç ağırlıkları, iç/meyve oranı, kabuk kalınlığı ölçülmüştür. İlave olarak, iç ceviz örneklerinde toplam yağ, protein ve kül miktarları kimyasal parametreler kapsamında ölçülmüştür. Sonuçlar çalışma kapsamındaki genotipler arasında incelenen tüm parametreler açısından önemli farklılıklar ortaya koymuştur. Meyve yüksekliği, genişliği ve kalınlığı sırasıyla 37.55 mm - 52.30 mm, 32.61 mm - 42.10 mm ve 30.09 mm - 41.10 mm arasında değişmiştir. Meyve ağırlığı 11.22 g ile 17.84 g arasında değişirken, iç/meyve oranı, % 43.89 ile % 58.13 arasında değişmiştir. Toplam yağ ve protein içerikleri ise sırasıyla % 64.10 - 73.75 ve % 13.50 - 19.66 arasında değişmiştir. Çalışma sonucunda incelenen çeşitlerin ve yerel genotiplerin değerlendirilen

tüm fiziksel ve kimyasal parametreler açısından önemli seviyede farklı sonuçlar elde edilmiştir. Parametrelere göre öne çıkan genotip farklılık göstermekle beraber, genel değerlendirmelere göre ova şartlarındaki performansları açısından iki çeşit ve iki yerel genotip öne çıkmıştır. Bunun yanında çalışma kapsamında incelenen çoğu karakter arasında önemli seviyede korelasyon bulunmuştur.

## 1. Introduction

Walnut is the most commonly grown member of *Juglans* genus (Şen, 1986). This species is also known as Anatolian or Persian walnut all over the world. Its latin name (*Juglans regia* L.) comes from the word “*Juglans*”, which means the fruit of God (Güvenç and Kazankaya, 2019). Walnut is also the most produced nut species which is produced more than 3.5 million tons annually. China was the leading country in 2017 with around 2 million tons of production, and Turkey was the fourth country with its 210 thousands of production (FAO, 2019).

As for many fruit species, Anatolia is in the origin of walnut (Akça, 2005). This brings a wide range of genetic variation and sources for walnut to be selected according to their desired characteristics in Turkey. Furthermore, the fact that walnut trees had been propagated by seeds until recent decade boosted the wideness of the variation and absence of genetic resources in the area. However, these factors prevented standardization of growing and production which are very important for agricultural marketing needs, especially in exports. Today, almost all of the exported walnuts are produced on standard cultivars which are propagated clonally. For that reason, selection and standardization studies play key role in benefiting the relevant genetic resources. Indeed, most of the superior cultivars used today were obtained by selection in the world and also in Turkey (Çelebioğlu, 1978; Şen, 1980). Today selection studies are still intensively continued (Aslansoy, 2012; Bilgen, 2012; Paris, 2013; Başer et al., 2016; Kazankaya et al., 2017).

Climate, especially temperature, is one of the most important factors influencing performances of cultivars and one of the most significant factors to be considered when deciding a cultivar to be cultivated in a certain area. The traits are expressed under the effects of both the genotypic variations and environmental conditions. For that reason, environment is a determining factor of cultivar performances in a certain area together with genetic background, selection and adaptation studies are of importance. Therefore, determining performances of cultivars and new selections in the areas with different environmental conditions is necessary to obtain a better understanding of cultivars and selections growing habits. As a result this importance, series of studies has been performed to determine different cultivars and new selections under various environments. Bilgin (2015) compared fruit quality attributes of nine different walnut cultivars under the ecological conditions of plain conditions of Menemen county of İzmir Province of Turkey. Similarly, Kaplan (2015) investigated fruit quality characteristics of six local and seven foreign origin walnut cultivars in Niksar county of Tokat Province of Turkey. Asma and Ozturk (1999) evaluated fruit quality performances of different walnut cultivars in Malatya. However, as far as our knowledge no previous studies investigated walnut cultivars and new local selections under plain conditions of Malatya. Even though Malatya Province was the 22nd most walnut producing province of Turkey in 2017 (TUİK, 2019), so is not a primary walnut producing province of Turkey, the province has a wide variety of genetic sources for walnut genotypes and a good potential for walnut production where walnuts are grown under various environments including plain and highland conditions (between the altitudes of 700 meters and 1500 meters above the sea level).

For all those reasons, this study was conducted to evaluate performances of different commonly grown walnut cultivars together with new local selections which are found to be promising because of their fruit quality pre-evaluations under the plain conditions of Malatya Province of Turkey.

## 2. Materials and Methods

The study was conducted under plain conditions of Battalgazi county of Malatya Province (location: 38°28'00.95"N and 38°21'25.33"E, altitude: 725 m) in the years of 2017 and 2018. Monthly maximum, minimum, mean temperature (°C), and precipitation (mm) of the experimental area recorded during the vegetation period in both of the study years were presented in Table 1 (MGM, 2019).

Table 1. Meteorological records of experimental area

	April		May		June		July		August		September		October	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
MT	11.2	14.3	16.3	17.7	23.1	23.0	27.6	27.6	27.1	27.4	23.2	22.4	14.0	15.2
MMT	26.0	29.0	32.0	32.0	38.0	39.0	41.0	41.0	41.0	39.0	37.0	35.0	26.0	30.0
MNT	-3.0	-1.0	5.0	5.0	8.0	10.0	14.0	12.0	15.0	14.0	8.0	9.0	1.0	-1.0
MP	48.9	5.0	42.8	63.5	0.0	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	6.2	8.5	31.2

MT: Mean Temperature (°C), MMT: Maximum Temperature (°C), MNT: Minimum Temperature (°C), MP: Monthly Precipitation (mm)

Three walnut cultivars and three local selections which were grown under the plain conditions of Malatya Province were included in the study. The details of the plant genotypes were described in Table 2. The trees of the genotypes were six years old in the first year of the study which were obtained by side grafting of scions on old wild walnut seedling rootstock.

Table 2. Walnut genotypes subjected to assessments

Genotype	Description
Maraş-18	Registered cultivar, origin: Turkey
Chandler	Registered cultivar, origin: United States of America
Bilecik	Registered cultivar, origin: Turkey
S1	Local selected genotype from Kozdere village of Darende county of Malatya Province, Turkey
S2	Local selected genotype from Çörtük village of Darende county of Malatya Province, Turkey
S3	Local selected genotype from Sarıkız village of Hekimhan county of Malatya Province, Turkey

Plants were irrigated as required by using drip irrigation system which was also used for fertigation. No nutritional deficiency and drought symptoms were observed during the study. Weed control, pest and disease management were performed properly.

Fruit samples were collected at harvest maturity from nine trees of each genotype as three replicates (Güneyli and Onursal, 2014). The fruit samples were subjected to physical and chemical quality assessments. As part of physical assessments; kernel shrinkage and color size parameters of nut height (NHE), nut width (NWI), nut thickness (NTH), and shell thickness (STH), weight parameters of nut weight (NWE) and kernel weight (KWE), and kernel/nut ratio (K/N) were assessed. Kernel shrinkage was scored from 1 to 4 according to the classification procedure presented by Özkan (1996). Accordingly, score "1" represented shrinkage rate less than 12.5 % of whole kernel size, "2" represented the shrinkage between 12.5 % and 25 %, "3" represented more than 25 %, and empty nuts were scored as "4". Kernel color was evaluated by using "DFA of California" walnut color scale chart and scored as "Extra Light", "Light", "Light Amber", and "Amber" (Akça, 2009). Size parameters were measured with 0.01 mm digital caliper in mm. Nut and kernel weights were measured with 0.01 g precision scales and kernel/nut ratio were calculated according to the following formula:

$$K/N = \frac{KWE}{NWE} \times 100 \quad (1)$$

As part of the chemical assessments; total oil, total protein and total ash contents kernel samples were investigated. Total oil was detected according to the method described by Anonymous (2000) which includes extraction of oil in Soxhlet extractor with n-hexane (60°C) for 6 h. In order to find total protein content of the samples total N content was detected according to Kjeldahl method,

and multiplied with 6.25 (James, 1995). Total ash was obtained by burning of samples for 24 hours and 6 hours at 200°C and 600°C, respectively (Baymış, 2008).

Results were interpreted according to Duncan's multiple range test ( $P \leq 0.05$ ). Correlations between traits were determined according to Pearson's correlation test. Statistical analyzes were performed by using SPSS 23.0 for Windows software. Two years results of a particular character were evaluated as a whole and compared with each other.

### 3. Results

Fruit samples of three walnut cultivars and three local promising walnut selections were evaluated for their physical and chemical quality traits. Results of kernel shrinkage and color, size, weight and chemical composition were presented in Table 3, Table 4, Table 5, and Table 6, respectively. The study was resulted with significant differences for all investigated characteristics.

For most of the genotypes kernel shrinkage percentages significantly varied between the years, except Bilecik and S1 genotypes presented almost the same ranges in both years (Table 3). S1 did not form empty nuts in 2017 but 5 % of its nuts were empty in the second year. S3 produced very high shrinkage performance without empty nuts in the first year of the study, but 20 % of their nuts were empty with higher shrinkage percentages in the second year. Kernel colors of the genotypes were scored as "Extra Light" in S1 and S3, "Light" in Chandler, Bilecik, and S2, "Light Amber" in Maraş-18.

Table 3. Kernel shrinkage percentages and kernel color classifications of the walnut genotypes

KS (%)	Maraş-18		Chandler		Bilecik		S1		S2		S3	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
1	61	47	65	14	19	13	54	60	20	40	95	40
2	23	27	10	33	22	13	33	27	60	20	5	27
3	4	13	20	33	44	27	8	13	10	20	-	13
4	12	13	5	20	15	47	5	-	10	20	-	20
KC	Light Amber		Light		Light		Extra Light		Light		Extra Light	

KS: Kernel Shrinkage, KC: Kernel Color

In terms of nut height Bilecik was the leading genotype in both 2017 and 2018 years with the values of 50.29 and 52.30 mm, respectively. The lowest values for nut height were obtained in S1, S2 and S3 genotypes (37.55, 39.71 and 39.35 mm) in 2017, and S2 (40.00 mm) in 2018 (Table 4). The highest nut width value was obtained in S2 genotype (42.10 mm) in 2017, and in Bilecik and S2 (37.90 and 37.60 mm) genotypes in 2018. The lowest nut width value was obtained in S3 (32.61 mm) in 2017, while except Bilecik and S2 all genotypes were in the lowest significance group in 2018. Nut thickness was highest in Bilecik and S2 genotypes in both years (37.19 and 37.49 mm in 2017, 40.50 and 41.10 mm in 2018, respectively). The lowest nut thickness value was found in S3 genotype (30.09 mm) in 2017, while except Bilecik and S2 all genotypes were in the lowest significance group in 2018. The thickest shell was measured in S2 (1.68 mm), while Bilecik (0.83 mm) presented thinnest shell in 2017. In the second year of the study the highest shell thickness was found in Bilecik and S2 (1.67 mm in both), while Maraş-18, Chandler and S3 genotypes (1.29, 1.22, and 1.32 mm, respectively) were categorized as the genotypes having lowest shell thickness.

Table 4. Size parameters results of the walnut genotypes subjected to assessments

GN	Nut Height (mm)		Nut Width (mm)		Nut Thickness (mm)		Shell Thickness (mm)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Maraş-18	44.24 bc	45.90 b	35.81 cde	35.70 cde	34.41 d	37.60 b	1.17 c	1.29 c
Chandler	44.15 bc	43.90 bc	36.24 cde	35.30 de	34.91 cd	37.10 b	1.19 c	1.22 c
Bilecik	50.29 a	52.30 a	38.82 b	37.90 bc	37.19 b	40.50 a	0.83 d	1.67 a
S1	37.55 e	43.20 c	37.66 bcd	35.20 e	34.91 cd	36.90 bc	1.22 c	1.49 b
S2	39.71 de	40.00 d	42.10 a	37.60 bcd	37.49 b	41.10 a	1.68 a	1.67 a
S3	39.35 de	43.50 bc	32.61 f	36.00 cde	30.09 e	38.40 b	1.20 c	1.32 bc

Differences between the values of a particular character signed with different letters are significant at  $P \leq 0.05$

Chandler cultivar was the leading genotypes for nut weight in 2017 with 16.09 g, whereas no significant differences were found between genotypes in 2018. Nut weight values of Maraş-19, Bilecik, S1, S2, and S3 were significantly higher in 2018 when compared with 2017 values (Table 4). While significant differences in kernel weight were found between the genotypes in 2018, the differences were not significant in the first year of the study. All genotypes presented higher kernel weight value in the second year when compared to their first year results. The highest kernel weight result was found in Maraş-18 (9.22 g) which was followed by Bilecik and S2 genotypes (9.08 and 9.06 g, respectively), and the lowest value was found in S3 genotype (7.98 g) in 2018. The highest kernel/nut ratio was found in S1 (58.13 %) which was followed by S3 (57.05 %), and Chandler and S2 represented lowest values (43.89 and 44.50, respectively) in 2017. All of the genotypes except S1 showed higher kernel/nut ratio value, and the leading genotype was S2 (54.25 %) in the second year of the study.

Table 5. Weight related results of the walnut genotypes subjected to assessments

GN	Nut Weight (g)		Kernel Weight (g)		Kernel/Nut Ratio (%)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Maraş-18	15.05 bc	17.84 a	7.12 cde	9.22 a	46.96 ef	51.77 cd
Chandler	16.09 ab	17.38 a	7.27 cde	8.48 bc	43.89 f	48.83 de
Bilecik	12.64 d	17.84 a	6.96 de	9.08 ab	49.44 de	51.50 de
S1	12.29 d	16.83 ab	7.27 def	8.66 bc	58.13 a	51.71 cd
S2	14.74 c	16.65 ab	6.92 de	9.06 ab	44.50 f	54.25 bc
S3	11.22 d	16.07 ab	6.41 e	7.98 bcd	57.05 ab	49.67 de

Differences between the values of a particular character signed with different letters are significant at  $P \leq 0.05$

Total oil was highest in S3 (73.75 %) in 2017, but in Bilecik (73.63 %) in 2018. The lowest total oil was found in Chandler (65.73 %) in 2017, whereas except Bilecik all genotypes were in the same statistical group in 2018 (Table 6). S2 genotype gave the total protein values in both of the study years (19.66 % in 2017, and 16.82 % in 2018). The lowest total protein was found in S3 (13.99 %) in 2017, while in Bilecik (13.50 %) in 2018. Bilecik and S2 were the leading total ash content genotypes (2.06 %), and S3 was the lowest (1.72 %) in 2017. On the other hand, the highest total ash contents were found in S2 (1.84 %), and the lowest total ash was found in Maraş-18 (1.58 %) in 2018.

Table 6. Chemical composition (percent) of walnut genotypes subjected to assessments

GN	Total Oil (%)		Total Protein (%)		Total Ash (%)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Maraş-18	67.72 bc	68.89 b	15.36 f	14.59 h	2.03 b	1.58 h
Chandler	65.37 cd	69.90 b	16.45 d	14.12 i	1.91 c	1.73 ef
Bilecik	66.33 cd	73.63 a	16.61 c	13.50 k	2.06 a	1.74 e
S1	69.01 b	69.19 b	16.44 d	15.47 e	1.90 c	1.66 g
S2	64.10 e	70.13 b	19.66 a	16.82 b	2.06 a	1.84 d
S3	73.75 a	69.65 b	13.99 j	15.25 g	1.72 ef	1.71 f

Differences between the values of a particular character signed with different letters are significant at  $P \leq 0.05$

Table 7. Correlation coefficients between physical and chemical traits in walnut genotypes

	NWI	NTH	NWE	KWE	K/N	STH	TO	TP	TA
NHE	0.37**	0.54**	0.35**	0.32**	-0.39**	-0.16	0.19	-0.39*	-0.07
NWI		0.80**	0.30**	0.33**	-0.13	0.26	-0.29	0.69**	0.53**
NTH			0.50**	0.56**	-0.13	0.42**	0.11	0.19	-0.05
NWE				0.85**	-0.12	0.36*	-0.05	-0.14	-0.31
KWE					0.40**	0.52**	0.27	-0.27	-0.48**
K/N						0.30	0.62**	-0.40*	-0.48**
STH							0.17	0.11	-0.25
TO								-0.74**	-0.60**
TP									0.69**

\*Correlations significant at  $P \leq 0.05$ , \*\*Correlations significant at  $P \leq 0.01$

NHE: Nut Height, NWI: Nut Width, NTH: Nut Thickness, NWE: Nut Weight, KWE: Kernel Weight, K/N: Kernel/Nut Ratio, STH: Shell Thickness, TO: Total Oil, TP: Total Protein, TA: Total Ash



Correlations between the characters investigated as part of the study was expressed by the correlation coefficients presented in Table 7. The coefficients indicated positive significant correlations between fruit sizes and nut and kernel weight. Negative significant correlations were found between nut height with kernel/nut ratio and total protein. Nut thickness, nut and kernel weight were found as positively correlated with shell thickness. Kernel/nut ratio was positively correlated with total oil, whereas negatively correlated with total protein and total ash. Total oil was found as negatively correlated with other chemical compositions characters investigated as part of the study, whereas the correlation between total protein and total ash was in positive way.

#### 4. Discussion and Conclusion

The obtained results indicated a high variation between the genotypes and also significant differences between the years for all characteristics investigated as part of the study. The differences between the results would probably be caused by the different level of fruit load which was higher in 2017 for all genotypes investigated as part of the study and also changes in the environmental conditions. Previous studies reported variable results for the cultivars evaluated in this study which points the significant influence of the environmental conditions on the fruit quality aspects. In studies conducted by Baymış (2008) and Sütüyemez (2016), adaptation performances of Maraş-18 and Bilecik cultivars were observed at Nut Research and Application Center of Kahramanmaraş Sütüçü İmam University which is located in Kahramanmaraş Province of Turkey at 940 m altitude, lower fruit sizes, similar shell thickness, fruit and kernel weights, but higher kernel/nut ratio values were reported for Maraş-18. The authors indicated similar empty nut but lower shrinkage percentages. The author also investigated chemical composition parameters included in this study and reported lower total oil, higher total protein for both of the cultivars, and higher total ash for Bilecik but similar total ash for Maraş-18. In another study conducted by Akça and Aydın (2005), Bilecik cultivar was investigated in Niksar county of Tokat Province in Turkey at 420 m altitude. Lower empty fruit and shrinkage percentages, fruit sizes, kernel weight and kernel/nut ratio, but similar shell thickness and kernel weight were reported by the authors. Bilgin (2015) evaluated Maraş-18 cultivar at sea level in Menemen county of İzmir Province in Turkey. The author reported lower fruit sizes, shell thickness, kernel and kernel/nut ratio, but similar fruit weight value when compared with the results obtained in this study.

As a result of this study, various impacts of environmental conditions were observed on the cultivars and local selected genotypes when the results of the previous reports and years were comparatively examined. For that reasons, it would be useful to determine the reactions of the cultivars and selected genetic resources against the specific stress factors, especially heat and drought, under both controlled and open-field conditions. When overall quality aspects are evaluated and compared with the cultivars investigated as part of the study, local walnut genotypes, especially the ones selected from Kozdere village of Darende and Sarıkız village of Hekimhan were concluded as promising genotypes for growing under plain conditions. As another result of the study, significant correlations between most of the parameters evaluated. This fact indicates useful information for the breeding studies on the related fruit quality aspects. For those reasons, observation of the correlations between the related traits in wider and segregating populations is suggested for the future studies.

#### References

- Akça, Y. (2005, September). *Türkiye’de yürütölen ceviz seleksiyon islah çalışmalarının değerlendirilmesi ve seleksiyon islahında kullanılan karakterlerin tanımlanması*. Paper presented at the Türkiye II. Ulusal Ceviz Sempozyumu, Yalova.
- Akça, Y. (2009). *Ceviz Yetiştiriciliği*. Anıt Matbaası, Ankara.
- Akça, Y., & Aydın, M. (2014). Tokat/Niksar ekolojik koşullarında bazı ceviz çeşitlerinin performanslarının değerlendirilmesi. *Bahçe*, 34, 49-56.
- Anonymous. (2000). *Sherlock Microbial Identification System, Version 4 MIS operating manual*. Newark DE, USA.

- Aslansoy, B. (2012). *Sultandağı (Afyon) Yöresi Cevizlerinin (Juglans regia L.) Seleksiyon Yolu ile Islahı Üzerine Araştırmalar*. (MSc), Selçuk University, Institute of Natural and Applied, Konya, Turkey.
- Asma, B. M., & Ozturk, K. (1999, September). *The determination of walnut varieties suitable for Malatya Region*. Paper presented at the III. Turkish National Horticultural Congress, Ankara.
- Başer, S., Kazankaya, A., Doğan, A., Yaviç, A., & Çelik, F. (2016) Van Gölü Havzasında soğuklara dayanıklı ceviz (*Juglans regia L.*) genotiplerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Science*, 26, 632-641.
- Baymış, M. (2008). *Yerli ve Yabancı Bazı Ceviz (Juglans regia L.) Tip ve Çeşitlerinin Kahramanmaraş Ekolojik Şartlarında Performanslarının Belirlenmesi*. (MSc), Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Institute of Natural and Applied, Kahramanmaraş, Turkey.
- Bilgen, Y. (2012). *Kemah Cevizlerinin (Juglans regia L.) Seleksiyon Yolu ile Islahı*. (MSc), Gaziosmanpaşa University, Institute of Natural and Applied, Tokat.
- Bilgin, S. (2015). *Bazı Yerli ve Yabancı Ceviz Çeşitlerinin Menemen Koşullarında Ağaç ve Meyve Özelliklerinin İncelenmesi*. (MSc), Ege University, Institute of Natural and Applied, İzmir, Turkey.
- Çelebioğlu, G. (1978). *Ceviz*. Bahçe Kültürleri Araştırma Eğitim Merkezi, Yayın No: 43, Yalova.
- FAO. (2019). Food and Agriculture Organization, Crop Statistics (FAOSTAT). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Available Date: 14.06.2019.
- Güneyli, A., Onursal, C. E. (2014). *Ilıman iklim meyve türlerinde hasat kriterleri*. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü, Isparta.
- Güvenç, İ., Kazankaya, A., (2019) Türkiye’de Ceviz Üretimi, Dış Ticareti ve Rekabet Gücü. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Science* 29:3: 418-424.
- James, G.S. (1995). *Analytical Chemistry of Foods*. Blackie Academic and Professional, London: 117-120.
- Kazankaya, A., Doğan, A., Piral, K., Yaviç, A., & Encü, T (2017). Bitlis Yöresi ümitvar ceviz (*Juglans regia L.*) tiplerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Science*, 27, 172-182.
- MGM. (2019). *Resmi İstatistikler*, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Özkan, Y. (1996). Niksar ve Pazar İlçelerinde yetişen bazı ceviz tiplerinin meyve özellikleri. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 13, 1-13.
- Paris, K. (2013). *Kayseri İlinde ceviz (Juglans regia L.) seleksiyonu*. (MSc), Erciyes University, Institute of Natural and Applied, Kayseri, Turkey.
- Sutyemez, M. (2016). New Walnut Cultivars: Maras 18, Sutyemez 1, and Kaman 1. *HortScience*, 51(10), 1301-1303.
- Şen, S. M. (1980). *Kuzey Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgesi Cevizlerinin (Juglans Regia L.) Seleksiyon Yolu ile Islahı Üzerinde Araştırmalar*. (Associate Professorship Thesis). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum.
- Şen, S. M. (1986). *Ceviz Yetiştiriciliği*. Eser Matbaası, Samsun.
- TÜİK. (2019). *Bitkisel Üretim İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu*.



## Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Science

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Research Article

### Pollen Morphology of 5 *Centaurea* L. and 3 *Psephellus* Cass. Taxa in Turkey

Bahar GÜRDAL<sup>\*1</sup>, Engin ÖZHATAY<sup>2</sup>

<sup>1</sup>İstanbul University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Botany 34116, İstanbul, Turkey

<sup>2</sup>Yeniüyüzyıl University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Botany 12345, İstanbul, Turkey

\*Sorumlu yazar e-posta: bahar.gurdal@istanbul.edu.tr

#### Article Info

Received: 11.10.2019

Accepted: 11.12.2019

Online Published 31.12.2019

DOI: 10.29133/yyutbd.631954

#### Keywords

*Centaurea*,  
Compositae, Turkey  
*Psephellus*,  
Pollen morphology.

**Abstract:** In this study, pollen morphology of 5 *Centaurea* (*C. antitauri*, *C. coronopifolia*, *C. iberica*, *C. patula*, and *C. pterocaula*) and 3 *Psephellus* (*P. hypoleucus*, *P. pulcherrimus*, and *P. simplicicaulis*) species distributed in Turkey have been examined based on the exine structure and sculpturing. Previous papers drew attention to great value of pollen morphology in the taxonomy of *Centaurea* and divided genus from *Centaurea* as *Rhaponticoides*, *Psephellus* and *Cyanus*. Pollen grain characters of 8 species were investigated by light microscope (LM). For morphological analysis, pollen grains were prepared according to Wodehouse (1935). Voucher specimens are deposited in the ISTE (Herbarium of Faculty of Pharmacy, İstanbul University). Types of pollen grains are tricolporate, isopolar and tectum complete of all specimens studied. The largest pollen in *Psephellus hypoleucus* whereas the smallest pollen in *Centaurea iberica*. The exine sculptures in the rest of the examined specimens are scabrate, microechinate or reticulate. The polar axis (P) ranges from 32.78±1.805 µm to 40.42±1.976 µm in studied *Centaurea* species and 36.76±0.8109 µm to 40.5±1.3092 µm in studied *Psephellus* species. The equatorial axis ranges from 30.77±1.43 µm to 39.20±0.632 µm in studied *Centaurea* species and 37.4878±2.1313 µm to 40.5789±1.7566 µm in studied *Psephellus* species. All of the morphological parameters investigated are given in detailed. Pollen shape of 8 species, which are we have been studied, is the same shape but their sizes are different. And there are some differences on the exine surface (sculpture). In the taxonomy pollen type gives an idea for these genera and it is also better to combine it with morphological, karyological and molecular data.

### Türkiye’den 5 *Centaurea* L. ve 3 *Psephellus* Cass. Taksonunun Polen Morfolojileri

#### Makale Bilgileri

Geliş: 11.10.2019

Kabul: 11.12.2019

Online Yayınlanma 31.12.2019

DOI: 10.29133/yyutbd.631954

#### Anahtar kelimeler

*Centaurea*,  
Compositae, Türkiye,  
*Psephellus*,  
Polen morfolojisi.

**Öz:** Bu çalışmada Türkiye’de yetişen 5 *Centaurea* (*C. antitauri*, *C. coronopifolia*, *C. iberica*, *C. patula* ve *C. pterocaula*) ve 3 *Psephellus* (*P. hypoleucus*, *P. pulcherrimus* ve *P. simplicicaulis*) türünün polen morfolojileri ekzin skulptur ve yapılarına göre incelenmiştir ve detaylı ölçümler verilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda *Centaurea* ve ondan bölünen *Rhaponticoides*, *Psephellus* ve *Cyanus* cinslerinin taksonomisinde polen morfolojisinin önemine değinilmiştir. 8 türün polen morfolojisi ışık mikroskopuyla incelenmiştir. Morfolojik analiz için Wodehouse (1935) yöntemiyle polen materyalleri hazırlanmıştır. Çalışılan örnekler ISTE (İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumu) herbaryumunda saklanmaktadır. Çalışılan tüm türlerin polenleri trikolporat, isopolar ve tektumdur. En büyük polen tanesi *Psephellus hypoleucus* türünde iken en küçük *Centaurea iberica* türüne aittir. Çalışılan tüm türlerde ekzin skulptur skabrat, mikroekinat veya

retikulattır. Polar aksis (P) aralığı çalışılan *Centaurea* türlerinde  $32.78 \pm 1.805$   $\mu\text{m}$  ile  $40.42 \pm 1.976$   $\mu\text{m}$ , *Psephellus* türlerinde  $36.76 \pm 0.8109$   $\mu\text{m}$  ile  $40.5 \pm 1.3092$   $\mu\text{m}$ 'dir. Ekvatoryal aksis aralığı çalışılan *Centaurea* türlerinde  $30.77 \pm 1.43$   $\mu\text{m}$  ile  $39.20 \pm 0.632$   $\mu\text{m}$ , *Psephellus* türlerinde  $37.4878 \pm 2.1313$   $\mu\text{m}$  ile  $40.5789 \pm 1.7566$   $\mu\text{m}$ 'dir. Araştırılan bütün morfolojik parametreler detaylı olarak verilmiştir. Sekiz türün polen şekilleri aynıdır ancak büyüklükleri farklıdır. Ayrıca ekzin yüzeyinde de farklılıklar vardır. Taksonomide polen tipleri bu cinsler için fikir vermektedir ve bu morfoloji, karyoloji ve moleküler çalışmalarla birlikte olduğunda daha iyi olmaktadır.

## 1. Introduction

*Centaurea* L. (Compositae) is one of the richest genus in the Turkish flora (Davis et al., 1988; Güner et al., 2000; Özhatay et al., 2013, 2015, 2017). Recently published several new species, and update the information it is divided into four genera, namely *Centaurea*, *Rhaponticooides*, *Psephellus* and *Cyanus* (Wagenitz and Hellwig, 2000; Greuter, 2003a, b). According to the latest studies and revision, genus *Psephellus* is represented by 37 taxa in Turkey (Ertuğrul and Uysal, 2013; Doğan et al., 2015; Özhatay et al., 2017). *Centaurea* is a large genus with 181 species and 112 of them are endemic in Turkey (Uysal, 2012).

According to Wagenitz (1955) the genus *Centaurea* is divided into eight groups on the basis of exine structure and sculpturing: *Centaureum*, *Crupina*, *Cyanus*, *Dealbata*, *Jacea*, *Montana*, *Serratula* and *Scabiosa*. Then five pollen types are defined by Avetisjan (1964) as *Centaureum*, *Jacea*, *Scabiosa*, *Serratula* and *Psephellus*. For phylogeny in the *Jacea* group pollen type is found one of the most reliable characteristics by Villodre and Garcia-Jacas (2000).

Most species of *Centaurea* are used as folk medicine in Turkey for asthma, chill, antipyretic, antidiuretic, appetitive and menstrual regulator (Baytop, 1984, Tuzlacı and Tolon, 2000, Koçyiğit and Özhatay, 2006). This genus is also a good source for honeybees as the honey plant (Kuś et al., 2014, Özler 2018). On the other hand some species are used in landscaping because of large and showy flowers of some members in the genus.

Pollen morphology of some Turkish *Centaurea* and *Psephellus* taxa have been studied (Pehlivan, 1995; Uysal et al., 2005; Çelik, 2007; Çelik et al., 2008; Özler et al., 2009; Erkara et al., 2012; Tasar et al., 2014; Bıyıklıoğlu et al., 2018). Previous papers drew attention to the great value of pollen morphology in the taxonomy of *Centaurea* and divided genus from *Centaurea*. In this study, 5 *Centaurea* and 3 *Psephellus* species distributed in Turkey have been examined for pollen grains characteristics.

## 2. Material and Methods

The pollen material was obtained from herbarium specimens kept in ISTE (Herbarium of Faculty of Pharmacy, Istanbul University). Examined specimens and their ISTE numbers are *Centaurea antitauri* Hayek (ISTE 37550), *C. coronopifolia* Lam. (ISTE 45502), *C. iberica* Trev. ex Sprengel (ISTE 18170), *C. patula* DC. (ISTE 25268), *C. pterocaula* Trautv. (ISTE 47403), *Psephellus hypoleucus* (DC.) Boiss. (ISTE 36989, 9028), *P. pulcherrimus* (Willd.) Wagenitz (ISTE 33479), *P. simplicicaulis* (Boiss. & A.Huet) Wagenitz (ISTE 19936)

Pollen grains for LM examination were prepared using the standard procedure of Wodehouse method (1935) and 8 pollen grain characters were investigated by a light microscope (BH-2 Olympus). Photos were taken with Spot Insight dijital camera at 100× magnification.

## 3. Results

The eight species member of *Centaurea* and *Psephellus* are studied. Distribution of the examined taxa is shown in the map and studied materials are marked with a star (Figure 1). The pollen photographs of the examined species are given in Figure 2. All parameters measured by using the Wodehouse method are given in Table 1.

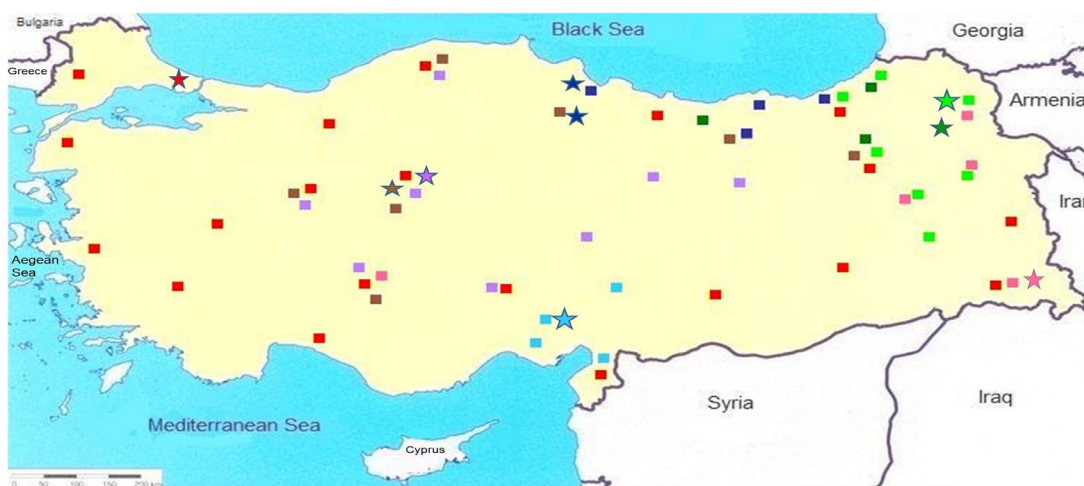


Figure 1. Distribution of studied species ■ *Centaurea antitauri* (ISTE 37550), ■ *C. coronopifolia* (ISTE 45502), ■ *C. iberica* (ISTE 18170), ■ *C. patula* (ISTE 25268), ■ *C. pterocaula* (ISTE 47403), ■ *Psephellus hypoleucus* (ISTE 36989, 9028), ■ *P. pulcherrimus* (ISTE 33479), ■ *P. simplicicaulis* (ISTE 19936).

***Centaurea antitauri*:** The pollen grains are tricolporate and isopolar. The exine sculpture is scabrate- microechinate. The structure is tectate. Polar axis =  $39.50 \pm 1.581 \mu\text{m}$ , equatorial axis =  $39.20 \pm 0.632 \mu\text{m}$ ; length of the colpus =  $29.74 \pm 1.1191 \mu\text{m}$ , width of the colpus =  $9.521 \pm 1.6712 \mu\text{m}$ .

***C. coronopifolia*:** The pollen grains are tricolporate and isopolar. The exine sculpture is reticulate-echinate. The structure is tectate. Polar axis =  $34.59 \pm 1.1406 \mu\text{m}$ , equatorial axis =  $33.89 \pm 1.4830 \mu\text{m}$ ; length of the colpus =  $22.20 \pm 0.1632 \mu\text{m}$ , width of the colpus =  $10.4666 \pm 1.3232 \mu\text{m}$ .

***C. iberica*:** The pollen grains are tricolporate and isopolar. The exine sculpture is scabrate-microechinate. The structure is tectate. Polar axis =  $32.78 \pm 1.805 \mu\text{m}$ , equatorial axis =  $30.77 \pm 1.43 \mu\text{m}$ ; length of the colpus =  $26.48 \pm 1.37 \mu\text{m}$ , width of the colpus =  $8.9 \pm 3.13 \mu\text{m}$ .

***C. patula*:** The pollen grains are tricolporate and isopolar. The exine sculpture is scabrate. The structure is tectate. Polar axis =  $37.58 \pm 1.640 \mu\text{m}$ , equatorial axis =  $34.76 \pm 0.485 \mu\text{m}$ ; length of the colpus =  $29.896 \pm 2.143 \mu\text{m}$ , width of the colpus =  $9.9 \pm 1.2475 \mu\text{m}$ .

***C. pterocaula*:** The pollen grains are tricolporate and isopolar. The exine sculpture is scabrate. The structure is tectate. Polar axis =  $40.42 \pm 1.976 \mu\text{m}$ , equatorial axis =  $36.97 \pm 0.474 \mu\text{m}$ ; length of the colpus =  $131.4615 \pm 0.990 \mu\text{m}$ , width of the colpus =  $10.923 \pm 1.2783 \mu\text{m}$ .

***Psephellus hypoleucus*:** The pollen grains are tricolporate and isopolar. The exine sculpture is reticulate-scabrate. The structure is tectate. Polar axis =  $40.5 \pm 1.3092 \mu\text{m}$ , equatorial axis =  $40.5789 \pm 1.7566 \mu\text{m}$ ; length of the colpus =  $31.0416 \pm 2.0518 \mu\text{m}$ , width of the colpus =  $11.625 \pm 2.7856 \mu\text{m}$ .

***P. pulcherrimus*:** The pollen grains are tricolporate and isopolar. The exine sculpture is scabrate. The structure is tectate. Polar axis =  $36.76 \pm 0.8109 \mu\text{m}$ , equatorial axis =  $37.4878 \pm 2.1313 \mu\text{m}$ ; length of the colpus =  $30.9714 \pm 0.1665 \mu\text{m}$ , width of the colpus =  $11.9411 \pm 1.4539 \mu\text{m}$ .

***P. simplicicaulis*:** The pollen grains are tricolporate and isopolar. The exine sculpture is scabrate. The structure is tectate. Polar axis =  $39.70 \pm 1.199 \mu\text{m}$ , equatorial axis =  $38.56 \pm 0.706 \mu\text{m}$ ; length of the colpus =  $31.00 \pm 2.71 \mu\text{m}$ , width of the colpus =  $12.076 \pm 1.902 \mu\text{m}$ .

Types of pollen grains are tricolporate, isopolar and tectum complete of all specimens studied. Pollen shape is sphaeroidea. The largest pollen in *Psephellus hypoleucus* (P=40.50, E= 40.5789) whereas the smallest pollen in *Centaurea iberica* (P=32.78, E=30.77). Exine was the thickest in *Psephellus hypoleucus* and the thinnest in *Centaurea coronopifolia*. The exine sculpture in *C. coronopifolia* is reticulate-echinate and in *Psephellus hypoleucus* is reticulate-scabrate. The exine sculpture in the rest of the examined specimens is scabrate and microechinate. The polar axis (P) ranges from  $32.78 \pm 1.805 \mu\text{m}$  to  $40.42 \pm 1.976 \mu\text{m}$  in *Centaurea* species and  $36.76 \pm 0.8109 \mu\text{m}$  to  $40.5 \pm 1.3092 \mu\text{m}$  in *Psephellus* species. The equatorial axis ranges from  $30.77 \pm 1.43 \mu\text{m}$  to  $39.20 \pm 0.632 \mu\text{m}$  in *Centaurea* species and  $37.4878 \pm 2.1313 \mu\text{m}$  to  $40.5789 \pm 1.7566 \mu\text{m}$  in *Psephellus* species.

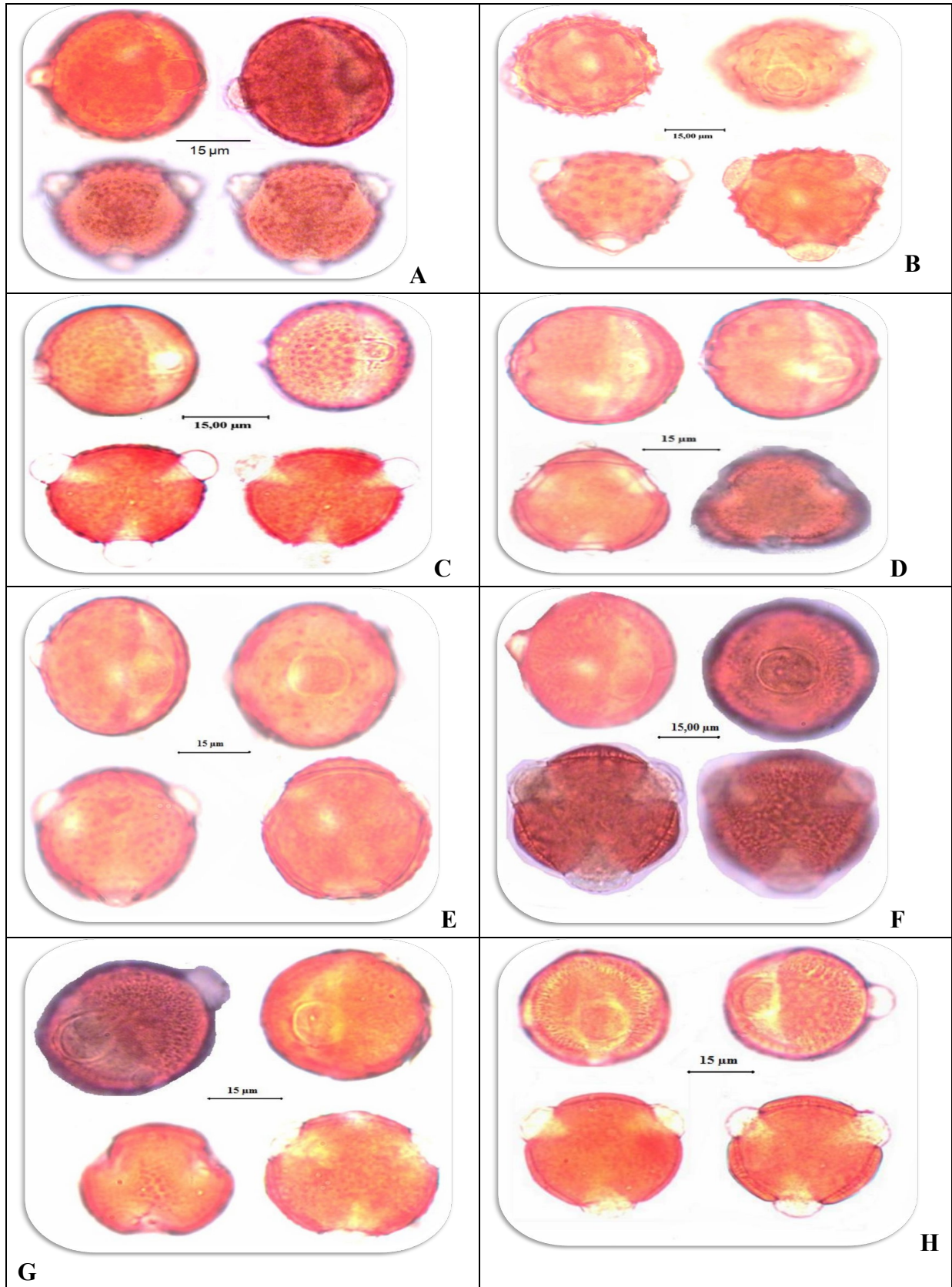


Figure 2. Light microscope (LM) microphotographs of *Centaurea* and *Psephellus* taxa.  
A- *Centaurea antitauri* (ISTE 37550), B- *C. coronopifolia*(ISTE 45502), C- *C. iberica* (ISTE 18170), D- *C. patula* (ISTE 25268), E- *C. pterocaula* (ISTE 47403), F- *Psephellus hypoleucus* (ISTE 36989, 9028), G- *P. pulcherrimus* (ISTE 33479), H- *P. simplicicaulis* (ISTE 19936).

Table 1. The pollen characteristics of the examined taxa (Wodehouse).

TAXA		P (µm)	E (µm)	P/E	Ex (µm)	Int (µm)	clg (µm)	clt (µm)	plg (µm)	plt (µm)	plg/plt	t (µm)	Structure	Sculpture
<i>Centaurea</i>	M	39.50	39.20	1.0076(W)	2.555	1.00	29.74	9.521	11.6842	10.736	1.0883	18.00	Tectate	Scabrate -
<i>antitauri</i>	σ	±1.581	±0.632	Sphaeroidea	±1.832	±0	±1.1191	±1.6712	±1.0286	±0.908		±0.7550		microechinate
<i>C.</i>	M	34.59	33.89	1.0206 (W)	1.75	1.14	22.20	10.4666	11.7647	11.1764	1.0526	15.6470	Tectate	Reticulate-
<i>coronopifolia</i>	σ	±1.1406	±1.4830	Sphaeroidea	±0.75	±1.35	±0.1632	±1.3232	±0.2352	±0.2999		±2.0880		echinate
<i>C. iberica</i>	M	32.78	30.77	1.0653(W)	2.1	1.11	26.48	8.9	7.860	8.95	0.8782	9.105	Tectate	Scabrate -
	σ	±1.805	±1.43	Sphaeroidea	±0.160	±0.098	±1.37	±3.13	±0.364	±0.662		±0.571		microechinate
<i>C. patula</i>	M	37.58	34.76	1.0811(W)	2.50	1.00	29.896	9.9	9.6153	9.4230	1.0204	11.1379	Tectate	Scabrate
	σ	±1.640	±0.485	Sphaeroidea	±0.851	±0	±2.143	±1.2475	±1.6594	±1.5890		±2.2627		
<i>C. pterocaula</i>	M	40.42	36.97	1.0933(W)	2.4	1.125	31.4615	10.923	13.29	12.037	1.1040	11.9210	Tectate	Scabrate
	σ	±1.976	±0.474	Sphaeroidea	±1.389	±0.337	±0.990	±1.2783	±1.034	±1.1041		±1.5625		
<i>Psephellus</i>	M	40.5	40.5789	0.9980(W)	3.00	1.1167	31.0416	11.625	13.3793	11.769	1.1368	13.60	Tectate	Reticulate -
<i>hypoleucus</i>	σ	±1.3092	±1.7566	Sphaeroidea	±0	±1.761	±2.0518	±2.7856	±2.0071	±1.6245		±1.047		scabrate
<i>P.</i>	M	36.76	37.4878	0.9805(W)	2.2068	1.3448	30.9714	11.9411	12.8235	11.5714	1.1082	11.4848	Tectate	Scabrate
<i>pulcherrimus</i>	σ	±0.8109	±2.1313	Sphaeroidea	±1.095	±1.825	±0.1665	±1.4539	±1.3179	±1.4285		±1.7942		
<i>P.</i>	M	39.70	38.56	1.0295(W)	2.4	1.25	31.00	12.076	13.11	11.76	1.1147	14.15	Tectate	Scabrate
<i>simplicicaulis</i>	σ	±1.199	±0.706	Sphaeroidea	±1.105	±0.661	±2.71	±1.902	±1.9178	±0.637		±2.604		

*P*: Polar axis. *E*: Equatorial axis. *Ex*: Exine thickness. *Int*: Intine thickness. *clg*: Length of the colpus. *clt*: Width of the colpus. *plg*: Length of the porus. *plt*: Width of the porus. *t*: Apocolpium. *M*: Mean. *σ*: Standard deviations.

#### 4. Discussion and Conclusion

For the first time pollen morphology of the genus *Centaurea* was studied in detail by Wagenitz (1955). Eight pollen types were recognized on the basis of exine structure and sculpturing. These are Centaurium, Crupina and Serratula as the most primitive; Cyanus, Dealbata and Montana as intermediate; Jacea and Scabiosa as the most advanced types. According to recent studies the genus *Centaurea* is divided into four genera, namely *Centaurea*, *Rhaponticoides*, *Psephellus* and *Cyanus* (Wagenitz and Hellwig, 2000; Greuter, 2003a, b). *Centaurea dealbata* Willd. is the type of the genus *Psephellus* Cass. Dealbata pollen type is a very conspicuous and it is shown that pollen type of the genus *Psephellus*. The Jacea type was divided into six subgroups based on morphological variations by Avetisjan (1964) and the Cyanus, Dealbata and Montana were also combined types into one large group, *Psephellus*.

*Psephellus pecho* (Albov) Wagenitz (syn. *Centaurea pecho* Albov.) and *P. hypoleucus* is the member of Sect. *Psephellus*, Özler et al. (2009) determined that exine sculpture in *P. pecho* as scabrate, spheroidal shape, in this study a similar result observed for *P. hypoleucus*, exine sculpture as reticulate-scabrate, and shape as spheroidal. Özler et al. (2009) determined that exine sculpture of *Psephellus appendicigerus* (K. Koch) Wagenitz (syn. *C.appendicigera* C. Koch), which is in the same section with *P. pulcherrimus*, is microechinate and differ from *P. pulcherrimus*, its scabrate.

Kaya et al. (2010) determined that the pollen shape of *C. calcitrapa* L. subsp. *cilicica* (Boiss. et. Bal.) Wagenitz and it is the same shape with as *C. iberica*, which is in the Sect. *Calcitrapa*, but pollen grains of *C. iberica* are bigger; the exine sculpture is scabrate in *C. calcitrapa* and scabrate-microechinate in *C. iberica*. According to Bıyıklıoğlu et al. 2018, the exine sculpture is microechinate in *C. iberica* and pollen shape is subprolate, P mean is 34.8; E mean is 30. Joujeh et al. (2019) studied pollen of some *Centaurea* species from Syria and one of them is *C. iberica*. According to their data the polar axis is 33.86 µm and the equatorial diameter is 31.86 µm in *C. iberica*. The pollen shape and the exine sculpture are prolate-spheroidal and scabrate in *C. iberica*. In our study the pollen shape and the exine sculpture are spheroidal and scabrate- microechinate. P mean and E means are 32.78±1.805 µm and 30.77±1.43 µm, respectively. There are some differences but P and E value of *C. iberica* are very close in these three studies.

Baser et al. (2019) shows that the polar axis and the equatorial axis are 53.63 µm and 48.06 µm respectively; shape is prolate-spheroidal; ornamentation is scabrate in *C. antitauri*. On the other hand, our data pointed out this value is 39.50 µm for the polar axis and 39.20 µm for the equatorial axis; the shape is spheroidal; ornamentation is scabrate -microechinate in *C. antitauri*.

For *C. pterocaula*, the polar axis and the equatorial axis are 31.58 µm and 27.14 µm in Baser et al. (2019); 40.42 µm and 36.97 µm in our study. Pollen shape and the exine sculpture of *C. pterocaula* show differences between Baser et al. (2019) and our study. The shape is subprolate; ornamentation is microechinate in Baser et al. (2019); spheroidal and scabrate in our study.

According to literature search, pollen morphology of *Psephellus simplicicaulis* and *Centaurea patula* is given for the first time in this study.

In conclusion, the pollen shape of 8 species, which are we have been studied, is the same shape but their sizes are different. And there are some differences on the exine surface (sculpture). In the taxonomy, pollen type gives an idea for these genera besides this it is better to combine it with morphological, karyological and molecular data.

#### References

- Avetisjan, E.M. (1964). Palynolosystematique de la tribu des centaureinae des asteraceae. *Trudy Botanicheskogo Institute Akademii Nauk Armajansk*, 14, 31–47.
- Baser, B., Hayta, S., Dogan, G., Celik, S., & Aksoy, H. (2019). Micromorphological study of *Centaurea* L. (Asteraceae); some taxa of eight sections analysed with scanning electron microscopy and light microscopy. *Biologia*, 74(6), 583-597.
- Baytop, T. (1984). *Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi*. İ.Ü. Yayınları No. 3255. Eczacılık Fakültesi No. 40.
- Bıyıklıoğlu, O., Çeter, T., & Bani, B. (2018). Pollen and achene morphology of some *Centaurea* L. taxa (Asteraceae), Turkey. *Mellifera*, 18(2), 26-36.



- Çelik, S. (2007). Pollen studies on some Turkish endemic species of *Centaurea* L. (Asteraceae). *European Journal of Scientific Research*, 19(1), 144-149.
- Çelik, S., Uysal, İ., & Menemen, Y. (2008). Morphology, anatomy, ecology and palynology of two *Centaurea* species from Turkey. *Bangladesh J Bot*, 37(1), 67-74.
- Davis, P.H., Tan, K., & Mill, R.R. (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol.10. Edinburgh: University Press.
- Dogan, B., Behçet, L., Duran, A., & Avlama, D. (2015). *Psephellus vanensis* (Asteraceae), a new species from east Turkey. *PhytoKeys*, 48, 11–19.
- Erkara, İ.P., Köse, Y.B., Osoydan, K., & Yücel, E. (2012). Pollen morphology of some endemic Turkish *Centaurea* L. (Asteraceae, section *Phaloletis*) and their taxonomic value. *Plant Syst Evol*, 298, 1111-1117.
- Ertuğrul, K., & Uysal, T. (2013). The Revision of the genus *Psephellus* Cass. (Compositae) in Turkey. Tübitak project (109T958).
- Greuter, W. (2003b). The Euro+Med treatment Senecioneae and the minor Compositae tribes-generic concepts and required new names, with an addendum to Cardueae. *Willdenowia*, 33, 245–250.
- Greuter, W. (2003a). The Euro+Med treatment of Cardueae (Compositae) -generic concepts and required new names. *Willdenowia*, 33, 49–61.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., & Başer, K.H.C. (2000). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol.11. Edinburgh: University Press.
- Joujeh, R., Zaida, S., & Mona, S. (2019). Pollen morphology of some selected species of the genus *Centaurea* L. (Asteraceae) from Syria. *S Afr J Bot*, 125, 196–201.
- Kaya, Z., Orcan, N., & Binzet, R. (2010). Morphological, anatomical and palynological study of *Centaurea calcitrapa* L. ssp. *cilicica* (Boiss. & Bal.) Wagenitz and *Centaurea solstitialis* L. ssp. *carneola* (Boiss.) Wagenitz endemic for Turkey. *Pak J Bot*, 42(1), 59-69.
- Koçyiğit, M., & Özhatay, N. (2006). Wild plants used as medicinal purpose in Yalova (Northwest Turkey). *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, 3(2), 91-103.
- Kuś, P., M., Jerković, I., Giovanni-Tuberoso, C., I., Marijanović, Z., & Congiu, F. (2014). Cornflower (*Centaurea cyanus* L.) honey quality parameters: Chromatographic fingerprints, chemical biomarkers, antioxidant capacity and others. *Food Chemistry*, 142(1), 12-18.
- Özhatay, N., Kültür, Ş., & Gürdal, B. (2013). Check-list of additional taxa to the supplement flora of Turkey VI. *J. Fac. Pharm. Istanbul*, 43(1), 33-82.
- Özhatay, N., Kültür, Ş., & Gürdal, B. (2015). Check-list of additional taxa to the supplement flora of Turkey VII. *J. Fac. Pharm. Istanbul*, 45(1), 61-86.
- Özhatay, N., Kültür, Ş., & Gürdal, B. (2017). Check-list of additional taxa to the supplement flora of Turkey VIII. *Istanbul J Pharm*, 47 (1), 31-46.
- Özler, H. (2018). Pollen analysis of the honey from South Anatolia. *Uludag Bee Journal*, 18(2), 73-86.
- Özler, H., Kaya, Z., & Pehlivan, S. (2009). Pollen morphology of some *Centaurea* L., *Psephellus* Cass. and *Cyanus* Miller Taxa. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 51(2), 53–66.
- Pehlivan, S. (1995). Pollen morphology of some Turkish endemic *Centaurea*. *Grana*, 34(1), 29-38.
- Tasar, N., Hayta, S., Kiran, Y., & Bağcı, E. (2014). Morphological, karyological features and pollen morphology of endemic *Psephellus pyrrhoblephara* Boiss. from Turkey. *Turkish Journal of Science & Technology*, 9(1), 17-21.
- Tuzlacı, E., & Tolon, E. (2000). Turkish folk medicinal plants, *Fitoterapia*, 71, 673-685.
- Uysal, I., Celik, S., & Menemen, Y. (2005). Morphology, anatomy, ecology, pollen and achene features of *Centaurea polyclada* DC. (Sect. *Acrolophus*) in Turkey. *J Biol Sci*, 5(2), 176-180.
- Uysal, T. (2012). *Centaurea* L. In Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., & Babaç, M.T. (Eds.), *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)* (pp.127-140). İstanbul: Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği.
- Villodre, J., & Garcia-Jacas, N. (2000). Pollen studies in subtribe Centaureinae (Asteraceae): the Jacea group analysed with electron microscopy. *Botanical J. of the Linnean Society*, 133, 473-484.
- Wagenitz, G. (1995). Pollen morphologie uncl systematik in cler gattung centaurea L. s. l. *Flora*, 142, 213–279.
- Wagenitz, G., & Hellwig, F.H. (2000). *Psephellus* Cass. (Compositae, Cardueae) revisited with a broadened concept. *Willdenowia*, 30, 29–44.
- Wodehouse, R.P. (1935). *Pollen Grains*. New York: McGraw Hill Press.



Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Tarım Bilimleri Dergisi  
(YYU Journal of Agricultural Science)

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Araştırma Makalesi (Research Article)

**An Alternative Live Food for Fish Larvae;  
Vinegar Eels (*Turbatrix aceti*) Enriched with Bacterial Protein**

Şükrü ÖNALAN\*<sup>1</sup>, Ahmet SEPİL<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Van Yuzuncu Yil University, Fisheries Faculty, 65080, Van, Turkey

\*Corresponding Author e-mail: [sukruonalan@yyu.edu.tr](mailto:sukruonalan@yyu.edu.tr)

**Article Info**

Received: 10.11.2019  
Accepted: 05.12.2019  
Online Published 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.644877

**Keywords**

Bakteriyel protein,  
Fish larvae,  
*L. garvieae*,  
Real-Time PCR,  
Vinegar eels,  
Zebra fish.

**Abstract:** Especially at commercial rearing of marine and ornamental fish species, the achievement of early stage feeding operations is very significant for reducing larval losses. For this reason, it is necessary to produce and use of live food organisms that appropriate for first mouth gap sizes of fish larvae. Widely used in this regard rotifer (*Brachionus plicatilis*) has got uneasy culture procedures, so evaluating alternative live food organisms is very important. In this study, we have assessed the feasibility of vinegar eels in early stage feeding of altricial fish larvae. Zebra fish (*Danio rerio*) have got smaller mouth gap size than other fish species have been used in feeding trials and acceptabilities of vinegar eels by larvae was evaluated. And also, an increase in protein contents of vinegar eel evaluated using bacterial proteins (*Lactococcus garvieae*).

**Balık Larvaları için Alternatif bir Canlı Yem;  
Bakteriyel Protein ile Zenginleştirilmiş Sirke Kurtları (*Turbatrix aceti*)**

**Makale Bilgileri**

Geliş: 10.11.2019  
Kabul: 05.12.2019  
Online Yayınlanma 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.644877

**Anahtar kelimeler**

Bakteriyel protein,  
Balık larvası,  
*L. garvieae*,  
Real-Time PCR,  
Sirke kurdu,  
Zebra balığı.

**Öz:** Özellikle deniz ve süs balıkları türlerinin ticari olarak yetiştirilmesinde erken evre besleme işlemlerinin başarılması larva kayıplarını azaltmak için çok önemlidir. Bu nedenle, ilk ağız boşluğu büyüklüğünde balık larvaları için uygun canlı gıda organizmalarının üretilmesi ve kullanılması gerekmektedir. Bu konuda yaygın olarak kullanılan rotifer (*Brachionus plicatilis*), kolay olmayan kültür prosedürlerine sahiptir, bu nedenle alternatif canlı gıda organizmalarının değerlendirilmesi çok önemlidir. Bu çalışmada altrisyal balık larvalarının erken beslenme evresinde sirke kurdunun canlı yem olarak uygulanabilirliği denenmiştir. Diğer balık türlerinin beslenme denemelerinde kullanılan daha küçük ağız boşluğu büyüklüğüne sahip olan Zebra balığı (*Danio rerio*)'nın sirke kurtlarını canlı yem olarak kabul edilebilirlikleri değerlendirilmiştir. Sirke kurtlarının beslenmesinde ise bakteriyel (*Lactococcus garvieae*) proteinlerin kullanımı değerlendirilmiştir.

**1. Introduction**

A major bottleneck in the production of altricial fish larvae is inadequate nutrition during the early stages. In spite of improvements in microparticulate diet technology, exclusive use of formulated diets is problematic and currently, feeding larval fish with live food organisms during early stages

results in higher growth and survival rates (Önal et al., 2015). Especially at commercial rearing of ornamental fish larvae, early stage feeding is very significant to reduce larval loses. For this reason, it is necessary to produce and use live feeds suitable to the mouth gap of larvae.

The brackish water rotifer, *Brachionus plicatilis*, is one of the most important live food organisms that are extensively used for the fish culture of most altricial larvae all over the world (Önal et al., 2015). However various contamination problems faced while rearing rotifer and due to the difficulties of rearing procedures, it is a bottleneck at larval feeding especially commercial rearing of ornamental fish. The beginning time of exogenous feeding at altricial fish larvae differ according to species. Generally, the mouth apertures of larvae at this stage is quite big. Therefore, it is necessary to feed the larvae with suitable size live feeds. It is quite important that the live feed which will be used at larval feeding must be acceptable by the larvae besides the sizes of live feeds. It is necessary to use live feeds which are quite motile at the water column to interest larvae. Because of some difficulties at intensive rearing and stocking of live feeds generally popular food at early stage feeding is egg yolk at commercial rearing of ornamental fish larvae in our country. But, due to the immobility of egg yolk at water column and formation of the layer which will damage water quality at the aquarium floor increase larval mortality. However, at early stages due to immaturity of the digestive system of larvae and inadequate level enzyme activities it is necessary to use live feeds and because of this situation it is mandatory to use alternative live feeds. In this study the usability of a free living nematode species vinegar eel (*Turbatrix aceti*) at larval feeding and enrichment of composed culture with bacterial proteins is evaluated.

In aquaculture, *Lactococcus garvieae* is an important bacterium at the head of bacterial factors in our country (Çağırğan, 2004). *Lactococcus garvieae* causing Laktokokkozis is a septicemic disease that emergent depending upon temperature increase. And then it leads to economic casualties in fresh water and marine fishes (Ghittino and Prearo, 1992; Carson et al., 1993; Bark and McGregor, 2001; Diler et al., 2002; Eyngor et al., 2004; Vendrell et al., 2006; Savvidis et al., 2007; Evans et al., 2009). Species of belonging to genus *Lactococcus* take place within the family Streptococcaceae. Streptokokkozis disease in rainbow trout has reported in Japan in 1958 by Hoshina for the first time. In our country, Streptokokkozis has reported in Karacasu county of Aydın province in small family management in 1992 for the first time (Çağırğan, 2004). At the same year, 5 different epizooties have appeared in the same management. In 1993, while the water temperature at 12 °C, plenty of *Lactococcus* isolated from the intestine system of fishes. When the water temperature has increased to 15 °C degrees, it caused 60 percent of mortality within 3 days. Laktokokkozis disease has also begun to be seen at other trout farms when the water temperature above 15 °C in 2000. Almost all of the trout farms to spread and has caused serious losses by the way of transferring pathogenic fishes.

## 2. Materials and Methods

First of all, we have aimed to breed vinegar eels in prepared culture media. For that purpose, culture media was composed as 1 liter glass jars including fifty percent of cider vinegar and fifty percent of apple juice. Vinegar eels were obtained from stock culture was inoculated into culture media for breeding. However, an altricial ornamental fish larvae have got suitable mouth gap is determined to using for vinegar eels as live food. So, Zebrafish (*Danio rerio* Hamilton, 1822) from the family Cyprinidae was chosen. These fishes have long been used in biomedical research and testing, in the last years has the zebrafish (*Danio rerio*) become an important research tool (Francis-West et al., 1995). Zebrafish is important for the aquarium sector as well as model fish species for biological science. Zebrafish have got transparent larvae in early life stages and reproduction capacities are higher than the other many ornamental fish species. And also these fishes have got easy culture and stocking procedures. Zebrafish is an important laboratory model for studies of genetics and disease due to have got fast growth performance and genotype specifics similar to human (Lamason et al., 2005). Aquariums and fed on kind of live foods (Blood worms and sludge worms) and commercial flake baits for during 2 weeks. After the adaptation period, suitable water quality parameters for this species were provided and eggs were taken from mature fishes.

## 2.1. Morphological measurements on larvae and vinegar eels

First feeding of Zebra fish larvae on 3<sup>rd</sup> day after yolk absorption (3 DAH-3 Day After Hatching) and also mouth gap is opened at 3 DAH. Vinegar eels were offered to larvae during the first day of exogenous feeding. Mouth gap sizes when it first opened of larvae and live bait sizes and shapes are essential for using live bait efficiently. So, we have performed some measurements on larvae and vinegar eels. 20 larvae were selected randomly in larvae tank at 3 DAH and mouth gap sizes were measured with the stereo microscope. In addition, 20 eels were taken randomly from culture media at the end of a 15-day culture period and eels were measured using binocular microscope.

## 2.2. Acceptability experiments with fish larvae

30 larvae were taken randomly from inside of larvae tank and transferred to 500 ml. beaker with the inclusion of 25 °C distilled water, in order to determine whether vinegar eels have been received by larvae. An aquarium heater (25W) for maintaining at 25 °C and an air stone for water circulation were installed into the beaker. Since the opening of the mouth, not any baits were added into larvae tank. Just after larvae were taken into the beaker, not any baits were added to beaker for a period of 12 hours for the stomach and the digestive tract is completely empty. At the end of 12 hours, vinegar eels were added into beaker as 25 eels /100 ml. Larvae were randomly taken from the beaker end of the 10, 30, and 60 minutes and larvae were investigated to evaluate the digestive tract and stomach fullness with eels. After the first feeding, this process was repeated at 5 DAH and 7 DAH. By the time the end of the feeding trial, all of the larvae were fed with only vinegar eels 2 times a day (Robin and Vincent, 2003).

## 2.3. Bacteria isolation

Bacterial isolates used in the study, were isolated from rainbow trout and identification has not been performed. Bacteria isolations were repeated having been incubated for a period of 24 hours at 22 °C in Tryptic Soy Agar (TSA). After the incubation period, colonies of bacteria were analyzed in terms of morphological features such as color, shape and brightness (Austin and Austin, 1999).

## 2.4. Bacterial identification

### 2.4.1. DNA isolation

Total genomic DNA isolations were insulated using DNA Mini Plus Kit (Qiagen) in QIAcube. Real-Time PCR analysis were carried out with a volume of 25 µl mixture of specific forward, reverse primers (27F-1492R), SYBRGreen qPCR Mastermix and DNase-RNase free water (Önalın and Yavuz, 2019).

### 2.4.2. Real-Time PCR operation

In Real-Time PCR process, pre-denaturation was carried out at 95 °C for 10 min, denaturation 94 °C for 45 sec, annealing at 55 °C for 30 sec and extantion at 72 °C for 45 sec. Cycle was completed as 45 cycle. Then as the last step, last-extantion process was carried out at 72 °C for 7 minutes. During the Real-Time PCR operation, non-template control tubes were used as a negative control. In RotorGene Q 9000 software, sigmoidal curves have been commented as positive (Livak and Schmittgen, 2001; Altınok et al., 2007).

### 2.4.3. Sequence Analysis

After the Real-time PCR analysis, sequence analysis of the target region was performed with PCR amplicons and Primers. Real-Time PCR operation was repeated for the purpose of cleaning the PCR amplicons. After that PCR amplicons were sent for sequence analysis. Results in PDF and Word format blast in NCBI web sites (Duman et al., 2017).

### 2.5. Obtaining of bacterial protein

In this process, developing colonies were cultivated to TSB medium after development at 37 °C for 24 hours in TSA medium. And then bacterial development was repeated in TSB medium at 37 °C for 24 hours. Developing bacteria have centrifuged in 10400 rpm and bacteria pellets have obtained. 100 µl of ultra-pure water adding onto bacteria pellet was made a suspension by pipetting. In order to obtain bacterial protein, bacterial suspension have centrifuged in 10000 rpm for 5 minutes and supernatant of suspension were moved away. Cell lysis buffer adding onto bacteria pellet, cells have lysed by use of sonication. Homogenate has centrifuged in 14000 rpm for 10 minutes and protein extracts were obtained. After the centrifuge process, supernatant has taken to Eppendorf tubes and concentration of homogenate was calculated using Bradford solution (Gorgisen ve ark., 2013).

### 2.6. Calculation of the spectrophotometric development

In order to calculate increase of the optical density as spectrophotometric that formed as a result of feeding on bacterial proteins;

- a) Distilled water and vinegar eels,
- b) Distilled water and protein,
- c) Distilled water, protein and vinegar eels,
- d) Distilled water, vinegar and vinegar eels,
- e) Control,

A trial was established that above mentioned contents of 5 groups. In the experiment, the optical density at 600 nm synchronized as amount of vinegar eels were prorated to the groups with the inclusion of vinegar eels. Due to development an increase in densities were spectrophotometrically measured and results has been made graphically using by Graphpad Prism software (Çevik and Önalın, 2019).

## 3. Results

### 3.1. Morphological measurement results

The time of mouth opening 3. day (after hatching 74-75. hours), larvae were taken randomly and mouth gap sizes were measured. Larvae were placed vertically into the glass capillary tubes and mouth gap sizes were measured using stereo microscope. Accordingly, average of measurements was performed on the 20 larvae was determined as 124 µm (Fig 1).

At the end of a 15-day culture period, vinegar eels were randomly taken and eels were measured. The thickness of body region of 50 eels were measured and average was determined as 57 µm (Fig 1).

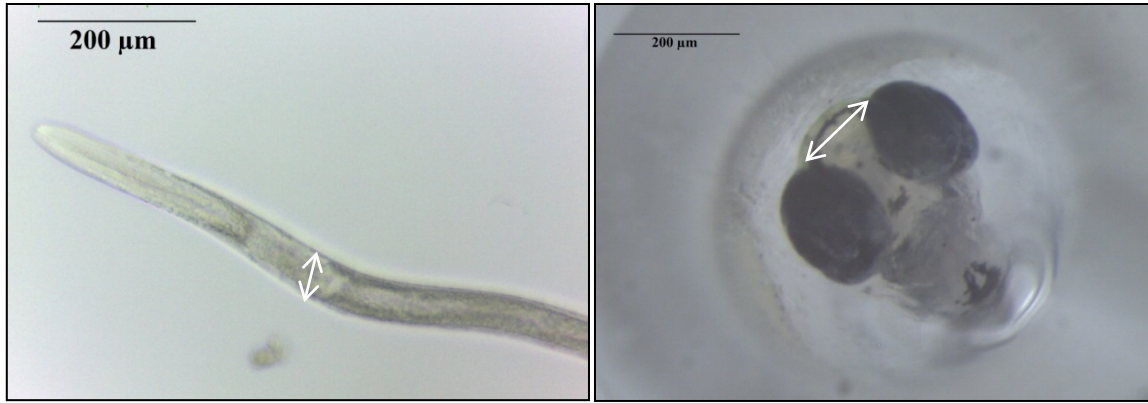


Figure 1. Vinegar eel diameter of body (widest part) and Larvae (74 h) mouth gap size.

### 3.2. Feeding experiment results

At the end of the feeding trials, vinegar eels were encountered throughout the digestive tract and stomach of larvae at 3 day after hatching (3 DAH) and the following days (Fig 2).

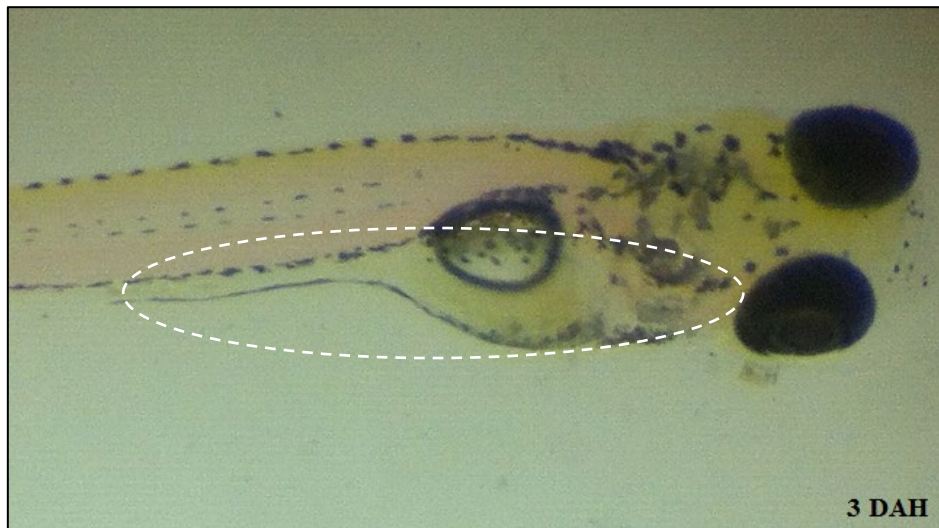


Figure 2. First feeding on vinegar eels.

Similarly, when feeding trial carried the following days, it has observed that use up vinegar eels and their stomach is full at 5 DAH and 7 DAH (Fig 3).

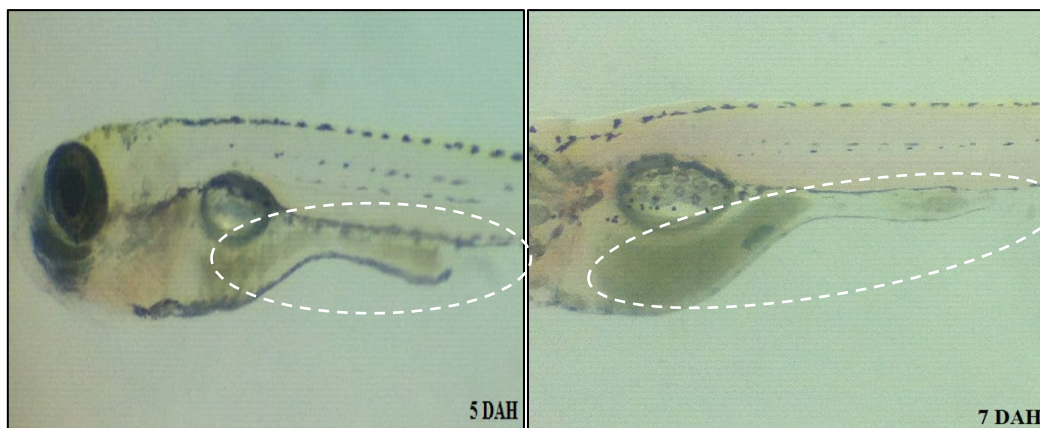


Figure 3. 5 and 7. days after hatching digestive tract and stomach fullness with vinegar eels

### 3.3. Bacterial identification results

In our study, with the aim of identification of *L. garvieae* using as source of protein in the diet of vinegar eels, as a result of sequence of amplicons were obtained from PCR (Fig 4), were confirmed as *L. garvieae* at the rate of %96. Results of nucleic acid and amino acid sequence is given below (Fig 5, 6).

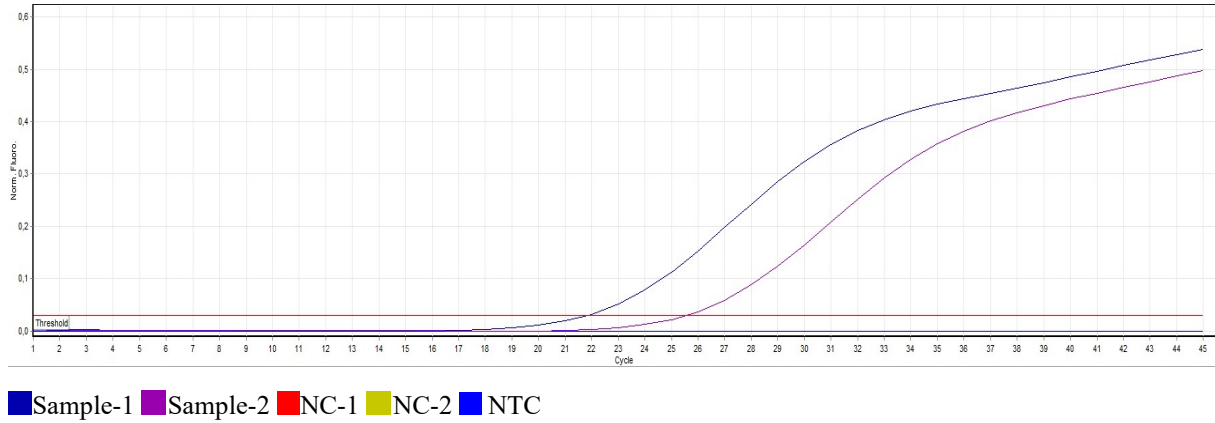


Figure 4. Real-Time PCR positive results of two same *Lactococcus garvieae* bacterial DNAs (\*NC-1: Negative control (Master mix), NC-2: Negative control (Primer), NTC: Non-Template Control).



Figure 5. Amino acid and nucleic acid sequence of PCR amplicons.

Sequences producing significant alignments:

Select: All None Selected:0

Description	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Accession
<input type="checkbox"/> <a href="#">Lactococcus garvieae strain Cp13 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1655	1655	60%	0.0	96.25%	<a href="#">MH295804.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Lactococcus garvieae strain RCB59 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1655	1655	60%	0.0	96.25%	<a href="#">KT260271.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Lactococcus garvieae strain 2.1.20 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1653	1653	60%	0.0	96.25%	<a href="#">MK611300.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Lactococcus garvieae strain M-T-MRS_42 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1650	1650	60%	0.0	96.15%	<a href="#">JQ795811.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Lactococcus garvieae strain JJUN1 chromosome, complete genome</a>	1648	8241	58%	0.0	97.23%	<a href="#">CP026502.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Lactococcus garvieae strain F19 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1648	1648	60%	0.0	96.15%	<a href="#">MK559554.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Lactococcus garvieae JRC-LG3 gene for 16S ribosomal RNA, partial sequence</a>	1648	1648	60%	0.0	96.15%	<a href="#">LC377166.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Lactococcus garvieae JRC-LG2 gene for 16S ribosomal RNA, partial sequence</a>	1648	1648	60%	0.0	96.15%	<a href="#">LC377165.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Lactococcus garvieae JRC-LG1 gene for 16S ribosomal RNA, partial sequence</a>	1648	1648	60%	0.0	96.15%	<a href="#">LC376029.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Lactococcus garvieae strain ICMP 22332 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1648	1648	60%	0.0	96.15%	<a href="#">MK368652.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Lactococcus garvieae strain ICMP 22338 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1648	1648	60%	0.0	96.15%	<a href="#">MK368649.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Lactococcus garvieae strain HBUAS54146 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1648	1648	60%	0.0	96.15%	<a href="#">MH701935.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Lactococcus garvieae strain HBUAS54145 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1648	1648	60%	0.0	96.15%	<a href="#">MH701934.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Lactococcus garvieae strain deF2 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1648	1648	60%	0.0	96.15%	<a href="#">MH198321.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Bacterium strain IMAU11938 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1648	1648	60%	0.0	96.15%	<a href="#">MF893797.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Bacterium strain IMAU11884 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1648	1648	60%	0.0	96.15%	<a href="#">MF893796.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Bacterium strain IMAU11839 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1648	1648	60%	0.0	96.15%	<a href="#">MF893795.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Bacterium strain IMAU11826 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1648	1648	60%	0.0	96.15%	<a href="#">MF893794.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Bacterium strain IMAU11813 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1648	1648	60%	0.0	96.15%	<a href="#">MF893792.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Bacterium strain IMAU11812 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1648	1648	60%	0.0	96.15%	<a href="#">MF893791.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Lactococcus garvieae strain IMAU50348 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1648	1648	60%	0.0	96.15%	<a href="#">MG547289.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Lactococcus garvieae strain IMAU50347 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1648	1648	60%	0.0	96.15%	<a href="#">MG547288.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Lactococcus garvieae strain FJAT-18104 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1648	1648	60%	0.0	96.15%	<a href="#">MF385039.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Lactococcus garvieae strain MJF010 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1648	1648	60%	0.0	96.15%	<a href="#">MH057260.1</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Lactococcus garvieae strain S1-107 16S ribosomal RNA gene, partial sequence</a>	1648	1648	60%	0.0	96.15%	<a href="#">MF327672.1</a>

Figure 6. NCBI blast results of sequence results.

Obtained results of nucleic acid and amino acid sequences were blast by nblast method on the NCBI website. Obtained from results of the blast, according to above %96 similarity ratio identify that *L. garvieae*.

### 3.4. The results of using bacterial protein on feeding trial

Proteins that obtained from *L. garvieae* isolates using Bradford method were used for feeding vinegar eels. Vinegar eels were used bacterial proteins contained within distilled water. Eels had stayed alive during the study period and also the presence of protein was monitored in digestive tract (Fig. 7).

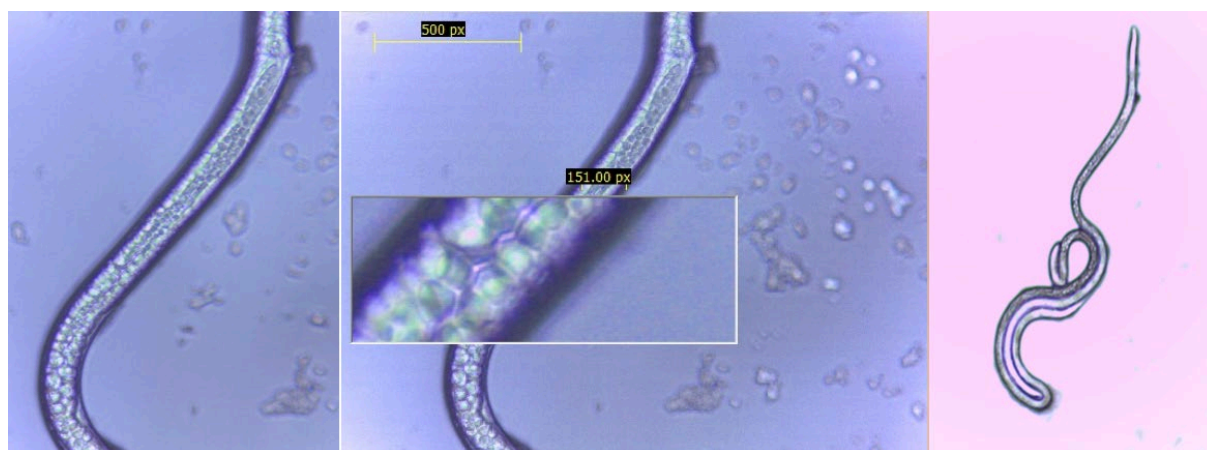


Figure 7. Bacterial proteins intake by vinegar eels.

Performed with Bradford method that in order to determine the increase in total protein amount depending upon vinegar eels feeding on protein. These total protein values are given below.



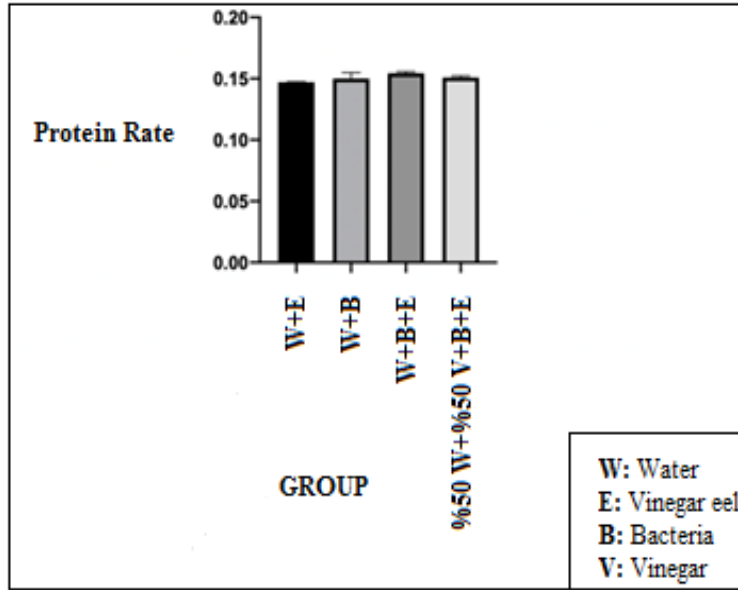


Figure 8. Total protein values of different groups.

### 3.5. Spectrophotometric development results

In different groups, depending on development of the vinegar eels, increase the density of the results are given below.

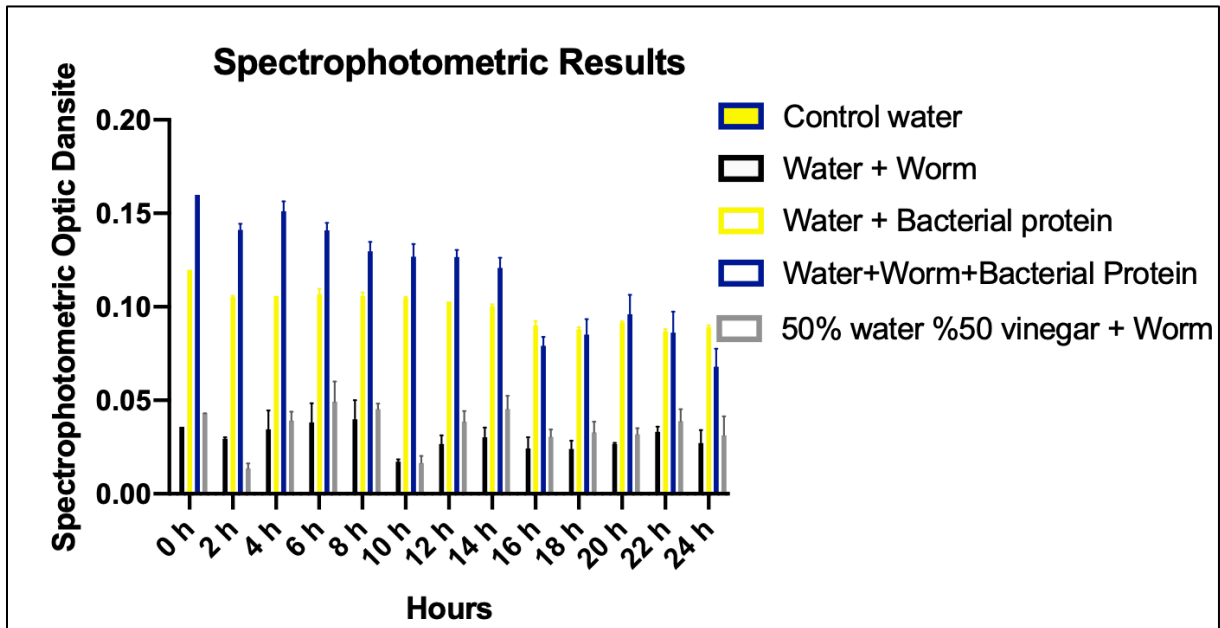


Figure 9. Density change depending upon development of eels.

In line with the results from the chart, development of optical density of eels feed on bacterial protein 3 fold more than vinegar eels in water. Similarly, development of optical density of eels feed on bacterial protein 2 fold more than development of eels in white vinegar.

### 4. Discussion and Conclusion

Morphological measurements on larvae and vinegar eels show that vinegar eels are a live feed that can be used in early stage larval feeding procedures. In addition, the detection of vinegar eels in the digestive tract of the larvae from the moment of exogenous feeding in the experiments reveals the

acceptability of the larvae. The zebra larvae used in the study are altricial larvae with very small first mouth opening (3 DAH) and are generally used as a model for the first feeding species with rotifers. Therefore, it is thought that vinegar eels can be used for feeding species that are commercially grown and need rotifers similarly. In commercially dense bream (*S. aurata*) larvae, the first mouth opening is quite small as in zebra larvae. Therefore, the use of rotifers in larval breeding is essential. However, contamination problems encountered in rotifer cultures and sudden collapses in the population reveal the need for the alternative live feed. However, the acceptability of the feed by the larvae is largely related to the fact that the live feed is movable within the water column.

In the first steps of the study, vinegar eels were observed to survive at -40 °C and -80 °C after 1, 5 and 10 min. In a study conducted with vinegar eels, it was reported that they could survive at -77 °C (Gehenio and Luyet, 1951).

There are many studies conducted with bacterial proteins for different purposes (Williams et al., 1991; Øverland et al., 2001; Aas et al., 2006). However, no study has been found to feed vinegar eels which are used as live feeds for larval feeding of bacterial proteins. Although bacterial diseases have a very important place in the field of aquaculture, bacteria have been evaluated to benefit in many areas. Biodiesel production (Olguín, 2012), the production of yogurt (Lee et al., 1974), treatment with different bacteria against different bacterial diseases and biofilm (Høiby et al., 2010) in many areas such as bacteria-oriented solutions are used in different areas of life. The nutritional needs in the fisheries field is an important expense. Vinegar eels are highly mobile and have high tolerance to unfavorable environmental conditions, increasing the potential of being an alternative live feed in larval breeding. It is thought that the use of bacterial protein for feeding vinegar eels, which are considered to be of great advantage as a live feed, will have beneficial effects on aquaculture.

As a result of the study, it is understood that vinegar eels need to be carried out in order to determine the optimum growth conditions and procedures for intensive culture and the use of bacterial proteins as live feeds is appropriate in terms of cost and adequacy.

## 5. References

- Aas, T. S., Hatlen, B., Grisdale-Helland, B., Terjesen, B. F., Bakke-McKellep, A. M., & Helland, S. J. (2006). Effects of diets containing a bacterial protein meal on growth and feed utilisation in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 261(1), 357-368.
- Altınok, I., Balta, F., Capkin, E., & Kayis, S. (2007). Disease of rainbow trout caused by *Pseudomonas luteola*. *Aquaculture*, 273(4), 393-397.
- Austin, B., & Austin, D. A. (1999). *Bacterial Fish Pathogens: Diseases of Farmed and Wild Fish*, 3rd ed. Springer-Praxis, London. 457 pp.
- Bark, S., & McGregor, D. (2001). The first occurrence of lactococcosis in farmed trout in England. *Trout News*, 31, 9-11.
- Carson, J., Gudkovs, N., & Austin, B. (1993). Characteristics of an Enterococcus-like bacterium from Australia and South Africa, pathogenic for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum). *J. Fish Dis.*, 16, 381-388.
- Çağırğan H., (2007). *Rainbow trout diseases*. Eastern Anatolia Development Program, Agriculture and Rural Development Component, Van, 8-9pp.
- Çağırğan, H. (2004). Biotyping of *Lactococcus garvieae* Isolated from Turkey. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 21, 267-269.
- Çevik, M., & Önalın, Ş., (2019). *Bazı fitokimyasalların Yersinia ruckeri üzerine etkileri ve antimikrobiyal direnç durumlarının araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi)*. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Diler, Ö., Altun, S., Adiloglu, Kubilay, A. K., & A., Isıklı, B. (2002). First occurrence of Streptococcosis affecting farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Turkey. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, 22, 21-26.
- Duman, M., Saticioglu, I. B., Buyukekiz, A. G., Balta, F., & Altun, S. (2017). Molecular characterization and antimicrobial resistance profile of atypical *Citrobacter gillenii* and *Citrobacter* sp. isolated from diseased rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, 10, 136-142.

- Evans, J. J., Klesius, P. H., & Shoemaker, C. A. (2009). First isolation and characterization of *Lactococcus garvieae* from Brazilian Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), and pintado, *Pseudoplathystoma corruscans* (Spix & Agassiz). *Journal of Fish Diseases*, 32(11), 943-951.
- Eyngor, M., Zlotkin, A., Ghittino, C., Prearo, M., Douet, D. G., Chilmonczyk, S., & Eldar A. (2004). Clonality and Diversity of the Fish Pathogen *Lactococcus garvieae* in Mediterranean Countries. *Applied and Environmental Microbiology*, 70 (9), 5132–5137.
- Francis-West, P. H., Robertson, K. E., Ede, D. A., Rodriguez, C., Izpisua-Belmonte, J. C., Houston, B., Burt, D. W., Gribbin, C., Brickell, P. M., & Tickle, C. (1995). Expression of genes encoding bone morphogenetic proteins and sonic hedgehog in talpid (ta3) limb buds: their relationships in the signalling cascade involved in limb patterning. *Dev. Dyn.*, 203(2), 187–197.
- Gehenio, P. M., & Luyet, B. J. (1951). Effect of a preliminary slight dehydration on the survival of 'vinegar eels' frozen at -77° C. *Biodynamica*, 7(130), 41-52.
- Ghittino, C., & Prearo, M. (1992). Report of Streptococcosis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Italy: preliminary note. *Boll. Soc. Patol. Ittica.*, 8, 4-9.
- Gorgisen, G., Ozes, D., Pehlivanoglu, S., Erdogan, A., Dertsiz, L., Ozbilim, G., Ozbudak, I. H., Savas, B., & Ozes, O. N. (2013). Differential expression and activation of Epidermal Growth Factor Receptor 1 (EGFR1), ERK, AKT, STAT3, and TWIST1 in nonsmall cell lung cancer (NSCLC). *Experimental Lung Research*, 39(9), 387-398.
- Høiby, N., Bjarsholt, T., Givskov, M., Molin, S., & Ciofu, O. (2010). Antibiotic resistance of bacterial biofilms. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 35(4), 322-332.
- Lamason, R. L., Mohideen, M. A., Mest, J. R., Wong, A. C., Norton, H. L., & Aros, M. C. (2005). SLC24A5, a putative cation exchanger, affects pigmentation in zebra fish and humans. *Science*, 310, 1782–1786.
- Lee, S. Y., Vedamuthu, E. R., Washam, C. J., & Reinbold, G. W. (1974). An agar medium for the differential enumeration of yogurt starter bacteria. *Journal of Milk and Food Technology*, 37(5), 272-276.
- Olguín, E. J. (2012). Dual purpose microalgae–bacteria-based systems that treat wastewater and produce biodiesel and chemical products within a Biorefinery. *Biotechnology Advances*, 30(5), 1031-1046.
- Øverland, M., Skrede, A., & Matre, T. (2001). Bacterial protein grown on natural gas as feed for pigs. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science*, 51(2), 97-106.
- Önal, U., Topaloğlu, G., & Sepil, A. (2015). The Performance of Continuous Rotifer (*Brachionus plicatilis*) Culture System for Ornamental Fish Production. *Journal of Life Sciences*, 9, 207-213.
- Önalın, Ş., & Yavuz, H. İ. (2019). Nanopartikül içerikli sıvı besiyerlerinde *Lactococcus garvieae* izolatlarının gelişim farklılıklarının spektrofotometrik olarak belirlenmesi. *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 5(1), 6-15.
- Robin, J. H., & Vincent, B. (2003). Microparticulate diets as first food for gilthead sea bream larva (*Sparus aurata*): study of fatty acid incorporation. *Aquaculture*, 225(1-4), 463-474.
- Savvidis, G. K., Anatoliotis, C., Kanaki, Z., & Vafeas, G. (2007). Epizootic outbreaks of Lactococcosis disease in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), culture in Greece. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, 27(6), 223-228.
- Vendrell, D., Balcazar, J. L., Ruiz-Zaruela, I., Blas, D., Girones, O., & Muzquiz, J. L. (2006). Lactococcus garvieae in fish: A review. *Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases*, 29, 177-198.
- Williams, C. M., Lee, C. G., Garlich, J. D., & Shih, J. C. (1991). Evaluation of a bacterial feather fermentation product, feather-lysate, as a feed protein. *Poultry Science*, 70(1), 85-94.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Tarım Bilimleri Dergisi  
(YYU Journal of Agricultural Science)



<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Araştırma Makalesi (Research Article)

**Effects of Cadmium and Zinc Applied to the Soil Enriched with Sewage Sludge on Plant Growth and Antioxidative Enzyme Activity of Lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*)**

Ayşegül BİTİKTAŞ<sup>1</sup>, Sibel BOYSAN CANAL<sup>2\*</sup>, Mehmet Ali BOZKURT<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tusba Chamber of Agriculture, Van, Turkey

<sup>2</sup>Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Van, Turkey

\*Sorumlu yazar e-posta: sibelboysan@hotmail.com

**Makale Bilgileri**

Received: 06.09.2019  
Accepted: 08.12.2019  
Online Published 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.616417

**Keywords**

Antioxidative enzymes,  
Cadmium,  
Lettuce (*Lactuca sativa* L.  
var. *longifolia*),  
Zinc.

**Abstract:** The aim of this study is to investigate the effects of a constant rate of sewage sludge (SS) together with cadmium (Cd) and zinc (Zn) at varying levels on the growth of lettuce and antioxidative enzyme activity. In the pot experiment, a fixed ratio of 10%SS with varying doses of Cd (Cd1:50 mg Cd kg<sup>-1</sup>; Cd2:100 mg Cd kg<sup>-1</sup>) and Zn (Zn1:250 mg Zn kg<sup>-1</sup>; Zn2:500 mg Zn kg<sup>-1</sup>) was applied. According to experiment results, compared to the control, 10% SS + Cd1 and 10% SS + Cd2 applications significantly reduced fresh and dry shoot weights, plant height, Zn content and SOD (superoxide dismutase) enzyme activity in the root and shoot of lettuce. However, 10%SS +Cd1 and 10%SS+Cd2 applications significantly increased shoot and root Cd contents, GPX (glutathione peroxidase) enzyme activity in plant and the amount of Cd in soil. On the other hand, 10%SS+Zn1+Cd1 application increased fresh shoot weight, Zn content, SOD and GPX enzyme activities in the shoot of lettuce and decreased the amount of DTPA-Cd in comparison with 10%SS+Cd1 application. Compared to the Cd1 application, 10%SS+Zn2+Cd1 application increased SOD and GPX enzyme activities in the root of lettuce. In comparison with 10%SS +Cd2 application, 10%SS+Zn2+Cd2 application increased fresh and dry shoot weight, Zn content, SOD and GPX enzymes in both shoot and root of lettuce and decreased shoot Cd content and the amount of DTPA-Cd in soil. These results indicate that the Zn application could be beneficial for reducing the toxic effects of Cd in lettuce.

**Arıtma Çamuru ile Zenginleştirilmiş Toprağa Uygulanan Kadmiyum ve Çinkonun Marulun (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) Gelişimi ve Antioksidatif Enzim Aktivitesine Etkisi**

**Article Info**

Geliş: 06.09.2019  
Kabul: 08.12.2019  
Online Yayınlama 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd. 616417

**Anahtar kelimeler**

Antioksidatif enzimler,  
Kadmium,  
Marul (*Lactuca sativa* L. var.  
*longifolia*),  
Çinko,

**Öz:** Bu çalışmanın amacı sabit oranda arıtma çamuru ile birlikte kadmiyum ve çinko düzeylerinin marul bitkisinin gelişimine ve antioksidatif enzim aktivitesine etkisini araştırmaktır. Saksı çalışmasında sabit oranda, arıtma çamuru (%10AÇ), değişen oranlarda kadmiyum (Cd1:50 mg Cd kg<sup>-1</sup>; Cd2:100 mg Cd kg<sup>-1</sup>) ve çinko (Zn1:250 mg Zn kg<sup>-1</sup>; Zn2:500 mg Zn kg<sup>-1</sup>) uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, %10 AÇ+Cd1 ve %10AÇ+Cd2 uygulamaları, kontrole göre, marul bitkisinin kuru ve yaş sürgün ağırlığını, bitki boyu, çinko içeriğini ve kök ve sürgün bölgesinde SOD (süperoksit dismutaz) enzim aktivitesini önemli düzeyde azaltmıştır. Bununla birlikte marul bitkisinin kök ve sürgün kısımlarında ve toprakta kadmiyum konsantrasyonu ile GPX (glutatyon peroksidaz) enzim aktivitesi önemli düzeyde artış göstermiştir. Ancak 10%AÇ +Zn1+Cd1 uygulaması ile 10%AÇ +Cd1 karşılaştırıldığında, marulun sürgün kısımlarında

SOD ve GPX enzim aktiviteleri, çinko içeriği ve sürgün yaş ağırlığında artışa neden olurken toprakta DTPA-Cd (yarayışlı-Cd) içeriğinde düşüğe neden olmuştur. 10%AÇ +Zn2+Cd1 uygulaması ile 10%AÇ +Cd1 karşılaştırıldığında, marul kök bölgesinde GPX ve SOD enzim aktiviteleri artış göstermiştir. 10%AÇ +Zn2+Cd2 uygulaması ile 10%AÇ +Cd2 karşılaştırıldığında bitkinin sürgün yaş ve kuru ağırlığı, Zn içeriğinde ve hem kök hem sürgün SOD ve GPX enzim aktivitesinde artışa neden olurken sürgün Cd içeriğinde ve toprak DTPA-Cd (yarayışlı-Cd) içeriğinde düşüğe neden olmuştur. Bu sonuçlar göstermektedir ki, marul bitkisinde çinko uygulaması kadmiyum toksisitesini azaltmada faydalı olabilir.

## 1. Introduction

Cadmium (Cd) is a non-essential and toxic heavy metal (Grant et al., 1998). Cd is very easily taken up by plant roots and accumulates in plants due to its much more mobile nature relative to other heavy metals. Various crops such as lettuce and spinach, grown in heavy metal polluted soils accumulate large amounts of Cd. This causes heavy metals to join the food chain (Monterio et al., 2009). Cd causes visible symptoms such as browning of roots, necrosis, chlorosis and slow growth in many plant species (Gülser and Sönmez, 2012; Tran and Popova, 2013). Cd has been found to induce oxidative stress in cells leading to the accumulation of reactive oxygen species (ROS) (Liu et al., 2008). Plant cell which is exposed to Cd stress activates enzymatic defence mechanism including superoxide dismutase (SOD), glutathione-S-transferase (GST), catalase (CAT), ascorbate peroxidase (APX) and glutathione reductase (GR) (Hana et al., 2008; Monterio et al., 2009; Lin and Aarts, 2012; Viehweger, 2014).

Zinc (Zn) is an essential micronutrient for plants due to a component of many enzymes needed for the normal development of plants (Aravind et al., 2005). Zn ions in soil lessen the effects of Cd toxicity by reducing Cd uptake (Köleli et al., 2004). In lettuce and spinach, Zn has a synergistic interaction with Cd at the root surface (Kabata-Pendias and Pendias, 1984). However many studies show that the relationship between Zn and Cd is antagonistic because both elements have overlapping features (Rizwan et al., 2017). Zn helps the reduction of Cd concentration both in plants and in soil solution (Saifullah et al., 2014). Mckenna et al. (1993) reported that Zn application reduces the accumulation of Cd in roots and transportation of Cd from roots to young leaves in lettuce and spinach. The relationship between Cd and Zn depends heavily on plant type, tissue type and cadmium and zinc concentration (Zhao et al., 2011). Zn has an important role in the anti-oxidative defence system against the destructive effects of reactive oxygen species. Zn is a necessary metal component of key enzymes such as Cu-Zn SOD, APX, and GR (Cakmak, 2000; Wu and Zhang, 2002). Zn application improves growth and yield in wheat grown in Cd-contaminated soil (Abbas et al., 2017). Rizwan et al. (2017) reported that foliar application of Zn-lysine (Zn-lys) complex decreased Cd contents as well as reduced the oxidative stress in wheat.

Sewage sludge (SS) contains high levels of heavy metal. Heavy metal toxicity is an important factor in limiting agricultural production. In this case, the source of the SS is important. However, the application of SS results in an increase in organic matter, nitrogen, phosphorus and microbiological activity in the soil (Castro et al., 2009). Erdogan et al. (2011) reported that the SS application increased heavy metal concentration in ornamental plants. Hossain et al. (2015) reported that compared to biochar and sewage sludge, biochar application reduced the accumulation of heavy metals in cherry tomatoes. Although SS is a source of heavy metals, it is an important organic complex that controls the solubility of heavy metals, due to its high organic matter content.

The aim of this study is to investigate the effects of Cd and Zn in the soil added with SS on plant development and antioxidative enzyme activity in lettuce. We also investigated Cd solubility in soil and preventive effects of Zn application to mitigate Cd toxicity in lettuce.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Characterization of soil and SS

The soil used in the experiment was taken from the experimental area of the Faculty of Agriculture of Van Yüzüncü Yıl University. The soil characteristics are presented in Table 1. The experiment soil was characterized by alkaline pH, unsalted, medium calcareous, low organic matter and low nitrogen. SS was taken from the Van Municipality Wastewater Treatment Plant. Cd, Pb, Cu and Zn contents in SS were under the threshold values recommended in the soil pollution control guideline (Anonymous, 2010) (Table 1).

Table 1 Characteristics of soil and SS

	Units	Soil	SS
<b>Texture</b>		Sandy Clay Loam	
pH (1/2.5)		8.42	6.91
Salt,	dS/m	0.10	1.0
Lime,	%	12.22	-
Organic Material,	%	1.97	27.4
Total N	%	0.095	1.42
Available P,	mg/ kg	7.1	
<b>Extractable with DTPA</b>	mg/kg		
Fe	mg/kg	9.18	
Zn	mg/kg	1.52	
Cu	mg/kg	0.72	
Mn	mg/kg	8.99	
Cd	mg/kg	0.01	
Pb	mg/kg	0.285	
<b>Total elements</b>	%		
P	%	-	0.58
K	%	-	0.19
Fe	%	-	0.79
Zn	mg/kg	-	762
Cu	mg/kg	-	111
Mn	mg/kg	-	645
Cd	mg/kg	-	0.73
Pb	mg/kg	-	40.3

### 2.2. Pot experiment

The pot experiment was carried out in the growth chamber in the Faculty of Agriculture, Van Yüzüncü Yıl University. The temperature of the growth chamber was set to  $18 \pm 2^{\circ}\text{C}$  because lettuce is a cool climate vegetable crop. In the present study, completely randomized design with four-replication trial was carried out. After eight weeks of the development period, plant samples were taken from each parcel, both from the root and above-ground parts. In each application, 4 plots and 15 pots were formed in each parcel. Each pot was filled with 300 g soil and planted with 5 seeds. After germination, the seedling was checked and noted for 8 days. Dilution was made in the way that a plant remains in each pot. In the experiment, at a fixed ratio of 10% SS, two different levels of Cd and Zn were applied. These applications were 50 mg Cd kg<sup>-1</sup>, 100 mg Cd kg<sup>-1</sup>, 250 mg Zn kg<sup>-1</sup> and 500 mg Zn kg<sup>-1</sup>. Ten applications consisted of combinations of SS, Cd, and Zn are as follows:

1- Control 2- 10% (SS) 3-10%SS+Cd1: 50 mg Cd kg<sup>-1</sup>4-10%SS+Cd2: 100 mg Cd kg<sup>-1</sup> 5-10%SS +Zn1: 250 mg Zn kg<sup>-1</sup>6-10%SS +Zn2: 500 mg Zn kg<sup>-1</sup>7-10%SS+Zn1+Cd1 8-10%SS+Zn1+Cd2 9-10%SS+Zn2+Cd1 10-10%SS+Zn2+Cd2.

### 2.3. Chemical analyses of soil and SS

The soil samples and SS were air-dried in a shadowy place and passed through a 2 mm sieve. In line with the guidelines, soil texture was determined by Bouyoucous hydrometer method (Bouyoucous, 1951). In 1:2.5 soil-water mixture and 1:5 SS-water mixture, pH was measured (Jackson, 1958). Lime content was calculated using Scheiblercalcimeter (Hızalan and Ünal, 1966). Soil organic matter was determined using Walkley Black method (Walkley, 1947). Total N was measured using the Kjeldahl method (Kacar, 1994). Available Fe, Cu, Zn, Mn, and Cd were extracted with DTPA and then measured using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) technique (Kacar and Katkat, 1999). The amount of organic matter in SS was determined using the combustion method suggested by Kacar, 1994. Air-dried samples were digested with a mixture of HNO<sub>3</sub>-HClO<sub>4</sub> acids and analysed for the concentration of P, K, Fe, Cd, Pb, Fe, Zn, Cu, and Mn by using atomic absorption spectrophotometer (Kacar, 1994).

### 2.4. Enzyme analysis in plant sample

Enzymatic measurements were carried out at 4 °C. Fresh samples (1 g) were homogenized in 6 ml 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 7.0). After being homogenized, 200 mg Polyvinylpolipidolidone (PVPP) and 0.1 M EDTA (Etilen diaminetetraacetic acid) was added. Homogenates taken into the tubes were centrifuged at +4 °C at 21000 g for 15 minutes. The supernatant was used as a crude enzyme extract for SOD, GPX, GR, GSH enzyme analyses. Superoxide dismutase (SOD EC 1.15.1.1) activity was measured with calculating inhibition percentage of formazan formation using the Randox-Ransod enzyme kit at 505 nm spectrophotometrically (McCord and Fridovich, 1969). Glutathione-S-transferase (GST) was measured at 25 °C spectrophotometrically by following the conjugation of glutathione with 1-chloro-2, 4-dinitrobenzene (CDNB) at 340 nm (Mannervik and Guthenberg, 1981). Glutathione peroxidase was measured by the Randox-Ransel enzyme kit at 340 nm using spectrophotometry (Shimadzu UV/VIS-1201). This enzyme activity was determined by the change in absorbance values during the oxidation of nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (NADPH) (Fhole and Günzler, 1984). GR was measured at 340 nm by following the oxidation of NADPH by GSSG, oxidized glutathione, (Beutler, 1984). CoStat software package was used for statistical analyses. Significant differences were determined by Duncan's Multiple Range tests (Düzgüneş et al., 1987).

## 3. Results and Discussion

### 3.1. Plant growth

The application of 10% SS alone did not have a significant impact on shoot length, shoot fresh weight and shoot dry weight in lettuce compared to the control due to low Cd content. 50 mg Cd kg<sup>-1</sup> (Cd1) and 100 mg Cd kg<sup>-1</sup> (Cd2) additions decreased shoot length, shoot fresh and dry weight compared to the control in lettuce (Table 2). Visual symptoms of Cd toxicity were necrotic areas spreading from the edges to centre in the oldest leaf in lettuce. Another symptom of Cd applications was a noticeable decline in biomass and development compared to the control (Figure1). In comparison with the control, 100 mg Cd kg<sup>-1</sup> decreased root fresh and dry weight. It has been determined that Cd stress inhibits plant growth in various studies on different plant species (Benavides et al 2005). This may affect only young leaves, only old or both young and old leaves (Tran and Popova, 2013). 10%SS +Zn2+Cd1 and 10%SS +Zn2+Cd2 applications increased shoot length, shoot fresh and dry weight compared to 10%SS+Cd1 and 10%SS +Cd2 applications. However, 10%SS+Zn1+Cd1 and 10%SS+Zn1+Cd2 applications did not have a significant impact on the yield parameters in lettuce (Table 2). We found that high levels of Zn had significant positive effects on yield parameters of lettuce under Cd toxicity conditions in SS amended growth medium.

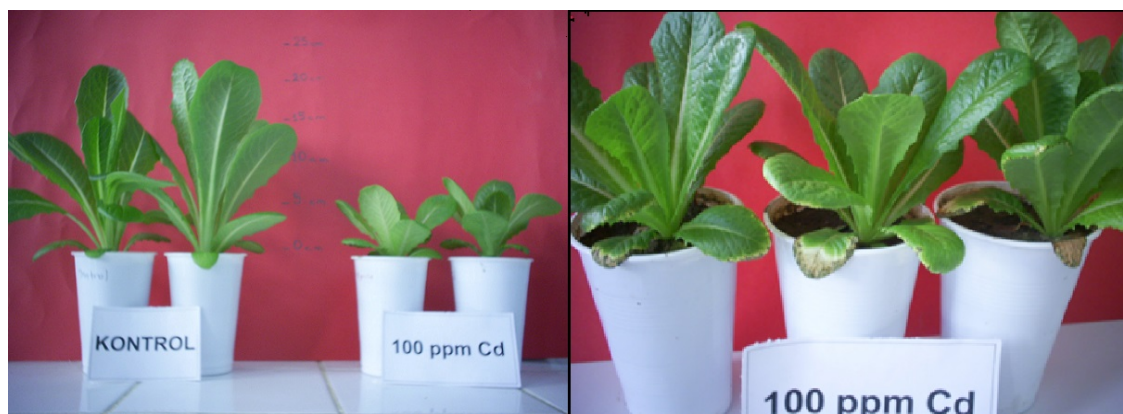


Figure 1: Effects of, 100 mg/kg Cd applications (right), 100 mg kg<sup>-1</sup> Cd and control applications (left) on the shoot of lettuce.

Hassan et al. (2005) identified that Zn applications increased growth in two rice cultivars under Cd toxicity. Wu and Zhang (2002) reported that the addition of Zn in Cd-contained solutions was related to an increase in shoot and root biomass relative to Cd alone treatment in barley.

Table 2. Effects of SS, Cd (50,100 mg kg<sup>-1</sup>) and Zn (250, 500 mg kg<sup>-1</sup>) applications on plant growth of lettuce.

Applications	Shoot length (cm)	Shoot fresh weight (g/ pot)	Shoot dry weight (g/ pot)	Root fresh weight (g/ pot)	Root dry weight (g/ pot)
Control	16.90±1.60b	11.97±1.57ab	0.75±0.045b	3.61±0.35a	0.185±0.046 a
10%SS	17.11±1.84b	13.14±1.53a	0.68±0.095bc	2.31± 0.36b	0.113±0.029 cde
10%SS+Cd1	12.70±0.64cd	8.62±1.78c	0.50±0.105 de	3.25± 0.61a	0.165± 0.021ab
10%SS+Cd2	10.48±0.45e	5.31±1.30d	0.37±0.027 e	2.31±0.53 b	0.130± 0.037cde
10%SS +Zn1	17.57±1.39b	12.40±0.70ab	0.64±0.050 bc	2.13±0.35 b	0.108±0.022 e
10%SS +Zn2	18.26±1.49ab	14.02±1.63a	0.92± 0.134a	2.58±0.59 b	0.147±0.028 bcd
10%SS +Zn1+ Cd1	12.70±0.82cd	6.86±1.92d	0.45±0.027 e	2.02±0.38 b	0.117±0.010cde
10%SS +Zn1+Cd2	11.75±1.48de	6.64±1.30d	0.38±0.053 e	2.10 ±0.079b	0.108±0.014 e
10%SS +Zn2+Cd1	19.61±0.82a	13.77±2.86a	0.70±0.146 bc	2.34± 0.16b	0.112±0.013 de
10%SS +Zn2+Cd2	14.52±1.03c	9.58±2.37bc	0.60±0.042 cd	2.52 ±0.55b	0.149± 0.022bc

\*a,b,c,d,e: Statistically significant mean differences are indicated with different letters in the same column (p<0.05).

### 3.2. Antioxidative enzyme activity in lettuce

10%SS alone application did not change SOD, GST and GR enzymes activity in shoot and root compared to the control. However, 10 % SS +Cd1 and 10 % SS +Cd2 applications decreased SOD enzyme activity and increased GPX activity in shoot and root as compared to the control. 10 % SS +Cd1+Zn1 application increased SOD and GPX enzyme activity in shoot and increased GST and GR enzyme activity in root compared to Cd1 alone application (Table 3,4). In root 10 % SS+Zn2+ Cd1 application increased SOD and GPX enzymes activity compared to Cd1 alone (Table 4). 10 % SS+Zn1+ Cd2 and 10 % SS + Zn2+ Cd2 applications increased SOD and GPX enzymes activity in shoot compared to Cd2 alone (Table 3). We found that applications did not result in a significant change of GST and GR enzyme activity but increased SOD and GPX enzyme activity in the shoot and root of lettuce plant. Jibril et al. (2017) reported that Cd toxicity may prevent cell in two different ways through binding to specific groups of proteins and lipids thus it may cause free radical formation inducing oxidative stress. At the same time, nutrient imbalances and reduction in the amount of vitamin C resulting from the toxic effect of Cd can alone trigger oxidative stress, nutrient deficiencies, and reduction in plant growth and development of agricultural crops. Plant cells activate anti-oxidative protection systems in motion to deal with the harmful effects of reactive oxygen species (Hana et al., 2008; Shahabivand and Aliloo, 2016). In a similar study, Cd treatment decreased SOD and CAT enzymes activity in bean (*Phaseolus vulgaris*) (Chaoui et al., 1997). However, Cherif et al. (2011)



found that Cd application increased SOD enzyme activity whereas APX, GR enzyme activity decreased in tomato plants.

Table 3. Effects of SS, Cd (50, 100 mg kg<sup>-1</sup>) and Zn (250, 500 mg kg<sup>-1</sup>) applications on anti-oxidative enzyme activities in the shoot of lettuce.

Applications	Shoot (U g <sup>-1</sup> tissue)			
	SOD	GST	GR	GPX
Control	867±15.45 bc	0.177±0.046 a	0.174±0.013a	1858±124 e
10%SS	873± 4.97abcde	0.161± 0.042a	0.127±0.046ab	7052± 512ab
10%SS+Cd1	837±16.59 d	0.162±0.017 a	0.129± 0.028ab	4427± 1176cd
10%SS+Cd2	836± 10.39d	0.154±0.013 a	0.131± 0.050ab	4015± 488 d
10%SS +Zn1	875± 2.22ab	0.177± 0.031a	0.108± 0.036b	5921± 876bcd
10%SS +Zn2	881± 1.26a	0.151±0.017 a	0.098± 0.017b	7148± 2603ab
10%SS +Zn1+ Cd1	881±1.26 a	0.186± 0.020a	0.104±0.025 b	7956± 2071ab
10%SS +Zn1+Cd2	861±3.65 c	0.190±0.005 a	0.118± 0.027b	6550± 1989bc
10%SS +Zn2+Cd1	878±3.40ab	0.164±0.025a	0.125±0.030ab	9063±1743 a
10%SS +Zn2+Cd2	876± 2.50ab	0.174±0.029 a	0.123±0.025b	6540± 597bc

\*a,b,c,d,e: Statistically significant mean differences are indicated with different letters in the same column (p<0.05).

Table 4. Effects of SS, Cd (50, 100 mg kg<sup>-1</sup>) and Zn (250, 500 mg kg<sup>-1</sup>) applications on anti-oxidative enzyme activities in the root of lettuce

Applications	Root (U g <sup>-1</sup> tissue)			
	SOD	GST	GR	GPX
Control	832±9.43 a	0.115±0.012 e	0.038±0.007cd	287± 102e
10%SS	831±20.82 a	0.144±0.023 de	0.035±0.007 d	422± 119e
10%SS+Cd1	739± 19.55c	0.164± 0.049bcde	0.045± 0.013bcd	1723± 255bc
10%SS+Cd2	753± 31.35d	0.158 ±0.016cde	0.056 ±0.011ab	1759 ±92.6bc
10%SS +Zn1	834± 11.84a	0.128±0.020 e	0.042±0.004 bcd	455±89.4 e
10%SS +Zn2	848± 11.63a	0.210± 0.056abc	0.044±0.006 bcd	1005±293 d
10%SS +Zn1+ Cd1	789± 28.13bc	0.227± 0.038a	0.068±0.011 a	1777±271 bc
10%SS +Zn1+Cd2	771± 23.02cd	0.220±0.047 ab	0.048±0.004 bcd	2046 ±296b
10%SS +Zn2+Cd1	828± 7.05a	0.191±0.039 abcd	0.051± 0.015bc	2818± 874a
10%SS +Zn2+Cd2	820± 9.54ab	0.207± 0.034abcd	0.047± 0.004bcd	1440±233cd

\*a,b,c,d,e: Statistically significant mean differences are indicated with different letters in the same column (p<0.05).

Zn as a metal component of SOD and as an inhibitor of NADPH-oxidase preserves cell membranes from damage by O<sub>2</sub><sup>-</sup> radicals (Hajiboland, 2000). Zn containing SOD (Cu, Zn -SOD) and catalase enzymes activity reduced in insufficient Zn content in plants. However, under Zn sufficient condition, oxidative stress was alleviated with the enzymatic defence mechanism including SOD, GR, APX (Cakmak, 2000). In a similar study under Cd toxicity conditions, Fe applications influenced SOD enzyme activity in lettuce (Canal and Bozkurt, 2017; Canal and Bozkurt, 2018). The experiment conducted with tomato under Cd stress conditions demonstrated that anti-oxidative enzyme activities were associated with Zn levels (Cherif et al., 2011). Rizwan et al. (2017) found that the application of Zn-lysine (Zn-lys) complex caused an increase in SOD, APX, CAT and POD enzyme activities in wheat plant under cadmium stress.

### 3.3. Cd and Zn contents in different parts of lettuce

The application of 10%SS alone did not increase Cd content compared to the control due to low Cd content of SS. However 10% SS+Cd1 and 10% SS+Cd2 applications increased Cd content in shoot and root compared to the control. In 10% SS+Cd1 treatment, root Cd content was 8,65 times higher than shoot Cd content. In the 10% SS+Cd2 treatment, root Cd content was 8,0 times higher than shoot Cd content (Table 5). Generally, Cd content reduced in the following order roots> stems>leaves (Zhao et al 2011). 10% SS+Zn1+Cd1 application decreased Cd content in shoot compared to 10%SS+Cd1 application. 10%SS+Zn2+Cd2 application decreased Cd content in shoot

compared to 10%SS+Cd2 application (Table 5). 10%SS+Zn1 and 10%SS+Zn2 applications increased Zn content compared to the control in root and shoot. 10%SS+Zn1+Cd2 and 10%SS+Zn2+Cd2 applications increased Zn content compared to 10%SS+Cd2 treatment in root and shoot (Table 5). This result indicated that Zn treatments increased Zn and decreased cadmium uptake in different plant parts of lettuce. In the growing environment with Cd, Zn application reduces the Cd concentration in the above-ground parts of the lettuce plant and also reduces the transport from the roots to the upper organs. Cd concentration is higher in the root region of lettuce. It is thought that cadmium accumulates more in roots as a plant defence mechanism. In a similar study, Rajapaksha and Amarakoon, (2011) found that the presence of Zn decreased Cd accumulation in shoots of lettuce. Zn and Cd with a common transfer membrane protein go into the root cell. Many investigators have suggested that Zn inhibits Cd uptake (Sharma and Agrawal, 2006; Benakova et al., 2017). However Green et. al. (2017) reported that Zn did not have an impact on Cd uptake in root and translocation to shoot in rice. Zareet. al. (2018) reported that Cd: Zn ratio was to be very important in cadmium uptake by lettuce plant. Results were consistent with the previous studies reporting an antagonistic relationship between Zn and Cd (Cakmak, 2000; Zhao et al., 2005; Murtaza et al., 2017).

Table 5. Effects of SS, Cd (50,100 mg kg<sup>-1</sup>) and Zn (250, 500 mg kg<sup>-1</sup>) applications on Cd and Zn contents of lettuce

Applications	Cd (mg kg <sup>-1</sup> )		Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	
	Shoot	Root	Shoot	Root
Control	0.10±0.026e	0.47±0.026 e	39.5± 1.81g	97.8± 15.0gh
10%SS	0.19±0.039e	0.84± 0.036e	76.7± 5.85e	170.6±9.37f
10%SS+Cd1	114.0± 3.55c	985.9± 8.91d	61.3±1.64f	109.1± 5.62g
10%SS+Cd2	186.3±1.32a	1487± 18.82b	56.7±0.44f	85.7±3.21h
10%SS +Zn1	0.84±0.076e	5.81±0.128 e	162.8±5.83b	485.2± 6.31c
10%SS +Zn2	0.57±0.051e	3.15±0.098e	217.7±7.28a	822.1± 13.80a
10%SS +Zn1+ Cd1	103.3±0.863d	1070.1±8.98 c	119.2±2.00d	384.1± 5.02d
10%SS +Zn1+Cd2	180.9±3.59ab	1654± 36.51a	122.3± 3.35d	339.6± 8.83e
10%SS +Zn2+Cd1	119.8±14.22c	1057± 13.42c	150.8± 2.28c	554.9 ±25.60b
10%SS +Zn2+Cd2	178.5 ±1.995b	1499±27.92 b	164.0± 5.69b	491.8 ±8.71c

\*a,b,c,d,e: Statistically significant mean differences are indicated with different letters in the same column (p<0.05).

### 3.4. Cd and Zn content of experimental soil

10%SS alone application did not increase DTPA-Cd compared to the control due to low Cd content of SS. However 10%SS+Cd1 and Cd2 applications increased DTPA-Cd content compared to the control. 10 % SS+ Zn+ Cd1 application decreased DTPA-Cd content compared to Cd1 alone application. Similarly in 10%SS amended growth medium, increased Zn application with Cd2 decreased DTPA-Cd content compared to Cd2 alone application (Table 6). A reduction of the extractable Zn in soil by the application of Cd may be due to the exchange of Zn by Cd from soil sorption sites and non-absorbable complexes in the soil solution (Kabata-Pendias, 2010).

10%SS alone application increased DTPA-Cd compared to the control due to high Cd content of SS. Increased levels of Zn application with Cd1 increased DTPA-Zn content compared to Cd1 alone. Similarly, increased levels of Zn application with Cd2 application increased DTPA-Zn content compared to Cd2 alone (Table 6). We found that 10% SS +Zn applications with Cd reduced Cd concentration and increased Zn concentration in soil. Köleli et al. (2004) reported that Cd application in Zn deficient soil reduced Zn uptake in wheat, whereas the application of Cd to soil with adequate Zn did not reduce Zn uptake in wheat. The decrease in grain Cd concentration by Zn application in Cd-contaminated and uncontaminated soil might be due to the antagonistic effect of Zn (Saifullah et al., 2014).

Table 6. Effects of SS, Cd (50,100 mg kg<sup>-1</sup>) and Zn (250, 500 mg kg<sup>-1</sup>) applications on DTPA- Cd and Zn contents of soil

Applications	Cd (mg kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )
Control	0.012±0.001 g	1.65± 0.034i
10%SS	0.043±0.001g	6.72± 0.19h
10%SS+Cd1	109.8± 1.31d	12.45±0.56g
10%SS+Cd2	202.5± 5.51a	12.02±0.15g
10%SS +Zn1	0.075± 0.024g	66.1±1.79e
10%SS +Zn2	0.133±0.092g	114.4±1.08a
10%SS +Zn1+ Cd1	93.6±1.15e	63.83±0.82f
10%SS +Zn1+Cd2	196.7± 1.17b	67.56± 1.074d
10%SS +Zn2+Cd1	86.8±4.95f	104.36±0.92b
10%SS +Zn2+Cd2	165.6±4.51c	93.53±0.95c

\*a,b,c,d,e: Statistically significant mean differences are indicated with different letters in the same column (p<0.05).

#### 4. Conclusion

According to these results, the low cadmium content of the used sewage sludge did not cause toxic effects. However, 10% SS +Cd applications had significant toxicity effects in the lettuce plant. However, 10% SS +Zn applications along with Cd was found to decrease soil Cd concentrations and increase Zn availability. It was found that this situation reduced Cd uptake in lettuce plant and resulted in an improvement of yield criteria. Anti-oxidative enzyme activity, particularly SOD and GPX enzymes, increased with Zn applications under 10% SS+ Cd conditions. These results indicate that a 10% SS+Zn application could be beneficial for ameliorating the toxic effects of Cd in lettuce.

#### Reference

- Anonymous, (2010). T.C. Official Journal of Soil Pollution Control Regulation No: 27605, Ankara.
- Abbas, M.S., Akmal, M., Ulah, S Hassan & MU Farooq, S. (2017). Effectiveness of zinc and gypsum application against cadmium toxicity and accumulation in wheat (*Triticumaestivum* L.). *Commun Soil Sci Plan*, 48, 1659-1668.
- Aravind, P., Narasimha, M., & Prasad, V. (2005). Modulation of cadmium-induced oxidative stress in *Ceratophyllum demersum* by zinc involves ascorbate-glutathione cycle and glutathione metabolism. *Plant Physiol Bioch*, 43, 107-116.
- Benakova, M., Ahmadi, H., Ducaiova, Z., Tylova, E., Clemens, S. & Tuma, J. (2017). Effects of Cd and Zn on physiological and anatomical properties of hydroponically grown *Brassica napus* plants. *Environ Sci Pollut Control Ser*, 24, 20705-20716.
- Benavides, M.P., Gallego, S.M., & Tomaro, M.L. (2005). Cadmium toxicity in plants. *Braz J Plant Physiol*, 17, 21-34.
- Beutler, E. (1984). *Red Cell Metabolism: A Manual of Biochemical Methods*. Third Edition. ed. Orlando, FL: Grune and Startton.
- Bouyoucous, G.D. (1951). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soil. *Soil Agron J*, 43, 434-438.
- Cakmak, I. (2000). Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. *New Phytol*, 146 (2), 185-205.
- Canal-Boysan, S., & Bozkurt, M.A. (2017). Effects of iron application against cadmium toxicity on growth and anti-oxidative enzyme activity in lettuce. *Fresen Environ*, 26(4), 2614-2620.
- Canal-Boysan, S., & Bozkurt, M.A. (2018). Kadmiyum toksisitesine karşı demir gübrelemesi ve arıtma çamurunun marul (*Lactucasativa* L. var. *longifolia*) bitkisinin gelişimine ve antioksidatif enzim aktivitesine etkisi. *YYÜ TAR BİL DERG*, 28(1), 19-26.
- Castro, E., Manas, P., & De las Heras, J. (2009). A comparison of the application of different waste products to a lettuce crop: Effects on plant and soil properties. *Science Horticulturae*, 123, 148-155.

- Chaoui, A., Mazhoudi, S., Ghorbal, M.H., & El Ferjani, E. (1997). Cadmium and zinc induction of lipid peroxidation and effects on antioxidant enzyme activities in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant Sci*, 127 (2), 139-147.
- Cherif, J., Mediouni, C., Ammar, W.B., & Jemal, F. (2011). Interactions of zinc and cadmium toxicity in their effects on growth and in antioxidative systems in tomato plants (*Solanum lycopersicum*). *J Environ Sci -China*, 23, 837-844.
- Düzgüneş, A., Kesici, O.T., Kavuncu, O., & Gürbüz, F. (1987). *Araştırmave Deneme Metodları (Istatistik Metodları-II)*. Ank. Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Erdogan, R., Zaimoglu, Z., Budak, F., & Koseoglu, C. (2011). Use of sewage sludge in growth media for ornamental plants and its effects on growth and heavy metal accumulation. *J. Food Agric Environ*, 9, 632-635.
- Fhole, L., & Günzler, W.A. (1984). Assays of Glutathione Peroxidase. *Method Enzymol* 105, 114-121.
- Grant, C.A., Buckley, W.T., Bailey, L.D., & Selles, F. (1998). Cadmium accumulation in crops. *Can J Plant Sci*, 78, 1-17.
- Green, C.E., Chaney, R.L., & Bouwkamp, J., (2017). Increased zinc supply does not inhibit cadmium accumulation by rice (*Oryza sativa* L.). *J Plant Nutr*, 40, 869-877.
- Gülser, F., & Sönmez, F. (2012). Cadmium effects on potassium content and pepper seedling growth in different peat ratios. *Eurasian Soil Sci*, 2, 110-115.
- Hana, S., Rachid, R., Ibtissem, S., Houria, B., & Mohammed-Reda, D. (2008). Induction of antioxidative enzymes by cadmium stress in tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Afr J Plan Sci*, 2(8), 72-76.
- Hajiboland, R. (2000). *Zinc efficiency in rice (Oryzasativa L.) plants*. Ph.D dissertation: Verlag Grauer, Stuttgart. Hohenheim University. Stuttgart, Germany: Verlag Grauer.
- Hassan, M.J., Zhang, G., Wu, F., Wei, K., & Chen, Z. (2005). Zinc alleviates growth inhibition and oxidative stress caused by cadmium in rice. *J Plant Nutr Soil SC*, 168, 255-261.
- Hizalan, E., & Ünal, E. (1966). *Topraklarda Önemli Analizler*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Hossain, M.K., Strezov, V., & Nelson, P.F. (2015). Comparative assessment of the effect of wastewater sludge biochar on growth, yield and metal bioaccumulation of cherry tomato. *Pedosphere*, 25, 680-685.
- Jackson, M.L. (1958). *Soil Chemical Analysis* Prentice Hall, Inc., Prentice Hall, Inc.
- Jibril, S.A., Hassan, S.A., Ishak, C.F., & Wahab, P.E.M. (2017). Cadmium toxicity affects phytochemicals and nutrient elements composition of lettuce (*Lactucasativa* L.). *Hindawi Advances in Agri*, 2017, 1-7.
- Kabata-Pendias, A., & Pendias, H. (1984). *Trace Elements in Soils and Plants.*, FL: CRC Press.
- Kabata-Pendias, A. (2010). *Trace elements in soils and plants*, CRC Press.
- Kacar, B. (1994). *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III Toprak Analizleri*, A.Ü.Z. Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, Ankara.
- Kacar, B., & Katkat, V.N. (1999). *Gübreler ve Gübreleme Tekniği*, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayınları, Ankara.
- Köleli, N., Eker, S., & Cakmak, I. (2004). Effect of zinc fertilization on cadmium toxicity in durum and bread wheat grown in zinc-deficient soil. *Environ Pollut*, 131(3), 453-459.
- Lin, Y.F., & Aarts, M.G.M. (2012). The molecular mechanism of zinc and cadmium stress response in plants. *Cell Mol Life Sci*, 69 (19), 3187-3206.
- Liu, H.J., Zhang, J.L., Christie, P., & Zhang, F.S. (2008). Influence of iron plaque on uptake and accumulation of Cd by rice (*Oryzasativa* L.) seedlings grown in soil. *Sci Total Environ*, 394, 361-368.
- Mannervik, B., & Guthenberg, C. (1981). Glutathione transferase (human placenta). *Academic Press*, 77, 231-235.
- McCord, J.M., & Fridovich, I. (1969). Superoxide dismutase an enzymic function for erythrocyte hemocuprein. *J Biol Chem*, 244 (22), 6049-6055.
- Mckenna, I.M., Chaney, R.L., & Williams, F.M. (1993). The effects of cadmium and zinc interactions on the accumulation and tissue distribution of zinc and cadmium in lettuce and spinach. *Environ Pollut*, 79 (2), 113-120.

- Monteiro, M.S., Santos, C., Soares, A.M.V.M., & Mann, R.M. (2009). Assessment of biomarkers of cadmium stress in lettuce. *Ecotox Environ Safe*, 72 (3), 811-818.
- Murtaza, G., Javed, W., Hussain, A., Qadir, M., & Aslam, M. (2017). Soil-applied zinc and copper suppress cadmium uptake and improve the performance of cereals and legumes. *Int J Phytoremediat*, 19 (2), 199-206.
- Rajapaksha, R.M.C.P., & Amarakoon, I.D. (2011). Response of Lettuce and Rhizosphere Biota to Successive Additions of Zinc and Cadmium to a Tropical Entisol. *Commun Soil Sci Plan*, 42 (11), 1336-1348
- Rizwan, M., Ali, S., Hussain, A., Ali, Q., Shakoor, M.B., Zia-ur-Rehman, M., Farid, M., & Asma, M. (2017). Effect of zinc-lysine on growth, yield and cadmium uptake in wheat (*Triticumaestivum* L.) and health risk assessment. *Chemosphere*, 187, 35-42.
- Saifullah, N., Sarwar, M., Bibi, S., Ahmad, M., & Ok, Y.S. (2014). Effectiveness of zinc application to minimize cadmium toxicity and accumulation in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Environ Earth Sci*, 71 (4), 1663-1672.
- Sharma, R.K., & Agrawal, M. (2006). Single and combined effects of cadmium and zinc on carrots: Uptake and bioaccumulation. *J Plant Nutr*, 29 (10), 1791-1804.
- Shahabivand, S., & Aliloo, A.A. (2016). *Piriformospora indica* promotes growth and antioxidant activities of wheat plant under cadmium stress. *YYÜ TAR BİL DERG*, 26 (3), 333-340.
- Tran, T.A., & Popova, L.P. (2013). Functions and toxicity of cadmium in plants: recent advances and future prospects. *Turk J Bot*, 37 (1), 1-13.
- Viehweger, K. (2014). How plants cope with heavy metals. *Bot Stud* 55.
- Walkley, A. (1947). A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soils—effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. *Soil Sci*, 63 (4), 251-264.
- Wu, F.B., & Zhang, G.P. (2002). Alleviation of cadmium-toxicity by application of zinc and ascorbic acid in barley. *J Plant Nutr*, 25 (12), 2745-2761.
- Zare, A., Khoshgoftarmanesh, A., Malakouti, M., Bahrami, H., & Chaney, R. (2018). Root uptake and shoot accumulation of cadmium by lettuce at various Cd: Zn ratios in nutrient solution. *Ecotoxicol. Environ.Saf.*, 148, 441-446.
- Zhao, A.Q., Tian, X.H., Lu, W.H., Gale, W.J., Lu, X.C., & Cao, Y.X. (2011). Effect of Zinc on Cadmium Toxicity in Winter Wheat. *J Plant Nutr*, 34 (9-11), 1372-1385.
- Zhao, Z.Q., Zhu, Y.G., Kneer, R., & Smith, S.E. (2005). Effect of zinc on cadmium toxicity-induced oxidative stress in winter wheat seedlings. *J Plant Nutr*, 28(11), 1947-1959.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Tarım Bilimleri Dergisi  
(YYU Journal of Agricultural Science)

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Araştırma Makalesi (Research Article)

**Effects of Peg-Induced Drought Stress on Germination and Seedling Performance of Bread Wheat Genotypes**

**Didem BİLGİLİ<sup>1</sup>, Mehmet ATAĞ<sup>2\*</sup>, Kazım MAVİ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Çankırı Food Agriculture and Livestock Provincial Directorate, 18100 Çankırı, Turkey

<sup>2</sup>Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, 31034, Hatay, Turkey

<sup>3</sup>Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 31034, Hatay, Turkey

\*Corresponding author e-mail: [matak@mku.edu.tr](mailto:matak@mku.edu.tr)

**Article Info**

Received: 23.07.2019

Accepted: 02.12.2019

Online Published 31.12.2019

DOI: 10.29133/yyutbd.595627

**Key words**

Bread wheat,  
Drought stress,  
Emergence,  
Germination,  
Polyethylene Glycol.

**Abstract:** This study was conducted to determine the response of some bread wheat genotypes to drought stress during germination and seedling growth stages. Two bread wheat cultivars (Karatopak and Sagittoria) and three advanced breeding lines (SERI.1B\*2/3KAUZ\*2BOW//KAUZ, 89N2090/WERAVER// SW91.4903 and STAR'S'KAUZ'S's) were used as the seed material. Three different doses of Polyethylene Glycol (Control, -0.6 MPa and -1.2 MPa of PEG-6000) were used to generate drought stress in germination and seedling growth stages of bread wheat. Germination experiments were carried out in petri dishes placed into an incubator with 4 replications in completely randomized factorial design. Seedling emergence experiments were carried out in plastic containers filled with a mixture of sand and peat placed into a growth cabinet with 3 replications in factorial arrangement of CRD. Germination experiments showed that genotype, PEG and genotype x PEG interactions were significant for examined traits except for germination rate. In the seedling experiments, genotype, PEG and genotype x PEG interaction were significant for all parameters, except for mean emergence time. Generally, increased doses of PEG caused remarkable decreases in all examined traits, but increase in mean germination time and mean emergence time. As the PEG doses increased, genotypes responded differently with regard to examined traits in germination and seedling emergence of bread wheat genotypes. It can be concluded that PEG-6000 was useful agent to create drought stress in germination and seedling growth of bread wheat, but greater doses and osmotic potentials lower than -1.2 MPa could be applied to better determine the drought stress tolerance of bread wheat genotypes.

**PEG Kaynaklı Kuraklık Stresinin Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Çimlenme ve Fide Gelişim Performansına Etkisi**

**Makale Bilgileri**

Geliş: 23.07.2019

Kabul: 02.12.2019

Online Yayınlanma 31.12.2019

DOI: 10.29133/yyutbd.595627

**Anahtar kelimeler**

Ekmeklik buğday,

**Öz:** Bu çalışma, bazı ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme ve fide gelişim aşamalarında kuraklık stresine tepkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Tohum materyali olarak iki ekmeklik buğday çeşidi (Karatopak ve Sagittoria) ve üç adet ileri buğday ıslah hattı (SERI.1B\*2/3KAUZ\*2BOW//KAUZ, 89N2090/WERAVER//SW91.4903, ve STAR'S'KAUZ'S's) kullanılmıştır. Ekmeklik buğdayın çimlenme ve fide gelişim aşamalarında kuraklık stresi oluşturmak için üç farklı dozda Polietilen Glikol (Kontrol, -0.6 MPa ve -1.2 MPa, PEG-6000) kullanılmıştır. Çimlendirme denemeleri tesadüf parselleri deneme deseninde faktöriyel düzende 4 tekrarlamalı olarak petri kaplarında, fide gelişimi

Kuraklık stresi,  
Fide gelişimi,  
Çimlenme,  
Poliyeten Glikol.

denemeleri ise plastik kaplarda tesadüf parselleri deneme deseninde faktöriyel düzende 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Ekmeklik buğday genotipleri, çimlenme ve fide gelişimi deneylerinde PEG'in neden olduğu kuraklık stresine tolerans açısından buğday genotipleri test edilmiştir. Çimlenme denemelerinin sonucunda, çimlenme oranı dışında, incelenen tüm özellikler için genotip, PEG ve genotip x PEG etkileşimlerinin önemli olduğunu belirlenmiştir. Fide gelişimi denemelerinde ise genotip, PEG ve genotip x PEG etkileşimi, ortalama çıkış süresi hariç tüm parametreler için önemli olmuştur. Genel olarak, artan PEG dozları incelenen tüm özelliklerde belirgin düşümlere neden olmuş, ancak ortalama çimlenme süresi ve ortalama çıkış süresi uzamıştır. PEG dozları arttıkça, ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme ve fide gelişimindeki incelenen özelliklere göre farklı oranda tepkiler vermiştir. PEG-6000'in, ekmeklik buğdayın çimlenme ve fide gelişiminde kuraklık stresi yaratmada yararlı bir ajan olduğu sonucuna varılabilir, ancak ekmeklik buğday genotiplerinin kuraklık stres toleransını daha iyi belirlemek için -1.2 MPa'dan daha düşük ozmotik potansiyeller uygulanmalıdır.

## 1. Introduction

Wheat is the leading crop of Turkish agriculture in terms of the sowing area and grain production. It is cultivated across the diverse environments, ranging from warm lowlands to temperate highlands (Atak et al., 2016; Anonymous, 2017). There are some biotic and abiotic factors restricting yield in wheat growing environments. One of the major environmental stress factors in wheat growing regions adversely affecting uniform germination is drought. Wheat is mostly grown under rain-fed (dry) conditions in Turkey. In such environments, soil available moisture constitutes the primary constraint on wheat cultivation. Wheat sown in seedbeds with critical moisture because of limited rainfall at sowing period is not able to exhibit sufficient and synchronized emergence. Then significant yield losses are experienced in wheat fields. Stand establishment is required for successful crop production in stress environments. Therefore, for better stand establishment, stress-tolerant genotypes or cultivars should be used. Proper selection of wheat genotypes or growing genotypes with better adaptation to drought will of course increase the yield in wheat fields under rain-fed conditions. Germination and emergence stage of wheat as well as the other crops is the initial stage of plant growth and they constitute the most important growth stages. Some researchers have indicated the primary reason of germination failure as the inhibition of seed water uptake due to high osmotic potential of drought generated in germination environment (Sayar et al., 2010). Drought stress is responsible for either inhibition or delayed seed germination or seedling establishment (Bewley and Black, 1994; Sayar et al., 2010; Balkan and Gençtan, 2013). Although preliminary studies have been conducted about the drought tolerance of wheat and other crop cultivars by using Polyethylene Glycol (PEG-6000) as a draught stress agent, the responses of newly released wheat genotypes to drought stress haven't been fully elucidated, yet (Almonsouri et al., 2001; Giri and Schillinger, 2003; Dhanda et al., 2004; Okçu et al., 2005; Gürbüz et al., 2009; Sayar et al., 2010; Balkan and Gençtan, 2013). Responses of newly released bread wheat genotypes to drought stress are not well known and this study was conducted to determine the effects of polyethylene glycol (PEG) on germination and seedling growth of some bread wheat genotypes.

## 2. Materials and Methods

Seeds of bread wheat cultivars Karatopak and Sagittoria, which are recommended cultivars for the Eastern Mediterranean part of Turkey, and some breeding lines (SERI.1B\*2/3KAUZ\*2BOW//KAUZ, 89N2090/WERAVER//SW91.4903 and STAR'S'KAUZ'S') supplied from International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), which were reported as drought tolerant lines, were used as the plant materials of the present study. Experiments were conducted in the laboratory of the Faculty of Forestry, University of Çankırı Karatekin in Turkey. Drought stress was induced by polyethylene glycol (PEG-6000) treatments. Drought stresses with different osmotic potentials of 0, -0.6 MPa and -1.2 MPa were arranged as described by Michel and Kaufmann (1973). Distilled water served as a control treatment. Four replicates of 25 pre-sterilized (with

5 % sodium hypochlorite) seeds were germinated between 2 sheets of Whatman No.1 filter papers in petri dishes (150 x 15 mm) with 10 ml of each test solution and filter papers were replaced in every other day to prevent PEG accumulation (Rehman et al., 1996). In order to prevent evaporation, the edges of the petri dishes were tightly sealed with Parafilm. The seeds were allowed to germinate at  $20 \pm 2$  °C in the dark for 10 days (ISTA, 1996). A seed was considered as germinated when the emerging radicle elongated to 1-2 mm. Germination rate (GR) was recorded every 24 h for 4 days. Mean germination time (MGT) was calculated to assess the rate of germination (Ellis and Roberts, 1980). Germination index (GI) was calculated according to Maguire (1962). The seedlings were thinned to have 10 plantlets per petri dish after fourth day of germination. Shoot length (SL), root length (RL) and shoot fresh weight (SFW) were measured on the tenth day. Germination vigor index (GVI) was calculated by multiplying the sum of the root and shoot length by the germination percentage.

### 2.1. Germination Experiment and Data Analysis

Seedling growth experiments were carried out in plastic containers (97 x 165 x 90 mm) filled with a mixture of sand and peat (1:1). Containers were placed into growth cabinet with 3 replications and 20 seeds in each replication. Seeds were sown 3 cm in depth and containers irrigated with PEG-6000 solutions as to generate osmotic potentials of 0, -0.6 and -1.2 MPa in field capacity. Containers were then allowed to emerge at 25 °C and 70-80% relative humidity for 20 days. A seed/seedling was considered as emerged when the emerging radicle reached to soil surface. Emergence rate (ER) was recorded every 24 h for 12 days. Mean emergence time (MET) was calculated to assess the rate of emergence (Ellis and Roberts, 1980). Emergence index (EI) was calculated according to Maguire, 1962. The seedlings were thinned to have 10 plantlets per container. Seedling length (SLe), root length (RLe) and shoot fresh weight (SFWe) were measured on the twentieth day. Emergence vigor index (EVI) was calculated by multiplying the sum of the root and shoot length by the emergence percentage

### 2.2. Seedling Emergence Experiment and Data Analysis

A randomized complete design was used with a factorial arrangement of treatments (Genotype and PEG levels) with 4 replications and 25 seeds in each replicate for germination experiment and 3 replications and 20 seeds for seedling emergence experiment. Data of two experiments were analyzed by 2-way analysis of variance with MSTAT-C statistical software. Significant means were compared with Duncan’s multiple range test ( $P < 0.05$ ).

## 3. Results and Discussion

Figure 1 and Table 1 illustrates examined germination and seedling traits of bread wheat genotypes exposed to PEG-6000 induced drought stress.

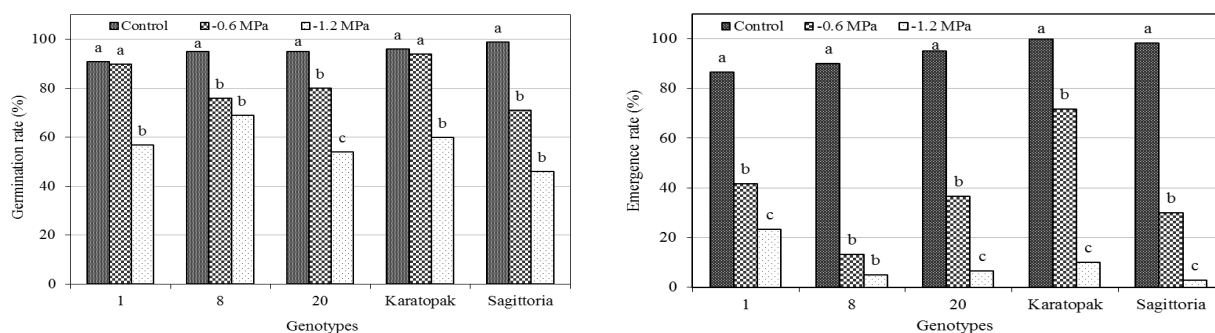


Figure 1. Effects of PEG treatments on germination rate (%) and emergence rate (%) of bread wheat genotypes (Different letters within the same column bar represent significantly different means of each genotype).

Table 1. Effects of different PEG-6000 levels on germination and seedling characteristics of bread wheat genotypes.



Genotypes	GI; Germination index				EI; Emergence index			
	Control	-0.6 MPa	-1.2 MPa	Mean**	Control	-0.6 MPa	-1.2 MPa	Mean
1	19.3 a	14.9 b	7.8 c**	14.3	7.8 a	2.7 b	1.6 c	4.0
8	22.9 a	15.1 b	9.9 c	15.9	7.6 a	0.9 b	0.3 b	2.9
20	22.6 a	12.9 b	7.8 c	14.5	8.1 a	2.5 b	0.3 c	2.6
Karatopak	22.4 a	13.4 b	6.5 c	14.1	9.2 a	4.5 b	0.3 c	4.7
Sagittoria	23.8 a	10.5 b	5.2 c	13.1	9.5 a	2.1 b	0.4 c	3.9
Mean	22.2	13.4	7.4		8.4	2.5	0.6	
	MGT; Mean germination time (day)				MET; Mean emergence time (day)			
1	1.63	1.86	2.15	1.88 ab	3.5 b	4.7 a	7.0 a	5.06
8	1.13	1.55	2.12	1.60 c	3.1 b	5.2 a	4.5 ab	4.27
20	1.19	1.92	2.20	1.77 bc	3.5 b	4.5 ab	5.0 a	4.33
Karatopak	1.20	2.07	2.50	1.92 ab	3.0 c	5.3 b	7.8 a	5.37
Sagittoria	1.10	2.27	2.93	2.10 a	2.8 c	4.8 b	6.3 a	4.63
Mean	1.25 a	1.93 b	2.38 c		3.2	4.9	6.1	
	SL; Shoot length (cm)				SLe; Shoot length (cm)			
1	10.7 a	4.2 b	0.7 c	5.7	23.4 a	20.7 ab	16.4 b	20.3
8	10.3 a	6.1b	-*	8.2	23.0 a	16.8 ab	18.7 b	19.5
20	14.5 a	-	-	14.5	25.2 a	18.6 b	11.0 c	18.3
Karatopak	14.2 a	3.8 b	-	9.0	19.9 a	17.2 a	-	18.6
Sagittoria	13.6 a	6.6 b	-	10.	23.9 a	20.0 a	7.0 b	17.3
Mean	12.7	5.2	0.7		21.1	18.8	13.4	
	RL; Root length (cm)				RLe; Root length (cm)			
1	21.6 a	5.8 b	1.0 c	10.3	15.9 a	14.1 a	15.8 a	15.3
8	18.9 a	8.5 b	-	13.7	17.1 b	15.7 ab	19.8 a	17.6
20	25.6 a	-	-	25.6	16.6 a	13.6 ab	11.6 b	13.9
Karatopak	22.6 a	4.4 b	-	13.5	16.5 a	18.4 a	-	17.5
Sagittoria	23.8 a	7.7 b	-	15.8	16.9 a	15.9 a	10.8 b	14.5
Mean	22.5	6.59	1.0		16.6	15.6	14.5	
	SFW; Shoot fresh weight (mg/plant)				SFWe; Seedling fresh weight (mg/plant)			
1	194.1 a	95.5 b	37.5 c	118.9	203.0 a	119.9 b	90.4 b	137.8
8	121.4 a	79.0 b	-	100.2	197.1 a	105.1 b	108.3 b	136.9
20	180.9 a	-	-	180.9	218.3 a	111.7 b	53.3 c	127.8
Karatopak	193.3 a	78.1 b	-	135.7	199.9 a	111.5 b	-	155.7
Sagittoria	192.5 a	77.9 b	-	135.2	230.5 a	124.0 b	49.0 c	134.5
Mean	176.6	82.6	37.5		209.8	114.5	75.3	
	GVI; Germination vigor index				EVI; Emergence vigor index			
1	2933 a	910 b	95 c	1313	2673.5 a	1211.8 b	727.8 b	1538
8	2791 a	1102 b	-	1946	3614.0 a	446.8 b	192.7 c	1418
20	3805 a	-	-	3805	3778.8 a	1163.3 b	139.7 c	1694
Karatopak	3538 a	778 b	-	2258	3650.0 a	2505.2 b	-	3078
Sagittoria	3696 a	1045 b	-	2371	4011.2 a	1115.8 b	67.8 c	1732
Mean	3353	959	95		3445.5	1288.6	282.0	

\* Since data could not be obtained, means were taken over the available values.

\*\*\*) Means followed by different letters in the same row or in the same column are significantly different (p<0.05).

G, PEG and G x PEG interaction were significant (p<0.01) for germination rate (GR). Generally decreasing GR values were observed with increasing PEG doses, but genotypes acted in a similar fashion against the increasing osmotic potentials. The greatest GR was observed in control treatment of cv. Sagittoria and the lowest GR was observed in 1.2 MPa treatment of cv. Sagittoria. When the GR values of the control and -1.2 MPa treatments were compared, the greatest decrease (53.5 %) was observed in cv. Sagittoria and the lowest decrease (27.4 %) was observed in line 8 (Figure 1). Present findings comply with the results of Almonsouri et al. (2001) reporting decreasing germination percentage and germination speed of durum wheat genotypes with increasing PEG concentrations. Similar results were also reported for germination of pea seeds exposed to PEG-induced drought stress (Okçu et al., 2005).

G, PEG and G x PEG interaction were significant (P<0.01) for emergence rate (ER). ER values decreased with increasing PEG concentrations. Present findings on ER were similar with the findings of Almonsouri et al. (2001) for durum wheat. The highest ER (100 %) was observed in control treatment of cv. Karatopak and the lowest ER (5 %) was observed 1.2 MPa treatment of line 8. When the control

and the highest doses of PEG were compared for ER, it was observed that cv. Sagittoria was the most susceptible and line 1 was the most tolerant genotype to increasing drought stress (Figure 1).

PEG and G x PEG interaction were highly significant ( $p < 0.01$ ) whereas G was significant ( $p < 0.05$ ) for germination index (GI), (Table 1). The highest GI (23.0) was determined in control treatment of cv. Sagittoria, while the lowest (5.2) GI was determined in 1.2 MPa treatment of cv. Sagittoria (Table 1). Increased PEG doses resulted in decreased GI. GI of cultivars was more affected from increasing PEG doses as compared to the lines. High value of GI shows the high seed quality and better performance in seedling growth of crops (Wang et al., 2004). In this sense, it could be concluded that lines had more vigorous germination as compared to the cultivars (Table 1).

G, PEG and G x PEG interaction were significant ( $P < 0.01$ ) for emergence index (EI), (Table 1). The greatest EI (9.5) was obtained from the control treatment of cv. Sagittoria. Increased PEG doses decreased EI of genotypes. When the EI values of the control and -1.2 MPa treatments compared, the lowest decrease (79 %) was obtained from line 1 and the highest decrease (more than 95 %) was obtained from the other genotypes (Table 1). Line 1 seemed to have the most powerful emergence vigor as compared to the other genotypes.

G was significant ( $p < 0.05$ ), PEG was highly significant ( $p < 0.01$ ) and G x PEG was insignificant for mean germination time (MGT) (Table 1). Increased PEG doses resulted in extended MGT of the genotypes. Sagittoria, Karatopak and line 1 were lower germinated genotypes and the lines 8 and lines 20 were the faster germinated genotypes. Present findings were similar to finding of Balkan and Gençtan (2013) proposing extended MGT of wheat genotypes with increasing PEG doses.

G were not significant whereas PEG were highly significant ( $p < 0.01$ ) and G x PEG interaction were significant ( $p < 0.05$ ) for mean emergence time (MET). Increased PEG doses caused a remarkable increase in MET. In control treatment, MET of genotypes was 3.2 day and this time was extended to 6.1 day in -1.2 MPa treatments (Table 1).

G, PEG and G x PEG interaction were highly significant ( $P < 0.01$ ) for shoot length (SL) in germination experiment. The reason of G x PEG interaction was no shoot formation in higher osmotic potential of PEG than -0.6 MPa in all genotypes except line 1. Even line 20 did not give any shoot formation in -0.6 MPa. Generally, SL of genotypes shortened as the PEG concentration increased. The highest SL (14.5 cm) was observed in the control treatment of line 20 and the lowest SL (0.7) was observed in -1.2 MPa treatment of line 1. Only line 1 survived and performed SL in -1.2 MPa PEG treatments. Line 20 did not even survive in -0.6 MPa PEG concentration. When the osmotic potential of growth media increased, SL of wheat genotypes shortened (Gençtan and Sağlam, 1988; Almansouri et al., 2001; Dhanda et al., 2004; Balkan and Gençtan, 2013).

G, PEG and G x PEG interaction were highly significant ( $P < 0.01$ ) for seedling length (SLe) in seedling emergence experiment. Generally, SLe of genotypes shortened as the PEG concentration increased. The longest SLe (25.2 cm) was observed in line 20 and it was followed by cv. Sagittoria (23.9 cm). All genotypes did survive and gave SLe in -1.2 MPa treatments, but cv. Karatopak did not. It was reported that when the osmotic potential of growth media lower than -1.0 MPa, SLe of wheat seedlings were negatively affected (Sayar et al., 2010; Balkan and Gençtan, 2013).

G, PEG and G x PEG interaction were highly significant ( $P < 0.01$ ) for root length (RL) in germination experiments. Generally, SL of genotypes diminished as the PEG concentration increased. The longest RL (25.6 cm) was observed in line 20 and it was followed by the cv. Sagittoria (23.8 cm). Only line 1 survived and performed RL in -1.2 MPa treatments. Line 20 did not even survive and showed RL in -0.6 MPa PEG concentrations. Since some genotypes did not survive and did not have formation at higher osmotic potential of PEG than -0.6 MPa, G x PEG interaction was found to be significant. Some researchers reported that when the osmotic potential of growth environment went under -1.0 MPa, RL of wheat seedlings was negatively affected (Sayar et al., 2010; Balkan and Gençtan, 2013).

G were significant ( $p < 0.05$ ), PEG and G x PEG interaction were highly significant ( $P < 0.01$ ) for root length (RLe) in seedling emergence experiments. Generally, RLe of genotypes decreased as the osmotic potential increased. The longest RLe (16.9 cm) was observed in cv. Sagittoria and it was followed by cv. Karatopak (16.5 cm). All genotypes did survive and gave RLe in -1.2 MPa treatments, but cv. Karatopak did not.

G, PEG and G x PEG interaction were highly significant ( $P < 0.01$ ) for shoot fresh weight (SFW) in germination experiments. SFW of genotypes decreased as the PEG concentration increased. Lowest

SFW (35.5 mg/plant) was observed in line 1. Only line 1 survived and performed SFW in -1.2 MPa treatments. Line 20 did not even survive and gave SFW in -0.6 MPa PEG osmotic potential.

G, PEG and G x PEG interaction were highly significant ( $P<0.01$ ) for seedling fresh weight (SFWe) in seedling emergence experiments. SFWe of the genotypes decreased as the PEG concentration increased. All genotypes did survive and gave SFWe in -1.2 MPa treatments, but cv. Karatopak did not.

G, PEG and G x PEG interaction were highly significant ( $P<0.01$ ) for germination vigor index (GVI) in germination experiments. GVI of genotypes decreased as the PEG doses increased. The highest GVI (3805) was observed in the control treatment of line 20. But, line 20 did not survive in the other PEG treatments. Only the line 1 survived and performed GVI in -1.2 MPa treatments.

G, PEG and G x PEG interaction were highly significant ( $P<0.01$ ) for emergence vigor index and (EVI) in seedling emergence experiments. EVI of genotypes decreased as the osmotic potential of PEG increased. All the genotypes did give emergence at all osmotic potentials, but Karatopak did not yield any emergence in the osmotic potential of -1.2 MPa.

As to in conclusion; generally G x PEG interactions were observed in terms of germinations and seedling characteristics of the examined bread wheat genotypes. Depending on the genotypes, all the genotypes germinated and did perform seedling growth in all PEG concentrations, but some genotypes did not survive or perform any shoot or root at higher osmotic potentials of PEG than -0.6 MPa. Line 20 cannot survive higher osmotic potential of -0.6 MPa as compared to other genotypes. Line 1 seemed to higher tolerance to drought stress than other genotypes. PEG-6000 was useful agent to generate drought stress in germination and seedling growth of bread wheat, but osmotic potentials lower than -1.2 MPa could be applied to better determine the drought stress tolerance of the genotypes.

## REFERENCES

- Almansouri, M., Kinet, J.M., & Lutts, S. (2001). Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Plant and Soil*, 231, 245–256.
- Anonymous. (2017). Turkish Statistical Institute, Available: <http://www.tuik.gov.tr/> Access time, June, 2017.
- Atak, M., Mavi, K., & Uremis, İ. (2016). Bio-herbicidal effects of oregano and rosemary essential oils on germination and seedling growth of bread wheat cultivars and weeds. *Romanian Biotechnological Letters*, 21 (1), 11149-11159.
- Balkan, A., & Gençtan, T. (2013). Effect of osmotic stress on germination and early growth in bread wheat (*Triticum aestivum*). *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 10 (2), 44-52.
- Bewley, J.D., & Black, M. (1994). *Seeds: Physiology of Development and Germination*. New York, Plenum Press.
- Dhanda, S.S., Seth, G.S., & Behl, R.K. (2004). Indices of drought tolerance in wheat genotypes at early stages of plant growth. *Journal of Agronomy & Crop Science*, 190, 6-12.
- Ellis, R.H., & Roberts, E.H. (1980). *Towards a Rational Basis for Testing Seed Quality*. (Seed Production, Butterworths, London, Ed. Hebblethwaite, PD) 605–635.
- Gençtan, T., & Sağlam, N. (1988). *Buğday çeşitlerinde farklı osmotik basınç ortamlarının çimlenme ve fide gelişimine etkisi (In Turkish)*. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları No. 60, 27s.
- Giri, G.S., & Schillinger, W.F. (2003). Seed priming winter wheat for germination, emergence, and yield. *Crop Science*, 43, 2135–2141.
- Gürbüz, A., Kaya, M., Divanlı-Türkan, A., Kaya, G., Kaya, M.D., & Çiftçi, C.Y. (2009). The effects of seed size and drought stress on germination characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 22(1), 69–74.
- ISTA. (1996). International Rules for Seed Testing. Rules. Seed Sci. Technol. 24. Supplement.
- Maguire, J.D. (1962). Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2, 176-177.
- Michel, B.E., & Kaufmann, M.R. (1973). The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*, 51, 914–916.
- Okçu, G., Kaya, M.D., Atak, M. (2005). Effect of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29 (4), 237-242.

- Rehman, S., Harris, P.J.C., Bourne, W.F., & Wilkin, J. (1996). The effect of sodium chloride on germination and the potassium and calcium content of acacia seeds. *Seed Science and Technology*, 25, 45–57.
- Sayar, R., Bchini, H., Mosbahi, M., & Khemira, H. (2010). Response of durum wheat (*Triticum durum* Desf. ) growth to salt and drought stresses. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 46 (2), 54-63.
- Wang, Y.R., Yu, L., Nan, Z.B., & Liu, Y.L. (2004). Vigor tests used to rank seed lot quality and predict field emergence in four forage species. *Crop Science*, 44 (2), 535–541.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Tarım Bilimleri Dergisi  
(YYU Journal of Agricultural Science)



<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Araştırma Makalesi (Research Article)

**Effect of Different Nitrogen Levels on Nut Yield and Some Quality Properties of Sweet Chestnut (*Castanea sativa* Mill.)**

**Serdar TOPRAK**

Directorate of Agricultural Production and Training Center, Department of Plant Production, Aydın, Türkiye  
Sorumlu yazar e-posta: [serdar.toprak@gmail.com](mailto:serdar.toprak@gmail.com)

**Article Info**

Received: 20.05.2019  
Accepted: 11.12.2019  
Online Published 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.567836

**Keywords**

Chestnut,  
(*Castanea sativa* Mill.),  
Nitrogen,  
Fertilization,  
Quality,  
Yield.

**Abstract:** Chestnut has been used by humanity both as a fuel and as a food source for many years. Chestnut-related fertilization data is still limited today. This research was performed in order to study the fruit yield and some quality characteristics of the nitrogen doses to be applied in the chestnut plantations of İnegöl (Bursa) during two years. In the study, were used sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill. cv. Sariaasilama) trees 20 years old. During 2012 and 2013 the doses of 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 kg N / tree were applied to the chestnut experimental orchard, except for the control. However, 0.75 kg P / tree and 1.5 kg K / tree basic fertilization were applied to each tree. In the experiment, each parcel was composed of 3 trees and 3 replications. According to the results of the study, the highest fruit yield was recorded as 31.8 and 32.8 kg / tree in 1.5 kg N / tree in both application years respectively. Total protein and starch in the highest fruit were determined as 12.8 and 36.3 g / 100 g in 1.0 kg N / tree dose in the 2013 year, respectively. The total sugar content in fruit was recorded as 10.8 g / 100 g in 1.5 kg N / tree in 2013. When all of these parameters are examined, the amount of nitrogen to be applied to a mature chestnut tree at 20 years old is determined as 1.5 kg N / tree / year.

**Farklı Azot Seviyelerinin Tatlı Kestane (*Castanea sativa* Mill.) Meyve Verimi ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi**

**Makale Bilgileri**

Geliş: 20.05.2019  
Kabul: 11.12.2019  
Online Yayınlanma 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.567836

**Anahtar kelimeler**

Kestane,  
(*Castanea sativa* Mill.),  
Azot,  
Gübreleme,  
Kalite,  
Verim.

**Öz:** Kestane yıllar boyunca insanlık tarafından hem bir yakacak hem de bir besin kaynağı olarak kullanılmıştır. Kestane ile ilgili gübreleme verileri bugün hala sınırlıdır. Bu çalışma, İnegöl'ün (Bursa) kestane plantasyonlarında iki yıl boyunca uygulanacak azot dozlarının meyve verimini ve bazı kalite özelliklerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada, 20 yaşındaki tatlı kestane (*Castanea sativa* Mill. cv. Sariaasilama) ağaçlar kullanılmıştır. 2012 ve 2013 yıllarında, kestane deneme bahçesine kontrol hariç, 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 kg N / ağaç dozları uygulanmıştır. Bununla birlikte, her bir ağaca 0.75 kg P / ağaç ve 1.5 kg K / ağaç temel gübreleme uygulanmıştır. Deneyde, her bir parsel 3 ağaç ve 3 tekerrürden oluşmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek meyve verimi her iki uygulama yılında 1.5 kg N / ağaç konusunda, sırasıyla 31.8 ve 32.8 kg / ağaç olarak kaydedilmiştir. En yüksek meyvede toplam protein ve nişasta, 2013 yılında 1.0 kg N / ağaç konusunda sırasıyla 12.8 ve 36.3 g / 100 g olarak tespit edilmiştir. Meyvede toplam şeker oranı ise yine 2013 yılında 1.5 kg N / ağaç konusunda 10.8 g / 100 g olarak belirlenmiştir. Tüm bu parameteler incelendiğinde 20 yaşlarındaki olgun bir kestane ağacına uygulanacak azot miktarı 1.5 kg N / ağaç / yıl olarak tespit edilmiştir.

## 1. Introduction

Chestnut belongs to the *Fagaceae* family. The 13 known species of chestnut are usually distributed in different parts of the Northern Hemisphere. East Asia (China, Korea, Japan), Turkey, South Europe and North America are the natural diffusion areas. (Özkarakaş et al, 1995). Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) is one of the very significant tree nuts in the globe (Ertan et al., 2015). Many species of the Chestnut tree are grown in limited regions of the globe for wood or comestible nut production (Portela et al., 2007). However, some herdsman also cut down wild fruit trees to enlarge their meadow area, leading to the disappearance of the primary wild chestnut forest (Ercişli et al., 2009).

According to the Food and Agriculture Organization Statistical Database, the worldwide chestnut production is 2 327 500 tons. Chestnut fruits are highly regarded and widely consumed throughout Europe, America, and Asia. In addition, chestnuts are one of the most popular nuts in the oriental world. Chestnuts are mainly cultivated in China (1 879 000 tons), Bolivia (84 800 tons), Turkey (64 750 tons), and Republic of Korea (56 200 tons) (FAO, 2019).

Chestnuts are rich in starch and sugars, primarily monosaccharides and disaccharides such as sucrose, glucose, fructose, and raffinose (Bernardez et al., 2004; De la Montana Miguelez et al., 2004). Besides, chestnuts differ from other nuts for their low-fat content which makes them ideally suited for high complex carbohydrate and low-fat diets (Bounous, 2009).

The chestnuts can grow efficient crops of nuts without ever being fertilized, but to get the very ultimate yields a program of organized fertilization will be essential. The higher expenses can be readily balanced by the high price of the crop. If inorganic fertilizers are used then regular with soil tests must determine the amounts and methods. No matter what kind of fertilizer is used, it must be applied in the spring or at the beginning of June. Fertilizers applied after June will cause rapid growth of fresh shoots that will be damaged in winter (Wahl, 2002).

Due to the accumulation of potential in nut, nitrogen fertilizers can be expected to affect many quality parameters, primarily protein content in chestnut. It has been reported that low levels of nitrogen in chestnuts while cause poor growth and reduced flowering, low phosphorus levels cause a decrease in the number of developing female flowers. Besides, if the content of boron in the soil is less than 3 ppm and more than 17 ppm, especially in Chinese Chestnuts, it causes the discharge of burrs, and there is a problem of iron deficiency and besides, chestnuts have high zinc needs in calcium-rich soil (Rutter et al., 1990).

On the other hand, there is little or limited information on mineral fertilization of chestnut trees (Portela et al., 2007). In the past, only organic fertilization (farm manure) was applied to chestnut trees not fertilized with chemical fertilizers. Regularly balanced mineral fertilization is a new topic (Arrobas et al., 2017).

Nitrogen is present in the structure of many important organic compounds in the plant. Proteins, amino acids, nucleic acids, enzymes, chlorophyll, ATP, ADP are important organic compounds containing nitrogen (Aktaş and Ateş, 1998; Boşgelmez et al., 2001; Güzel et al., 2004; Gardiner and Miller, 2008; McCauley et al., 2009). Nitrogen plays an important role in many physiological and biochemical events taking place in the plant. Nitrogen has a great effect on the synthesis of proteins and chlorophyll. It is the basic constituent of the plant cell wall. Nitrogen has a significant role in the respiration of the roots, timely flowering, formation and ripening of the fruit (seed). Nitrogen well-fed trees are increasing resistance to pests (Kantarci, 2000; Fageria, 2009).

In this study, the purpose was to determine the effectiveness of nitrogenous mineral fertilizer applications on fruit yield and some quality properties in mature Sariaşılama chestnut (Candy type) trees.

## 2. Materials and Methods

The study was pursued in the chestnut orchards of Inegöl district of Bursa province in the sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill. cv. Sariaşılama) trees of 20 years old. The research was planned as a randomized parcels design with three replications. There are three trees in each parcel. In the study, nitrogen fertilizers were applied in 2012 and 2013. Nitrogen fertilizer applications were

adjusted to be N<sub>0</sub>: 0, N<sub>1</sub>: 0.5, N<sub>2</sub>: 1.0, N<sub>3</sub>: 1.5, N<sub>4</sub>: 2.0 kg N / tree. However, basic fertilizers were applied for nitrogen application treatments as 0.75 kg P / tree and 1.5 kg K / tree.

All fertilizers (treatments and basic) were applied to under the canopy of chestnut tree in April mixed in 0-30 cm soil depth. In the experiment, urea (CH<sub>4</sub>N<sub>2</sub>O) was used as a nitrogen source, triple superphosphate (Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O) as a phosphorus source, and potassium chloride (KCl) as a potassium source.

The region is located in the Marmara and the Aegean climate transitional zone. In the vegetation period (from March to October), the total amount of rainfall was 333.8 mm in the first year and 396.3 mm in the second year. The average temperature in the period of the research is consistent with the average temperature long term years, and the total rainfall is consistent with the total rainfall long term years. Climate data of the study area are shown in Figure 1 (During chestnut vegetation periods).

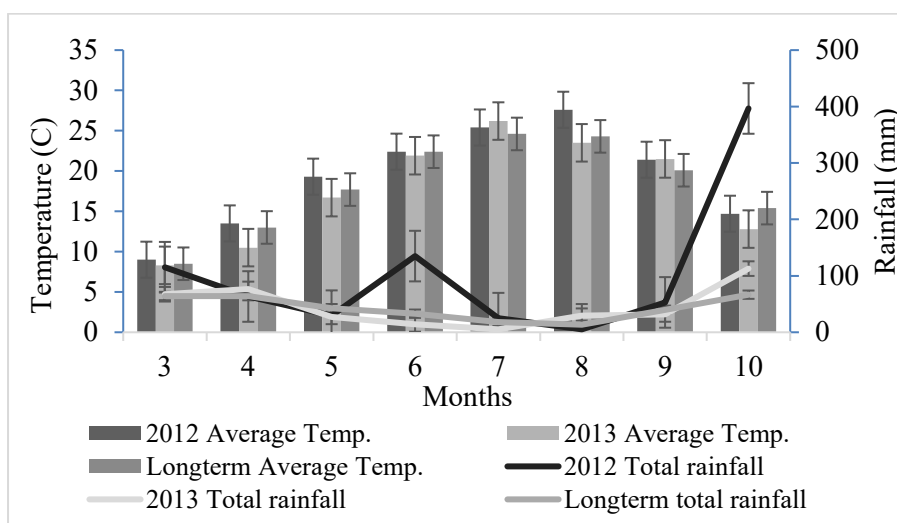


Figure 1. Climate data at the research area over two years (2012 and 2013). The values shown (bars or symbols) are means  $\pm$  standard deviation (SD). \* : Climate data are taken from Inegol Meteorology Station (17670).

The soil samples of the chestnut orchard were taken in March month. The physical and chemical soil properties of the research area are shown in Table 1. Soil texture analysis was done by the hydrometer method (Bouyoucos 1955), soil pH and EC were measured in water (1:2.5 soil: distilled water), CaCO<sub>3</sub> equivalent by Scheibler calcimeter method. Organic matter and organic carbon contents were determined by modified Walkley-Black method (Walkley and Black, 1934), total nitrogen (N%), according to the modified macro Kjeldahl method (Bremner, 1965), phosphorus by the Olsen sodium bicarbonate method (Olsen and Sommers, 1982), potassium according to 1 N Amonyum acetate (NH<sub>4</sub>OAC) method (Nielsen, 1972; Pratt, 1965) and trace elements by DTPA soil test of Lindsay and Norvell (1978).

According to the outcome of the soil tests, the chestnut orchard soil was determined that the soil texture was loamy, the pH was slightly acidic and (5.87). Organic carbon contents (0.78%) and organic matter contents (1.35%) were insufficient. It was found that the total salinity of the soil (0.018%) was low levels. Also, the nitrogen, phosphorus and zinc concentrations were found to be insufficient and potassium, iron and copper were found to be sufficient in the soil. Furthermore, Mn content was excessive. The lime content of the soils was below 1% (non-calcareous soil) (Ülgen and Yurtseven, 1995).

Table 1. Some soil characteristics of research area (0-30 cm)

Soil characteristics		Soil characteristics	
Clay (%)	12.3	Total N (%)	0.068
Silt (%)	27.9	P (ppm)	6.28
Sand (%)	59.8	K (ppm)	139.2
pH	5.87	Fe (ppm)	41.3
Organic matter (%)	1.35	Zn (ppm)	0.39
Organic carbon (%)	0.78	Mn (ppm)	52.5
Total salinity (%)	0.018	Cu (ppm)	0.79

Chestnuts were collected during the harvest period when fruits reached a physiological maturity stage where the chestnut burrs began to separate and the nuts had grown. To calculate the total yield of each tree, nuts were collected by swinging trees and harvesting by hand. The samples of about 120-150 g fruit that were casually sampled were crushed with muller after their burrs and seed shells were removed and analysis was realized. The dry matter ingredients of the samples were determined by drying them overnight in the air oven at 105 °C (Ertürk et al., 2006). Total protein content quantity was calculated using the Kjeldahl method (AOAC 1990). Dinitrophenol method was used in the analysis of total carbohydrates and total sugar (Ross, 1959) utilizing the Beckman Du 530 model spectrophotometer. The starch content was calculated by multiplying the value obtained by subtracting the total sugars from carbohydrate contents by the coefficient 0.94 (Ertürk et al., 2006).

Statistical analyses were conducted using analysis of variance (ANOVA) with IBM SPSS 22 Statistics Software. Applied nitrogen doses means were matched with Duncan's multiple range test ( $P \leq 0.05$ ,  $P \leq 0.01$ ).

### 3.3. Results

#### 3.1. Fruit yields

Nitrogen fertilization effects on yield in the present study were observed to be more significant than those on other crops (Scholefield & Stone 1995; Liu et al. 2004). Fruit yields in the nitrogen experimental orchard were determined between 23.4- 32.2 kg / tree. In the experimental orchard, the highest fruit yield was obtained for  $N_{3+PK}$  dose (first year: 31.8, second year: 32.2 kg / tree) and the lowest fruit yield for control (first year: 23.4, second year: 23.5 kg / tree) (Figure 2). As it is known, usually, when N applied to plants, it causes an increase in nutrients in leaf tissues and an increase in yields (Rodrigues et al 2006; Centeno & Campo 2011). A fruit yield increase of 36% was observed in chestnut plants compared to control ( $N_{0+PK}$ ) in  $N_{3+PK}$  (1.5 kg / tree) treatment. Similar studies in which nitrogen doses were applied, for example in garden cress (Yağmur et al. 2019) and chickpeas (Kayan et al. 2018) indicated that nitrogen increased the yield.

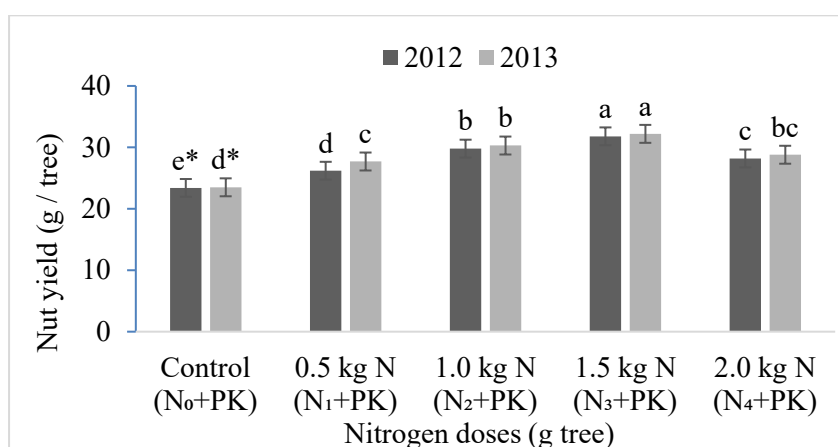


Figure 2. The effect of different nitrogen doses on the chestnut yields. The letters represent the results of the Duncan test (\*,  $P \leq 0.05$ ) for the nut yields. The values are shown (bars or symbols)



are means  $\pm$  standard deviation (SD). ( $CV_{2012}$ : 9.1,  $CV_{2013}$ : 10.5). Year x Nitrogen: (\*,  $P \leq 0.05$ ).

### 3.2. Fruit total protein contents

The protein amount of the fruit is an important criterion for fruit quality. In the chestnut fruit, a 50% total protein increase was recorded in  $N_{2+PK}$  treatment compared to the control. The total protein content of chestnut fruit varies between 4.88 and 10.87 g / 100 g (Ertürk et al 2006). The total protein content in the nitrogen application orchard was recorded between 8.0- 12.8 g / 100 g (Figure 3). The highest protein content was determined for  $N_{2+PK}$  and  $N_{3+PK}$  doses (first year: 12.2 and 12.0 g / 100 g, second year: 12.8 and 12.7 g / 100 g, respectively) and the lowest was recorded for control (first year: 8.0, second year: 8.6 g / 100 g). In the studies conducted, the amount of nitrogen in the soil and many cultural processes are reported to affect the protein ratio and quality (Bushuk, 1982; Atlı, 1999; Çağlayan and Elgün, 1999).

The increase in the protein content of the fruit continued until the  $N_{3PK}$  dose and decreased at the next dose. This may be due to the negative interaction of phosphorus and potassium fertilizers given in basic fertilization with the last dose of nitrogen. As is known, high amounts of nitrogenous fertilization causes the plant to not benefit from enough phosphorus and potassium (Kacar and Katkat, 1998).

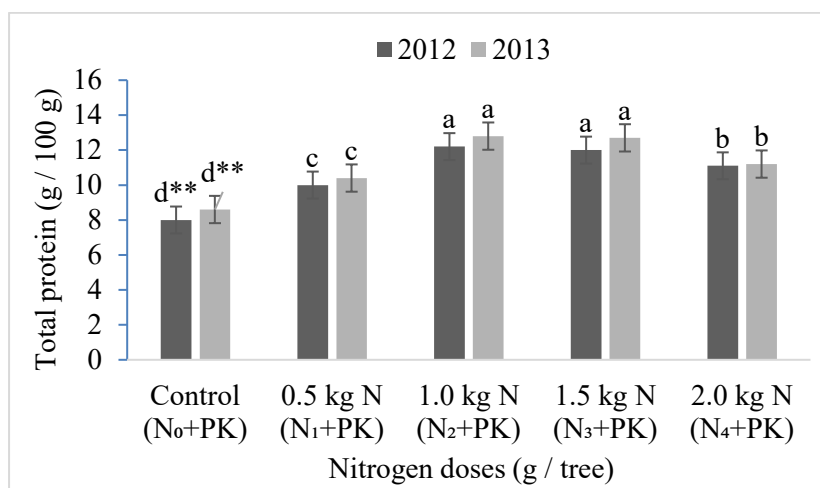


Figure 3. The effect of different nitrogen doses on the total protein in the chestnut fruits. The letters represent the results of the Duncan test (\*\*,  $P \leq 0.01$ ) for the fruit total protein. The values are shown (bars or symbols) are means  $\pm$  standard deviation (SD). ( $CV_{2012}$ : 2.6,  $CV_{2013}$ : 3.1). Year x Nitrogen: (ns)

### 3.3. Fruit starch contents

In the chestnut fruit, a 36% starch increase was recorded in  $N_{2+PK}$  treatment compared to the control. The increase of starch in fruit increased with potassium applied in basic fertilization. Potassium activity in starch synthetase enzyme activity is very high up to a certain level (Preusser et al. 1981). The starch is transport to the storage organs especially in the presence of sufficient potassium (Kacar and Katkat, 1998). The highest starch content was obtained for  $N_{2+PK}$  (1.0 kg / tree) dose (first year: 35.9, second year: 36.3 g / 100 g) and the lowest starch content for control (first year: 27.0, second year: 27.3 g / 100 g). The starch content in the experimental orchard was recorded between 27.0- 36.3 g / 100 g (Figure 4). The starch content of the fruit decreased in the last two nitrogen doses. Similary, Dede et al. 1999; Karadoğan et al., 1997 reported that increasing nitrogen doses had a negative effect on the starch rate in a similar way to these findings. As the amount of nitrogen applied to plants increases, carbohydrate, starch and sugar content decreases (Kacar and Katkat, 1998).

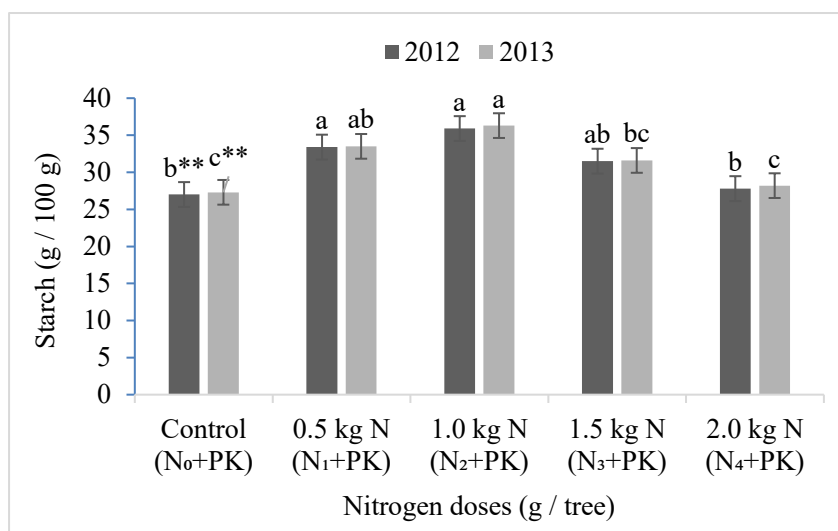


Figure 4. The effect of different nitrogen doses on the starch in the chestnut fruits. The letters represent the results of the Duncan test (\*\*,  $P \leq 0.01$ ) for the fruit starch. The values are shown (bars or symbols) are means  $\pm$  standard deviation (SD). ( $CV_{2012}$ : 6.5,  $CV_{2013}$ : 5.9). Year x Nitrogen: (\*,  $P \leq 0.05$ ).

### 3.4. Fruit total sugar contents

Depending on the nitrogen doses applied, basic fertilizers (P and K) used caused an increase in fruit sugar ratio. In the chestnut fruit, a 35% total sugar increase was recorded in N<sub>3+PK</sub> treatment compared to the control. Nutrition of plants with phosphorus and potassium positively affects sugar metabolism (Mengel, 1991). The highest total sugar content was obtained in application orchard, in the N<sub>2+PK</sub> and N<sub>3+PK</sub> doses (first and second year: 10.1, second year: 10.7 and 10.8 g / 100 g, respectively) and the lowest total sugar content was determined for control (first year: 7.8, second year: 8.0 g / 100 g). The total sugar content in the application orchard was recorded between 7.8 - 10.8 g / 100 g. At the last dose, the sugar content decreased (Figure 5). Similarly, many researchers have reported that sugar content decreases at high nitrogen doses (Turhan, 1992; Demirer et al., 1994; Turhan and Özgümüş, 1992). The excess of nitrogen is extending the vegetative development period of the plant, delays blooming and decreases sugar synthesis (Aktaş and Ateş, 1998; Boşgelmez et al., 2001; Fageria et al., 2011).

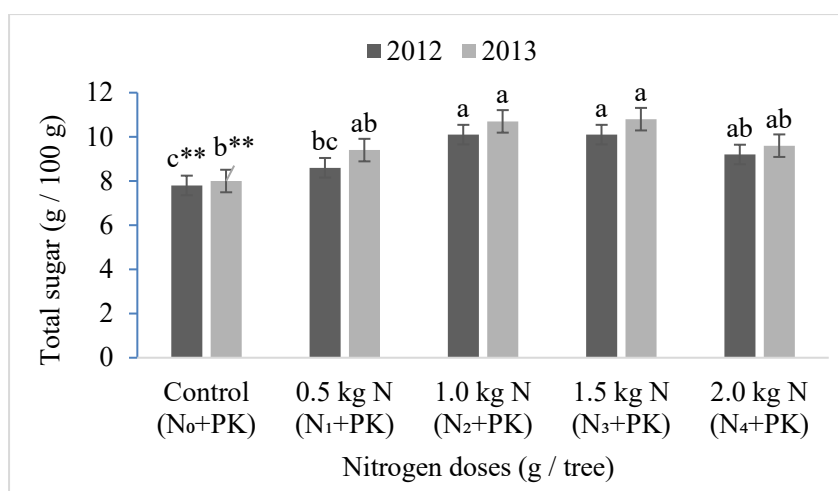


Figure 5. The effect of different nitrogen doses on the total sugar in the chestnut fruits. The letters represent the results of the Duncan test (\*\*,  $P \leq 0.01$ ) for the total sugar. The values are shown (bars or symbols) are means  $\pm$  standard deviation (SD). ( $CV_{2012}$ : 6.1,  $CV_{2013}$ : 5.4). Year x Nitrogen: (\*,  $P \leq 0.01$ ).

#### 4. Discussions and Conclusions

Chestnut trees in the region have been deprived of fertilization and other cultural maintenance for many years and have always been recognized as a forest tree. In this research, significant increases in chestnut fruit yield and quality characteristics have been determined along with balanced fertilization and maintenance processes. The fruit yield in chestnut orchards were increased by approximately 36%. A good balanced fertilization program could increase tree growth rates, fruit yield, and strength to biotic and abiotic stress (Wahl, 2002).

In many studies, it has been reported that phosphorus and potassium used in nitrogen applications and basic fertilization cause significant increases in both yield and fruit quality (Arrobas et al., 2017; Brohi et al., 1994; Bremner, 1965; Fageria, 2009; Fageria et al., 2011; Kantarcı, 2000; Kacar and Katkat, 1998; McCauley et al., 2009)

According to the results, the highest fruit yield was determined for N<sub>3+PK</sub> (1.5 kg N / tree) dose as an average of 32.2 kg / tree, highest total starch and total protein contents were recorded for N<sub>2+PK</sub> (1.0 kg N / tree) dose as an average of 36.3 and 12.8 g / 100 g respectively and the highest total sugar content was obtained for N<sub>3+PK</sub> (1.5 kg N / tree) dose as an average of 10.8 g / 100 g.

However, when year x nitrogen interactions were examined, statistical significance was recorded in other parameters (yield, total sugar, and starch) than fruit protein content. When the meteorological data are considered, both the amount of precipitation and temperature averages were decreased in the second year compared to the first year.

In addition, the chestnut plant, which positive reacted to the nitrogen fertilization of the first year, had a positive also result with the second year fertilization. This may be due to the nitrogen residue in the soil. Moreover, in addition to nitrogen fertilization in the first year, fertilization in the second year resulted in improvement in all parameters with dose increases.

Also, there is no continuous soil cultivation in the chestnut orchards. In this way, nitrogen losses are prevented (Brohi et al., 1994). Although, the continuous, unidirectional and high doses of inorganic fertilizers bring more harm than benefits over many years (Müftüoğlu and Demirer, 1998).

In the light of all these data, the amount of nitrogen which should be an application to a sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill. cv. Sariaasilama) tree was determined for the highest fruit yield and quality characteristics as 1.5 kg / tree. Also, in addition to nitrogen fertilization, 0.75 kg P and 1.5 kg K per tree should be applied for basic fertilization.

#### Acknowledgement

This research was financially supported by Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Agricultural Research and Policies under project number TAGEM-BB-100205E6. In this research, Agricultural Engineer Gülser Yalçın and Kadriye Taşpınar, who work with great devotion in field studies; I would like to thank the Biologist Özgür Ateş who valuable contributed to the laboratory analyses.

#### References

- Aktaş, M. & Ateş, A. (1998). *Bitkilerde Beslenme Bozuklukları Nedenleri Tanınmaları*. ISBN: 975-320-033-1 Nurol Matbaacılık A.Ş. Ostim Ankara.
- AOAC, (1990). Association of Official Agricultural Chemists Official Methods of Analysis. 15th ed. Washington, DC: AOAC.
- Arrobas, M., Afonso, S., Ferreira, I. Q., Moutinho-Pereira, J., Correia, C. M. & Rodrigues, M. A. (2017). Liming and application of nitrogen, phosphorus, potassium, and boron on a young plantation of chestnut. *Turk J Agric For*, 41, 441-451.
- Atlı, A. (1999). *Buğday ve ürünleri kalitesi*. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu Bildirileri, (8-11 Haziran 1999), pp. 498-506, Konya.
- Bernardez, M., J. Miguelez, J. Queijeiro, & J. Queijeiro. (2004). HPLC determination of sugars in varieties of chestnut fruits from Galicia (Spain). *J. Food Compos. Anal.* 17, 63-67.
- Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ. İ., Savaşçı, S. & Paslı, N. (2001). *Ekoloji – II (Toprak)* Başkent Klise Matbaacılık, Kızılay-Ankara.

- Bouyoucos, G. J. A. (1955). Recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soil. *Agronomy Journal*, Vol, 4, No:9 434.
- Bushuk, W. (1982). *Grains and Oilseeds*. 3. Edition. Canadian International Grains Institute, Winnipeg, Manitoba.
- Bremner, J. M. (1965). *Total Nitrogen Editor C.A. Black Methods of Soil Analysis*. Part 2. Amer. Soc. Argon Inc. Publisher Madison Wisconsin, U.S.A. pp, 1149-1178.
- Brohi, A., Aydeniz, A., Karaman M. R. & Erşahin, S., (1994). *Bitki Besleme*. Gazi Osman Paşa Üniv., Ziraat Fak. Yayınları: 4 Kitaplar Serisi: 4, Tokat.
- Centeno, A. & Campo, M. G. (2011). Response of mature olive trees with adequate leaf nutrient status to additional nitrogen, phosphorus and potassium fertilization. *Acta Hort* 888, 277-280.
- Çağlayan, M. & Elgün, A. (1999). *Değişik çevre şartlarında yetiştirilen ekmeklik buğday hat ve çeşitlerinin bazı teknolojik özellikleri üzerinde araştırmalar*. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, (8-11 Haziran), pp. 513-518, Konya.
- Dede, Ö., Günel, E., Yıldırım, B., Arslan, B. & Okut, N., (1999). *Patateste depolama kayıpları üzerine farklı azotlu gübre form ve dozlarının etkisi*. 2. Ulusal Patates Kongresi, 28-30 Haziran, 107-114, Erzurum.
- De La Montana Miguez, Miguez Bernandez, J. M. & Garcia Quejeiro, J. M., (2004). Composition of varieties of chestnuts from Galicia (Spain). *Food Chem.* 84, 401-404.
- Demirer, T., Brohi, A. R., Koç, H. & Kahraman, M. R. (1994). *Değişik azot ve fosfor dozlarının şeker pancarı verim ve kalitesi üzerine etkisi*. Şeker Pancarı Yetiştirme Tekniği Sempozyumu. II. Gübreleme ve Sulama, 6-7 Mayıs, Konya.
- Ercişli, S., Gülyüz, M., Orhan, E., Ertürk, Y., & Karlıdağ, H. (2009). *The Use of Wild Edible Fruits in Sustainable Fruit Production in Turkey*, 1st International Symposium on Sustainable Development, June 9-10 2009, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. pp:78-82.
- Ertan, E., Erdal, E., Alkan, G., & Algul, B. E. (2015). Effects of different postharvest storage methods on the quality parameters of chestnuts (*Castanea sativa* Mill.). *HortScience: a publication of the American Society for Horticultural Science* 50(4), 577-581.
- Ertürk, Ü., Mert, C. & Soylu, A. (2006). *Chemical composition of fruits of some important chestnut cultivars*. Brazilian Archives of Biology and Technology Vol.49, n.2, pp. 183-188.
- Fageria, N. K. (2009). *The Use of Nutrients in Crop Plants*. CRC Pres, Boca Raton, Florida, New York.
- Fageria, N. K., Baligar, V. C. & Jones, C. A. (2011). *Growth and Mineral Nutrition of Field Crops*. 3rd Edition, CRC Pres, Boca Raton, FL, USA.
- FAO, (2019). Food and Agriculture Organization of United Nations. <http://faostat.fao.org/en/#data/QC> (Updated 23 January 2019)
- Gardiner, D.T. & Miller, R.W. (2008). *Soils in Our Environment*. 11th Edition, Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle Hill, Ne Jersey, USA.
- Gee, G. W., & Bauder, J. W. (1986). Particle-size analysis 1. Soil Science Society of America, American Society of Agronomy.
- Güzel, N., Gülüt, K.Y. & Büyük, G. (2004). *Toprak Verimliliği ve Gübreler*. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 246, Ders Kitapları Yayın No: A-80, Adana.
- Kacar, B. & Katkat, V. (1998). *Bitki Besleme Ders Notları*. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 127 VİPAŞ Yayınları: 3. Bursa.
- Kantarıcı, M. D. (2000). *Toprak İlmi*. İÜ Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İ Ü Yayın No. 4261, Orman Fakültesi Yayın No. 462, İstanbul, 420 s.
- Karadoğan, T., Özer, H. & Oral, E. (1997). Gübrelemenin patatesin bazı özellikleri üzerine etkisi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 28(3), 441-453.
- Kayan, N., Kutlu, İ. & Ayter, N.G. (2018). Effects of Different Tillage and Soil Residual Nitrogen on Chickpea Yield under Wheat-Chickpea Rotation System in Central Anatolia Condition. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 2018, 28(özel sayı): 91-95.
- Lindsay, W. L., & Norvell, W. A. (1978). Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese, and Copper 1. *Soil Science Society of America Journal* 42, 421-8.

- Liu, H. B., Li, Z. H. & Zhang, W. L. (2004). Study on N use efficiency of Chinese cabbage and nitrate leaching under open field cultivation [J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 10(3), 286–291.
- McCauley, A., Jones, C. & Jacobsen, J. (2009). Nutrient Management. Nutrient management module 9 Montana State University Extension Service. *Publication*, 4449-9, p.1–16.
- Müftüoğlu, N. M. & Demirer T., (1998). Toprakta azot bilançosu, *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 29 (1), 175-185, 1998.
- Nielsen, J. D. (1972). *Fixation and Release of Potassium and Ammonium Ione in Danish Soils, Plant and Soil*, Vol:36, pp:71-88.
- Olsen, S., & Sommers, L. (1982). *Phosphorus*. p. 403–430. AL Page et al.(ed.) *Methods of soil analysis. Part 2. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI. Phosphorus*. p. 403–430. In AL Page et al.(ed.) *Methods of soil analysis. Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.*
- Özkarakaş, İ., Gönülşen, N., Ulubelde, M., Özakman, K. & Önal, K. (1995). *Ege bölgesinde kestane çeşit seleksiyonu çalışmaları. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri Cilt 1* Meyve, 505-509.
- Portela, E., Martins, A., Pires, A. L., Raimundo, F. & Marques, G. (2007). *Cap 6 - Práticas culturais no soute: o manejo do solo*. In: GomesLaranjo J, Ferreira-Cardoso J, Portela E, Abreu CG, editors. *Castanheiros. Vila Real, Portugal: Programa AGRO 499, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro*, pp. 207-264
- Pratt, P. F., Potassium, ed: Black, C. A. (1965). *Methods of Soil Analysis Part 2* Amer. Soc. of Argon. Inc. Pub. Madison, Wisconsin, U.S.S- 1022.
- Preusser, E., Khalil, F. A., & Göring, H. (1981). Regulation of activity of the granulebond starch synthetase by monovalent cations. *Biochem. Physiol. Pflanz.* 176, 744-752.
- Rodrigues, M. A., Pereira, A., Cabanas, J. E., Dias, I., Pires, J. & Arrobas, M. (2006). Crops use-efficiency of nitrogen from manures permitted in organic farming. *Eur. J. Agron* 25: 328-335
- Ross, F.A. (1959). Dinitrophenol methods for reducing sugars. *Potato Processing*, In: Talburt, W. F. And Smith, O. (Eds.). A VI Publishing Comp. Connecticut. pp. 469-470.
- Rutter, P. A., Miller, G. & Payne, J. A. (1990). Genetic resources of temperate fruit and nut crops. *Acta Horticulturae*, No: 290, Vol: II, Chapter: 16: 761-788.
- Scholefield, D. & Stone, A. C. (1995). Nutrient losses in runoff water following application of different fertilizers to grassland cut for silage[J]. *Agr Ecosyst Environ*, 55: 181–191.
- SPSS, (2013). *IBM SPSS Statistics 22.0 for Windows*. Armonk,NY.
- Turhan, A. & Özgümüş, A. (1992). Azot ve potasyumlu gübrelemenin şeker pancarının verim ve bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. *Uludağ Üniv. Ziraat. Fak. Dergisi*, 9, 99-106.
- Turhan, M. (1992). Şeker pancarı verim ve kalitesine azotun etkisi, T.Ş.F.AŞ. Seminer Notları 1-15, Ankara.
- Ülgen, N. & Yurtsever, N. (1995). *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi* (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, s.230, Ankara.
- Yağmur, B., Okur, B., Tuncay, Ö. & Eşiyok, D. (2019). Farklı Ekim Zamanı ve Azotlu Gübre Uygulamalarının Tere (*Lepidium sativum* L.) Bitkisinin Azot Fraksiyonları ve Bitki Besin Maddesi İçeriğine Etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29 (3) , 388-396. DOI: 10.29133/yyutbd.564237
- Wahl, T. (2002). *The Iowa chestnut grower's primer*. Published 2002, Revised 2017 2nd Edition. P:10-11
- Walkley, A. & Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science* 37, 29-38.



Yuzuncu Yil University  
Journal of Agricultural Science

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Research Article (Araştırma Makalesi)

**An Assessment of Willingness for Adoption of Climate-Smart Agriculture (CSA) Practices through the Farmers' Adaptive Capacity Determinants**

Asif SARDAR\*<sup>1,2</sup>, Adiq K. KIANI<sup>1</sup>, Yasemin KUSLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal Urdu University of Arts, Science and Technology, Faculty of Social Sciences, Department of Economics, Islamabad, Pakistan

<sup>2</sup>Ataturk University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Erzurum, Turkey

\*Corresponding author e-mail: asifsardar\_12@pide.edu.pk

**Article Info**

Received: 10.10.2019  
Accepted: 17.12.2019  
Online Published 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.631375

**Keywords**

Adaptation,  
Adaptive capacity,  
Assets endowments  
Climate-smart agriculture,  
Farmers.

**Abstract:** Climate-change-related impacts on the agriculture sector have been intensifying in the Asian region particularly for developing countries. In order to encourage innovative adaptation practices, it is critical to understand the farmers' perspectives on the possibility of adopting climate-smart agriculture (CSA) measures and the obstacles they face. However, limited studies have considered how farmers respond to climate change impacts, and concerning to this, the opportunities in the relevance of resilience via adaptive capacity (AC) were addressed. This study investigates the adoption of climate-smart agriculture in Punjab, Pakistan by using a survey of 420 farmers, with a view to understanding the farmers' practices, adaptive capacity to respond, and willingness for the adoption of climate-smart agriculture measures to mitigate the climate change impact. Driving factors of the farm households' intended to the adoption of climate-smart agriculture were examined using a logistic model. The results of the study showed that the drivers of adaptive capacity such as the human, physical, natural, financial and social capacity of the farm households were significantly determinant to the possibility of adopting climate-smart agriculture measures. Further, we also identified lack of institutional support and a lack of information were the major obstacles for adopting these innovative measures. This study suggested that climate-policy should be designed in a regional context specifically focusing on the institutional services and access to the resources. It is the best way to increase the acceptance for the adoption of these innovative measures by increasing the farmers' adaptive capacity endowment.

**İklim Açısından Akıllı Tarımın (CSA) Benimsenmesi Konusundaki İstekliliğin Çiftçilerin Uyum Kapasitesi Belirleyicileri Aracılığıyla Değerlendirilmesi**

**Makale Bilgileri**

Geliş: 10.10.2019  
Kabul: 17.12.2019  
Online Yayınlanma 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.631375

**Anahtar kelimeler**

Adaptasyon,  
Uyum kapasitesi,  
Mal varlığı,

**Öz:** İklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkilerine yönelik çalışmalar, özellikle gelişmekte olan ülkeler için Asya bölgesinde yoğunlaşmaktadır. Yenilikçi adaptasyon uygulamalarını teşvik etmek için, çiftçilerin iklim açısından akıllı tarım (CSA) önlemlerini benimseme olasılığı ve karşılaştıkları engeller konusundaki bakış açılarını anlamak çok önemlidir. Bununla birlikte, sınırlı sayıda araştırma, çiftçilerin iklim değişikliği etkilerine nasıl cevap verdiğini değerlendirmiş ve buna bağlı olarak, uyum kapasitesi (AC) ile esneklik arasındaki ilgi düzeyi ve fırsatları konu edinmiştir. Bu çalışmada, Pakistan'ın Pencap kentinde iklim-akıllı tarımın benimsenmesi, 420 çiftçi anketi kullanarak, iklim değişikliğinin etkisi araştırılmıştır. Bu konuda çiftçilerin uygulamalarını anlamak, iklim değişikliğini

İklim-akıllı tarım,  
Çiftçiler.

karşılama durumu ve uyum kapasitesi ile etkilerini hafifletmek için akıllı-iklim tarım önlemlerinin benimsenmesine duyduğu istek irdelenmiştir. İklim-akıllı tarımın benimsenmesine yönelik çiftlik hane halkının lokomotif faktörleri ekonometrik bir model olan "lojistik model" kullanılarak incelenmiştir. Çalışmanın sonuçları, tarım işletmelerinin insan gücü, fiziksel, doğal, finansal ve sosyal kapasiteleri gibi uyum kapasitelerini etkileyen faktörlerin, iklim-akıllı tarım önlemlerini benimseme ihtimalini önemli ölçüde belirlediğini göstermektedir. Ayrıca, kurumsal destek ve bilgi eksikliğinin de bu yenilikçi önlemleri almanın önündeki en büyük engel olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma, iklim politikasının özellikle kurumsal hizmetlere ve kaynaklara erişime odaklanan bölgesel bir bağlamda tasarlanması gerektiğini ortaya çıkarmıştır. Çiftçilerin uyum kapasitesi donanımını artırarak bu yenilikçi önlemleri kabul etmesini sağlamak en iyi yoldur.

## 1. Introduction

Climate change is a global phenomenon, and it has varying impacts on the natural and human systems, which need the mobilization of all the available resources to cope, anticipate, resist and recover from the climatic variability. These climate changes include more frequent and extreme uneven precipitation events, a rise in average temperature, and changes in cropping seasons. The impact of these climate changes has serious effects particularly, on the agriculture sector by the decrease in crop productivity, invasions of pathogens and pests, shifts in crop planting dates and reduced to the resilience of agro-ecosystems. These impacts are more common in developing countries than in developed countries.

Pakistan is ranked the 8<sup>th</sup> among the most vulnerable countries in the world to the adverse effects of climate change (Sardar et al., 2016). Pakistan's economy is built predominantly on the agriculture sector which is highly sensitive to weather variability and as a result, farmers affect more from these climate changes related to stressors. Traditional farmers' practices result in low crop productivity because these practices are not effective in stabilizing the agricultural production to cope with the impact of climate change. Therefore, the adoption of climate-smart agriculture (CSA) practices is the only possible way of overcoming the adverse effects of climate change. For instance, Food Agriculture Organization (FAO) has introduced the concept of Climate-Smart Agriculture (CSA) under which innovative and sustainable agricultural practices are proposed to adopt at the farm level. Adaptation to climate variability involves adjustments in natural or human systems which reduces the negative impact of climate change and exploits positive opportunities. It also refers to changing farming practices as an important means to cope with climate variability. Examples include CSA practices such as adopting improved water management, nutrient management, zero or minimum tillage, improved crop varieties and modifying planting dates. These selected CSA practices are considered as effective in terms of reducing vulnerability to climate shocks and by increasing the resilience of agricultural systems (Pachauri et al., 2007). The primary purpose of adopting these CSA measures is to improve the average yields and uncertain benefits to the farmers by reducing the risk to the current or expected climate variability stresses. These CSA measures actually contribute to the adaptation of climate variability, which depends on the adaptive capacity of the farmers to undertake the adjustments in farming practices. While, adaptive capacity determinants include weather variability and socioeconomic factors, such as individuals' characteristics, institutional role, and market development, as well as agro-ecological conditions of the region.

Existing literature in Pakistan focuses on the economic and bio-physical relationship among the agriculture sector and climate vulnerability. But actual field-based studies to examine the farm level adaptive capacity and adoption of CSA measures to mitigate the climate change impacts are rare. Therefore, there is the need for a field-based study to truly understand the farmers' adaptive capacity to respond and willingness for the adoption (WTA) of CSA measures responses to climate change at the farm level in Punjab.

This study investigates whether the farmers are willing to adopt CSA practices as adaptation strategies to cope with climate variability in the context of climate change. And, how farmers' adaptive capacity, or lack thereof, affects the possibility of adopting CSA measures at farm level in Punjab. In

this study, we seek answers to these questions in the context of the local farmers through the conditioning factors that accelerate or hinder the use of these selected CSA measures.

**2. Material and Methods**

Literature that examines the farmers' willingness to adopt (WTA) for agriculture adaptation practices is based on the models of human behaviour that is adopted from neo-classical economics theories e.g. Theory of Reasoned Action, The diffusion of innovation theory, and Theory of technology adoption (Sheppard et al., 1994). These economic theories are based on the alternative behaviour models that predict human behaviour for adaptation of new innovative practices. The adaptation of these practices depends on the multiple factors and drivers of adaptive capacity such as individual and social characteristics, their perceived usefulness, compatibility, its relative advantage, and the farmers' acceptance for technology adoption.

Using the theory of technology adoption as a base, we modelled our study in which a rational farm household who faces a problem of choice and chooses adoption of CSA practices option as the outcome to maximize his utility subject to the constraints (Aubert et al., 2012). Farm household experiences the common constraints regarding their adaptive capacity of adopting CSA practices e.g. financial condition, institutional support, assets endowments, social and individual characteristics, availability of the technology and other inputs resources for adopting CSA practices. Following (Aubert et al., 2012; Magruder, 2018; Kumar et al., 2018; Zongo et al., 2015), we demonstrated a utility function ( $U_{ij}$ ) for a farm household 'i' who chooses j alternatives for willingness to adopt or reject CSA practices to maximize his utility, that can be expressed as:

$$U_{ij} = \alpha_j Z_i + \varepsilon_{ij} \tag{1}$$

where, j=1 if the farmer intended to adopt CSA practices otherwise, j=0 if the farmer is not willing to adopt.

Farmers' decisions for adopting CSA practices are assumed to provide the utility ( $U_{i1}$ ) for adopters and ( $U_{i0}$ ) for non-adopted farmers respectively. A farmer, who adopts CSA practices, has a greater value of the utility ( $U_{i1}$ ) than the alternative ( $U_{i0}$ ), which can be expressed as follows

$$U_{i1} = \alpha_1 Z_i + \varepsilon_{i1} > U_{i0} = \alpha_0 Z_i + \varepsilon_{i0} \tag{2}$$

In this equation,  $Z_i$  is a vector of adaptive capacity that consists of individuals, socio-economic characteristics and institutional support to the farmers.  $\alpha_1$  and  $\alpha_0$  are the vectors of the parameters to be estimated.  $\varepsilon_{i1}$  and  $\varepsilon_{i0}$  are the error terms. The probability of a farm household who intended to adopt CSA practices j=1 to the alternative j=0 is given as:

$$W_a = Pr (j = 1) = Pr (U_{i1} > U_{i0}) = Pr(\alpha_1 Z_i + \varepsilon_{i1} > \alpha_0 Z_i + \varepsilon_{i0}) \tag{3}$$

$$W_a = Pr (\varepsilon_{i1} - \varepsilon_{i0} > \alpha_0 Z_i - \alpha_1 Z_i) = Pr (\varepsilon_{i1} - \varepsilon_{i0} > (\alpha_0 - \alpha_1)Z_i) \tag{4}$$

$$W_a = Pr (\omega_i > \beta Z_i) = \varphi(\beta Z_i) \tag{5}$$

Equation (5) shows that the probability of a farm household who will adopt CSA practices. This is the probability that a farm household achieved from the higher utility after adopting CSA practices than the utility derived by the farmers who are not willing to adopt.

Methods to analyse the farmers' decisions to adopt CSA practices such as logit models, tobit models, and probit models are extensively used in the literature. In this study, farmers' decision for adopting CSA practices depend on the distribution function ( $\varphi(\beta Z_i)$ ) associated with ( $\omega_i$ ). Therefore, the following equation shows the farmers' decision intended to adopt or reject the CSA practices that can be expressed as:

$$W_a = \varphi(\beta Z_i) = Exp \left( \frac{Exp(\beta Z_i)}{1 + Exp(\beta Z_i)} \right) \tag{6}$$



In equation (6),  $W_a$  represents the dependent variable with a binary outcome (willingness to adopt), and  $\varphi(\beta Z_i)$  is the probability that farm households will adopt CSA practices to cope with the impact of climate change.

The more specifically binary outcome variable of willingness to adopt ( $W_a$ ), representing the choice of adopting CSA practices in terms of its determinants, can be expressed as:

$$\Pr (W_{a_{ij}}) = \alpha_j Z_i + \beta_j Y_i + \varepsilon_{ij} \tag{7}$$

Where,

$Z_i$  is the vector of adaptive capacity

$Y_i$  is the climate shocks index

This study employs the theory of technology adoption through which an economic agent who intended to adopt CSA practices to mitigate the impact of climate change. The dependent variable ( $W_a$ ) defines farmers' willingness to adopt CSA practices that refer to a binary outcome variable. It takes 1 if a farmer is willing to adopt CSA practices and 0 otherwise. Explanatory variable ( $Z_i$ ) is the vector of adaptive capacity that is related to the individual, socio-economic characteristics of the farmers and institutional support provide to the farm household for adopting CSA, while ( $Y_i$ ) is the climate variable depicting the climate shocks experienced by the farm household. Based on the data behaviour and for unbiased findings, we estimated equation (7) using the logistic regression model to fulfil the objectives of the study. We examined the drivers of adaptive capacity and their willingness to adopt for selected CSA measures by using the primary data sets. We collected survey data from 420 farmers in August 2018 to September 2018 in three study districts such as Jhang, Sialkot and Rhim Yar Khan located in different agro-ecological zones (AEZs). All three selected AEZs have different attributes of environment, geography, and socio-economic conditions. The richness and the relevance of this dataset allowed us to investigate the drivers of farmers' adaptive capacity and their WTA for CSA practices at the farm level in Punjab province. Details of the variables used in the assessment of adaptive capacity and willingness to adopt for CSA practices are given in Table 1.

Table. 1. Variables description of the sampled data used in the study.

Factor/sub-factor (variables)	Definition
Actual adaptation (AA)	The farmer who adopted full package of CSA practices (1=yes, 0=no)
Willingness to adopt (WTA)	The farmer who could not adopt the full package of CSA practices, but he is willing to adopt (1=yes, 0=no)
Human capacity	
Working family members (Working_memb)	Working family members in a household (in numbers)
Education (Edu)	Education attainment (in years)
Experience (Exp)	Farming experience (years)
Social capacity	
Access to information (Acc_info)	Access to information related to crop and livestock production; and weather forecasting information (1 if a farmer had access, 0 otherwise)
Social network and strength of collective action	
(a) Social dependency (Social_dep)	Dependence on the family system ( <i>i.e.</i> to the head of the family) or to the head of the village for making a decision related to agricultural production (1=yes, 0=no)
(b) Relative assistance (Relat_assis)	Availability of relatives and friends for assistance such as seeking money or equipment sharing (1=yes, 0=no)
Natural capacity	
Irrigation resources (Irri_resour)	Irrigation resources comprising of surface water resources (such as river and canal water) and ground-water resources
Farm size (Farm_size)	Size of farmland owned or rented for cultivation (in hectares)
Physical capacity	
Distance to extension centre (Dist_ext)	Distance from farmland to the nearest the extension centre (kilometres)
Agriculture technology assets (Agri_tech_assets)	Availability of agricultural technology assets such as tractors and machinery (in numbers)
Livestock owned (Livestock_own)	Total livestock owned (in numbers)
Financial capacity (farm solvency)	
Credit access (Credit_acc)	Availability of credit access (1 = yes; 0 = no)
Financial resources (Financial_res)	Total net income earned from the agricultural production (in rupees per year)
Climate Shocks (Climatic_shocks)	Plot-disturbance-index

Note: Proxy indicators used for assessing the agricultural adaptive capacity based on the observed adaptation strategies /actions are derived from the survey and documented in the literature review.

### 3. Results

#### 3.1. Farm-level characteristics of sample data

Descriptive statistics of responding farmers with respect to age group and education attainment are shown in figure 1 and figure 2 respectively.

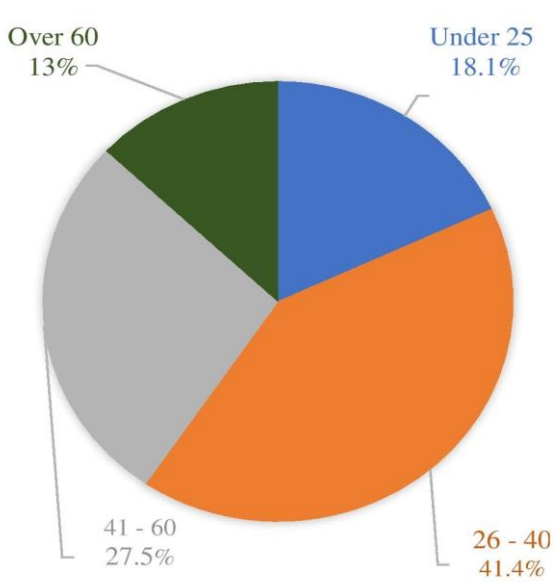


Figure 1. Respondent (%) with age group

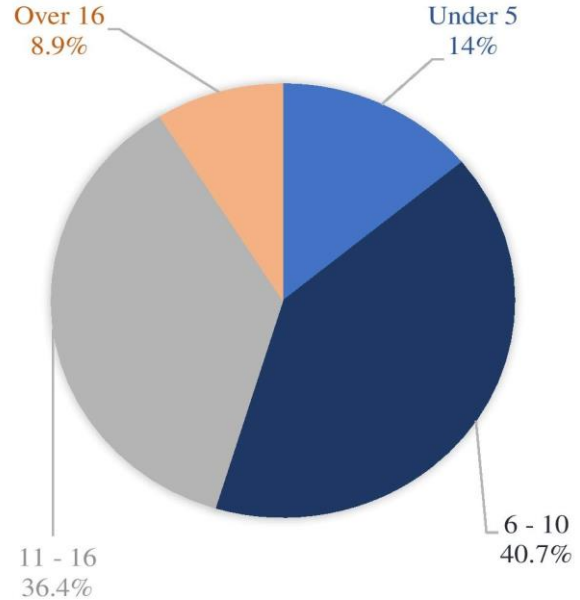


Figure 2. Respondent (%) with education attainment.

Fig. 1 shows that around 70% of the farmers who were willing to adopt CSA practices lie in the age of 26 to 60 years while the remaining 30% belong to the rest of the age. This may be pointed out that those farm households who were young and had greater farming experience were likely to have more awareness of climate variability and more intended to adopt innovative CSA practices to cope with climate change impact than the other farmers. The study showed that education attainment is an important factor for taking the decision regarding the adoption of CSA measures. Fig. 2 showed that more than 75% of respondent farmers who were ready to adopt CSA measures were qualified from primary to the graduate level of education. It indicates that education raises more awareness for accessing the information and for the application of the improved agricultural technologies at the farm level to cope with climate change impact. Therefore, the farm households who have higher education and belong to the younger age will likely more to adapt the climate changes as compared with the little education.

We also comparatively examined sample statistics of the farmers' adaptive capacity. To account for this, we disaggregated farmers' socio-economic characteristics based on the averages in three categories. First, the farmer who adopted a full set of CSA measures (named as 'actual adaptation'). Second, the farmer who could not adopt the full set of CSA measures, but he was willing to adopt (referred to as 'willingness to adopt'), and third the farmer who was not willing to adopt CSA practices (named as 'not intended to adopt'). The average characteristics of the farmers in all three categories are shown as follows in fig. 3 (a) and fig. 3 (b).

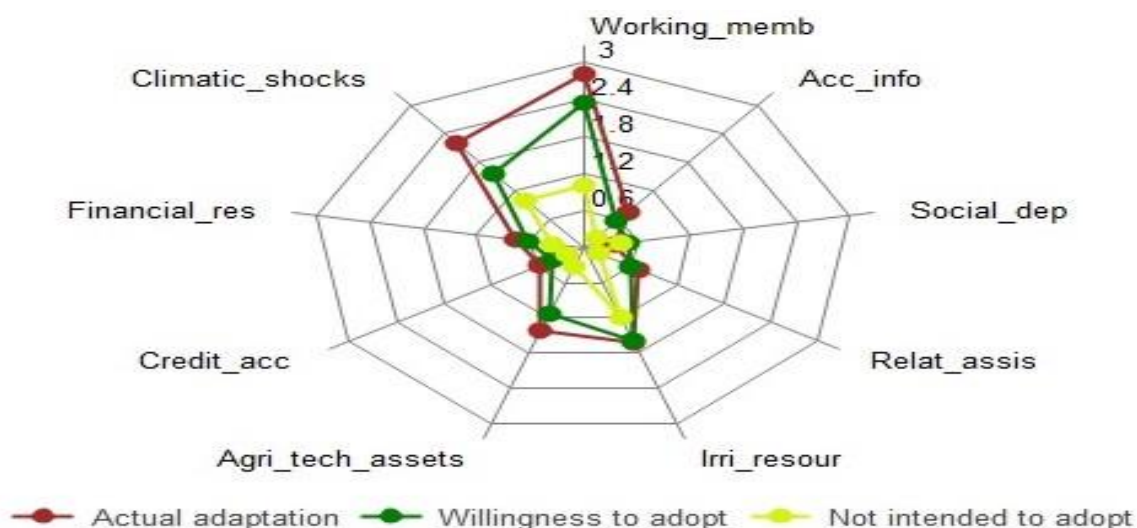


Figure 3 (a): Average characteristics of the sample farmers.

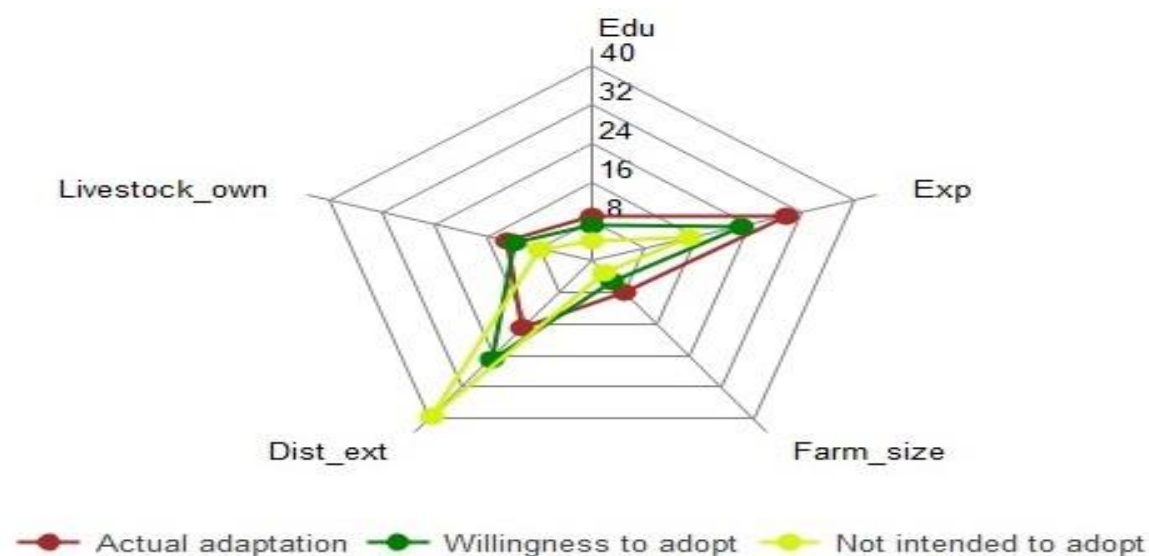


Figure 3 (b): Average characteristics of the sample farmers

Fig. 3(a) and 3(b) showed that the farmers who adopted a full set of CSA measures (Actual adaptation) had a higher adaptive capacity than the farmers who could not adopt but they were willing to adopt (Willingness to adopt). The farmers who had the least adaptive capacity. They were not interested in adopting CSA measures. This may be pointed out that a rise in the adaptive capacity of the farmers stimulated more to the farmers for adopting CSA measures because higher adaptive capacity represents more institutional access, better financial resources, and higher asset endowments that farm households' hold. Therefore, it enables the farmers more to adopt CSA practices to mitigate the climate change impact.

### 3.2. Factors affecting the adoption of CSA measures

To quantify the impact of farmers' adaptive capacity for the choice of adoption of CSA measures, we employed a logistic regression model. The coefficients of logistic regression estimates are presented in Table 2 of column (1) and the marginal effects are given in table 2 of column (2).

Table 2. Logistic regression results of WTA model and their marginal probability effects

Regressor	Regression estimate	Marginal effect
Human capacity		
Working_memb	0.335* (0.172)	0.017* (0.009)
Edu	0.418** (0.198)	0.031** (0.015)
Exp	0.311* (0.162)	0.002** (0.001)
Social capacity		
Acc_info	0.433** (0.214)	0.025* (0.014)
Social_dep	0.608 (0.571)	0.024 (0.029)
Relat_assis	1.044*** (0.338)	0.042*** (0.012)
Natural capacity		
Irri_resour	0.155* (0.078)	0.003 (0.002)
Farm_size	0.052* (0.029)	0.039* (0.021)
Physical capacity		
Dist_ext	0.813*** (0.301)	0.011*** (0.004)
Agri_tech_assets	0.202* (0.113)	0.061* (0.034)
Livestock_own	0.089 (0.911)	0.007 (0.006)
Financial capacity (farm solvency)		
Credit_acc	0.667*** (0.291)	0.017** (0.007)
Financial_res	0.377*** (0.121)	0.055*** (0.017)
Climatic_shocks	1.268*** (0.424)	0.018*** (0.006)
Loglikelihood	-361.471	
LR chi-squared	150.385***	
Pseudo R <sup>2</sup>	0.328	
Total observation	405	

Note: \*\*\*, \*\* and \* indicates the significance of probability levels at 1%, 5% and 10%, respectively. Standard errors in parenthesis.

In this study, we assessed human capacity by using the proxy of working family members, education attainment and farming experience of the farm households. The positive coefficient of working family members, education attainment and farming experience showed a positive association with the probability of willingness to adopt for CSA measures in response to climate change (Table 2). The human capacity indicators with a positive and significant impact confirmed that the farmers who had more education, related knowledge, and skills of agricultural production and to cope with climate variability were enabled more to adopt. The positive association of experience showed that farmers tried their best to adapt and to cope with climate change within the known boundaries of knowledge and experience. Similarly, some NGOs and the government agencies in Pakistan provide the training courses and the awareness about climate variability to raise the knowledge and skills of the farmers. We can conclude that the farm household who had higher education and greater farming experience were likely to have more awareness about climate variability and more intended to adopt. The study suggested that targeted training should be provided across a range of topics to improve their education and knowledge for increasing the ability to manage the increased climate variability. And, the training should be integrated with the active participation of the farmers' leaders, village leaders with NGOs and government authorities.

We estimated social capacity by using the indicators of access to information and social networking of the farmers. Where the farm households' social networks and institutional access were

linked with local authorities and to the market development. The results indicated that a positive and significant relationship was found between access to information and social networking for willingness to adopting CSA measures to mitigate climate change impact (Table 2). Positive association of social capacity indicators showed that timely institutional support provided by the extension department and the other related institutions on agricultural production, techniques and for the use of technology to the farmers dealing with climate variability encourage the farmers more to adopt. It showed the importance of the farmer's social networks with relative assistance that how it helps to facilitate the needy farm household who requires money when he is sick or needs to buy any agricultural production-related materials. It is also indicated the significance of the farmer's community interaction with local authorities and the government because farmers require help and support on the adoption of CSA measures such as they need help from the agriculture extension department, development or seeking information regarding applications of adaptation or mitigation measures. It helps the farm household to use that knowledge in their production for adopting CSA measures. It may be pointed out that farmers are living in different agro-ecological zones that vary according to the locally prevailed culture. It also showed that relative assistance was very important when a farmer needed financial and moral support for choosing innovative CSA measures to cope with weather variability. Our results support the study findings (Brown et al., 2018).

Natural capacity, we assessed through irrigation resources and farm size holding by the farmers. Most of the studies had already used these indicators for measuring the natural capacity of the farmers. Estimation showed that farm size (land area cultivated by the farm household) had a positive and significant impact on the probability of willingness to adopt CSA practices (Table 2) but irrigation resources showed an insignificant impact (Table 2). Positive and significant association of farm size confirmed that farm-size was the main factor in the development of the typologies because large landholder framers had more production due to better access to the availability of the resources. It is also indicated that large landholders were better endowed with natural resources than the other farmers. Better endowment enabled the large landholders more to adopt. The insignificant coefficient sign of irrigation resources showed that there is a need for the improvement of the irrigation infrastructure to deliver the irrigation water for growing crops in time. The study suggested that actions should be taken to the improvement of water resources and to improve the appropriate irrigation infrastructure. Focused should be given to the institutional arrangements such as the construction and maintenance of canals, flood bunds, and specifically, to establish the tubewells at the farm levels.

Studies such as (Brown et al., 2018) described that physical capacity was measured by using the proxy indicators of agricultural equipment, and distance of the institutional infrastructure from the farmland. Therefore, we assessed physical capacity by using the proxy indicators of distance to extension centre, agriculture technology assets, and livestock owned by the farmers. The coefficient of distance to the extension centre showed a negative and significant association with the probability of willingness to adopt CSA practices. While the coefficient of agricultural technology assets remained positive and significant with the probability of willingness to adopt. The negative and significant impact of distance to extension centre showed that this distance is very important because less distance will allow the farm household to move easily and quickly from farmland to extension centre whenever he required such as consultation, for getting information and institutional help regarding the application of CSA measures. While agricultural technology assets had a positive impact on the adoption of CSA measures. It can be concluded that the farm household who had better agricultural technology were more likely to adopt to make any adjustment at the farm level to cope with climate variability. It is indicated that agricultural technology helps farmers more to adopt CSA measures to mitigate the impact of climate change. The study suggested that subsidies should be given to the agricultural technologies that are used for agricultural production. And, extension centres should be constructed in each area considering the heterogeneity of agroecological zones and the environmental variability in the region.

The common indicators such as access to credit, cash, and income from other sources were used in the literature for measuring the financial capacity of the farm households. Therefore, we examined financial capacity by using farm solvency indicators such as credit access to the farmers and financial resources through the proxy of total agricultural income earned from agricultural production. Credit access to the farmers and financial condition both had a significant and positive effect on the probability of willingness to adopt CSA measures. The positive and significant impact of access to credit showed that lower interest rate encourages the farmers to save more money and invest more for adopting CSA

technologies. Many farmers took loans to mitigate the impact of extreme weather events in Pakistan. They used this money to recover agricultural losses and for adopting CSA measures. Financial resources contributed as positively determinant because a farm household who had a better financial condition due to good income, he will be able to spend more money on the adoption of CSA measures. Even, he can repay the loans easily than those farmers who repaid the debt after the harvest. Thus, a farmer with a better financial condition was likely to adopt more.

The climate shocks index was calculated by using a simple count of weather shocks experienced by the farmers in the study area. The coefficient of climatic shocks was found a significant and positive impact on the probability of intended to adopt CSA measures. This positive association may be due to the improvement in adaptation measures that were adopted by the farmers in the context of disaster risk reduction strategies. It also showed that the farmers have learned from the past climatic events. This ongoing exposure has developed their confidence to adopt to mitigate a wide range of climate change-related hazards. We can conclude that the farmers who impacted more climatic shocks were more intended to adopt sustainable agriculture as compared to the other farmers (Alemu and Mengistu 2019).

In this study, we also identified a number of constraints that farm households faced for the adoption of CSA practices in the study area. The farmers who perceived long-term weather changes and intended to adopt CSA practices, but could not adapt due to constraints. Fig. 4 shows the average of the major constraint faced by the respondent farmers in all study districts. The main constraints were the lack of institutional support (54%), lack of information (49%), resource constraint (43%) and followed by the financial constraint (26%), and other constraints (4%).

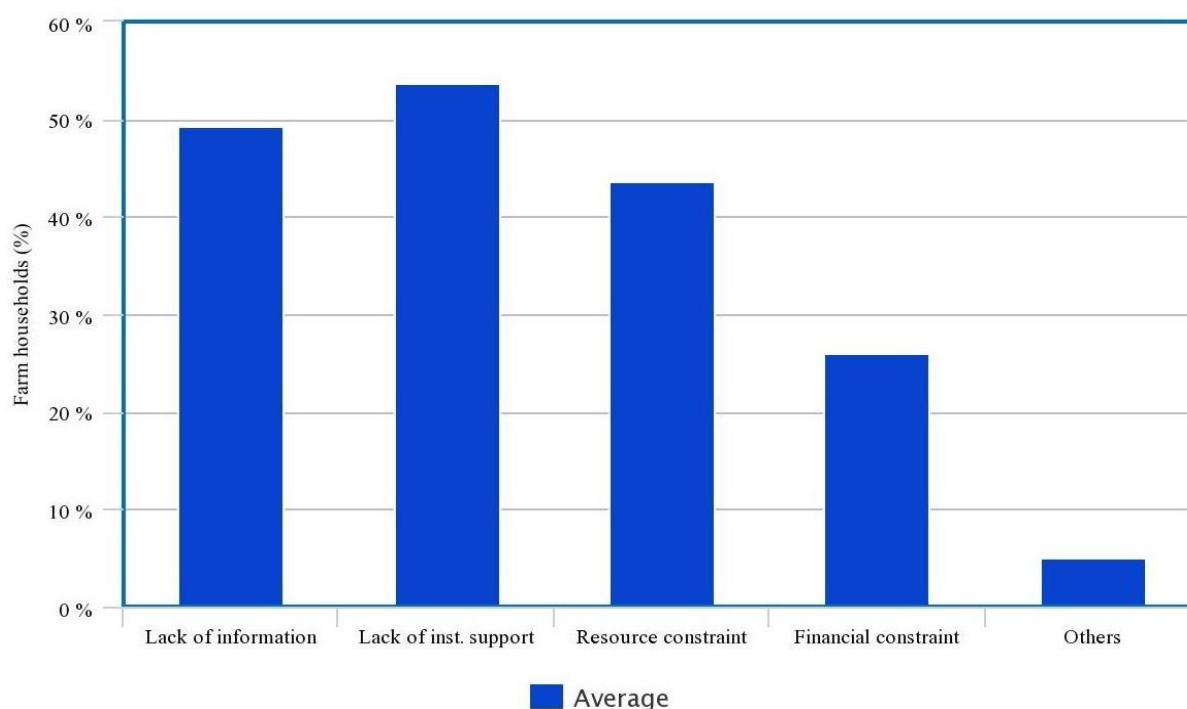


Figure 4. The average score of constraints for the adoption of CSA practices in the study area.

Lack of institutional support was identified as the key constraint for willingness to the adoption of CSA measures to cope with weather variability. Institutional support was measured through the farmers' access to the institutional services provided by private or public institutions. This constraint can be covered by providing timely information related to the weather and climate shocks, information regarding the application of adaptation measures, and by giving subsidies on CSA related equipment to the farmers. Lack of information was another key constraint that deals with weather information and market development information related to agricultural production. This may be pointed out that farmers should provide knowledge of agricultural production and should educate how to deal with uneven patterns of rainfall, extremely high or low temperatures, water stress at the sowing stage, and weather shocks.

Resource constraint was the third major constraint identified by the responding farmers. It can be due to less access to or availability to the adoption of CSA technologies at the farm-level which limits the farmers' capability for adapting to cope with the changes in the climate. Financial constraint was comprised of farm-level credit access and financial capability for the adoption of CSA measures. Lack of credit access may be due to a high-interest rate for poor households and the lack of access to microcredit institutions at the farm level. It may be one of the key reasons for the minimal use of farm credit in the study sites.

#### 4. Discussion and Conclusion

Climate change is a reality that poses significant impacts on Pakistan's economy. Pakistan's economy is based on the agricultural sector, and the sector is severely dependent on natural resources. Consequently, it is more vulnerable to climate change impact. Most of the previous work for measuring the farmers' adaptive capacity was shown without socio-economic considerations. But this study has focused on the concept of adaptive capacity through assessing its drivers that determine the possibility of adopting CSA measures to cope with climate variability. We employed novel farm-level data sets from 420 farm households to examine the farmers' adaptive capacity to response and their willingness for the adoption of CSA measures to cope with climate variability. Also, we identified the constraints that farm households faced for adopting CSA measures. We presented that farm households had different socio-economic features of adaptive capacity and heterogeneous rates of willingness for the adoption of CSA measures to cope with climate change impact. We found that assets pentagon (such as human, physical, social, natural and physical capacity) that farm households hold were the significant drivers of the adaptive capacity. Most of the farmers were willing to adopt CSA practices to mitigate weather variability for sustainable agriculture. We also showed that the farmers, who were well-endowed of assets endowment and had better socio-economic characteristics, were enabled more likely to adopt CSA practices than the other farmers. This study suggested that CSA adaptation measures-oriented training and awareness workshops and programs should be started and should be provided at the household level to facilitate the adoption of CSA practices, but the diversity of the agro-ecological zones should also be taken into the account.

Further, we also identified the major constraints faced by the respondent farmers in the study districts. These constraints can be covered with improving the institutional services by providing better access to the credit services and subsidies to the CSA technologies, information for the use of adaptation measures, by providing access to the availability of CSA technologies for increasing the viability against climate change. Hence, the institutional policy should be designed in the local context to expand the farmers' adaptive capacity for improving the frequency of the adaptation of CSA measures.

#### Acknowledgments

This study is a part of Ph.D. joint research work conducted in the Department of Agricultural Structures and Irrigation, Ataturk University, Turkey and the Department of Economics, Federal Urdu University of Arts, Science, and Technology Islamabad, Pakistan. We gratefully acknowledge the financial support for this study provided by the Turkish Government, Grant No. 18PK015832, Turkey. Moreover, we are thankful to the enumerators, agricultural departments, and the farmers for their support and cooperation in successfully data collection for this research work.

#### References

- Alemu, Tadesse, & Alemayehu Mengistu. (2019). "Impacts of climate change on food security in ethiopia: adaptation and mitigation options: a review." *Springer, Cham*. 397–412.
- Aubert, Benoit A., Andreas Schroeder, & Jonathan Grimaudo. (2012). "IT as enabler of sustainable farming: an empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology." *Decision Support Systems* 54 (1), 510–20.
- Brown, Peter R., Sharmin Afroz, Lytous Chialue, T. Chiranjeevi, Sotheary El, Clemens M. Grünbühel, Iqbal Khan. (2018). "Constraints to the capacity of smallholder farming households to adapt to climate change in south and southeast asia." *Climate and Development*, March, 1–18.

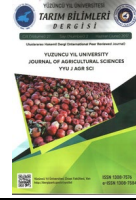
- Kumar, Ganesh, Carole Engle, and Craig Tucker. (2018). "Factors driving aquaculture technology adoption." *Journal of the World Aquaculture Society* 49 (3), 447–76.
- Magruder, Jeremy R. (2018). "An assessment of experimental evidence on agricultural technology adoption in developing countries." *Annual Review of Resource Economics* 10 (1), 299–316.
- Pachauri, R. K., Andy Reisinger, Lenny Bernstein, (2007). Intergovernmental panel on climate change. core writing team, and intergovernmental panel on climate change. *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Accessed April 14, 2019.
- Parente, Stephen L., & Edward C. Prescott. (1994). "Barriers to technology adoption and development." *Journal of Political Economy* 102 (2), 298–321.
- Sardar, Asif, Sajid Amin Javed, & Rafi Amir-ud-Din. (2016). Working Paper, "Natural Disasters and Economic Growth in Pakistan: An Enquiry into the Floods Related Hazards' Triad." Islamabad: *Pakistan Institute of Development Economics*.
- Sheppard, Blair, H., Jon Hartwick, & Paul, R., Warshaw. (1988). "The theory of reasoned action: a meta-analysis of past research with recommendations for modifications and future research." *Journal of Consumer Research* 15 (3), 325.
- Valente, Thomas, W. (1996). "Network Models of the Diffusion of Innovations." *Computational and Mathematical Organization Theory* 2 (2), 163–64.
- Zongo, Beteo, Abdoulaye Diarra, Bruno Barbier, Malicki Zorom, Hamma Yacouba, & Thomas Dogot. (2015). "Farmers' practices and willingness to adopt supplemental irrigation in burkina faso." *International Journal of Food and Agricultural Economics (IJFAEC)* 3 (1), 101.





Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Tarım Bilimleri Dergisi  
(YYU Journal of Agricultural Science)

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Araştırma Makalesi (Research Article)

**Kısıntılı Sulamanın Pamuğun (*G. hirsutum* L.) Bazı Morfolojik Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi**

**Remzi EKİNCİ\*<sup>1</sup>, Sema BAŞBAĞ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 21110, Diyarbakır, Türkiye

\*Sorumlu yazar e-posta: [remzi.ekinci@dicle.edu.tr](mailto:remzi.ekinci@dicle.edu.tr)

**Makale Bilgileri**

Geliş: 18.09.2019  
Kabul: 17.12.2019  
Online Yayınlanma 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.621589

**Anahtar kelimeler**

Kısıntılı Sulama,  
Morfoloji,  
Pamuk,  
Pamuk kütlü verimi.

**Öz:** Farklı tarla kapasitesi doygunluk derecelerinin (TKDD), pamuk çeşitlerinde bazı morfolojik özelliklere etkilerinin incelendiği bu çalışma, Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında 2014-2015 yıllarında tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Ana parseller, farklı tarla kapasitesi doygunluk derecelerini (TKDD) (% 100, %80, %60, %40) alt parseller ise pamuk çeşitlerini (Stoneville-453, GW-Teks ve Deltaopal) oluşturmuştur. Çalışmada bitki boyu (cm), gövde çapı (cm), ana kök uzunluğu (cm), yaprak alan indeksi, boy/nod oranı ve pamuk kütlü verimi (kg/da) özellikleri incelenmiştir. 2014-2015 yılları ortalamasına göre pamuk çeşitlerinin ana kök uzunluğu değerleri, 40.25 cm (GW-Teks) ile 43.52 cm (Stoneville-453) arasında; farklı TKDD uygulamalarında ana kök uzunluğu değerleri, 31.15 cm (%100) ile 49.59 cm (%20) arasında değişim göstermiştir. Pamuk kütlü verimi yönünden çeşitler, 301.42 kg/da (GW-Teks) ile 335.71 kg/da (Stoneville-453) arasında; farklı TKDD uygulamaları ise 146.04 kg/da (%20) ile 506.38 kg/da (%80) arasında değişmiştir. Kuraklık stresi koşulları ile ana kök uzunluğu özelliği arasında negatif korelasyon; bitki boyu, boy/nod oranı, gövde çapı, yaprak alan indeksi özellikleri arasında ise pozitif korelasyon saptanmıştır.

**Determination of Effects of Deficit Irrigation on Some Morphological Properties of Cotton (*G. hirsutum* L.)**

**Article Info**

Received: 18.09.2019  
Accepted: 17.12.2019  
Online Published 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.621589

**Keywords**

Restricted irrigation,  
Morphological,  
Cotton,  
Seed cotton yield.

**Abstract:** This study was conducted to investigate the effects of different field capacity saturation degrees (FCSD) on some morphological characteristics of cotton varieties. The experiment was established as split-plot in RCBD with three replications at Dicle University Faculty of Agriculture in 2014-2015. The main parcels, FCSD (100%, 80%, 60%, and 40%) and the sub parcels were cotton varieties (Stoneville-453, GW-Teks, and Deltaopal). In the study, the traits such as plant height (cm), stem diameter (cm), root length (cm), leaf area index, and height/nod ratio and cotton seed yield (kg.da<sup>-1</sup>) were investigated. According to the average of 2014-2015, the main root length values of cotton varieties were between 40.25 cm (GW-Teks) and 43.52 cm (Stoneville-453); the main root length values of different FCSD applications ranged from 31.15 cm (100%) to 49.59 cm (20%). Cotton varieties in terms of cotton seed yield were changed between 301.42 kg.da<sup>-1</sup> (GW-Teks) and 335.71 kg.da<sup>-1</sup> (Stoneville-453); in different FCSD applications, ranged from 146.04 kg da<sup>-1</sup> (20%) to 506.38 kg.da<sup>-1</sup> (80%) Negative correlation was found between drought stress conditions and main root length trait; positive correlation was found between traits such as plant height, height/nod ratio, stem diameter, leaf area index.

## 1. Giriş

Pamuk bitkisi, yaygın ve zorunlu kullanım alanıyla insanlık açısından yarattığı katma değer ve istihdam olanaklarıyla da üretici ülkeler açısından ekonomik öneme sahip bir üründür. İklim değişimi ile birlikte son yıllarda dünya genelinde yağış miktarında bir azalma ve düzensizliğin olduğu görülmektedir. Bu durum, pamuk üretiminde kuraklığın gelecekte büyük sorun oluşturacağını göstermektedir. Türkiye'nin birçok bölgesinde son yıllarda kuraklaşma eğiliminin arttığı ve ilerde daha şiddetli ve uzun süreli kuraklık olaylarının görülmesi ihtimalinin yüksek olduğu bildirilmiştir (Topçu ve ark., 2012). Küresel iklim değişiminin etkisi ile iklim kuşaklarının kayacağı, Türkiye'nin, bugün Orta Doğu'da ve Kuzey Afrika'da egemen olan daha sıcak ve kurak bir iklim kuşağının etkisinde kalacağı, bu iklim kuşaklarına uyum gösteremeyen fauna ve floranın yok olacağı, bu değişim ile tarımsal ürün deseninin değişeceği öngörülmektedir (Türkeş ve ark., 2000). 2100 yılına kadar dünyanın sıcaklığının 4 °C artacağı; Türkiye ve çevresindeki bazı iç kısımlarda ise bu artış 8–9 °C kadar çıkabileceği belirtilmektedir (Tarakçıoğlu, 2008).

Toprak ve iklim özellikleri yönünden büyük bir tarımsal potansiyele sahip olan GAP Bölgesi'nde pamuk, büyük bir öneme sahiptir. Pamuğun yetiştirme mevsiminde yağışın yetersiz olması, verim artışı için sulamayı gerekli kılmaktadır. Bölgede sulanan alanların artmasına paralel olarak sulama suyu miktarının bu oranda artmaması, sulama suyunun rantabl-verimli bir şekilde kullanılmaması, global iklim değişimi ile bölge ikliminin yağış rejiminde ve toplam yağış miktarında oluşan azalışlar gibi problemler, kuraklık ve su sıkıntısını tarımsal üretimde ana problem haline getirmiştir. Kuraklık stresi tüm tarımsal ürünlerin üretimini ciddi bir şekilde etkilemektedir. Pamuk bitkisi genellikle sulanan koşullarda yetişen yazlık bir bitki olup, bölgemizde yetiştirme periyodu süresince ortalama 600-700 mm su tüketmekte, Harran ovası gibi daha sıcak bölgelerde ise su tüketimi 1000-1100 mm'ye kadar yükselmektedir.

Küresel ısınma ve buna bağlı olarak oluşan kuraklık stresi hem ülkemizde hem de dünyada pamuk tarımını olumsuz etkilemektedir. Dünya topraklarının 1/3'ünden fazlasını yakından ilgilendiren kuraklık stresi, tarımsal ürünlerinin üretiminde ciddi sorunlara neden olmaktadır (Monti, 1987). Bu nedenle kuraklık stresinin pamuk bitkisinin ekolojisinde, morfolojisinde nasıl bir değişim meydana getirdiğinin araştırılması, kuraklıkla oluşan zararın boyutlarının anlaşılması ve ileride daha da artacağı belirtilen zararlarının önlenmesi için tedbirlerin alınması yönünden önem taşımaktadır. Yapılan araştırmalar bitki su stresinin, kolaylıkla ölçülebilen parametreler kullanılarak niceliksel olarak ifade edilebileceğini göstermiştir. Söz konusu parametreler, bitki taç ve hava sıcaklığı farkı ile yaygın olarak atmosferin buharlaştırma istemi olarak tanımlanan havanın buhar basıncı açığıdır (Jackson, 1982; Idso ve ark., 1977). Bu çalışma, pamuk bitkisinin üretiminde yaşanan su kısıntılarında üretimin daha az etkilenmesine yönelik olarak bilimsel ve pratik uygulamalara katkı sağlamak amacıyla yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışma, Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında 2014-2015 yıllarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Ana parselleri, farklı tarla kapasitesi doygunluk derecesi (TKDD, %) (%100, %80, %60, %40), alt parselleri ise pamuk çeşitleri (Stoneville-453, GW-Teks ve Deltaopal) oluşturmuştur.

Diyarbakır'ın iklimsel faktörleri incelendiğinde sert bir kara ikliminin egemen olduğu görülmektedir. Yazları çok sıcak, kışları ise şiddetli soğuktur. En sıcak ay ortalaması 31 °C, en soğuk ay ortalaması ise 1.8 °C'dir. 486.7 mm olan yıllık ortalama yağış miktarının yaklaşık %2'si yaz aylarında düşmekte ve kuzeye doğru gidildikçe yağış miktarı artmaktadır. Ortalama nispi nem en çok (%77) Aralık ve Ocak aylarında en az (%20) ise Temmuz-Ağustos aylarında oluşmaktadır (Anonim, 2015).

Deneme alanı topraklarının fiziksel (bünye analizi, volüm ağırlığı (gr/cm<sup>3</sup>), tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası) ve kimyasal (pH, % kireç) özellikleri, 0-90 derinliklerden alınan örneklerde, Tüzüner (1990) tarafından belirtilen analiz yöntemleriyle belirlenmiştir. Ayrıca bitki boyu (cm), gövde çapı (cm), ana kök uzunluğu (cm) ölçülmüş, yaprak alan indeksi (Sunscan cihazı ile), boy/nod oranı ve pamuk kütlü verimi (kg/da) özellikleri belirlenmiştir.

İlk sulama öncesi toprak su içeriği tespiti için her parselin orta 2 sıra arasına Delta T Profile Probe cihazına ait 90 cm'lik probe tüpü yerleştirilmiştir. Deneme yerini temsil eden bir noktadan profil çukuru açılarak, 30'ar cm'lik katmanlar halinde 90 cm'ye kadar bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinde, Tüzüner (1990) tarafından belirtilen analiz yöntemleri kullanılarak; tarla kapasitesi, devamlı solma noktası, volüm ağırlığı ve toprak bünyesi gibi fiziksel analizler ile toprak reaksiyonu, toplam tuz, organik madde, kireç, yararlanılabilir fosfor ve potasyum kimyasal analizler yapılmıştır. Deneme yerinden 0-90 cm derinliklerden toprak numuneleri alınarak, analiz edilmiştir. Bünye sınıfı killi-tınlı, su ile doyumluk %62, tarla kapasitesi (TK) %41.52, solma noktası (SN) %11.88, volüm ağırlığı 1.35 gr/cm<sup>3</sup>, pH 7.87, iletkenlik 1.064 dS/m, kireç içeriği %30.4, fosfor içeriği %4.4, potasyum içeriği %1.25 ve organik madde miktarının %1.8 düzeyinde saptanmıştır.

Deneme alanına 16 kg/da N, 7 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> gübrelenmesi yapılmıştır. Sulamalarda damla sulama yöntemi kullanılmıştır. İlk sulamada, tüm parseller toprak tarla kapasitesine getirilecek düzeyde sulama yapılmıştır. Sulamalarda ana parsellere, toprak profilinin 90 cm derinliğindeki eksik nemi tarla kapasitesine getirmek için gerekli sulama suyu miktarının sayaç ile verilmesi planlanmıştır. Sulamaya topraktaki elverişli nem %35'e düştüğünde başlanılmıştır. Bitki su tüketimi, su dengesi eşitliğine dayanan "Nem Azalma Yöntemi" ile hesaplanmıştır (Beyce ve ark., 1972). Tüm parsellerde Delta T Profile Probe cihazı ile sulama öncesi ve sulama sonrası toprak suyu ölçümleri yapılmıştır.

Çalışmada, her bir özellik için elde edilen değerler, JMP 5.0 (Copyright © 1989-2002 SAS Institute Inc.) istatistik paket programı kullanılarak, istatistiksel yönden analiz edilmiştir. Sonuçlar, F testi, korelasyon ve regresyon analizleri ile incelenmiş ve ortalamalar, EGF testi uyarınca gruplandırılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

İncelenen özelliklerden bitki boyu, gövde çapı ve ana kök uzunluğuna ait ortalama değerler Çizelge 1'de, yaprak alanı indeksi, boy/nod oranı ve pamuk kütlü verimine ait ortalama değerler ise Çizelge 2'de verilmiştir.

*Bitki boyu (cm)*: Çalışmada kullanılan pamuk çeşitlerinin, farklı TKDD uygulamalarında bitki boyu yönünden, Çeşit ve TKDD uygulamaları %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Pamuk çeşitlerinin bitki boyları 82.63 cm (Stoneville-453) ile 94.34 cm (GW-Teks) arasında değişim göstermiş; farklı TKDD uygulamalarında bitki boyu değerleri, 70.26 cm (%20) ile 117.48 cm (%80) arasında değişim göstermiştir. %80 TKDD uygulaması, en uzun bitki boyunun elde edildiği gruba oluştururken, %20 TKDD uygulamasının ise en kısa bitki boyu grubunu oluşturduğu Çizelge 1'de görülebilmektedir. El-Zik ve Thaxton (1989), kuraklığa dayanıklılık bakımından çeşitler arasında önemli farklılıkların olabileceğini bildirmiştir. Bütün çeşitlerde bitki boyunun farklı TKDD uygulamalarından oldukça etkilendiği, materyali oluşturan her 3 pamuk çeşidinde TKDD uygulamaları ile bitki boyu özelliği arasında kuadratik bir ilişki belirlenmiştir. Tüm çeşitler dikkate alındığında  $y = -0.0135x^2 + 2.4815x - 6.8585$  ( $R^2 = 0.60$ ) değişim denkleminin elde edildiği, en uzun bitki boyunun elde edildiği TKDD uygulamasının %91 olduğu; en yüksek bitki boyu değerinin ise 107.18 cm olduğu saptanmıştır (Şekil 2). Pamuk bitkisi gelişiminde su oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Kurak koşullarda pamuk bitkisinin gelişimi yavaşladığı için boyu kısa kalmaktadır.

*Gövde çapı (cm)*: Çalışmada kullanılan pamuk çeşitlerinin, farklı TKDD uygulamalarında gövde çapı yönünden, Çeşit, TKDD uygulamaları ve ÇeşitxTKDD interaksyonunun %1 düzeyinde önemli olduğu Çizelge 1'de görülebilmektedir. Farklı pamuk çeşitlerinin gövde çapı değerleri, 2.63 cm (Stoneville-453) ile 3.10 cm (Deltaopal) arasında; farklı TKDD uygulamalarında gövde çapı değerleri ise 2.18 cm (%20) ile 3.80 cm (%80) arasında değişmiştir. %80 TKDD uygulamasının en yüksek gövde çapı değerine; %20 TKDD uygulamasının ise en düşük gövde çapı değerine sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Her 3 pamuk çeşidinde de TKDD uygulamaları ile gövde çapı özelliği arasında pozitif ve kuadratik bir ilişkinin, var olduğu görülmektedir. Tüm çeşitler dikkate alındığında  $y = -0.0005x^2 + 0.0877x - 0.1741$  ( $R^2 = 0.30$ ) değişim denkleminin elde edildiği, en yüksek gövde çapı değerinin elde edildiği TKDD değerinin, %87.70 olduğu saptanmıştır (Şekil 3). Davies ve Zhang (1991), ve Naqvi (1995) kuraklık stresinin hormonal dengenin bozulmasına yol açtığını ve gövde -kök gelişiminin ters yönlü etkilediğini bildirmişlerdir.

*Yaprak alanı indeksi (LAI)*: Çalışmada kullanılan pamuk çeşitlerinin, farklı TKDD uygulamalarına göre yaprak alan indeksi özelliği yönünden, Çeşit, TKDD uygulamaları ve yıl varyasyon

kaynaklarının birbirinden %1 düzeyinde önemli farklılık gösterdiği Çizelge 2’de görülebilmektedir. Farklı pamuk çeşitlerinin yaprak alan indeksi değerlerinin, 3.23 (Stoneville-453) ile 3.98 (GW-Teks) arasında değişim göstermiş; GW-Teks çeşidi en yüksek; Stoneville-453 çeşidi ise en düşük yaprak alan indeksi değerini almıştır. Farklı TKDD uygulamalarında yaprak alan indeksinin ise 2.08 (%20) ile 6.36 (%80) arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 2).

Bütün çeşitlerde yaprak alan indeksi değerlerinin farklı TKDD uygulamalarından oldukça etkilendiği, her 3 pamuk çeşidinde de TKDD uygulamaları ile yaprak alan indeksi özelliği arasında quatratik bir ilişkinin, var olduğu görülmektedir. TKDD ile yaprak alan indeksi arasında pozitif ikili ilişkinin ( $r=+0.70$ ,  $p<0.001$ ) saptanması bu sonucu desteklemektedir. Çeşitler dikkate alındığında  $y=-0.0014x^2+0.2557x-6.0717$  ( $R^2=0.60$ ) değişim denkleminin elde edildiği, en yüksek yaprak alan indeksi değerinin elde edildiği TKDD uygulamasının %91 olduğu; en yüksek yaprak alan indeksi değerinin ise 5.60 olduğu saptanmıştır (Şekil 4). Yaprak alan indeksi pamuk bitkisinin gelişimi ve fizyolojik dengesinin bir göstergesi olarak kuraklık stresinden olumsuz etkilendiği saptanmıştır (Radin ve ark., 1992). Gerek çeşitler arasında ve gerekse kuraklık stresi koşullarının yaprak alan indeksinde önemli farklılık oluşturması, bu özelliğin diğer stres çalışmalarında güven ile kullanılabilceğini ortaya koymaktadır.

**Boy/nod oranı:** Çalışmada kullanılan pamuk çeşitlerinin, boy/nod oranı özelliği yönünden, Çeşit ve TKDD uygulamalarının %1 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Pamuk çeşitlerinin boy/nod oranı değerleri, 2.64 (GW-Teks) ile 3.01 (Stoneville-453) arasında değişim göstermiştir. TKDD uygulamalarının boy/nod oranı değerleri ise 2.04 (%20) ile 3.92 °C (%100) arasında belirlenmiştir. %100 TKDD uygulamasında en yüksek, %20 TKDD uygulamasından ise en düşük boy/nod oranı elde edilmiştir (Çizelge 2). Bütün çeşitlerde boy/nod oranı değerlerinin farklı TKDD uygulamalarından oldukça etkilendiği, her 3 pamuk çeşidinde de TKDD uygulamaları ile boy/nod oranı özelliği arasında linear bir ilişkinin, var olduğu görülmektedir. TKDD ile boy/nod oranı arasında pozitif ikili ilişkinin ( $r=+0.93$ ,  $p<0.001$ ) saptanması, linear ilişkiyi desteklemektedir. Tüm çeşitler dikkate alındığında  $y=0.0297x+0.9731$  ( $R^2=0.88$ ) değişim denkleminin elde edildiği, Şekil 5’den görülebilmektedir. Pamuk bitkisi gelişiminde bitki boyu ve nod oluşumları, birbiri ile oldukça ilişkili iki gelişim unsurudur. Boy/nod oranındaki düşüş, bitki büyüme ve gelişimi ile benzerlik gösterdiği gibi, verim düşüşü ile benzerlik göstermiştir. Bulgularımız, Heitholt (1994), Kerby ve ark., (2010 ve Ekinci (2017) bulguları ile benzerlik göstermektedir. Kuraklığın varlığı ve şiddetinin belirlenmesinde boy/nod oranı parametresi rahatlıkla kullanılabilceği saptanmıştır.

**Ana kök uzunluğu (cm):** Çalışmada kullanılan pamuk çeşitlerinin, farklı TKDD uygulamalarına göre ana kök uzunluğu özelliği yönünden, çeşit, TKDD ve Yıl varyasyon kaynakları %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Farklı pamuk çeşitlerinin ana kök uzunluğu değerleri, 40.25 cm (GW-Teks) ile 43.52 cm (Stoneville-453) arasında değişim göstermiştir. TKDD uygulamalarının ana kök uzunluğu değerleri ise 31.15 cm (%100) ile 49.59 cm (%20) arasında saptanmıştır. GW-Teks ve Deltaopal çeşitleri en kısa; Stoneville-453 çeşidi ise en uzun grupta yer almıştır. %20 TKDD uygulaması, en yüksek; %100 TKDD uygulaması ise en düşük ana kök uzunluğu grubunu oluşturmuştur (Çizelge 1). Bütün çeşitlerde ana kök uzunluğu değerlerinin farklı TKDD uygulamalarından oldukça etkilendiği, her 3 pamuk çeşidinde de TKDD uygulamaları ile ana kök uzunluğu arasında linear bir ilişkinin, var olduğu saptanmıştır. TKDD uygulamaları ile ana kök uzunluğu özelliği arasında negatif ikili ilişki ( $r=-0.90$ ,  $p<0.001$ ) saptanması, linear ilişkiyi destekler niteliktedir. Tüm çeşitler dikkate alındığında  $y=-0.3042x+60.802$  ( $R^2=0.81$ ) değişim denklemi elde edilmiştir (Şekil 6).

Pamuk bitkisinin ana kök gelişimi bitkinin kurak koşullarda toprak nemine ulaşabilmesi için daha hızlı geliştiğinin göstergesidir (Kaçar, 2007). İlk sulama suyunun geciktirilmesi ile bitkinin ana kök gelişiminin arttığı belirlenmiştir. Çalışmada elde ettiğimiz bulgular, Quisenberry ve ark., (1982), Benedict (1984), Ramamoorthy ve ark., (2017), Niu ve ark., (2018), Singh ve ark., (2018), Bat ve ark., (2019), Hasan ve ark., (2019) ve Chen ve ark., (2019) kök morfolojisi ve büyüme potansiyelinin, su stresi koşullarında önemli bir faktör olduğu konusundaki bulgularının destekler niteliktedir.

**Pamuk kütlü verimi (kg/da):** Çalışmada kullanılan pamuk çeşitleri ve farklı TKDD uygulamaları kütlü pamuk verimi yönünden %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı pamuk çeşitlerinin kütlü verimleri, 301.42 kg/da (GW-Teks) ile 335.71 kg/da (Stoneville-453) arasında meydana gelmiştir. TKDD uygulamaları pamuk kütlü verimleri ise 146.04 kg/da (%20) ile 506.38 kg/da (%80) arasında değişim göstermiştir. Stoneville-453 çeşidi (335.71 kg/da) pamuk kütlü verimi yönünden en yüksek grupta yer alırken, GW-Teks (301.42 kg/da) ve Deltaopal (316.16 kg/da) çeşitleri daha düşük grupta yer

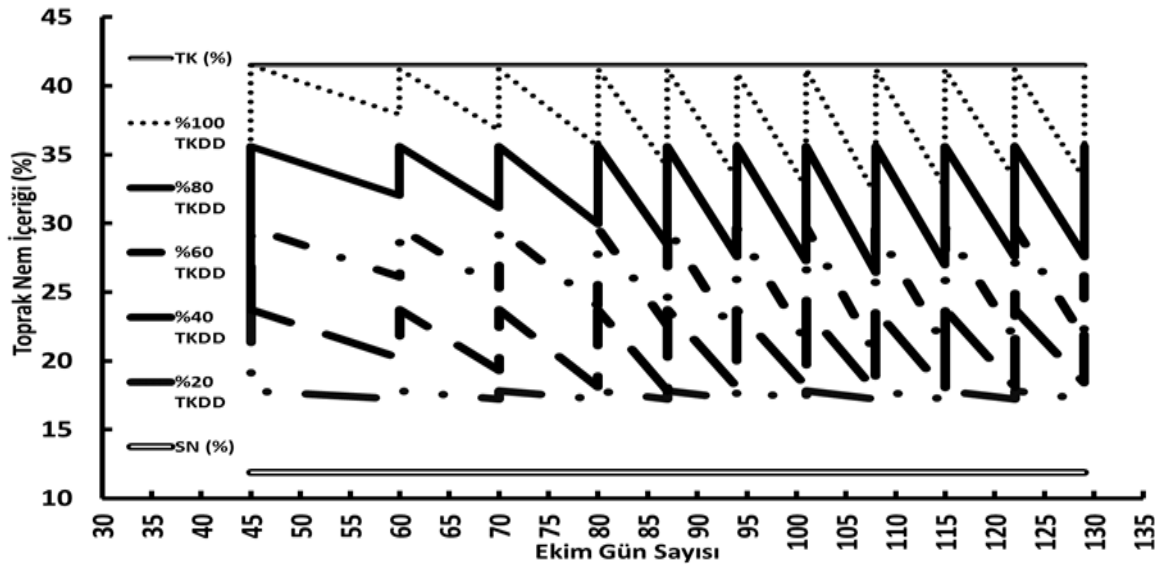
almıştır. %80 TKDD uygulaması (506.38 kg/da) en yüksek pamuk kütlü veriminin elde edildiği grubu, %20 (146.04 kg/da) ve %40 TKDD uygulamaları (164.02 kg/da) ise en düşük pamuk kütlü veriminin elde edildiği grubu oluşturmuştur (Çizelge 2).

Bütün çeşitlerde pamuk kütlü verim değerlerinin farklı TKDD uygulamalarından oldukça etkilendiği ve her 3 pamuk çeşidinde TKDD uygulamaları ile pamuk kütlü verim özelliği arasında kuadratik bir ilişkinin, var olduğu görülmektedir. TKDD ile pamuk kütlü verim özelliği arasında pozitif ikili ilişki ( $r=+0.84$ ,  $p<0.001$ ) saptanması kuadratik ilişkiyi desteklemektedir. Çeşitlerin tamamı dikkate alındığında  $y=-0.1472x^2+25.739x-645.11$  ( $R^2=0.91$ ) değişim denkleminin elde edildiği, en yüksek pamuk kütlü veriminin TKDD değerinin, %87 olduğu saptanmıştır (Şekil 7).

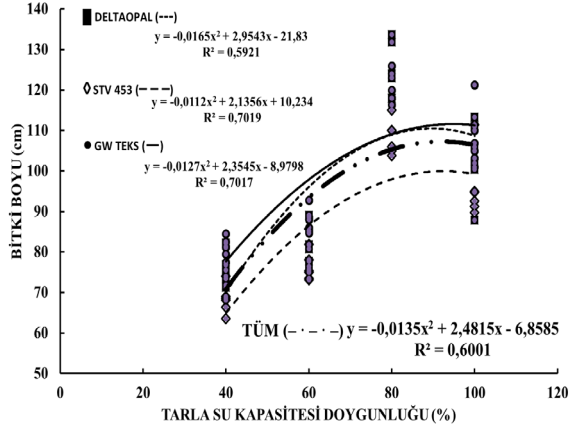
Pamuk bitkisi gelişiminde su oldukça önemli bir faktör olup, kuraklık (yetersiz toprak nemi) koşullarında, yaprak alan indeksinde (Gerik ve ark., 1996; Pettigrew, 2004; Awasthi ve ark., 2018); gelişim ve büyümesinde (Snowden ve ark., 2013; Wang ve ark., 2016; Ullah ve ark., 2017; Lei ve ark., 2018; İbrahim ve ark., 2019) verim ve verim unsurlarında ciddi bir şekilde düşüşlere neden olmaktadır (Pettigrew, 2004; Hussein ve ark., 2011; Cave, 2013; Niu ve ark., 2018; Bahramloo ve Nasseri, 2019). Ayrıca, aşırı sulama (yüksek toprak nemi) koşullarında da bitki strese girerek gelişimini yavaşlatmaktadır. Bu durum, pamuğun gelişim ve büyümesinde, pamuk kütlü verimi ve verim öğelerinin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır.

#### 4. Sonuç

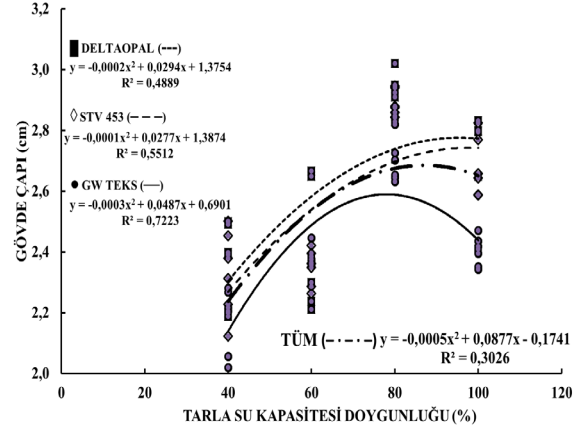
Kuraklık stresinin diğer birçok bitkide olduğu gibi pamuk bitkisinde de incelenen özellikler yönünden olumsuz etkileri belirlenmiş, kuraklık stres koşulları ile bitki boyu, gövde çapı, yaprak alan indeksi özellikleri arasında kuadratik; ana kök uzunluğu, boy/nod oranı özellikleri arasında ise linear bir ilişkinin var olduğu saptanmıştır. Kuraklık stresi koşulları ile ana kök uzunluğu özelliği arasında negatif korelasyon; bitki boyu, boy/nod oranı, gövde çapı, yaprak alan indeksi özellikleri arasında pozitif korelasyon tespit edilmiştir. En uygun TKDD değerinin bitki boyu özelliği için %84, gövde çapı, özelliği için %87, yaprak alan indeksi özelliği için, %91 olduğu sonuçlarına varılmıştır. Genotiplerin kuraklık stresi koşullarında performanslarının belirlenmesine yönelik olarak yapılacak çalışmalarda ana kök uzunluğu, boy/nod oranı, gövde çapı, yaprak alan indeksi parametrelerinin önemli ve pratik olması nedeniyle kullanımının önerildiği, kurak koşullarda, verim ve verim unsurlarında ciddi düşüşler meydana gelirken aşırı sulama koşullarında da bitki strese girerek gelişimini yavaşlatmakta ve kütlü verimi ve verim unsurlarında düşüşler oluşturmaktadır.



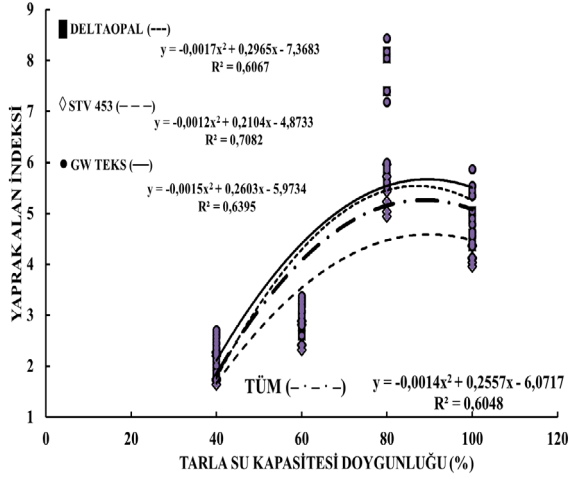
Şekil 1. Sulama öncesi ve sulama sonrası toprak nem değişimleri.



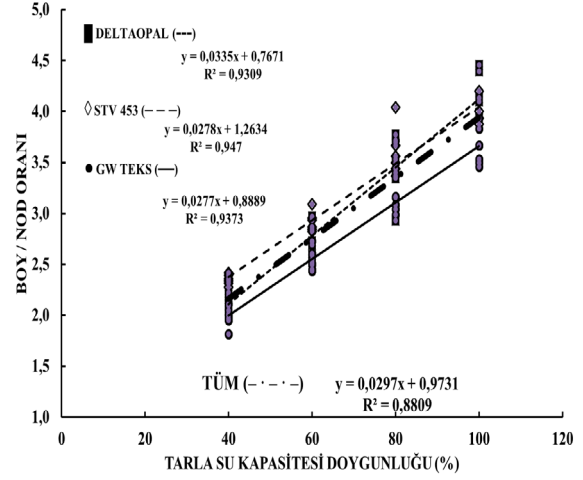
Şekil 2. TKDD'lere göre bitki boyu değişimi.



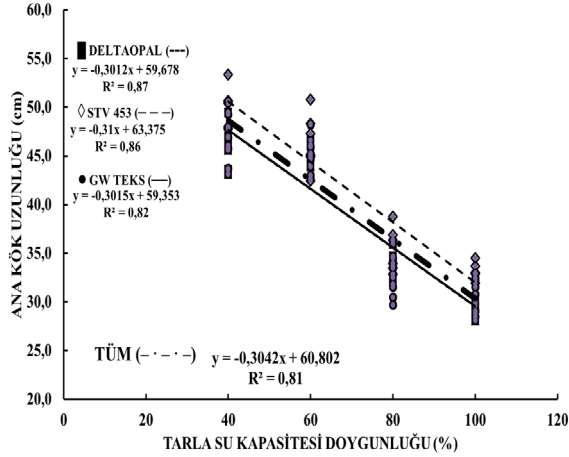
Şekil 3. TKDD'lere göre gövde çapı değişimi.



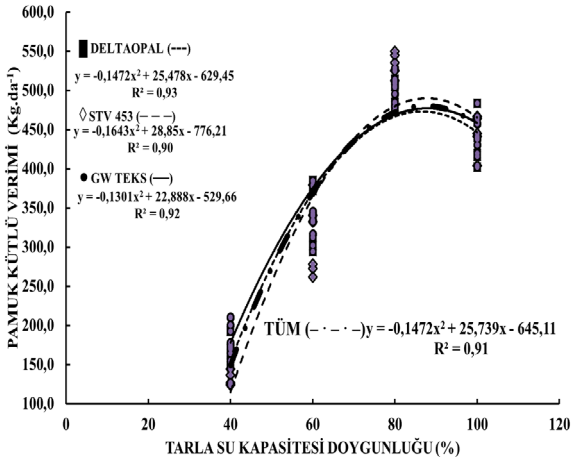
Şekil 4. TKDD'lere göre yaprak alan indeksi değişimi.



Şekil 5. TKDD'lere göre boy/nod oranı değişimi.



Şekil 6. TKDD'lere göre ana kök uzunluğu değişimi.



Şekil 7. TKDD'lere göre pamuk kütlü verimi değişimi.

Çizelge 1. Bitki boyu, gövde çapı ve ana kök uzunluğuna ilişkin ortalama değerler.

Çeşitler	TKDD (%)	Bitki Boyu (cm)	Gövde Çapı (cm)	Ana Kök Uzunluğu (cm)
----------	----------	-----------------	-----------------	-----------------------

		2014	2015	Ort.	2014	2015	Ort.	2014	2015	Ort.		
Deltaopal	20%	70.00	70.83	70.42	2.35	2.18	2.27	gh	51.09	48.10	49.59	
	40%	73.46	76.98	75.22	2.64	2.56	2.60	fgh	47.07	44.59	45.83	
	60%	80.11	80.44	80.28	2.84	2.63	2.73	efg	46.27	44.02	45.14	
	80%	121.67	127.86	124.76	4.65	4.52	4.59	a	34.79	33.01	33.90	
	100%	102.82	104.05	103.43	3.38	3.23	3.30	bcd	29.97	29.02	29.50	
Stoneville-453	20%	64.33	64.91	64.62	2.15	2.03	2.09	h	51.80	50.01	50.90	
	40%	67.70	68.88	68.29	2.42	2.24	2.33	gh	51.82	49.20	50.51	
	60%	74.60	77.70	76.15	2.46	2.37	2.42	gh	48.12	45.62	46.87	
	80%	106.59	110.00	108.29	3.29	3.09	3.19	bcde	36.66	34.92	35.79	
	100%	93.68	97.90	95.79	3.19	3.07	3.13	cdef	34.16	32.91	33.54	
GW-Teks	20%	76.00	75.47	75.74	2.30	2.07	2.19	h	49.42	47.14	48.28	
	40%	79.45	82.74	81.09	3.00	2.92	2.96	def	47.36	45.08	46.22	
	60%	86.27	88.90	87.58	2.99	2.94	2.97	def	45.69	43.53	44.61	
	80%	120.11	118.67	119.39	3.83	3.43	3.63	bc	32.45	31.03	31.74	
	100%	107.27	108.49	107.88	3.78	3.62	3.70	b	30.15	30.68	30.41	
Deltaopal		89.61	92.03	90.82	b	3.17	3.02	3.10	a	41.84	39.75	40.79
Stoneville-453		81.38	83.88	82.63	c	2.70	2.56	2.63	b	44.51	42.53	43.52
GW-Teks		93.82	94.85	94.34	a	3.18	2.99	3.09	a	41.01	39.49	40.25
Ort.	20%	70.11	70.40	70.26	e	2.27	2.09	2.18	d	50.77	48.41	49.59
	40%	73.54	76.20	74.87	d	2.69	2.57	2.63	c	48.75	46.29	47.52
	60%	80.33	82.35	81.34	c	2.76	2.65	2.71	c	46.69	44.39	45.54
	80%	116.12	118.84	117.48	a	3.92	3.68	3.80	a	34.63	32.99	33.81
	100%	101.26	103.48	102.37	b	3.45	3.30	3.38	b	31.43	30.87	31.15
Ortalama		88.27	90.25	89.26		3.02	2.86	2.94		42.45	40.59	41.52

Ort.: Ortalama; TKDD: Tarla kapasitesi su doyunluk derecesi; cm: Santimetre; Aynı harfler aynı grupları göstermektedir.

Çizelge 2. Yaprak alanı indeksi, boy/nod oranı ve pamuk kütlü verimine ilişkin ortalama değerler

Çeşitler	TKDD (%)	Yaprak Alan İndeksi			Boy/Nod Oranı			Pamuk Kütlü Verimi (kg/da)				
		2014	2015	Ort.	2014	2015	Ort.	2014	2015	Ort.		
Deltaopal	20%	2.33	1.82	2.08	2.06	2.02	2.04	gh	147.97	149.88	148.93	
	40%	2.44	2.01	2.22	2.16	2.20	2.18	fgh	155.75	171.69	163.72	
	60%	3.08	2.76	2.92	2.67	2.68	2.68	efg	303.06	378.39	340.73	
	80%	5.79	7.87	6.83	3.43	3.47	3.45	a	500.90	480.00	490.45	
	100%	4.46	5.13	4.80	4.06	4.26	4.16	bcd	440.05	433.89	436.97	
Stoneville-453	20%	2.14	1.54	1.84	2.24	2.16	2.20	h	172.03	164.04	168.04	
	40%	2.25	1.70	1.98	2.34	2.36	2.35	gh	185.13	207.02	196.08	
	60%	2.86	2.39	2.62	2.88	2.96	2.92	gh	337.52	333.35	335.44	
	80%	5.07	6.04	5.56	3.58	3.62	3.60	bcde	542.78	525.00	533.89	
	100%	4.07	4.26	4.17	4.00	3.96	3.98	cdef	447.64	442.62	445.13	
GW-Teks	20%	2.53	2.15	2.34	1.89	1.85	1.87	h	125.74	116.57	121.16	
	40%	2.65	2.35	2.50	1.99	1.97	1.98	def	133.33	131.21	132.27	
	60%	3.31	3.19	3.25	2.49	2.59	2.54	def	270.87	350.88	310.88	
	80%	5.71	7.68	6.69	3.12	3.26	3.19	bc	507.58	482.04	494.81	
	100%	4.66	5.59	5.12	3.55	3.67	3.61	b	457.33	438.63	447.98	
Deltaopal		3.62	3.92	3.77	b	2.87	2.93	2.90	b	309.55	322.77	316.16
Stoneville-453		3.28	3.19	3.23	c	3.00	3.01	3.01	a	337.02	334.41	335.71
GW-Teks		3.77	4.19	3.98	a	2.61	2.67	2.64	c	298.97	303.87	301.42
Ort.	20%	2.33	1.84	2.08	e	2.06	2.01	2.04	e	148.58	143.50	146.04
	40%	2.45	2.02	2.23	d	2.16	2.18	2.17	d	158.07	169.97	164.02
	60%	3.08	2.78	2.93	c	2.68	2.74	2.71	c	303.82	354.21	329.01
	80%	5.52	7.20	6.36	a	3.37	3.45	3.41	b	517.09	495.68	506.38
	100%	4.40	4.99	4.70	b	3.87	3.96	3.92	a	448.34	438.38	443.36
Ortalama		3.56	3.76	3.66		2.83	2.87	2.85		315.18	320.30	317.76

Ort.: Ortalama; TKDD: Tarla kapasitesi su doyunluk derecesi; kg/da: Kilogram/dekar; Aynı harfler aynı grupları göstermektedir.

## Teşekkür

Bu makalede yer alan veriler, DÜBAP13-ZF-30 no'lu "Pamukta Su Stresinin Fizyolojik Bazı Parametreler ile İncelenmesi" konulu projeye ait Sonuç Raporu'nun bir bölümünden elde edilmiştir. Belirtilen projenin finansal desteğini (bütçesi) sağlayan DÜBAP'a teşekkürlerimizi sunarız.

## Kaynakça

- Anonim, (2015). *Meteoroloji 15. Bölge Müdürlüğü verileri*, Diyarbakır.
- Awasthi, A., Reddy, K.R., Saha, S. Jenkins, J.N., Stelly, D. M. (2018). Morph-physiological responses of cotton interspecific chromosome substitution lines to low temperature and drought stresses. *Euphytica* (2018) 214, 218.
- Bahramloo, R., Nasserli, A. (2019). Water Use Efficiency and Water Production Function of Corn under Full and Deficit Irrigation in a Cold Semi-arid Environment. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi Cilt 29, Sayı 2*, 213-224.
- Bat, M., Tunçtürk, R., Tunçtürk, M. (2019). Kuraklık Stresi Altındaki Ekinezya (*Echinacea purpurea* L.)' da Deniz Yosununun Büyüme Parametreleri, Toplam Fenolik ve Antioksidan Madde Üzerine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi Cilt 29, Sayı 3*, 496-505.
- Benedict, C.R. (1984). *Physiology*. pp. 189-191. In R.J. Kohel and C.F. Lewis, eds. Cotton. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisc.
- Beyce, Ö., Madanoğlu K., & Ayla Ç. (1972). *Türkiye'de Yetiştirilen Bazı Sulanır Mahsullerin Su İstihlakleri*. Merkez Toprak-Su Araştırma Enstitüsü Yayınları Gn. Yayın No:15, Teknik yayın No:12 Ankara.
- Cave, J. (2013). *Cotton lint yield, fiber quality, and water-use efficiency as influenced by cultivar and irrigation level*. Master of Sciences, Texas Tech University, USA. P 192.
- Chen, E., Zhang, X., Yang, Z., Zhang, C., Wang, X., Ge, X., & Li, F. (2019). BR deficiency causes increased sensitivity to drought and yield penalty in cotton. *BMC Plant Biol* 19, 220.
- Davies, W. J., & Zhang, J. (1991). Root signal and the regulation of growth and development of plants in drying soil. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant mol. Biol.* 42, 55–76.
- Ekinci, R., Başbağ, S., Karademir, E., & Karademir, Ç. (2017). The effects of high temperature stress on some agronomic characters in cotton. *Pak. J. Bot.*, 49(2), 503-508,
- El-Zik, K. M., & Thaxton, P. M. (1989). *Genetic Improvement for Resistance to Pests and Stresses in Cotton. In Integrated Pest Management Systems and Cotton Production*. John Wiley and Sons. New York.
- Gerik, T.J., Faver, K.L., Thaxton, P.M., & El-Zik, K.M. (1996). Late-season water stress in cotton: I. Plant growth, water use, and yield. *Crop Sci* 36, 914–921.
- Hasan, M.M., Ma, F., Islam, F., Sajid, M., Prophan, Z.H., Li, F., Shen, H., Chen, Y., & Wang, X. (2019). Comparative Transcriptomic Analysis of Biological Process and Key Pathway in Three Cotton (*Gossypium* spp.) Species Under Drought Stress, *Int. J. Mol. Sci.* 20, 2076;
- Heitholt, J.J. (1994). Canopy characteristics associated with deficient and excessive cotton plant population densities. *Crop Sci.* 34, 1291–1297.
- Hussein, F., Janat, M., & Yakoub, A. (2011). Assessment of yield and water use efficiency of drip-irrigated cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as affected by deficit irrigation. *Exp. Agri.*, 9 (1), 121-128. Israel.
- Ibrahim, W., Zhu, Y., Chen, Y., Qiu, C., Zhu, S., & Wu, F. (2019). Genotypic differences in leaf secondary metabolism, plant hormones and yield under alone and combined stress of drought and salinity in cotton genotypes. *Physiol Plantarum*, 165, 343-355.
- Idso, S.B., Jackson, R.D., & Reginato, R.J. (1977). Remote sensing of crop yields. *Science* 196, 19-25.
- Jackson, R.D. (1982). *Canopy Temperature and Crop Water Stress*. P 43-85. In: D. Hillel (ed). *Advances in irrigation*, vol. 1. Academic press, New York.
- Kaçar, M.M. (2007). *Farklı su ve gübre sistemlerinin pamuk bitkisinde su stres indeksinin değişiminin incelenmesi*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi Adana.
- Kerby, T.A., Bourland, F.M., & Hake, K.D. (2010). Physiological rationales in plant monitoring and mapping. In *Physiology of Cotton*; Stewart, J.M., Oosterhuis, D., MHeitholt, J.J., Mauney, J.R., Eds.; Springer Science & Business Media: New York, NY, USA, 2010; pp. 304–317.



- Lei, Z.Y., Han, J.M., Yi, X.P., Zhang, W. F., & Zhanget, Y.L. (2018). *Photosynthetica* 56, 1326.
- Monti, L.M. (1987). *Breeding Plants for Drought Resistance: the Problem and Its Relevance*. Pages 1–8 in L. Montand E. Porceddu, eds. *Drought resistance in plants. Physiological and genetic aspects*, CEC Publ. EUR 10700 EN. Luxembourg.
- Naqvi, S.S.M. (1995). *Plant/Crop Hormones Under Stress Ful Conditions*. In: Pessaraki, M. (Ed.), *Handbook of Plant and Crop Physiology*. New York, Basel, Hong Kong. Marcel Dekker, pp: 645-660.
- Niu, J., Zhang, S., Liu, S., Ma, H., Chen, J., Shen, Q., Ge, C., Zhang, X., Pang, C., & Zhao, X. (2018). The compensation effects of physiology and yield in cotton after drought stress, *Journal of Plant Physiology*, Volumes 224–225,
- Pettigrew, W.T. 2004. Physiological consequences of moisture deficit stress in cotton. *Crop Sci* 44, 1265–1272.
- Quisenberry, J. E., Roark, B., McMichael, & B. L. (1982). Use of transpiration decline curves to identify drought-tolerant cotton germplasm. *Crop. Sci.* 22, 918-922.
- Radin, J. W., Reaves, L. L., Mauney, J. R., & French, O. F. (1992). Yield enhancement in cotton by frequent irrigations during fruiting. *Agron. J.* 84, 551–557.
- Ramamoorthy, P.K., Lakshmanan, H.D., Upadhyaya, V., Vadez, & R.K., Varshney. (2017). *Root Traits Confer Grain Yield Advantages under Terminal Drought in Chickpea (Cicer Arietinum L.) Field Crops Res.*, 201 (2017), pp. 146-161
- Singh, B, Norvell, E, Wijewardana, C, Wallace, T, Chastain, D, Reddy, K.R. (2018). Assessing morphological characteristics of elite cotton lines from different breeding programmes for low temperature and drought tolerance. *J Agro Crop Sci.* 204, 467– 476.
- Snowden, C., Ritchie, G., Cave, J., Keeling, W., & Rajan, N. (2013). Multiple irrigation levels affect boll distribution, yield, and fiber micronaire in cotton. *Agron J* 105, 1536–1544.
- Tarakçıoğlu, I. (2008). *Organik Pamuk ve Tekstil Sanayi*. İstanbul Ticaret Odası Yayınları Yayın No: 2008-7. İstanbul.
- Topcu, T., Yavuz, I., Bleda, E. A., & Altun, Z. (2012). Generation of a broad banduv continuum in high order harmonic generation by spatially in homogeneous fields. *Physical Review A*, 85(1), 013416.
- Türkeş, M., Sümer, U. M., & Çetiner, G. (2000). *Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri*, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara.
- Tüzüner, A. (1990). *Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Ullah, A., Sun, H., Yang, X., & Zhang, X. (2017). Drought coping strategies in cotton: increased crop per drop. *Plant Biotech J* 15, 271–284.
- Wang, R., Ji, S., Zhang, P., Meng, Y., Wang, Y., Chen, B., & Zhou, Z. (2016). Drought effects on cotton yield and fiber quality on different fruiting branches. *Crop Sci* 56, 1265–1276.



Research Article (Araştırma Makalesi)

## Karasal Salyangoz (*Helix lucorum* L.) Midesinden Elde Edilen Enzim Bileşenleri Kullanılarak Çavdar (*Secale spp.*) Türlerinde Karyotip Analizi

Eissa ZARIFI<sup>\*1</sup>, Shakiba SHAHMORADI<sup>1</sup>, Mohsen MIRZAPOUR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Genetics and Genetic Resources Research Department, Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agricultural Research & Education Organization (AREO), Karaj, Iran

<sup>2</sup>Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Siirt University, 56100, Siirt, Turkey

\*Corresponding author e-mail: ezarifi@yahoo.com or e.zarifi@areo.ac.ir

### Makale Bilgileri

Geliş: 27.05.2019  
Kabul: 05.11.2019  
Online Yayınlanma 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.570576

### Anahtar kelimeler

Çavdar,  
Karyotip,  
Kara salyangozu (*Helix*),  
*Secale*,  
Sitaz.

**Öz:** Karasal salyangoz (*Helix lucorum* L.), Helicidae ailesine ait, ormanlarda ve nemli bölgelerde yaşar; yaprak, ağaç kabuğu ve bol miktarda selüloz içeren bitkilerden beslenir. Karasal salyangozun sindirim sistemi, sellülözük materyali sindirebilen özel enzim bileşenlerine sahiptir. Aseto karmin, Aceto orsein, Feulgen ve farklı boyar maddeler kullanılarak yapılan kromozom ve karyotip analizi çalışmalarında, türe ait karakterlere bağlı olarak kromozom boyu, tanen miktarı ve kromozom karşılaştırmalarında sorunlar yaşanmıştır. Kara salyangozu midesinin enzimatik bileşenleri, sitoplazma ve hücre duvarı yumuşaması üzerinde etkili olmuştur. Çalışmada, çavdar (*Secale spp.*) bitkisine ait iki türde, en iyi ve kolay şekilde kromozomların ayrılması ve dağılması amacıyla bu bileşenler kullanılmıştır. Sitaz ve diğer enzimlerin aktif bir karışımını içeren enzimatik bileşenleri kullanmak amacıyla, karasal salyangozlar İran'ın kuzey batısındaki nemli Arasbaran Ormanları'ndan toplanmış, bileşenler elde edilmiş ve soğuk koşullarda muhafazası sağlanmıştır. İki çavdar türünün (*Secale cereale* L. ve *S. montanum*) çimlenmiş tohumlarının kök uçları  $\alpha$ -bromonaftalin solüsyonunda ön işleme tabi tutulmuş ve aseto-iron hematoxylin boyar madde ile boyanmıştır. Daha sonra, sitoplazmayı belirginleştirmek, hücre duvarını yumuşatmak ve tatminkar bir kromozom yayılması ve ayrılması elde etmek amacıyla kara salyangozu midesinden elde edilen enzimler kullanılmıştır. Araştırma sonucunda kara salyangozu midesinin enzimatik bileşenleri kullanılarak, her iki türde kromozomlar açık bir şekilde ayırt edilmiş ve, iyi bir metafaz safhası ve dağılımı gözlemlenmiştir. Kromozomlar bozulmadan kalırken, tüm hücrelerin tamamen ayrılması kolay bir şekilde sağlanmıştır. Çavdar türleri (*Secale spp.*)  $2n=2x=14$  kromozoma sahiptir ve diploiddir. Her iki türde de satellit (uydu) kromozom vardır ve satellitler, kromozomların kısa kolları üzerinde bulunmaktadır.

## Karyotype Analysis of Rye (*Secale spp.*) Species by Using the Extracted Enzyme from the Terrestrial Snail Stomach (*Helix lucorum* L.)

### Article Info

Received: 27.05.2019  
Accepted: 05.11.2019  
Online Published 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.570576

**Abstract:** The snail (*Helix lucorum* L.) belongs to Helicidae family, lives in forests and moist regions and feeds from leaves, wood, and vegetable containing a lot of cellulose. The digestive system of this snail has special enzymatic components for digesting cellulosic materials and has some effects on cytoplasmic and cell wall digestion. Chromosomal studies and karyotypes analysis using different methods of staining (Aceto Carmine, Aceto Orcein, Feulgen and etc.) have some problems such as chromosomal size, amount of

**Keywords**

Rye,  
Karyotype,  
Snail (*Helix*),  
*Secale*,  
Cytase.

tannins and difficulty of contrast in chromosome detection depending on species characters. We used these components that included an active mixture of Cytase and other enzymes, for easy squashing and perfect chromosome separation in two species of rye (*Secale spp.*). The terrestrial snails were collected from Arasbaran humid forests (North West of Iran), and extracted the components and kept in freeze condition. The root tips of germinated seeds of two species of rye were pretreated with  $\alpha$ -Bromonaphtalin solution and stained in Aceto-Iron Haematoxylin. Then the enzymes were used for clearing cytoplasm and softening cell walls and to obtain sufficient squashing and chromosomes spread. The using the enzymatic components of snail stomach was very effective in squashing stage, and obtaining good metaphase plates, the chromosomes were counted and distinguished very clearly. The separation of all cells, without damaging the chromosomes, was achieved easily and completely. Species of rye (*Secale spp.*) were diploid with  $2n=2x=14$  chromosomes. The satellited chromosomes were seen in both two species on short arms of chromosomes.

**1. Giriş**

Sitolojik çalışmalar ve kromozomların karyotip hazırlanmasında, hücre bölünmesinin metafaz evresinde, iyi ve net mikroskopik lamalar elde etmede, metafaz safhasındaki kromozomların dağılımında eksiklik, kromozomların hücre organelleri tarafından örtülmesi, kromozomların üst üste binmesi ve aynı düzleme oturmaması ve son olarak da hücre içi eklerin varlığı gibi birçok sorun yaşanmaktadır. Bu sorunları gidermek, kromozom araştırmalarını iyileştirmek ve bitki ve hayvan hücrelerinden uygun karyogram elde etmek için organelleri ortadan kaldırmak ve sitoplazma çözünürlüğünü artırmak gerekmektedir. Bu amaçla, amilaz, selüloz, pektinaz ve sitaz gibi enzimler kullanılır (Sharma ve Sharma, 1980).

Yukarıda adı geçen ticari enzimlerin sağlanması ve saklanması çok yüksek maliyetli olduğu için, araştırmacılar bu sorunu giderecek yeni arayışlar içine girmişlerdir. Bu doğrultuda da salyangoz gibi hayvanlar sindirim sisteminde üretilen enzimlerin daha elverişli ve daha ucuz elde edilir olmasından dolayı tercih edilmeye başlanmıştır (Greathouse, Klemme ve Barker, 1942; Niranjana ve Roy, 1982).

Bu araştırmada kullanılan kara salyangozuna, çoğunlukla rutubetli bölgelerde bulunan bahçe salyangozu (*Helix lucorum L.*) adı da verilmektedir. Bu salyangozun sindirim sisteminde salgılanan enzim, amilaz, selüloz ve pektinaz karışımıdır ve selüloz ve pektin maddelerini ayrıştırma özelliğine sahiptir (Dorit ve ark., 1991; Moyes ve Schulte, 2008).

Bu araştırmada karasal salyangozun (*Helix lucorum L.*) sindirim sisteminden elde edilen enzim karışımı, Graminae familyasından olan iki tür çavdarın (*Secale spp.*) kromozomlarının incelenmesi sırasında ezme mikroskopik preparat ve görüntü hazırlama aşamasında kullanılmıştır. Bu bitkinin tohumu insan ve hayvan beslenmesinde kullanılır ve İran'da 6 türü mevcuttur (Rechinger, 1973; Khodabande, 2013).

**Karasal Salyangozun (*Helix lucorum L.*) Zoolojik Sınıflandırılması:** Karasal salyangoz, omurgasızlar (Invertebrate) sınıfından, yumuşakçalar (Teomophidea) grubundan, gastropoda kategorisinden, tek kutuplu yumuşakçıklar'dan (Mollusks univalve) ve (Helicidae) familyasına ait bir türdür. (Dorit ve ark., 1991; Moyes ve Schulte, 2008; Schmidt-Nielsen, 1997). Dünyada tespit edilen gastropoda türü yaklaşık 35000 türdür (Dorit ve ark., 1991; Miller ve Harley, 1992; Salahi Moghaddam, 2009). Gastropodaların çoğu denizde yaşar, ancak bunlardan bazıları tatlı suda, bazıları da karada yaşamaya adapte olmuşlardır. Salyangozlar ise genellikle karada yaşarlar (Pruitt, Underwood, ve Surver, 2000).

**Salyangozun Morfolojik Özellikleri:** Yumuşak beden ile kalsiyum karbonattan oluşan sert bir kabuk normal salyangozların ortak özellikleridir (Russel-Hunter, 1979). Bu salyangozun görünürde bir ayak-baş kısmı vardır ve baş, bu kısmın en önünde konumlanarak iki çift anten (1 çift duyuşal ve bir çift de görsel) ile diğer kısımlardan ayrılmıştır. Ağız yarık benzeri bir deliktir ve tam olarak ayak – baş kısmının ön alt bölümündedir ve çok belirgin değil (Karami, 2000). Bu salyangoz karada yaşar ve yetişkin bir salyangozun kabuk çapı 3 ile 5 santimetre arasında değişmektedir (Dalili, 2005). Kabuğunun rengi kahve tonundadır (Shekoohinezhad ve Amin, 1973). 4 adet anteni mevcuttur ve gözler arka antenlerin üstünde yer almıştır. Bu salyangoz karın kaslarındaki dalgalanma hareketinin

yardımıyla, ağzının altında var olan bezden salgılanan mukoza dolu bir yol üzerinde yavaş ve sabit bir hızla ilerlemektedir. (Shekoohinezhad ve Amin, 1973; Habibi, 2015).

**Karasal Salyangozun İran'da Yaşam Alanı ve Dağılımı:** Bu salyangoz ormanlarda ve rutubetli bölgelerde yaşayıp selülozu bol olan yaprak, ağaç, yeşil bitki ve benzeri maddelerle beslenir. Bu maddeleri ağzındaki tükürükle ıslatıp çenesiyle tutarak küçük radula dişleriyle küçük parçalara ayırıp ufaltır (Storer ve ark., 1968; Moyes ve Schulte, 2008; Habibi, 2015). Salyangozlar genellikle gece saatlerinde ve rutubetli havalarda daha aktif olurlar ve kaslı bacaklarındaki kasılma dalgalarıyla hareket ederler (Storer ve ark., 1968). İran'da bu tür kuzeybatı ormanlarında (Karadağ Bölgesi) 1500 metre yükseklikte bulunmaktadır.

**Sindirim Sistemi:** Karasal salyangozda sindirim ağızdan başlar. Sistem, kaslı bir boğaz, sert bir çene, dil yerine geçen ve Radula denilen bir organ ve birkaç sıra kitinsel küçük dişlerden oluşur (Karami, 2000; Storer ve ark., 1968). Taşlığın hizasında iki adet tükürük bezi mevcuttur. Bu bezlerin salgıladığı enzimler yemek borusunun ön kısmına akar. Bu bezler kısmen sulu ve çeşitli enzimler ihtiva eden müköz salgılar. Taşlığa aynı zamanda sindirim bezlerinin salgıları da dökülür. Bu salyalar arkaya doğru akar, aynı zamanda kahverengi olan, sitaza benzeyen ve selülozun hazmedilmesine yarayan bir enzim de içerir (Karami, 2000). Gıda maddelerinin sindirimi büyük ölçüde hücre dışında gerçekleşir ve midede bulunan bezlerden salgılanan enzimler vasıtasıyla yapılır. Sindirim sisteminin diğer kısımları hücre içinde ve sindirim sekumu içinde yapılır (Dorit ve ark., 1991).



Şekil 1. Karasal Salyangozunun (*Helix lucorum L.*) Antenleri ve Morfolojisi, (Kaleibar, Arasbaran, 1500 metre) (Negah Media, 2013).

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan salyangozlar İran'ın kuzeybatısında (Karadağ, Arasbaran) yer alan 1500 metre yükseklikteki rutubetli ormanlardan toplanıp daha sonra sitogenetik laboratuvarlara aktarılmıştır. Salyangozların birkaç örneği, türünün tespit edilmesi amacıyla, Tahran Sağlık Bilimleri Üniversitesi'ne bağlı Medical Malacology laboratuvarına gönderilmiş ve türü tespit edilmiştir.

Sitogenetik incelemelerin yapılması amacıyla çavdar türlerinin (TN00022; *Secale cereale L.* ve TN00052; *S. montanum Guss.*) tohumları İran Ulusal Gen Bankası'ndan temin edilmiştir.

### 2.2. Yöntem

Kara salyangozlarından sitaz enzimi elde etmek ve midenin enzim ve asit salgılamasını sağlamak amacıyla sözkonusu salyangozlar 48 saat boyunca aç tutulduktan sonra salyangozun gövdesi kabuğundan ayrılarak iç organları dışarı çıkarılmıştır. Midede bulunan maddeler özel kap içine alınmış ve fazla maddeleri enzimden ayırmak için santrifüj işlemi uygulanmış, tekrar tüpler içine konularak sıfırın altında sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. İki tür çavdarın (*Secale cereale L.* & *S. montanum Guss.*)

kromozomlarının incelenmesi amacıyla tohumlar ilk olarak 1:9 oranında çamaşır suyunda 30 dakika boyunca dezenfekte edilmiş ve kök meristemler elde etmek için 20°C petri filtre kağıt üzerinde çimlendirilmişlerdir. Çimlenen tohumlardan elde edilen kök ucu meristemlerin 3 saat boyunca ve 4 santigrat derecede %1 Alfa-bromo-naftalen solüsyonunda ön işleme yapılmış *Lewitsky* solüsyonunda bekletilmişlerdir (Agayev ve ark., 2010; Zarifi ve ark., 2006; Zarifi ve Güloğlu, 2016). Daha sonra, kök uçları 1 Normal *NaOH* çözeltisinde 60°C 10 dakika boyunca hidroliz edilmişler ve Aceto Iron Hematoksilin ile 30–32°C 16 saat boyunca boyanmışlardır (Dirihan ve ark., 2014; Zarifi ve Güloğlu, 2016). Mikroskopik incelemeler yapmak amacıyla hücre duvarını, hücre ekleri ve organelleri ayırmak için boyanmış köklerin meristem uçları cam kaplara konulmuş ve üstlerine birer damla kara salyangozunun (*Helix lucorum L.*) midesinden elde edilen enzimden damlatılmış ve 30°C yarım saat boyunca tutulmuşlardır. Daha sonra mikroskopik ezme preparatlar hazırlanmıştır. Elde edilen ezme preparatlardan uygun metafaz saftasındaki hücrelerde Zeiss Axiophot mikroskobu kullanılarak karyotip analizi yapılmıştır. Kromozomların uzunluğu, Micro Measure 3.3 yazılımı kullanılarak 10 metafaz plakasında ölçülmüştür (Reeves, 2001) Karyotip verileri SPSS v20 ve Excell 13 (Microsoft Excell) programları kullanılarak analiz edilmiştir. Kromozom tiplerinin isimlendirilmesinde Levan yöntemiyle sentromere pozisyona göre yapılmıştır (Levan ve ark., 1964).

### 3. Sonuçlar ve Tartışma

#### 3.1. Çavdar Türlerinin Sitogenetiği

Çavdar (*Secale spp.*) Triticeae oymağında, buğdaygil familyasının (Poaceae (syn. Gramineae)) bir üyesidir. *Secale* küçük ama önemli bir tahıl cinsidir. Kültürü yapılan çavdar (*S. cereale L.*), ve çeşitli yabani çavdar türlerinden oluşur, olumsuz iklim koşullarında dayanıklılığı ve verimi buğdaydan daha yüksek olabilir. Bu nedenle çavdar yüksek rakımlarda, zayıf topraklarda ve kışların şiddetli olduğu bölgelerde temel tahıl ürünü olmuştur (Fageria, 1992; Tang ve ark., 2011). Yabani ve yabani ot çavdar türleri, yetiştirilen türlerin gelişimi için geniş bir genetik çeşitlilik kaynağı oluşturmaktadır (Meier ve ark., 1996).

Bu çalışmada, iki önemli Çavdar türünün (*Secale cereale L.* ve *S. montanum Guss.*) kromozom sayılarını ve karyotip özelliklerini net bir şekilde belirleyebilmek için ileri bir teknik (Aceto-Demir-Hematoksilin boyası) ve bu yöntemle birlikte kara salyangozu mide sıvısı kullanılmıştır. Her iki Çavdar türünün somatik kromozom sayısı, 14 ( $2x=2n=14$ ) ve ploidi seviyesi diploid olarak tespit edilmiştir ve diğer raporlarla bağdaşmaktadır (Riley, 1955; Stutz, 1957; Khush, 1962, 1963; Kranz, 1976; Masoud ve Ali-Jarrahei, 2008).

Somatik kromozom sayıları, kromozom uzunlukları, karyotip formülleri ve total karyotip uzunluğu ve asimetri indeksleri (A1, A2) (Zarco, 1986)' ya göre belirlenmiştir. *Secale cereale L.* ve *S. montanum Guss.* türleri için karyomorfolojik parametreler, metafaz kromozomları ve haploid idiyoگرامlar sırasıyla Çizelge 1; Şekil 1 ve Şekil 3de gösterilmiştir. Bu türlerin kromozomları iyi boyanmış ve kromozomlar tek tek tanınabilir. Kromozom morfolojisi bakımından, 13 ve 14 numaralı kromozomların (çift 7) kısa kolları üzerinde iki çift uydu bulunmaktadır (Şekil 1 ve Şekil 3). Bu uydular diğer kromozomlarda, kromozomal işaretleyici olarak kullanılabilir. Türler arasında yapılan varyans analizi, bütün kromozomların uzunluk özelliği ile kısa ve uzun kollarının boyutunun % 1 düzeyinde anlamlı olduğunu göstermiştir (Çizelge 1).

Bu iki türün karyogramını hazırladıktan sonra, 6 metafaz plaka kullanarak, kromozomların türü Levan ve ark. (1964)'nin kullandığı yöntemle tespit edilmiş ve *S. montanum Guss.* ve *S. cereale L.* türlerinde en uzun kromozomun uzunluğu sırasıyla  $11.85 \pm 0.06$  ve  $15.88 \pm 1.18$  mikron olarak ve kromozom türü de metasentrik olarak belirlenmiştir. En kısa kromozom türü de sırasıyla  $9.86 \pm 0.08$  ve  $12.64 \pm 0.61$  mikron olarak ve kromozom türü de submetasentrik olarak gözlenmiştir. Her iki türde toplam yedi çift kromozomdan, satellite olan ve yedinci sırada yer alan bir çift kromozom submetasentrik olarak belirlenmiştir. Diğer kromozomlar, *S. cereale L.* türünde beş metasentrik ve bir submetasentrik, *S. montanum Guss.* türünde de ise 4 metasentrik ve 2 submetasentrik kromozumdur. Her iki türde de (*S. montanum Guss.* ve *S. cereale L.*) kromozomların ortalama uzunluğu ve kol oranı ortalaması eşittir. Bu türlerin kromozom özellikleri 1 ve 2 numaralı cetvellerde gösterilmiştir.

### 3.2. Salyangozdan Elde Edilen Sitaz Enziminin Etkisi

Yüz yıldan az bir sürede, bitkilerin sitogenetiği, türün kromozom sayısı ve morfolojisinin tanımından, moleküler karyotipleme çalışmalarına (çeşitli DNA problemlerinin fiziksel eşlemeleri ile kromozomların tanımlanması) kadar oldukça yol almıştır. Bitki sitogenetiğinin geliştirilmesinde önemli bir adım, kromozomların boyanması ve uygun preparatların elde edilmesine yönelik yöntemlerin uygulanmasıdır (Zarifi ve Güloğlu, 2016; Zarifi ve Ghahreshaikhbayat, 2018). Bölünme halinde olan hücrelerin içindeki organeller, kromozomların detaylı bir şekilde incelenmesini engellemektedir. Karyotip incelemesi için kök hazırlığı süreçlerinin (ön işlem, fiksasyon, hidroliz ve boyama) hiçbiri, hücre içi maddeler ve organellerin ortadan kaldırılması ve elemine edilmesinde etkili rol oynamamaktadır. Bu nedenle hücre içinde fazladan var olan maddeler, kromozomların metafaz safhalarında uygun ve düzenli dağılımını da engellemekte ve bu durumda kromozomlar toplu ve birbirine yapışık bir şekilde görünmektedir (Koçyiğit ve Alp, 2018). Bu sebeplerle kromozomların gerçek morfolojilerini görmek mümkün olmamaktadır.

Araştırmalar, salyangozun sindirim sisteminden elde edilen salgının boyalı köklerde kullanılmasının, sitoplazmada şeffaflık ve netliğe, ayrıca hücre bölünme aşamasında kromozomların düzenli bir şekilde dağılmasına neden olduğunu göstermektedir. Salyangozun çevremizde bol miktarda bulunduğu dikkate alınır, çok düşük maliyetli olan bu yöntemle daha kaliteli preparatlar elde etmek mümkündür (Şekil 1).

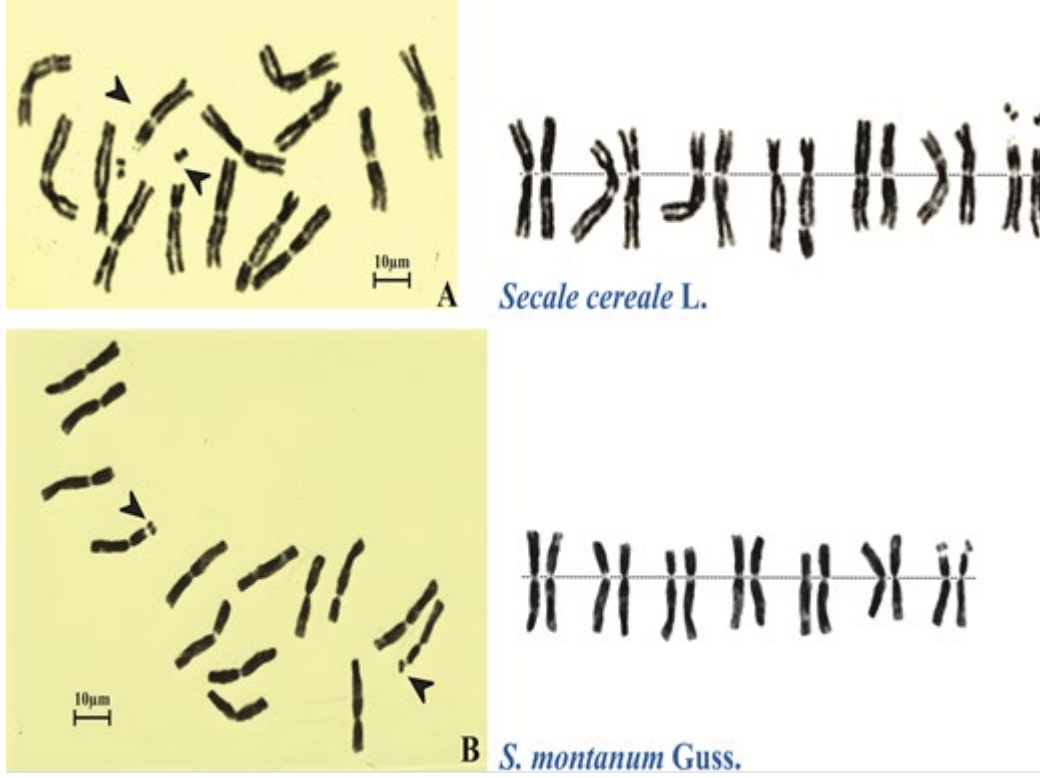
Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar, (Chambers, 1955; Myers ve Northcote, 1958; Quinn ve Rattenbury, 1972) tarafından yapılan araştırma sonuçlarına benzemektedir. Karasal salyangoz *Helix lucorum L.*'nin mide sıvısında çok aktif bir sitaz ve diğer enzim karışımı bulunmaktadır. Bu sıvı, kök uçlarının ve diğer benzer bitki dokularının ezme preparatları için ideal bir yumuşatıcı ortam oluşturur. Tüm hücrelerin tamamen ayrılması kolayca sağlanırken kromozomlar etkilenmemiş ve kolaylıkla sayılmış ve çok açık bir şekilde ayırt edilmiştir. Bu sıvıyı kullanma yöntemi açıklanmaktadır; skuaş yönteminde kullanılan standart fiksasyon ve boyalar herhangi biri ile birlikte uygulanabilir. Salyangozun mide enzimi maserasyonu rutin amaçlar için oldukça zordur.

Bu çalışmanın amacı yeni bir teknik tanımlamak değil, sitologların dikkatini birçok kullanıma sahip olan yeni bir reaktife çekmektir. Bu yöntemin üstün özelliği, etkin biçimde sınırsız güvenlik marjıdır. Bu da, tüm hücrelerin tamamen ayrılmasını etkileyecek şekilde kullanılmasını sağlamasıdır. Hazırlanan kromozomların kimyasal yapısının etkilenmemesi ve son derece berrak preparasyonların örneğin ultraviyole absorpsiyon çalışmasında kullanılması muhtemel görünmektedir.

Çizelge 1. İran'dan çavdar türlerin (*Secale cereale L.* & *S. montanum Guss.*) somatik kromozomların parametreleri.

<i>Secale cereale L.</i>										
Çift No	Total (L+S)µm	Uzun kol(L) µm	Kısa kol (S) µm	Kol Oranı (AR=L/S)	CI(S*100/(L+S))	Sat	Tip	L%	S%	RL%
1	15.88± 1.18	8.51± 0.74	7.37± 0.5	1.15± 0.05	47		m	8.41	7.28	15.70
2	15.72± 0.84	10.45± 0.66	5.27± 0.32	2± 0.14	34		sm	10.33	5.21	15.54
3	15.08± 0.77	9.51± 0.46	5.56± 0.36	1.72± 0.07	37		sm	9.40	5.50	14.91
4	14.09± 0.42	9.86± 0.32	4.24± 0.1	2.33± 0.03	30		sm	9.75	4.19	13.93
5	14.41± 1.09	7.9± 0.91	6.51± 0.19	1.21± 0.11	46		m	7.81	6.43	14.24
6	13.35± 0.78	7.12± 0.48	6.23± 0.35	1.14± 0.05	47		m	7.04	6.16	13.20
7	12.64± 0.61	7.78± 0.4	3.63± 0.29	2.16± 0.07	29	1.23	sm	7.69	3.59	12.49
Mean	14.45± 0.36	8.73± 0.3	5.54± 0.26	1.67± 0.09						
<b>Total (TC)= 101.17</b>								60.42	38.36	
<i>S. montanum Guss.</i>										
1	11.85± 0.06	6.33± 0.09	5.52± 0.08	1.15± 0.03	47	-	m	8.44	7.36	15.80
2	11.27± 0.20	7.11± 0.2	4.16± 0.14	1.72± 0.09	37	-	sm	9.48	5.55	15.03
3	10.77± 0.13	7.21± 0.1	3.56± 0.22	2.05± 0.14	33	-	sm	9.61	4.75	14.36
4	10.93± 0.13	5.93± 0.13	5.00± 0.16	1.19± 0.06	46	-	m	7.91	6.67	14.58
5	10.18± 0.22	6.83± 0.19	3.35± 0.27	2.09± 0.19	33	-	sm	9.11	4.47	13.58
6	10.13± 0.18	5.21± 0.15	4.91± 0.05	1.06± 0.03	49	-	m	6.95	6.55	13.51
7	9.86± 0.08	5.6± 0.11	2.79± 0.08	2.01± 0.08	28	1.47	sm	7.47	3.72	13.15
Mean	10.71± 0.14	6.32± 0.15	4.18± 0.19	1.61± 0.09						
<b>Total (TC)= 74.99</b>								58.97	39.06	

L: Kromozom uzun kol uzunluğu (µm), S: Kromozomun kısa kol uzunluğu (µm), CI: Sentromer indeksi, (m: Metasentrik, sm : Submetasentrik); Levan ve ark. (1964)'a göre sentromer tipi, Sat: Satellit, N: Karyotip belirlemede kullanılan mitotik metafaz sayısı, L% ve S%: Her bir kromozom için her kolun ne oranda olduğunu gösteren indeksler, RL%: Göreli kromozom boyları.

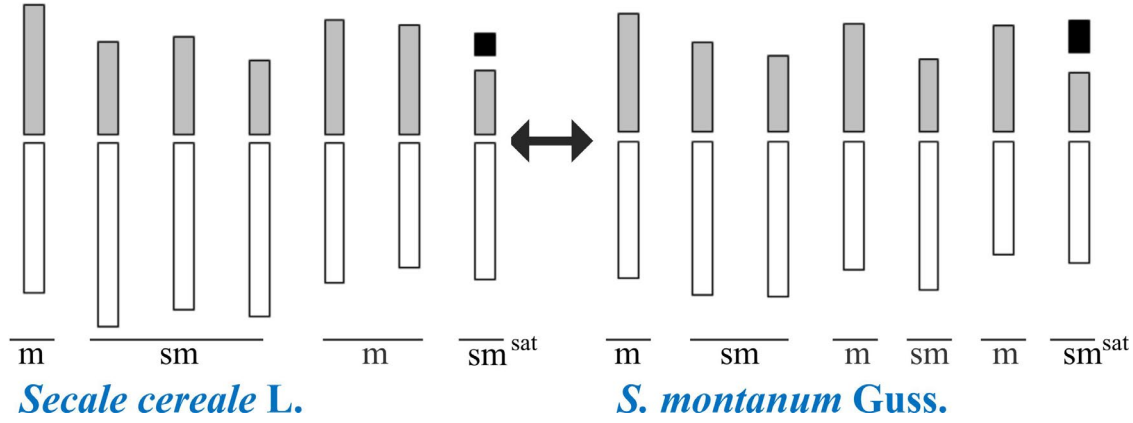


Şekil 1. A: *Secale cereale* L., B: *S. montanum* Guss. ( $2n=2x=14$ ); kromozomların mitotik metafaz da yayılışı ve elde edilmiş karyogramları sağda, Satelitli kromozomlar, şekiller üzerinde oklarla işaretlenerek gösterilmiştir.

Çizelge 2. İran'dan çavdar türlerin (*Secale cereale* L. & *S. montanum* Guss.) karyotip özellikleri

Türler	KF	Ortalama(TL)	Aralığı	TC	CI	SAT	CV%	AI	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	DRL	TF%	SC
<i>Secale cereale</i> L.	$6m+6sm+2sm^{sat}$	$14.45\pm 0.36$	12.64- 15.88	101.17	38	1.23	7.70	0.222	0.43	0.08	3.04	38.36	3A
<i>S. montanum</i> Guss.	$6m+6sm+2sm^{sat}$	$10.71\pm 0.14$	9.86- 11.85	74.99	39	1.47	6.12	0.202	0.41	0.06	2.65	39.06	3A

Karyotip Formülü (KF), Ortalama Kromozom Uzunluğu (Ortalama (TL)), Satelit Boyu (SAT), Haploid kompleman toplam kromozom boyu (TC), kromozom uzunluğunun aralığı (Aralığı), A<sub>1</sub> intrakromozomal asimetri (intrachromosomal asymmetry) indeksi ve A<sub>2</sub> interkromozomal asimetri (interchromosomal asymmetry) indeksi (Zarco, 1986), Ortalama Sentromerik indeks (CI), Stebbins kategorileri asimetrisi (SC) (Stebbins, 1971), Karyotipin toplam formu yüzdesi (TF%) (Huziwara, 1962), Varyasyon Katsayısı (CV%), karyotip asimetri indeksi (AI) (Paszko, 2006; Watanabe, Yahara, Denda, and Kosuge, 1999) ve Nispi kromozom boyunun aralık farkı (DRL).



Şekil 2. Çalışılan çavdar türlerinin haploid ideogramı (*Secale cereale* L. & *S. montanum* Guss.)  $2n=2x=14$ ,  $x=7$

### Teşekkür

Bu çalışma, Genetik Araştırma ve İran Ulusal Bitki Gen Bankası (SPII) tarafından desteklenen projenin (7-03-03-92318) parçasıdır.

### Kaynaklar

- Agayev, Y. M., Zarifi, E., & Fernández, J. A. (2010). A study of karyotypes in the *crocus sativus* L. Aggregate and origin of cultivated saffron. *Acta Horticulturae*, 850(850), 47–54.
- Chambers, T. C. (1955). Use of snail stomach cytase in plant cytology. *Nature*, 175(4448), 215.
- Dalili, G. H. (2005). *Animal classification*. Sokhan Gostar, Tehran (In Persian).
- Dirihan, S., Zarifi, E., Güloğlu, D., & Sevimay, C. S. (2014). Karyotype Features of Berseem Clover (*T. alexandrinum* L.) and Persian Clover (*T. resupinatum* L.) Species Which Cultivated in Turkey. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 7(1), 49–54. Retrieved from www.nobel.gen.tr
- Dorit, R., Walker, W. F. (Warren F., & Barnes, R. D. (1991). *Zoology* (Internatio). Philadelphia : Saunders College Pub.
- Fageria, N. K. (1992). *Maximizing Crop Yields*. Taylor & Francis. Retrieved from
- Greathouse, G. A., Klemme, D. E., & Barker, H. D. (1942). Determining the deterioration of cellulose caused by fungi improvements in methods. *Industrial and Engineering Chemistry - Analytical Edition*, 14(8), 614–620.
- Habibi, T. (2015). *General Zoology Volume II worms and molluscs*. Tehran University, Tehran (In Persian).
- Huziwar, Y. (1962). Karyotype analysis in some genera of compositae. VIII. Further studies on the chromosomes of aster. *American Journal of Botany*, 49(2), 116–119.
- Karami, M. (2000). *Invertebrate Zoology*. Shahed University, Tehran ( In persian).
- Khodabande, N. (2013). *Cereals*. Tehran University ( In Persian).
- Khush, G. S. (1962). Cytogenetic and Evolutionary Studies in *Secale*. II. Interrelationships of the Wild Species. *Evolution*, 16(4), 484.
- Khush, G. S. (1963). Cytogenetic and evolutionary studies in *Secale* III. Cytogenetics of weedy ryes and origin of cultivated rye. *Economic Botany*, 17(1), 60–71.
- Koçyiğit, M., & ALP, Ş. (2018). Tıbbi ve Süs Bitkisi Olan *Vaccaria hispanica*' nın Tohum Morfolojisi, Yaprak Anatomisi ve Karyotip Analizi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(1), 10–18.
- Kranz, A. R. (1976). Karyotype analysis in meiosis: Giemsa banding in the genus *Secale* L. *Theoretical and Applied Genetics*, 47(3), 101–107.
- Levan, A., Fredga, K., & Sandberg, A. A. (1964). Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas*, 52(2), 201–220.
- Masoud, S., & Ali-Jarrahei, S. (2008). Cytogenetical studies of some species of the genus *Secale* L.



- (Poaceae) in Iran. *Caryologia*, 61(2), 182–189.
- Meier, S., Kunzmann, R., & Zeller, F. J. (1996). Genetic variation in germplasm accessions of *Secale vavilovii* Grossh. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 43(1), 91–96.
- Miller, S. A., & Harley, J. P. (1992). *Zoology*. Wm. C. Brown.
- Moyes, C. D., & Schulte, P. M. (2008). *Principles of Animal Physiology*. Pearson Education. Retrieved from <http://books.google.com/books?id=f-INSQAACAAJ&pgis=1>
- Myers, F. L., & Northcote, D. (1958). A survey of the enzymes from the gastro-intestinal tract of *Helix pomatia*. *Journal of Experimental Biology*, 35(3), 639–648. Retrieved from Negah Media. (2013). Retrieved August 31, 2018, from
- Niranjan, A. R. S., & Roy, S. K. (1982). The Use of Stomach Cytase from the Water Snail *Pila Globosa* in Root Tip Squashes of Ferns. *Stain Technology*, 57(3), 188–190.
- Paszko, B. (2006). A critical review and a new proposal of karyotype asymmetry indices. *Plant Systematics and Evolution*, 258(1–2), 39–48.
- Pruitt, N. L., Underwood, L. S., & Surver, W. (2000). *BioInquiry: Making Connections in Biology*. John Wiley. Retrieved from <https://books.google.com/books?id=eh5FAQAIAAJ>
- Quinn, C. J., & Rattenbury, J. A. (1972). Structural hybridity in New Zealand dacyridium. *New Zealand Journal of Botany*, 10(3), 427–436.
- Rechinger, K. H. (1973). Gramineae. *Flora Iranica*, 30–70.
- Reeves, A. (2001). MicroMeasure: A new computer program for the collection and analysis of cytogenetic data. *Genome*, 44(3), 439–443.
- Riley, R. (1955). The cytogenetics of the differences between some *Secale* species. *The Journal of Agricultural Science*, 46(3), 377–383.
- Russel-Hunter, W. D. (1979). *A life of invertebrates*. Macmillan Publishers Limited.
- Salahi Moghaddam, A. R. (2009). *Medical malacology*. Hormozgan University (In persian).
- Schmidt-Nielsen, K. (1997). *Animal physiology: adaptation and environment*. Cambridge University Press.
- Sharma, A. K., & Sharma, A. (1980). *Chromosome Techniques: Theory and Practice* (3rd ed.). Butterworth & Co (Publishers) Ltd, London.
- Shekoohinezhad, M., & Amin, A. (1973). *Animal Biology*. Amir Kabir Publishing institue, Tehran (In Persian).
- Stebbins, L. G. (1971). *Chromosomal Evolution in Higher Plants*. Edward Arnold Ltd. London: Edward Arnold Ltd., Retrieved from [http://books.google.co.uk/books/about/Chromosomal\\_evolution\\_in\\_higher\\_plants.html?id=FgcBAAAAMAAJ](http://books.google.co.uk/books/about/Chromosomal_evolution_in_higher_plants.html?id=FgcBAAAAMAAJ)
- Storer, T. I. (Tracy I., Nybakken, J. W., & Usinger, R. L. (Robert L. (1968). *Elements of Zoology* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Stutz, H. C. (1957). A cytogenetic analysis of the hybrid *Secale cereale* L. x *Secale montanum* Guss. and its progeny. *Genetics*, 42(3), 199.
- Tang, Z. X., Ross, K., Ren, Z. L., Yang, Z. J., Zhang, H. Y., Chikmawati, T., & Gustafson, J. P. (2011). *Secale*. In *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources* (pp. 367–396). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Watanabe, K., Yahara, T., Denda, T., & Kosuge, K. (1999). Chromosomal Evolution in the Genus *Brachyscome* (Asteraceae, Astereae): Statistical tests regarding correlation between changes in karyotype and habit using phylogenetic information. *J. of Plant Research*, 112(2), 145–161.
- Zarco, C. R. (1986). A new method for estimating karyotype asymmetry. *Taxon*, 35(3), 526.
- Zarifi, E., Aghyev, Y., Ghanavati, F., & Aminizadeh, Z. (2006). Cytogenetics and evolution of karyotype in wormwood, *Artemisia vulgaris* L. *Seed and Plant Improvement Journal*, 22(1), 1–12.
- Zarifi, E., & Güloğlu, D. (2016). An improved Aceto-Iron-Haematoxylin staining for mitotic chromosomes in Cornelian cherry (*Cornus mas* L.). *Caryologia*, 69(1), 67–72.
- Zarifi, E., & Ghareshayebay, R. (2018). New Chromosome counting of a natural hybrid or new member in *Prunus* genus (*P. cerasifera* × *P.spp.*) and Chromosomal similarities with two closely related species. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(Special), 340–348.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Tarım Bilimleri Dergisi  
(YYU Journal of Agricultural Science)



<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Araştırma Makalesi (Research Article)

**The Effects of Applications Humic Acids on Macronutrient, Micronutrient, Heavy Metal and Soil Properties**

Ferit SÖNMEZ<sup>1\*</sup> Şevket ALP<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture and Natural Sciences, Seed Science and Technology Department, Bolu, Turkey

<sup>2</sup>Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Architecture and Design, Department of Landscape Architecture, Van, Turkey.

\*Sorumlu yazar e-posta: sonmezferit@ibu.edu.tr

**Article Info**

Received: 14.01.2019  
Accepted: 08.12.2019  
Online Published 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.512619

**Keywords**

Heavy metal,  
Humic acids,  
Marigold,  
Soil.

**Abstract:** This study was conducted on the YYU campus area as a field survey, according to the randomized block experimental design carried out in three replicated. The yellow and orange marigold species with humic acids (HA0;0 kg HA da<sup>-1</sup>, HA1;10 kg HA da<sup>-1</sup>, HA2;20 kg HA da<sup>-1</sup>, HA3;40 kg HA da<sup>-1</sup>) were used. At the end of the experiment, the soil samples taken from the field of study were analyzed organic matter, soil reactions, total salt content, lime content, nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sodium, iron, manganese, zinc, copper, cadmium, nickel and lead contents. The increased humic acid applications have influenced pH (P<0.01), lime (P<0.01), organic matter (P<0.05) with phosphorus (P<0.01), iron (P<0.05), zinc (P<0.05) and nickel (P<0.01) contents. The effect variety (V) has been determined on the available of soil iron (P<0.01), zinc (P<0.01), cadmium (P<0.01), nickel (P<0.01), and lead (P<0.01) contents. The interaction of only affected the nickel (P<0.01) and zinc (P<0.01) contents. As a result, humic acid applications have an important and positive effect on many properties of soil.

**Humik Asit Uygulamalarının Toprak Özellikleri ile Makro Besin Elementi, Mikro Besin Elementi ve Ağır Metal İçerikleri Üzerine Etkisi**

**Makale Bilgileri**

Geliş: 14.01.2019  
Kabul:08.12.2019  
Online Yayınlanma 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.512619

**Anahtar kelimeler**

Ağır metal,  
Humik asit,  
Kadife çiçeği,  
Toprak.

**Öz:** Bu çalışma YYU kampüsü deneme alanında tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrürlü olarak kurulmuştur. Denemede test bitkisi olarak kadife çiçeği bitkisinin sarı ve turuncu çeşitleri ile humik asit (HA0;0 kg HA da<sup>-1</sup>, HA1;10 kg HA da<sup>-1</sup>, HA2;20 kg HA da<sup>-1</sup>, HA3;40 kg HA da<sup>-1</sup>) kullanılmıştır. Denemenin sonunda alınan toprak örneklerinde organik madde, pH, toplam tuz, kireç, azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, sodyum, demir, mangan, çinko, bakır, kadmiyum, nikel ve kurşun elementlerinin analizleri yapılmıştır. Artan humik asit uygulamaları pH (P<0.01), kireç (P<0.01), organik madde (P<0.05) ile fosfor (P<0.01), demir (P<0.05), çinko (P<0.05) ve nikel (P<0.01) içeriklerine önemli düzeyde etki etmiştir. Çeşit uygulaması toprakların yarayışlı demir (P<0.01), çinko (P<0.01), kadmiyum (P<0.01), nikel (P<0.01) ve kurşun (P<0.01) içerikleri üzerine önemli etkide bulunmuştur. İnteraksiyon yalnızca nikel (P<0.01) ve çinko (P<0.01) üzerine etki etmiştir. Sonuç olarak humik asit uygulamaları toprağın birçok özelliği üzerine olumlu ve önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür.

## 1. Introduction

One of the important problems encountered in the agricultural activities is the decrease of the organic matter content due to time and the loss of yield in the soil. To prevent this, it is necessary to use farm manure, herbal waste farming (stubble sowing), green fertilization, compost or similar organic materials. As a result of the use of such organic fertilizers, microbial activity occurs in soil and many organic compounds emerge and humic and fulvic acids form their structure (Stevenson, 1982). Since Leonardite is an oxidized state found in the upper layers of lignite, all lignite deposits in our country are also a potential source of leonardite. An important source of humic and fulvic acid, leonardite is another source of organic matter used as a soil regulator in agricultural production (Engin and Cöcen, 2013). Humic acids are widely marketed in solid and liquid form. These products in many regions of studies of the wheat yield and protein content, sugar beet yield and sugar content of sugar, corn in the silage yield, lettuce, tomatoes, lentils, walnuts, pistachios, plum and many more products up to 80% increase in the product is reported (Gezgin, 2019). The presence of very high ion-exchange capacities and hydrolysis of humic and fulvic acids lead to a large amount of amino acids and organic acids. Humic and fulvic acid have colloidal properties. It improves the aggregate structure of soils with these properties (Kütük et al., 2000). Humic acid in addition to recovering the soils physical and chemical properties (Boyle et al., 1989; Schnitzer, 1992). By applying humic acid on its own or as a combination with chemical fertilizers to a plant nutrient medium, allows an ideal growth medium to be produced and reduces the environmental damage caused by chemical fertilizers (Sara et al., 2010; Ali et al., 2014). In a study by Yılmaz and Alagöz (2005), it was determined that the soil had a significant effect on aggregate formation and stability by applying humic acid to soils having different textures. Baran et al. (2002) observed that the applied humic acids significantly reduced potassium fixation in soils with different clay types. It has been reported that studies with humic acid applications increase the pH and salt content of the soil (Imbufe et al., 2004; Alagöz et al., 2006; Gümüş and Şeker, 2015). Cacco and Agnolla (1984) reported that humic acid contained large functional groups, like carboxyl, phenolic hydroxyl, alcohol hydroxyl, and ketones. Humic acids prevent the retrieval of plants, mercury, cadmium and other harmful and heavy metals that are present in soil (Bozkurt, 2005). Piccolo (1988), in the study of the effect of humic substances on the usefulness of heavy metals in the soil in the study of the addition of humic matter in the soil, all metals in soluble and exchangeable form has been found to effectively immobilize the further propagation of mineral soils. According to Sönmez and Bozkurt (2006) with their work with humic acid applications of heavy metals from waste bioavailability can be limited. Naik and Das (2007) reported the highest increase in DTPA-Zn content with 0.2% humic acid.

In this study, the effects of increased humic acid applications on the soil physical properties, nutrient element content and heavy metal content of two different marigold (*Tagetes erecta* L.) grown soil were investigated.

## 2. Materials and Methods

This study was conducted on the YYU campus area as a field survey, according to the randomized block experimental design carried out in three replicated. The yellow and orange tagetes species were used. In the experiment were used of humic acids four doses (HA<sub>0</sub>;0 kg HA da<sup>-1</sup>, HA<sub>1</sub>;10 kg HA da<sup>-1</sup>, HA<sub>2</sub>;20 kg HA da<sup>-1</sup>, HA<sub>3</sub>;40 kg HA da<sup>-1</sup>) in the commercial name Agrolig (%85 HA). Parcel dimensions were designed to have dimensions 1.6×2: 3.2 m<sup>2</sup>. Once the tagetes seedlings that were to be grown commercially were obtained, they were planted into row spacing and row tops so that they were in parcels of dimensions 40×40 cm. The experiment was carried out between 10.05.2014 and 21.10.2014.

At the end of the experiment, the soil samples taken from the field of study were tested organic matter by a modified Walkey Black method (Walkey, 1947) for texture (Bouyoucous, 1951) soil reaction (Jackson, 1958) total salt content (Richards 1954), lime content (Hızalan and Ünal, 1966); while, N content was determined according to the Kjeldahl method (Kacar, 1994) and available P content was determined by the Sodium bicarbonate (Olsen et al., 1954) method. According to Thomas (1982), extractable K, Ca, and Na were shaken with 1 N Ammonium acetate and, as also indicated by Lindsay and Norvel (1978). The available Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Pb and Cd were agitated

with 0.05M DTPA with a pH of 7.3 (Kacar, 1994). The element content readings of the filtrates were done by using the ICP-OES tool.

The properties of humic acid used in the experiment were pH 3.75, organic matter content 86.0%, nitrogen, 1.05%, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron and manganese contents respectively 4.7 mg kg<sup>-1</sup>, 97 mg kg<sup>-1</sup>, 3.04%, 0.59% 7800 mg kg<sup>-1</sup> and 180 mg kg<sup>-1</sup>.

At the end of the experiment, the obtained values were analyzed by using the SAS (1988) statistical program according to the randomized block design. The significant differences between the averages were subjected to Fisher's Least Significant Difference (LSD) test.

### 3. Results

At the end of the study, the f values from the sample soil analysis were represented in Tables 1, while average Duncan results were shown in Tables 2, 3, and 4. As can be observed in the tables showing F values, humic acid has 0.1% effect on pH, lime, phosphor, zinc, and nickel content, 5% effect on organic matter content. It was observed that lead and nickel had a significant effect of 0.1%, while zinc and iron had a significant effect of 1% as sources of species variation (Table 1).

As can be observed in Table 2, with increasing humic acid applications, lime content of soil in the study area decreased. While lime content was 15.99% in the control group, when 40 kg da<sup>-1</sup> humic acid was added, this content decreased to 13.00%. Similar results were observed for soil pH. While the control group had an 8.48 pH, after 40 kg da<sup>-1</sup> humic acid was applied, the pH dropped to 8.21. The organic material content of the parcels increased with the application of increasing amounts of humic acid. While the control group had 0.84% organic matter, after the addition of 40 kg da<sup>-1</sup> humic acid, this increased to 1.29%.

Table 1. F values of the variance analyses physical and chemical the growth media

Variation Source	D.F.	pH		Salinity		Lime		O.M.	
		MS	F value	MS	F value	MS	F value	MS	F value
Varieties (V)	1	0.0009	0.011 <sup>ns</sup>	3432.0	1.97 <sup>ns</sup>	0.0267	1.48 <sup>ns</sup>	0.0210	0.33 <sup>ns</sup>
Humic acids (HA)	3	0.0964	11.24**	1279.5	0.73 <sup>ns</sup>	9.4806	6.47**	0.2138	3.40*
V×HA	3	0.0011	0.13 <sup>ns</sup>	5272.6	2.83 <sup>ns</sup>	0.4811	1.45 <sup>ns</sup>	0.0335	0.53 <sup>ns</sup>
Error	7	0.0419		3298.3		4.2731		0.1089	

Variation Source	D.F.	Phosphorus		Potassium		Calcium		Natrium	
		MS	F value	MS	F value	MS	F value	MS	F value
Varieties (V)	1	1.601	1.50 <sup>ns</sup>	176.04	0.60 <sup>ns</sup>	2380	0.24 <sup>ns</sup>	2.667	0.02 <sup>ns</sup>
Humic acids (HA)	3	20.540	19.28**	594.26	2.03 <sup>ns</sup>	20694	2.07 <sup>ns</sup>	34.778	0.23 <sup>ns</sup>
V×HA	3	0.387	0.31 <sup>ns</sup>	356.48	1.22 <sup>ns</sup>	15377	1.54 <sup>ns</sup>	14.333	0.09 <sup>ns</sup>
Error	7	9.198		432.61		9992		21.428	

Variation Source	D.F.	Iron		Manganese		Zinc		Copper	
		MS	F value	MS	F value	MS	F value	MS	F value
Varieties (V)	1	0.8626	11.39**	3.010	3.47 <sup>ns</sup>	0.0400	6.61**	0.0150	3.22 <sup>ns</sup>
Humic acids (HA)	3	0.2658	3.51*	0.948	1.09 <sup>ns</sup>	0.0420	6.29*	0.0003	0.05 <sup>ns</sup>
V×HA	3	0.1082	0.11 <sup>ns</sup>	1.349	1.56 <sup>ns</sup>	0.0278	4.37*	0.0007	0.16 <sup>ns</sup>
Error	7	0.2835		1.415		0.0356		0.0026	

Variation Source	D.F.	Cadmium		Nickel		Lead	
		MS	F value	MS	F value	MS	F value
Varieties (V)	1	5.97x10 <sup>-6</sup>	7.73**	0.0008	16.34**	0.0023	14.99**
Humic acids (HA)	3	6.34x10 <sup>-7</sup>	0.82 <sup>ns</sup>	0.0027	55.44**	0.0005	3.32 <sup>ns</sup>
V×HA	3	5.02x10 <sup>-7</sup>	0.65 <sup>ns</sup>	0.0007	14.20**	0.0001	0.30 <sup>ns</sup>
Error	7	1.34x10 <sup>-7</sup>		0.0015		0.0006	

\*, \*\*: %5, %1; ns: non significant

Table 2. Effects of humic acid treatments on pH, salinity, lime and organic matter of the of the growth media.

Treatments	pH	Salinity $\mu\text{S cm}^{-1}$	Lime	Organic Matter %
Humic acids ( $\text{kg da}^{-1}$ )				
Control (HA0)	8.48 a	317	15.9 a	0.84 b
10 (HA1)	8.35 b	346	14.9 a	0.99 ab
20 (HA2)	8.23 bc	316	13.7 b	1.02 ab
40 (HA3)	8.21 c	315	13.0 b	1.29 a
LSD*	0.11*	52	1.2	0.32
Varieties				
Yellow	8.32	336	14.34	1.06
Orange	8.31	312	14.41	1.01
LSD	0.08	36	0.88	0.24

\*: LSD values ( $P<0.05$ ); a, b, c: Means followed by the same letter within the same column are not statistically different (Duncan's test,  $P<0.05$ ).

Increasing humic acid applications, when compared to the control parcel, resulted in an increase in useful phosphor and available iron and nickel content. The most increase observed in these contents were when  $40 \text{ kg da}^{-1}$  humic acid was added for phosphor,  $10 \text{ kg da}^{-1}$  humic acid was added for iron, and  $20 \text{ kg da}^{-1}$  humic acid added for nickel, and the values were  $12.43 \text{ mg kg}^{-1}$ ,  $2.23 \text{ mg kg}^{-1}$ , and  $0.0913 \text{ mg kg}^{-1}$  respectively. The calcium content in the study parcels, with increasing humic acid applications, firstly increased a little then decreased when compared to the calcium content in the control group. While the calcium content in the control group was  $2287 \text{ mg kg}^{-1}$ , in the group with  $10 \text{ kg da}^{-1}$  addition of humic acid, this value increased to  $2345 \text{ mg kg}^{-1}$ , and the calcium content in the group with  $40 \text{ mg da}^{-1}$  humic acid added decreased to  $2211 \text{ mg kg}^{-1}$ . However, zinc content decreased with increasing humic acid applications. While the zinc content in the control group was  $0.64 \text{ mg kg}^{-1}$ , this amount decreased to  $0.46 \text{ mg kg}^{-1}$  when 20 and  $40 \text{ kg da}^{-1}$  humic acid were added. With regards to other elements, increases and decreases in their content were observed, however these were deemed insignificant changes (Table 3).

Table 3. Effects of humic acid treatments on contents phosphorus, potassium, calcium and natrium of the growth media.

Treatments	Phosphorus	Potassium	Calcium	Natrium
	$\text{mg kg}^{-1}$			
Humic acids ( $\text{kg da}^{-1}$ )				
Control (HA0)	8.07 c	214	2287 ab	56.5
10 (HA1)	10.18 b	230	2345 a	58.2
20 (HA2)	11.22 ab	224	2241 ab	53.3
40 (HA3)	12.43 a	208	2211 b	53.3
LSD*	1.28*	21	123	15.8
Varieties				
Yellow	10.73	222	2281	55.0
Orange	10.22	216	2261	55.7
LSD	0.90	15	88	9.1

\*:LSD values ( $P<0.05$ ); a, b: Means followed by the same letter within the same column are not statistically different (Duncan's test,  $P<0.05$ ).

The soil of the tested areas, where the different varieties of the tagetes were grown, showed significant changes in only usable iron, cadmium, and lead. The samples with the highest concentrations of useable iron, cadmium, and lead were found in the soils where yellow tagetes species were grown of which the concentrations were as follows:  $2.20 \text{ mg kg}^{-1}$ ,  $0.00778 \text{ mg kg}^{-1}$ , and  $0.1602 \text{ mg kg}^{-1}$  respectively. The study areas where orange tagetes species were grown showed usable iron, cadmium, and lead concentrations, when compared to the control group, significant ratios of 14.9%, 22.2%, and 13.9% respectively. Other elements did not show statistically significant changes in their concentrations (Table 4).

Table 4. Effects of humic acid treatments on contents iron, manganese, zinc, copper, cadmium, nickel, and lead of the growth media.

Treatments	Iron	Manganese	Zinc	Copper	Cadmium	Nickel	Lead
mg kg <sup>-1</sup>							
Humic acids (kg da <sup>-1</sup> )							
Control (HA0)	1.75 b	12.28	0.64 a	0.49	0.00756	0.0443 c	0.1589 a
10 (HA1)	1.97 ab	13.25	0.51 b	0.51	0.00754	0.0846 a	0.1576 a
20 (HA2)	2.25 a	12.82	0.46 b	0.49	0.00693	0.0913 a	0.1415 b
40 (HA3)	2.06 ab	12.70	0.46 b	0.50	0.00706	0.0660 b	0.1434 ab
LSD*	0.44*	1.20	0.11	0.09	0.00113	0.0121	0.0180
Varieties							
Yellow	2.20 a	13.12	0.56 a	0.53	0.00778 a	0.0658 b	0.1602 a
Orange	1.82 b	12.41	0.48 b	0.48	0.00677 b	0.0773 a	0.1406 b
LSD	0.31	0.82	0.10	0.05	0.00072	0.0190	0.0125

\*:LSD values (P<0.05); a, b, c: Means followed by the same letter within the same column are not statistically different (Duncan's test, P<0.05).

The nickel content of experimental area has increased significantly with increased humic acid applications. Nickel content of 0.0443 mg kg<sup>-1</sup> in the control parcel increased to 0.0913 mg kg<sup>-1</sup> in 20 kg HA application. Soil available lead and cadmium contents of yellow and orange tagetes were significantly different from each other. Yellow tagetes cultivated soil lead and cadmium contents of the soil can be taken in the orange tagetes variety of lead and cadmium contents of the soil was observed to be more. The soil of cadmium and lead contents of the yellow tagetes species were 0.00778 mg kg<sup>-1</sup> and 0.1602 mg kg<sup>-1</sup>, respectively. Orange tagetes were 0.00677 mg kg<sup>-1</sup> and 0.1406 mg kg<sup>-1</sup>. The nickel content of the soil in which the orange tagetes were grown was determined to be higher than the nickel content of the soil in which the yellow tagetes were grown (Table 4).

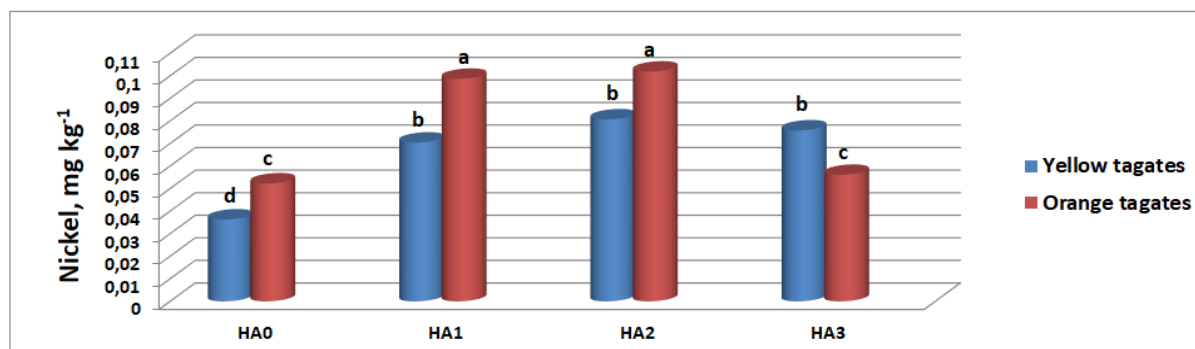


Figure 1. Effect of humic acid applications on the available nickel content of soil, HA0; 0 kg HA da<sup>-1</sup>, HA1; 10 kg HA da<sup>-1</sup> HA2; 20 kg HA da<sup>-1</sup>, HA3; 40 kg HA da<sup>-1</sup>

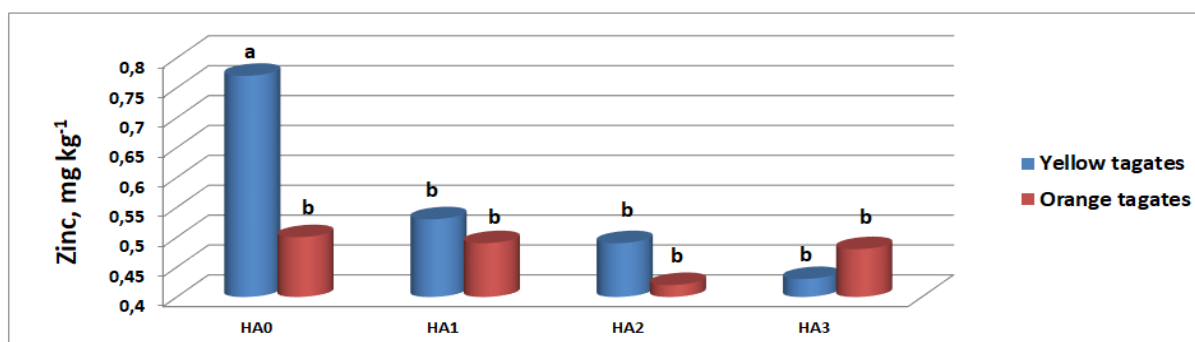


Figure 2. Effect of humic acid applications on the available zinc content of soil, HA0; 0 kg HA da<sup>-1</sup>, HA1; 10 kg HA da<sup>-1</sup> HA2; 20 kg HA da<sup>-1</sup>, HA3; 40 kg HA da<sup>-1</sup>

#### 4. Discussion and Conclusion

In the field of study where the experiment was conducted, a statistically significant decrease was observed in pH. Between the control soil parcel and the parcel where 40 kg da<sup>-1</sup> HA was applied, the observed difference was approximately 3.3%. This effect occurred due to the various functional groups present in humic acid that neutralizes the pH of the soil (Çelik, 2008). Therefore, lime content can result in a small decrease in the pH of high soil. Hence, with increasing humic acid applications, a decrease in soil lime content at a significant level was determined. This decrease occurred at 22.3%. This situation can be explained as the freeing of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) from calcium carbonate by humic acid (Larcher, 2003) resulting in carbon dioxide mixing with the water in the soil solution to form carbonic acid; the carbonic acid then separates into its ions from which the hydrogen ions help lower the soil pH. With increasing humic acid, the organic matter content of the tested soil increased. This increase was 53.6 % for the 40 kg da<sup>-1</sup> HA applied group when compared to the control group (Table 3).

The useable phosphor content in the area of study increased with increasing humic acid applications. The 40 kg da<sup>-1</sup> HA applied group showed a 54.0 % increase in useable phosphor content when compared to the control group. This case could not only be the result of humic acid applications and the resulting decrease in soil pH plus the decrease in lime content, but also be the result of phosphor-humic compound formations from humic acid and phosphor (Kacar and Katkat, 2008). The phosphorus in these compounds can, in time, become unbound thus increases the useable phosphor content in the soil. Likewise, this case could also result from the phosphor present in humic acid. Similarly, Erdal et al. (2000) and Wang et al. (1995) reported in their study that with increasing humic acid applications useable phosphorus content in the soil also increased.

At the end of the study, according to the analysis of the results, the extractable calcium contents in the studied soil showed a certain amount of increase but then decreased to a significant level with increasing applications of humic acid. While the calcium content in the control was 2287 mg kg<sup>-1</sup>, this content increased to 2345 mg kg<sup>-1</sup> when 10 kg da<sup>-1</sup> HA was applied, after which it decreased to 2211 mg kg<sup>-1</sup> when 40 kg da<sup>-1</sup> HA was added. While the decrease was 3.4% compared to the control group, the increase in calcium content compared to the 10 kg da<sup>-1</sup> HA applied group was 6.1%. This situation most probably resulted from the washing away of calcium in the soil that, due to the addition of humic acid to increase the solubility of calcium was, therefore, easily carried away from the root areas. The decrease in calcium content is in accordance with the decrease in lime content. Kloster and Avena (2015) reported that the addition of a small dose of humic acid resulted in a little increase in calcium content but that adding a large dose of humic acid decreased the calcium content.

With the application of humic acid, significant changes were observed in soil Fe, Zn, and Ni content. With increasing HA applications, useable Fe content in the soil increased when compared to the control group. While the Fe content was 1.75 mg kg<sup>-1</sup> in the control group, this level increased to 2.25 mg kg<sup>-1</sup> when 20 kg da<sup>-1</sup> HA was added and this increase was at 28.9%. A similar case was observed for useable Ni content in the soil. While the nickel content in the control soil was 0.0443 mg kg<sup>-1</sup>, this amount increased by 106.9% and reached 0.0913 mg kg<sup>-1</sup> in the group where 20 kg da<sup>-1</sup> HA was applied. A significant decrease in nickel content, from the 20 kg da<sup>-1</sup> group, was observed in the group where 40 kg da<sup>-1</sup> HA was applied. This decrease was of 38.3%. This may be due to the heavy metal content of the commercially available humic acids. Pekcan et al. (2018) reported that the heavy metal content of leonardit-derived organic materials sold in the market was above the permissible limits. This may be due to the fact that the yellow tagetes variety can take lead and cadmium elements more than the soil according to the orange tagetes variety (Sönmez et al., 2018).

The available zinc content in the soil decreased by 39.1% with increasing HA dose applications (Table 4). This phenomenon may have occurred due to the functional groups present in humic acid. These functional groups form complexes with metals (Livens, 1991). Thus, while some metals become easier for the plant to take-up, some become more difficult (Stevenson, 1994; Kerndorff and Schnitzer, 1980). In their study, Clement and Bernal (2006) reported that while Cu and Fe content in soil increased when humic acid was added, Zn and Pb content decreased. Pılanali and Kaplan (2002) reported that they work with the soil nutrient content of liquid humic acid applications between the important relationships.

The pH of the medium has a significant effect on the formation of metal-organic compounds between humic acid and metals. With an increase in soil pH, the strength of bond formation between humic acid and metals also changes (Liu and Gonzales, 1999). This phenomenon was explained by the changes that occur in humic acid structure when the pH of the soil alters (Engebretson and Von Wandruszka, 1998).

As a result, humic acid applications of soil, pH, lime, organic matter, phosphorus, calcium, iron, zinc, and nickel contents have a positive and significant effect. It has been observed that there are differentiated effects on soil properties in different varieties of the same plant.

## Acknowledgment

Authors are grateful to Yüzüncü Yıl University for the financial support of this study as a scientific research project (2013-ZF-B031).

## References

- Alagöz, Z., Yılmaz, E., & Öktüren, F. (2006). Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 19(2), 245-254.
- Ali, A., Rehman, SU., Raza, S., & Allah, SU. (2014). Combined effect of humic acid and NPK on growth and flower development of *Tulipa Gesneriana* in Faisalabad, Pakistan. *Journal of Ornamental Plants*. 4(4), 39-48.
- Baran, A., Cengiz, O., & Ok, S. (2002). Humik asitin farklı kil tipine sahip topraklarda potasyum fiksasyonu üzerine etkisi. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*. 16(29), 1-3.
- Bouyoucos, GD. (1951). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soil. *Agronomy J*. 43, 434-438.
- Boyle, M., Frankenburger, WT., & Stolyz, LH. (1989). The influence of organic matter on soil aggregation and water infiltration. *Journal of Production Agriculture*. 2, 290-299.
- Bozkurt, M. (2005). *Ayrışma dereceleri farklı peatlerin humik asit kapsamlarının iki ayrı yöntemle karşılaştırılması*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak ABD Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Cacco, G., & Dell Agnolla, G. (1984). Plant growth regulator activity of soluble humic substances. *Can. J. Soil Sci*. 64, 25-28.
- Çelik, H., Katkat, AV., Aşık, BB., & Turan, MA. (2008). Effects of soil applied humic substances to dry weight and mineral nutrients uptake of maize under calcareous soil conditions. *Arch. Agron. Soil Sci*. 54(6), 605-614.
- Engebretson, RR., & Von Wandruszka, R. (1998). Kinetic aspects of cationenhanced aggregation in aqueous humic acids. *Environ. Sci. Technol*. 32, 488-493.
- Engin, VT., & Cöcen, Eİ. (2013). Leonardite and humic matters. *Journal of Underground Resources*. 2, 13-20.
- Erdal, İ., Bozkurt, MA., Çimrin, KM., Karaca, S., & Sağlam, M. (2000). Kireçli bir toprakta yetiştirilen mısır bitkisi (*Zea Mays* L.) gelişimi ve fosfor alımı üzerine hümik asit ve fosfor uygulamasının etkisi. *Turk J Agric For*. 24, 663-668.
- Gezgin, S. (2019). Bitki yetiştiriciliğinde humik ve fulvik asit kaynağı olan tki-humas'ın kullanım. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü. <http://www.tkihumas.gov.tr/humas/pdf/kullanim.pdf> (Erişim tarihi; 08.01.2019).
- Gümüş, İ, & Şeker, C. (2015). Influence of humic acid applications on soil physicochemical properties. *Solid Earth Discuss*. 7, 2481-2500.
- Hızalan, E., & Ünal, E. (1966). *Topraklarda Önemli Analizler*. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yayın no: 278.
- Imbufe, AU., Patti, AF., Burrow, D., Surapaneni, A., Jackson, WR., & Milner, AD. (2005). Effects of potassium humate on aggregate stability of two soils from Victoria, Australia. *Geoderma*. 125, 321-330.
- Jackson, M. (1958). *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall, Inc. New Jersey, USA.
- Kacar, B. (1994). *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Toprak Analizleri*, A.Ü.Z.F. Eğt. Araşt. ve Gel. Vakfı Yayın No: 3, Ankara.



- Kacar, B., & Katkat, V. (2008). *Bitki Besleme*. Uludağ Üniv. Güçlendirme Vakfı Yayın. No: 127. Vipaş Yayınları No: 3. 1998.
- Kerndorff, H., & Schnitzer, M. (1980). Sorption of metals on humic acid. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 44, 1701.
- Kloster, N., & Avena, M. (2015). Interaction of humic acids with soil minerals: adsorption and surface aggregation induced by Ca<sup>2+</sup>. *Environmental Chemistry*. 12(6),31-738.
- Kütük, C., Çaycı, G., Baran, A., & Başkan, O. (2000). *Effect of Humic Acid on Some Soil Properties*. Proceeds of International Symposium on Desertification, Konya, Turkey, pp: 324-328.
- Larcher, W. (2003). *Physiological Plant Ecology: Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups*, 4th. Edition, Springer, New York.
- Lindsay, WL., & Norvel, WA. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42, 421-428.
- Liu, A., & Gonzalez, RD. (1999). Adsorption/Desorption in a system consisting of humic acid, heavy metals, and clay minerals. *Journal of Colloid and Interface Science*. 218, 225-232
- Livens, FR. (1991). Chemical reactions of metals with humic material. *Environmental Pollution*. 70, 183.
- Naik, SK., & Das, DK. (2007). Effect of lime, humic acid and moisture regime on the availability of zinc in alfisol. *The Scientific World Journal*. 7, 1198-1206.
- 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.* 939-941.
- Pekcan, T., Çolak, Esetlili, B., Turan, HS., & Aydoğdu, E. (2018). Determination of some physical and chemical properties of organic materials originated from leonardite. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*. 32(1), 31-41.
- Piccolo, A. (1988). Characteristics of soil humic extracts obtained by some organic and inorganic solvents and purified by HCl-HF treatment. *Soil Sci.* 146, 418-426.
- Pilanalı, N., & Kaplan, M. (2002). Determination of relationship between some plant nutrient contents of soil and humic acid applied different forms with fruit colour of strawberry. *Journal of Agricultural Science*. 12(1), 1-5.
- Richards, LA. (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils*. Handbook60. U.S. Dept. of Agriculture.
- Sara, T., Omella, F., Silvia, Q., & Serenella, N. (2010). Humic substances biological activity at the plant-soil interface from environmental aspects to molecular factors. *Plant Signaling and Behavior*. 5(6), 635-643.
- SAS (1988). *Pc SAS User's guide: statistics*. Cary, NC: SAS Inst.
- Schnitzer, M. (1992). Significance of soil organic matter in soil formation, transport processes in soils and in the formation of soil structure. *Soil Utilization and Soil Fertility*. Volume 4, *Humus Budget*. 206, 63-81.
- Sönmez, F., & Bozkurt, MA. (2006). Lettuce grown on calcareous soils benefit from sewage sludge. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*. 56, 17-24.
- Sönmez, F., Alp, S., & Yaşar, Ö. (2018). The Effects of humic acid application on the nutrient contents and heavy metals in organs of marigold (*Tagetes Erecta* L.). *Fresenius Environmental Bulletin*. 26(2), 5340-5348.
- Stevenson, FJ. (1982). *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reaction*. N.Y. Wiley-Interscience, 443p.
- Stevenson, FJ. (1994). *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*, 2nd. Edition, John Wiley and Sons, Inc, New York 285.
- Thomas, GW. (1982). *Exchangeable Cations*. P. 159-165. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Monography. No: 9, A.S.A.-S.S.S.A., Madison, Winconsin. USA.
- Walkey, A. (1947). A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soils: effect of variations in digestion conditions and inorganic soil constituents. *Soil Science*. 63, 251-263.
- Wang, XJ., Wang, ZQ., & Liz, SG. (1995). The effect of humic acids on the availability of phosphorus fertilizers in alkaline soils. *Soil Use and Management*. 11, 99-102.
- Yılmaz, E. & Alagöz, Z. 2005. Organik materyal uygulamasının toprak agregat oluşum ve stabilitesi üzerine etkileri. *Akdeniz Üni. Zir. Fak. Dergisi*. 18(1), 131-138.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Tarım Bilimleri Dergisi  
(YYU Journal of Agricultural Science)

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Derleme Makalesi (Review Article)

**Nanomateriyallerin Tarımda Kullanımı**

**Kağan Tolga CİNİSLİ\*<sup>1</sup>, Sevda UÇAR<sup>1</sup>, Neslihan DİKBAŞ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, 25000, Erzurum, TÜRKİYE

\*Sorumlu yazar e-posta: kagantolgacinisli2525@gmail.com

**Makale Bilgileri**

Geliş: 23.07.2019  
Kabul: 28.09.2019  
Online Yayınlanma 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.595658

**Anahtar kelimeler**

Büyüme Düzenleyici,  
Gübre,  
Nanomalzemeler,  
Tarım.

**Öz:** "Nano-Era" adıyla bilinen akım giderek yaygınlaşarak çeşitli nanoteknoloji araştırma programları ve mühendislik uygulamaları ile birlikte son derece popülerlik kazanarak araştırmacıların dikkatini çekmektedir. Tarımda nanomateriyallerin kullanımı "under explorer" olarak adlandırılmaktadır. Nanomateriyallerin kendilerine ait üstün özellikleri ile tarımsal uygulamalarda ne düzeyde olumlu katkı yaratabilecekleri merak konusudur. Bu hipotezle çalışma, çeşitli nanomalzemelerin gübre ve büyüme düzenleyici olarak kullanılabilirliği açısından güncel araştırmaları içermektedir. Derleme makale, nanomateriyallerin tarımda uygulanması konusunda ilgili araştırmacılar için önemli bir veri kaynağı ve hareket noktası olabilecek düzeyde önem arz etmektedir.

**Use of Nanomaterials in Agriculture**

**Article Info**

Received: 23.07.2019  
Accepted: 28.09.2019  
Online Published 31.12.2019  
DOI: 10.29133/yyutbd.595658

**Keywords**

Growth regulator,  
Fertilizer,  
Nanomaterials,  
Agriculture.

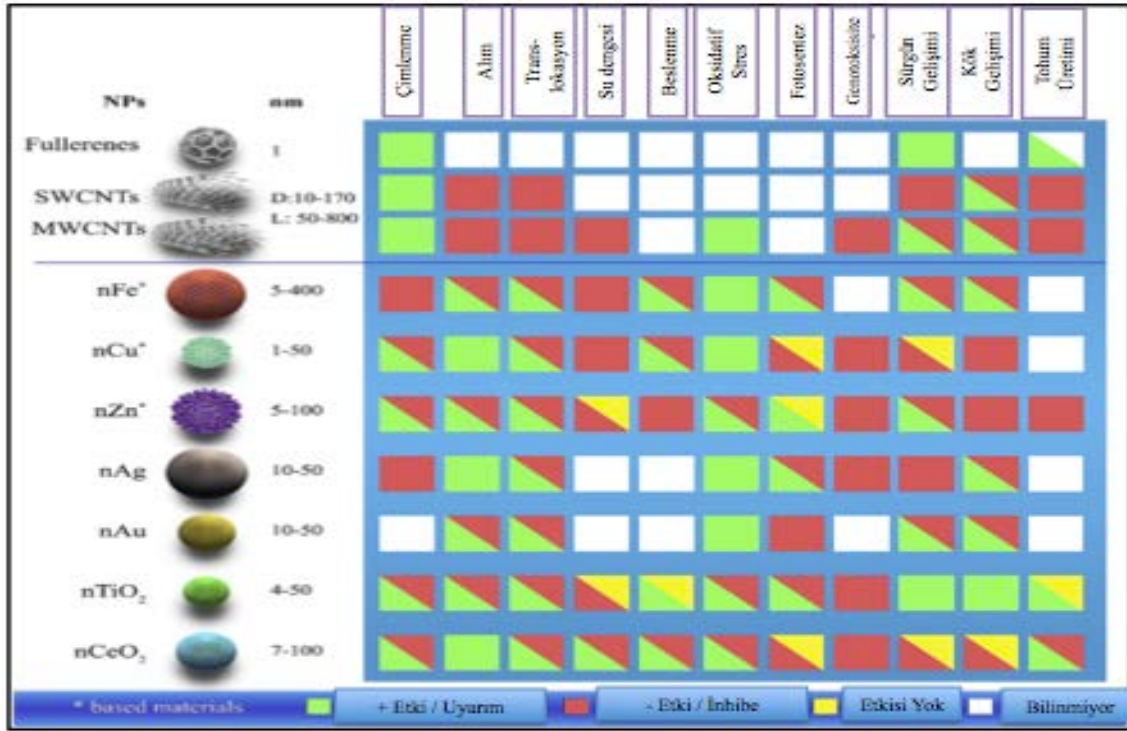
**Abstract:** The current known as "Nano-Era" is becoming increasingly widespread, gaining extremely popularity along with various nanotechnology research programs and engineering applications, attracting the attention of researchers. The use of nanomaterials in agriculture is called "under explorer". Nanomaterials with their superior characteristics, what order of agricultural applications can create a positive contribution is a matter of wonder. Working with this hypothesis includes current research in terms of the availability of various nanomaterials as fertilizers and growth regulators. The review paper is important for the researchers concerned in the application of nanomaterials in agriculture at a level that may be an important data source and point of action.

1

**1. Giriş**

Gelişen Dünyada, 2000'li yılların başlarında 35'ten fazla ülkenin nanoteknoloji araştırma programları ve mühendislik uygulamalarında nanomalzemelerin kullanılmasıyla "Nano-era", adıyla bilinen yeni bir akım ortaya çıkmıştır (Roco, 2003). Bu akım giderek yaygınlaşmış hatta nanomalzemelerin tarımda kullanılabileceği öngörüsüyle araştırmacılar bu alanda çeşitli çalışmalara

başlamışlardır. Boyutu 100 nm'nin altında olan maddeler nano madde olarak adlandırılmış, üretim, işleme taşıma, paketlenme ve tarımsal ürünlerin taşınması konusunda kullanılabileceği görülmüştür (Scott and Chen, 2003; Wiesner *et al.*, 2006). Bitki gelişim üzerine farklı nanopartiküllerin etkisi Şekil 1' de verilmiştir. Nanomalzemeler tarımda gübre uygulamalarında önemli bir yer edinerek, bitkiyi yavaş yavaş kontrollü bir biçimde besleyebileceği Sohrab *et al.* (2016) tarafından bildirilmiştir. Nano-gübreler, kimyasal gübrelerin neden olduğu toprak kirliliğinden doğan çevresel risk etmenlerini azaltarak bitki ve doğaya olumlu bir etkide bulunabilir (Naderi *et al.*, 2011). En büyük avantajlarından biri de diğer gübrelere göre daha az miktarda kullanılmasıdır (Selivanov and Zorin, 2001; Reynolds, 2002; Raikova *et al.*, 2006; Batsmanova *et al.*, 2013; Subramanian *et al.*, 2015).



Şekil 1. Çeşitli nanomateriyallerin tarımda kullanılması ve bitki gelişimine farklı düzeylerdeki etkileri (Mukherjee ve ark., 2015).

Nano-gübreler konusunda yapılan pek çok çalışmada sahip oldukları geniş yüzey alanlarının yanı sıra bitkilerin yaprak ve kök gözenek boyutlarından daha küçük boyutlara sahip olduklarından temas ettikleri yüzeyden bitkiye geçişleri, besinlerin alımını daha kolay hale getirerek kullanım etkinliğini arttırdıkları belirtilmiştir (Sing ve ark., 2017). Nano-gübrelerin, bitkinin yaşam periyodu boyunca gelişime olumlu katkı sağlamasına yardımcı olmalarının temelinde bitki metabolizmasında yarattığı olumlu etkilerin, enzimsel ve hormonal düzeyde etki mekanizması ile değişken ve şiddetli atmosferik koşullara, biyotik-abiyotik strese ve hastalıklara karşı dirençli hale gelebildiği öne sürülmüştür (Mukherjee ve ark., 2015). Toprakta nanopartikül uygulamalarıyla elverişli ve yeterli miktarda mikro element içeriği bulunabilir, böylece bitkilerin patojenlere karşı direnci de artabilir. Fakat bazı faktörler toprakta bulunan besin elementlerinin bitkiler tarafından alımı üzerinde olumsuz etki yaparak sınırlandırır. Alkalin topraklarda mikro besin elementlerinin bitki tarafından alınabilirliği azalmaktadır. Örneğin; toprak pH'sı bazikleştikçe topraklarda çinko, mangan ve demir biyo yararlanılabilirliği azalmaktadır. Bu elementlerin alımları kökler tarafından sınırlandırılarak bitki enfeksiyona açık hale gelmiş olur (Güneş ve ark., 2007; Servin ve ark., 2015).

Nano-gübrelerin boyutlarının küçük olması, mineralin stomalardan kolaylıkla geçmesine yol açarak bitkinin minerallerden kolayca faydalanmasını sağlarlar (Liu ve Lal, 2016; Sing ve ark., 2017). Böylelikle uygulanmış gübrelere maksimum verim alınabileceği Liu and Lal, 2016 tarafından bildirilmiştir. Nano-gübrelerin geleneksel gübrelere göre, birçok avantajları vardır (Liu ve Lal, 2016; Sing ve ark., 2017; Dağhan, 2017; Ahmad, 2019). Bu avantajların bazıları; gübreyi çok az miktarda

kullanarak en düşük maliyetle en yüksek verimin alınabilecek olması, halihazırda olan besinin bitkide kullanım verimliliğini arttırması, gübre kullanım etkinliğinin arttırılması, sürekli gübre kullanılmasının önüne geçilmesi, bitkiler için yararlı olan besinlerin kayıplarını azaltarak çevre üzerine olası olumsuz etkilerinin minimize edecek olması, toprak muhtemel oluşacak toksisite riskini azaltılıp, toprak verimliliğinin ve ürün kalitesinin arttırılması olarak sıralanabilir. Nano-gübreler bitkinin yetiştirme periyodu boyunca sağlıklı olarak gelişme ve büyümesini imkan sağlayarak ürün verimi ve besin değerini arttırırlar. Böylelikle sağlıklı olan bitki hastalıklara ve olumsuz çevre koşullarına karşı daha fazla direnç kazanması açısından nano-gübreler önemlidir (Dağhan, 2017).

Nano-gübrelerin pek çok üstün özelliklerine rağmen bazı olumsuz etkileri de bulunmaktadır. Nano boyuttaki partiküller sağlığa ve çevreye karşı bazı riskler barındırmaktadır. Nano-malzemelerle ilgili yapılan ilk çalışmalarda, insanlar üzerinde toksik etkilere neden olduğunu göstermiştir. Nanopartiküller insan vücuduna girerek tüm hayati organlara ulaşip dokularda zararlara neden olabilmektedir (Dağhan, 2017). Literatür bilgisine göre nano-gübrelerin toksik etkilere de sahip oldukları, ekosistem için önemli problemlerin oluşmasında etken ve oluşturdukları çevre sorunlarının onarımının oldukça güç olduğu bildirilmiştir (Dağhan, 2017).

Bu derleme çalışmasının amacı; tuz stresinden kaynaklanan bitkisel ürün kaybının nanopartiküller çinko ve mikrobiyal sentez formülasyonu kullanılarak biyoteknolojik yöntemlerle azaltılması yönünde gübre formülasyonlarının oluşturulmasıdır. Böylelikle, muhtemelen üretici mikrobiyal gübre ve nano-gübre adı altında pahalı gübreleri ayrı ayrı almak yerine oluşturulacak gübre formülasyonunun tek bir ürün olarak kullanılabilirliği denemelerle araştırılmıştır.

## 1.1. Bazı Nanopartiküllerin Bitkiler Tarafından Alım Formları

Nanopartiküller (NP), bitki besin elementlerini şu üç yoldan biriyle bitkiye iletirler; 1) Besin elementi, nano-tüpler veya nano gözenekli malzemeler gibi nanomalzemeler içine kapsullenebilir, 2) ince bir koruyucu polimer film ile kaplanır veya 3) nano ölçekli boyutlardaki partiküller veya emülsiyonlar halinde bitkiye taşınırlar (Nair *et al.*, 2010). Nano-gübre formülasyonlarındaki nanopartiküller'in boyutları, hücre duvarı gözeneklerinden küçükse, direkt bitki hücrelerine girmesi mümkündür. Ancak NP'lerin daha ileri aşamaları hücre zarı, besin maddelerinin sitoplazma ile etkileşimleri incelemenin ötesinde ve NP taşınım mekanizması çok karmaşıktır (Nair *et al.* 2010). Bununla birlikte, besin elementleri su/toprak çözeltisinde nanoparçacık çözülmesi yoluyla bitki kökü sistemi tarafından absorplanmaktadır. Başka bir deyişle, NP'ler suda çözülür ve besin maddelerini çözünmüş iyonlar halinde serbest bırakır (Denklem 1-3). Bitkiler ayırım gözetmeden besleyici çözünmüş iyonları konveksiyonel gübrelerden alabilir. Ancak, su/toprak çözeltisindeki NP'lerin çözünme hızı ve kapsamı, yüksek spesifik yüzey alanları ve boyutları ilgili katı yüzeylerden daha yüksek olmasından dolayı konveksiyonel gübrelere göre daha etkin bir işleve sahip olabilirler (Ma *et al.*, 2010; Nair *et al.*, 2010; Lin *et al.*, 2008;).

## 1.2. Nanopartiküler Makro Besin Elementi İçeren Gübrelerle Yapılan Çalışmalar

### 1.2.1. Nanopartiküler fosfor (P) içeren gübreler

Liu and Lal (2014) yaptığı çalışmada 16 nm boyutlarında yeni bir hidroksiapatit türü ( $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ ) NP'ler sentezleyerek sera denemesi ve atıl büyüme ortamında NP'lerin %50 perlit ve %50 turba yosunu ortamında yetiştirilen soya fasulyesi üzerindeki gübreleme etkisini değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler ( $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ) NP'lerin uygulanmasının büyüme oranını ve tohum gelişimini sırasıyla %33 ve %20 oranlarında arttırdığını tespit edilmiştir. Biyokütle üretimi, yerüstü aksam için sırasıyla %18 ve yeraltı aksamlar için %41 oranında artırılmıştır. Veriler, soya fasulyesinin köklerinin hidroksiapatit NP'leri etkin bir fosfor besin kaynağı olarak emebileceğini ve sağlıklı büyümeyi ve yüksek verim sağlayabileceğini göstermiştir. Aynı zamanda fosfora ek olarak, NP'ler bitkilere besin Ca da sağlayabileceği tesbit edilmiştir. Apatit NP'leri yeni bir P sınıfı gübre olarak kullanmak, tarımsal verimliliği potansiyel olarak artırabileceği, NP'ler sayesinde fosforun mobilizasyonunun geleneksel fosforlu gübrelere göre azalmasıyla ötrifikasyon riskini engelleyebileceği ortaya konmuştur. Örneğin, apatit NP'ler yüklü  $\text{PO}_3^{4-}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  veya  $\text{Ca}_2^+$  iyonlarına kıyasla zemin bileşenleri ile çok daha zayıf etkileşime sahiptir. Bu nedenle, NP'lerin önemli

bir kısmı köklerin emilmesi için toprak çözeltisinde kalır. Geleneksel fosforlu gübreler ise NP'lere göre yüklü fosfat iyonlarının çoğu toprak parçacıkları tarafından absorbe edildiği için bitkiler tarafından alımı azalır (Liu ve Lal 2014). Buna ek olarak, apatit NP'ler çözünebilir fosfat iyonlarına göre daha az biyolojik olarak bulunabilir ve ötrofikasyon açısından düşük riskler oluşturabilir. Apatit NP'lerin, toprak parçacıklarıyla olan etkileşimleri, toprak gözeneklerindeki taşınım, alglerin biyo-yararlılıkları ve tarla koşullarında ürün tepkisi üzerine diğer düzenli fosfor gübrelere kıyasla bu potansiyel yararlarını teyit etmek için ek araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

### 1.2.2. Nanopartiküler kalsiyum (Ca) içeren gübreler

Liu ve ark. (2005) tarafından Hoagland çözeltisi ile kumda 80 gün boyunca yetiştirilen fıstık fidelerine Ca besin maddesi olarak  $\text{CaCO}_3$  NP'leri (20-80 nm, 160 mg Ca  $\text{L}^{-1}$ ) olacak şekilde uygulayarak, Ca-NP'lerin fide büyümesini kontrol'e kıyasla önemli ölçüde geliştirdiğini gözlemlemişlerdir. Ca kaynağı olarak kullanılan Ca-NP'leri kök gelişimini sırasıyla %3.04 ve %1.58 arttırdığı gözlemlenmiştir.

Liu ve ark. (2005) aynı zamanda Ca-NP'ler ve hümitik asitlerin (1.000 mg  $\text{L}^{-1}$ ) birlikte uygulanmasının fıstık fidelerinde maksimum büyümeyi sağladığını bildirmişlerdir. Bu çalışma Ca-NP'lerin tarla bitkileri için Ca içeriği açısından büyük bir potansiyeli olduğunu göstermiştir.

### 1.2.3. Nanopartiküler magnezyum (Mg) içeren gübreler

Delfani ve ark. (2014) bezelyede Mg-NP ve Fe-NP eriyiklerinin yapraktan uygulanmasını test etmişler ve 0.5 g Mg-NP ve Fe-NP  $\text{L}^{-1}$  kombinasyonunun 1.000 tane ağırlığına %7 oranında ağırlık artışı sağlayarak, klasik Fe ve Mg uygulamalarından yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir. Söz konusu çalışmada bu iki elementin yapraktan uygulanmasının bitkinin fotosentez miktarını arttırdığı gözlenmiştir. Fakat Mg-NP uygulaması yalnız başına verimliliği kontrole göre %6 oranında düşürmüştür. Ancak, araştırmacılar Mg NP'lerin uygulanmasının bitki sapları ve yapraklarında düzenli Mg tuzu kullanımıyla karşılaştırıldığında Mg alımını geliştirdiğini ve Mg-NP'lerin daha yüksek kullanılabilirlik ve hareketliliğini gösterdiğini gözlemlemişlerdir.

## 1.3. Nanopartiküler Mikrobesein Elementli Nano-Gübrelerle Yapılan Çalışmalar

Genellikle bitki beslenmesinde rol alan önemli mikro besin maddeleri, demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn), bakır (Cu), bor (B), klor (Cl) ve molibden (Mo)'dir. Mikro besin elementleri makro besin maddeleri (N, P, K, Ca, Mg ve S) ile karşılaştırıldığında, Hoagland çözeltisinin bileşiminde gösterildiği gibi, bitki ve diğer bitkilerin sağlıklı bir şekilde büyümesi için daha az miktarda mikro besin maddesi gereklidir (Hoagland ve Arnon 1950). Ancak bitkiye yararlılık konusunda mikrobesein elementlerinin yararlılığını azaltan durumlar (kaba tekstür, alkalilik, düşük organik madde vb.) vardır. Bu kötü durumlara karşı mikrobeseinlerle nano-gübreleme bu besinlerin biyolojik olarak kullanılabilirliğini artırır.

Mikrobeseinler, çoğunlukla N, P ve K içerikli gübrelerin etkin alımı için düşük oranlarda çözünebilir tuzlar olarak ilave edilir. Bu kompozit gübrelere bulunan mikro besinler genellikle yeterli besin sağlar ve çevresel riskleri az etkiler. Mikro besin maddesi içeren NP'lerin, mikrobeseinli nano-gübreleme konusunda araştırma ve geliştirme yapmak için bazı temel bilgiler besin maddelerinin bitki gelişimini arttırabileceği öngörülmektedir (Mahajan ve ark., 2011).

### 1.3.1. Nanopartiküler demir (Fe) içeren gübreler

Ghafariyan ve ark. (2013) tarafından yapılan bir sera denemesinde, süper paramanyetik Fe-NP'lerin düşük konsantrasyonlarının bile hidrofobik koşullar altında, soya fasulyesi yapraklarındaki klorofil içeriğini önemli ölçüde arttırdığını bildirmişlerdir. Böylelikle Fe-NP'lerin soya fasulyesinde demir kaynağı olarak kullanılabilir ve demir eksikliğini klorotik belirtilerini azaltabileceği gösterilmiştir. Fe-NP'lerin 45 mg  $\text{L}^{-1}$  konsantrasyonundaki kullanma etkisi Fe-EDTA'nın aynı dozdaki kullanım etkisinin bitkiye yaptığı etkilerinin benzer olduğu gözlenmiştir. Delfani ve ark. (2014), bezelyede yaptıkları çalışmada 500 mg Fe-NP'ler  $\text{L}^{-1}$ 'nin yapraktan uygulamasının, bitki başına bakla

sayısını (%47 oranında), 1.000 tane ağırlığında (%7 oranında), Fe içeriğini (%34 oranında) ve klorofil içeriğini (%10 oranında) ise kontrole göre arttırdığını tespit etmişlerdir. Fe-NP'lerin uygulanması ile elde edilen ürün performansı, Fe tuzu ile elde edilen ürün performansından daha fazla olmuştur. Fe-NP muamelesi altında olan bitkilerde sırasıyla %28, %4, %45 ve %12 artmıştır.

### 1.3.2. Nanopartiküller Çinko (Zn) İçeren Gübreler

ZnO-NP'ler yıllardır endüstride en çok kullanılan metal oksit nanopartiküllerinden biridir. Böylece, Zn-NP'lerin bitkiler ve diğer organizmalar üzerindeki etkileri yoğun olarak incelenmektedir. Mahajan ve ark. (2011) tarafından bitki agar yöntemini kullanarak, ZnO-NP'lerin düşük konsantrasyonlarda fasulye ve nohut fidelerinin büyümesini arttırdığını gözlemlemişlerdir. Fasulye fidelerinin kökleri için en iyi büyüme tepkisi (uzunlukta %42 veya %41 artış, biyokütlede %98, %76), kontrol grubunda 20 mg L<sup>-1</sup> konsantrasyonunda gözlenmiştir. Nohut fideleri için 1 mg L<sup>-1</sup> konsantrasyonunda, kökte (%53) biyokütlede (%37) ve sürgünde uzunluk (%6) oranında önemli artışlara neden olmuştur. Bununla birlikte, kök ve sürgünlerin büyüme hızlarındaki düşüş, bu optimal konsantrasyonların ötesinde gözlenmiştir.

Zhao ve ark. (2013) tarafından yapılan bir sera çalışmasında, bir toprak karışımına 400 ve 800 mg ZnO-NP kg<sup>-1</sup> uygulanmasının salatalık biyokütlesini arttırdığı bildirilmiştir. Sonuçlar, meyvelerin kuru ağırlığının, kontrol grubuna kıyasla sadece %6 ve %8 oranında artmasına rağmen, bitki kökü kuru kütlesinin kontrol grubuna göre 1,1 ve 1,5 kat daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Hasat edilmiş salatalık meyvelerinde, ZnO-NP'lerin uygulanması da, nişasta içeriğini (1.1-1.6 kat), glutelin (0.9-2 kat) ve Zn'yi (1.7-2.5 kat) arttırdığını bildirmişlerdir (Zhao ve ark., 2013). Lin ve Xing (2007), 2 mg ZnO-NP L<sup>-1</sup> uygulanmasının çimlendirilmiş turp tohumlarının kök uzamasını kontrole göre arttırdığını bildirilmiştir. Optimum konsantrasyonlarda Zn-NP'lerin kullanılması bu fideler üzerinde önleyici veya toksik etkilere sahiptir. Bununla birlikte, bu raporların hepsinde ZnO-NP'lerin ciddi fitotoksitesisi, 400 ile 2000 mg L<sup>-1</sup> arasındaki yüksek NP-Zn konsantrasyonlarında olduğu anlaşılmıştır (Lee ve ark., 2010; Lin ve Xing, 2007; Lopez-Moreno ve ark., 2010; Zhao ve ark., 2014).

### 1.3.3. Nanopartiküller manganez (Mn) içeren gübreler

Pradhan ve ark..(2013), metalik Mn-NP'lerin piyasada bulunan MnSO<sub>4</sub> tuzundan daha iyi bir mikrobeselementi olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar Mn-NP'lerin fasulye büyümesini ve fotosentez oranını arttırdığını gözlemlemişlerdir. Diğer bir çalışmada fasulye fideleri, büyütme odaları içinde Hoagland çözeltisiyle birlikte perlit ortamında 15 gün inkübe edilmiştir. Litrede 0.05 mg Mn-NP'lerin uygulanması ile kontrole kıyasla kök uzunluğu (%52), sürgün uzunluğu (%38), köklenme sayısı (%71) ve maksimum büyüme artışı sağlanmıştır. Taze biyokütle ve kuru biyokütle de MnSO<sub>4</sub> tuzu ile muamele edilen fideler ile karşılaştırıldığında, bu parametreler sırasıyla %2, %10, %28, %8 ve %100 Mn-NP'lerin kullanımı ile artırılmıştır. İlginç bir şekilde MnSO<sub>4</sub> uygulaması, 1 mg L<sup>-1</sup> konsantrasyonunda bitki büyümesi üzerinde inhibe edici bir etki sergilerken, Mn-NP'lerin uygulanmasıyla bu seviyede hala pozitif bir etki seyrettiğini bildirmiştir. Bitkiler, sağlıklı bir büyüme için toprak çözeltisinde genellikle 0.5 mg Mn L<sup>-1</sup> konsantrasyonuna ihtiyaç duyarlar.

### 1.3.4. Nanopartiküller bakır (Cu) içeren gübreler

Bir tür su otunda (*Elodea densa*) kullanan 3 günlük inkübasyon çalışması sonucunda, Cu-NP'lerin düşük konsantrasyonlarının (0.25 mg Cu L<sup>-1</sup>) bitki fotosentez hızını kontrol grubuna kıyasla %35 oranında arttırdığını göstermiştir (Nekrasova ve ark., 2011). Shah ve Belozerova (2009), metalik NP-Cu (130 ve 600 mg kg<sup>-1</sup>) ile değiştirilen toprağın, 15 günlük marul fide büyümesini, sırasıyla %40 ve %91 oranında önemli ölçüde arttırdığını bildirmiştir. Ancak, yüksek konsantrasyonlarda (200-1.000 mg L<sup>-1</sup>) metalik NP-Cu, fasulye, buğday (*Triticum aestivum*) ve sarı kabağın (*Cucurbita pepo subspecies*) fide gelişimi üzerine toksik etkileri gözlemlenmiştir (Lee ve ark., 2008; Musante ve White, 2012). Stampoulis ve ark. (2009), 1.000 mg metalik Cu-NP L<sup>-1</sup> uygulamasının, kabakların biyolojik kütlesini Hoagland çözeltisinde 14 gün süreyle uyguladıktan sonra, kontrole göre %90 düşürdüğünü bildirmiştir. Bununla birlikte, bitki büyümesi için optimal sulu Cu konsantrasyonu sadece 0.02 mg L<sup>-1</sup> olup, yüksek Cu seviyelerinde fitotoksitesite ortaya çıkabileceği bildirilmiştir.

### 1.3.5. Nanopartiküler molibden (Mo) içeren gübreler

Batsmanova ve ark. (2014) tarafından nohutta molibden mikrobesein kaynağı olarak Mo-NP'ler çözeltilisi kullanılmasını esas alan bir çalışma yapılmıştır. Tınlı topraklarda nohut tohumları ekiminden önce dört grup (su, Mo-NP'ler, azot bakterileriyle mikrobiyal inkübasyon ve mikroorganizmaların bir kombinasyonu) oluşturulmuştur. Ortalama 1-2 saat olacak şekilde ayrı ayrı inkübasyona tabi tutulmuştur. Nohut rizosferinin kapsamlı bir mikrobiyolojik testi yapılarak, dördüncü uygulamanın 'agronomik açıdan değerli' mikroorganizmalarla hemen hemen tüm grupların gelişmesini kontrole göre iki ile üç kat arttırdığını göstermiştir. Bu sonuçlar aynı zamanda bitki başına kök sayısı ve nodül kütlelerinin kontrol grubu için 20 kat ve 8 kat fazla olduğu gözlemlenmiştir.

Nohutta yapılan bir çalışmada Mo-NP uygulanmasının nohudun gelişim parametreleri üzerine direkt faydaları gözlemlenmiştir. Örneğin, bu uygulamayla bitki başına nodüllerin sayısı ve kütlesi sırasıyla kontrollerden 10 ve 6 kat daha fazla olmuştur. Ayrıca, kontrol ile karşılaştırıldığında, 10 mg L<sup>-1</sup> gibi konsantrasyona sahip tüm Mo-NP uygulamaları, nohutta bir antioksidan enzimin aktivitesini 2-3 kez, bitki patojenlerine direncin arttığını bir göstergesi olmuştur. Bu nedenle, Mo-NP'lerin tek başına veya mikrobiyal tedavi ile birlikte uygulanması, baklagilin ve diğer ürün türlerinin performansını, verimini ve hastalık direncini artırabilir. Normal metabolizma için bitkiler genellikle toprak çözeltilisinde 0.01 mg Mo L<sup>-1</sup> konsantrasyonuna ihtiyaç duyarlar (Batsmanova ve ark., 2014).

### 1.4. Nanomalzemelerle Güçlendirilmiş Gübreler

NM ile güçlendirilmiş gübreler, bitki besin maddeleri ile zenginleştirildiğinde, besin maddelerinin bitki alım etkinliğini arttıracak ve/veya geleneksel gübre uygulamasının olumsuz etkilerini azaltabilecek olan nanomalzemeler olarak tanımlanır. Bu NM'ler hedeflenen besin maddelerini içererek bitkiye ulaşmasını sağlar. Bu tipin en önemli örneği, besin artırıcı-zeolitlerdir.

#### 1.4.1. Nano yapılı zeolit materyali

Zeolit parçacıkları genellikle nano ölçeklerde görülmez. Fakat zeolitlerin SiO<sub>4</sub> ve AlO<sub>4</sub> tetrahedranın 3 boyutlu çerçevesinde Al ve Si'nin düzenlenmesi, nanometre (0.3-10 nm çap) içindeki kanallar ve boşlukların oluşmasına neden olur (Ming ve Allen, 2001). Bu nedenle, zeolitler, nano-yapılı materyallerdir. Benzersiz nano gözenekli özelliklerinden dolayı, zeolitler genellikle çok yüksek spesifik yüzey alanı, yüksek katyon değişim kapasitesine sahiptirler ve bitki makro besin maddeleri (K<sup>+</sup> ve NH<sup>4+</sup>) yönünden oldukça seçicidirler. Bu temel elementler zeolit değişim yüzeyleri boyunca değiştirilebilir, böylelikle bitki yetiştirme için besin maddeleri yavaş yavaş serbest bırakılabilir. Bu nedenle bu besinlerin yeraltı suyuna taşınması ve çevre kirliliği riskleri azaltılır. Dahası, gaz halindeki azotun (NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> veya N<sub>2</sub>O) buharlaşması da azaltılabilir, çünkü adsorbe olan N, toprak mikroorganizmaları ile amonifikasyon süreci için kullanılamaz. Zeolitlerin bitki besin maddeleri ile yüklenmesi yeni bir kavram değildir ve 1970'lerden beri yoğun bir şekilde incelenmiştir (Ming ve Allen, 2001).

Fakat besinlerce zenginleştirilmiş zeolit gübreler birçok laboratuvar ve tarla örneği üzerinden test edilmiş ve kanıtlanmış nadir nanomalzemedir. Şimdiye kadar zeolitler, azot kullanım verimliliğini arttırmak, besin kayıplarını azaltmak ve çevresel riskleri azaltmak için halen ideal bir alt-tabaka halindedir. İlgilenen okuyucular için bazı besin artırıcı zeolit gübrelerinin tarımda kullanılmasının yararlarını gösteren bazı saha çalışmaları Ming ve Allen (2001) tarafından detaylı bir şekilde yapılmaktadır. Azot kullanımı verimliliği, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile uygulanan toprakların %30-76'sına kıyasla, 42 günlük bitki büyümesinden sonra NH<sub>4</sub>-zeolit ile değiştirilmiş topraklarda %72-95 arasında değişmiştir. MacKown ve Tucker (1985) tarafından yapılan çalışmada, 30 ton h<sup>-1</sup> NH<sub>4</sub> ile değiştirilmiş zeolit açısından zengin tuf kullanıldığında, nitrifikasyon oranlarının bir tınlı kumda %11, siltli kil tında %4 oranında azaldığını bildirmiştir. Azaltılmış nitrifikasyon oranları, zeolit NH<sub>4</sub>'ün tutulması ve dolayısıyla NH<sub>4</sub>'ün nitrifikasyona uğramış bakteriler tarafından dönüştürülmesinden kaynaklanmaktadır. Malekian ve ark. (2011) NO<sub>3</sub>-N sızıntı suyu ve mısır gelişimine zeolit değişikliğinin etkilerini incelemek için lizimetrik deneyler uygulayarak, 60 kg'lık bir değişikliğin, kontrol için 18 kg'lık ha<sup>-1</sup>'den 13.8 kg'lık bir ha<sup>-1</sup>'e kadar %22 oranında azot sızıntısını azalttığını bildirmiştir. Buna ek olarak, hububat verimi (5.907 kg ha<sup>-1</sup>) ve kuru yük (10,361 kg ha<sup>-1</sup>), kontrole göre

sırasıyla %4.9 ve %10.3 artmıştır (5.631 ve 9.393 kg ha<sup>-1</sup>). Ayrıca, zeolit uygulaması ile ürünün beslenme etkinliği %77.4'ten %85.8'e yükselmiş olduğuna dikkat çekmişlerdir.

#### 1.4.2. Doğal olarak bazı besin elementlerini taşıyıcı nanopartiküller

Bazı laboratuvar deneylerinde, NP'lerin (silis, Fe oksitler, C kaplı demir ve polimerler vb.) bitki dokularına/hücrelere girebileceği ve doku/hücrelerde DNA ve kimyasalların taşınmasına rol oynayabileceği belirtilmiştir (Ghafariyan ve ark., 2013; Liu ve ark., 2002). Bu tür çalışmalar, bu NP'lerin bitki besleme konusunda yeni bir teknik olarak kullanılabilmesini, bitkilere besin maddeleri verebileceği hipotezini geliştirmiştir. Bununla birlikte, bu yaklaşımın, gübre kullanımının etkinliğini arttıran ya da çevresel bozulma risklerini azaltmak için kullanılan geleneksel yöntemlere göre avantajlarının kanıtlanması için kesin bir kanıt bulunmamaktadır. Örneğin, bitkiler doğal olarak kök sistemleri yoluyla toprak çözeltilerinden çözünür besin maddelerini (N, P ve K gibi) emebildiğinden büyümelerini arttırmak için bitki dokularına besin yüklü NP'leri enjekte etmek gerekli olabilir. Bu asal NP'ler aracılığıyla bitkilere yeni besin madde aktarma yaklaşımının araştırılmasını ve uygulanmasını desteklemek için daha kuvvetli ve özel çalışmalar gerekmektedir (Ming ve Allen, 2001).

#### 1.5. Bitki Gelişimini Teşvik Edici Diğer Nanopartiküller

Diğer bazı nanopartikül türlerinin bitki gelişimine olumlu etki yapan önemli besin elementlerini içermemesine rağmen, bitki büyümesini bir dereceye kadar geliştirebileceğini gösteren birkaç rapor bulunmaktadır. Bu çalışmaların bazıları TiO<sub>2</sub> nanopartiküller (Ti-NP'leri) ve karbon nanotüpler (CNT'ler)'dir (Yang ve ark., 2007).

#### 1.6. Nanopartiküler Titanyum Dioksit İçeren Gübreler

Bitkilere mutlak gerekli veya bazı bitkilere yararlı besin elementleri arasında titanyum yoktur. Diğer bir ifade ile titanyum bitki beslemede olmazsa olmaz bir besin maddesi değildir. Çoğu toprakta genellikle %0,1-%0,9 arasında değişen yüksek Ti seviyeleri ve toprak çözeltilerinde ortalama 0,03 mg Ti L<sup>-1</sup> bulunur (Kabata-Pendias ve Pendias, 1984). Ancak, Ti-NP uygulamasının (güneş ışığına maruz kalma üzerine) bitki-fotosentezinin etkinliğini artırabileceğini; bitki-enzim aktivitesini arttırabileceği ve havada N<sub>2</sub>'nin kimyasal olarak fiksasyonu ile bitkilere daha fazla N besin sağlayan bitki büyümesini dolaylı olarak arttırabileceğine ilişkin bulgular vardır (Yang ve ark., 2007; Gao ve ark., 2008; Su ve ark., 2009).

Örneğin, Yang ve ark. (2007) ıspanak (*Spinacia oleracea*) tohumlarını 2.5 g Ti-NP L<sup>-1</sup> solüsyonunda 2 gün süreyle ıslatmışlar ve bunları inert bir büyüme ortamında ekmişlerdir. Çözelti, daha sonra çimlendirilmiş fidanlar üzerinde 35 gün boyunca haftada bir kez bir serada yapraklara püskürtülmüştür. Sonuçlar, bitkilerin taze ve kuru ağırlıklarının, kontrollere oranla (TiO<sub>2</sub> olmadan veya toplu TiO<sub>2</sub> muamelesi ile) yaklaşık 2 kat fazla olduğunu göstermiştir. Yapraklardaki toplam N, klorofil ve protein içerikleri sırasıyla %23, %34 ve %13 artış göstermiştir.

Gao ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar gözlemlenmiştir. Uygulamalar on kat daha düşük 0.3 g Ti-NP L<sup>-1</sup> konsantrasyonunda gerçekleştirilmiştir. Song ve ark. (2012), 7 günlük bir sürede 0.5 g L<sup>-1</sup> Ti-NP'lerin fasulye (*Lemna minor*)'nin uzamasını 2,5 kattan fazla ve taze ağırlığı da 2 kat arttırdığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde düşük konsantrasyonlarda bir SiO<sub>2</sub> ve TiO<sub>2</sub> NP'ler karışımı, soya fasulyesinin rizosferinde nitrat redüktaz aktivitesini arttırdığı ve dolayısıyla soya fasulyesinin çimlenmesi ve büyümesini hızlandırdığını bildirmişlerdir (Lu ve ark., 2002). TiO<sub>2</sub>-NP, morötesi ışın altında etkili bir foto-katalizör olup, organik bileşiklerin ayrışması ve güneş enerjisi kullanılarak bir yakıt olarak H<sub>2</sub> üretimi de dahil olmak üzere, fotokatalitik uygulamalar için kapsamlı olarak incelenmiştir (Gupta ve Tripathi, 2011). Uygun konsantrasyonlarda Ti-NP'lerin yapraktan uygulanmasının, bitki fotosentezinin ve ilgili fizyolojik etkinliklerini arttırarak bitki büyümesini teşvik edebileceği ortaya konmuştur. Bununla birlikte, bitki büyümesinin iyileştirilmesinde Ti-NP'lerin saf kimyasal reaksiyonlarının (foto-kataliz) bitkinin biyokimyasal süreçleri ile nasıl koordine olduğunu veya olmadığını gösteren ayrıntılı çalışmalar veya kanıtlara ihtiyaç vardır. Tohum çimlenmesi üzerine de Ti-NP'lerin negatif etkileri bildirilmiştir (Castiglione ve ark., 2011).



### 1.7. Nanopartiküler Boyutta Kapsüllenmiş Karbon Materyalleri (CNT)

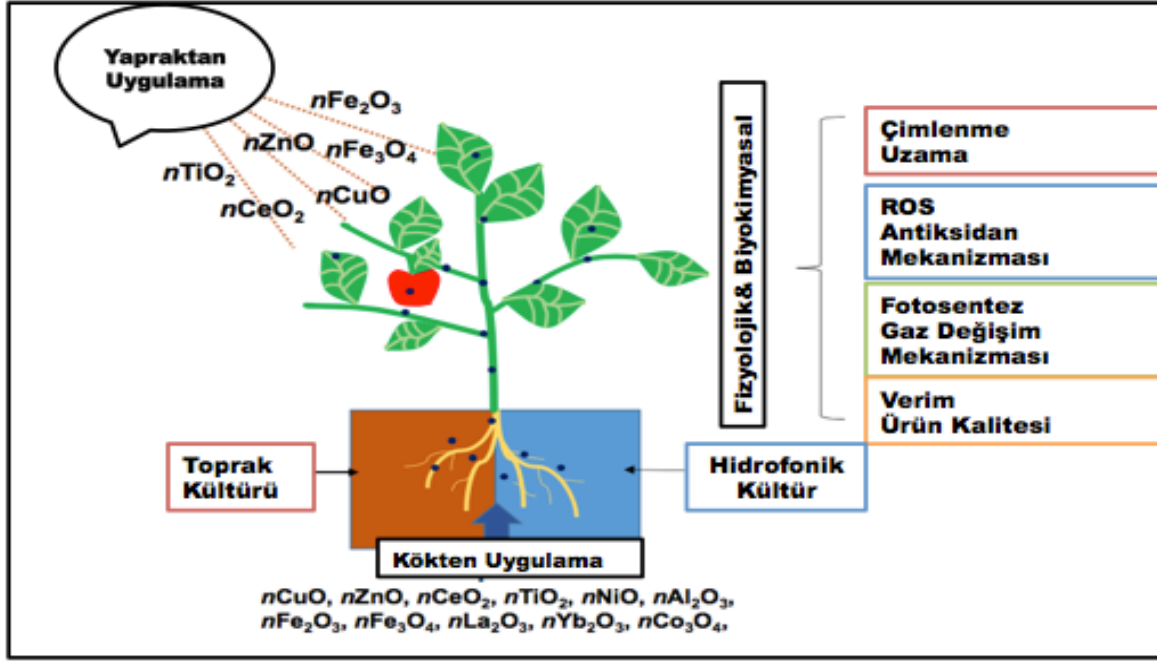
Yapılan bazı çalışmalarda düşük dozlarda CNT'lerin tohum çimlenmesi ve bitki büyümesini uyarabileceği belirtilmiştir. Lin ve Xing (2007), 2 g L<sup>-1</sup> olacak şekilde çok katmanlı CNT'lerin uygulamasının mısırın çimlendirilmiş tohumlarının 5 günlük inkübasyonu ile kök uzunluğunu kontrole kıyasla arttırdığını bildirmişlerdir. Ancak, turp, marul veya salatalık tohumlarında hiçbir olumlu sonuç alınmazken benzer şekilde, çimlenmiş soğan (*Allium cepa*) ve hıyar (*Cucumis sativus*) tohumlarının kök büyümesi, 48 saatlik bir inkübasyon süresince 0.16, 0.9 ve 5 g L<sup>-1</sup>'de (Canas ve ark., 2008) tek duvarlı CNT'lere maruz bırakılması sonucu arttırdığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, aynı koşullar altında, CNT'ler lahana tohumları (*Brassica oleracea*) veya havuç (*Daucus sativus*) üzerinde önemsiz etkilere sahipken çimlendirilmiş domates tohumlarının kök gelişimini engellediği bildirilmiştir. Daha yakın zamanlarda, her iki tip CNT'nin de tohum çimlenme yüzdesini arttırdığı domates, soya fasulyesi ve mısırın fide büyümesini arttırdığını bildirmişlerdir (Khodakovskaya ve ark., 2013; Lahiani ve ark., 2013; Villagarcia ve ark., 2012). Örneğin, Khodakovskaya ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, suya ve aktif karbon uygulamasına karşılık gelen kontrollere tabi tutulanların her ikisine kıyasla, 50 mg L<sup>-1</sup> CNT'lerin uygulanmasının domates verimini iki kat arttırdığını bildirmişlerdir. Yazarlar, domates bitkilerinde su kanal proteinlerinin ekspresyonunu ve büyümesini hızlandırmak (Hodakovskaya ve ark., 2013; Villagarcia ve ark., 2012), dolayısıyla bitki su alımını ve kullanım verimliliğini arttırmak için, CNT kullanılmasını önermişlerdir. CNT'lerin bitkiler üzerindeki büyüme uyarıcı işlev görmesi konusunda önemli ve umut verici bir yaklaşım olduğu bildirilmiştir. Bu CNT'lerin soya fasulyesi ve mısır gibi önemli bazı tarla bitkilerinin verimleri üzerindeki etkilerini incelemek için daha fazla alan araştırması yapılması gerekmektedir (Khodakovskaya ve ark., 2013).

Genel olarak bakacak olursak, bitkilerde tek duvarlı karbon nanotüpler (SWCNT'ler) ve çok duvarlı karbon nanotüpler (MWCNT'ler) bitkinin çeşitli fizyoloji ve biyokimyasını etkiler. Tek duvarlı karbon nanotüpleri (SWCNT'ler), kök gelişimini bitkinin türüne bağımlı olacak bir şekilde etkiler (Canas ve ark., 2008). Khodakovskaya ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, karbon bazlı tüm nanopartiküllerin, bitki genlerinin ekspresyon düzeyini potansiyel olarak değiştirebileceğine işaret etmiştir. Örneğin, SWCNT'ler domateslerde stres tepkilerine katılan genlerin ekspresyonunu etkiler, bu da bitki gelişimini kontrol etmek için kontrol edilebilir bir özelliktir (Lahiani ve ark., 2015). Karbon tabanlı NM'ler tarafından indüklenen mısır (*Zea mays*) hücre duvar matrisinde katyonik değişim biyokimyasal değişiklikler gibi bazı iyonlarda redoks modifikasyonlarını etkiler (Tiwari ve ark., 2014).

### 1.8. Nanopartiküler Besin Elementlerinin Bitki Bünyesine Alınımı ve Kullanım Alanları

Bitki sistemlerinde nanopartiküler olmayan besin elementleri gibi, NP'lerin alınması ve taşınması için de iki doğrulanmış yol vardır: kökten yaprak-meyvelere veya yapraktan-köklere doğru taşınmadır (Ma ve ark., 2015a). Şekil 2'de gösterildiği gibi, bir taraftan, kökten yaprak-meyve yoluna yapılan çalışmalar, hidrofonik (Hernandez-Viezcas ve ark., 2016) ya da toprak kültürü (Rico ve ark., 2015a) yöntemleri yoluyla gerçekleştirilir ve bildirilen NP'lerin translokasyonu fideler (Servin ve ark., 2012) veya olgun yumrularından başlar (Ghodake ve ark., 2011). Yapılan bazı çalışmalarda, NP'lerin apoplastik yollarla kökün endodermisi tarafından absorbe edilebileceğini ve daha sonra simplastik yollarla vasküler silindire transfer edilebileceğini göstermektedir (Zhao ve ark., 2012b).

NP'lerin bitki kökünden, yaprağa veya meyveye yer değiştirmesi, ksilem veya filoem yoluyla oluşabilir (Hernandez-Viezcas ve ark., 2013; Servin ve ark., 2013; Zhao ve ark., 2014). Öte yandan, yapraktan köke doğru olan yollar, NP'lerin stoma yoluyla nüfuz etmesini veya NP'lerin sıkışmasını kapsar ve saplara yeniden dağılır (Hong ve ark., 2014; Larue ve ark., 2014). NP'lerin bitkiye alınımında, her iki yolda araştırmacılar tarafından fizyolojik parametreler (çimlenme oranı, uzama ve su içeriği gibi), antioksidan aktiviteleri (enzimler, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> seviyesi ve lipid peroksidasyonu gibi), tarımsal parametreleri mikro-makro element değerleri, gıda kalitesi ve fotosentetik parametreler (klorofil içeriği, kloroplast sayısı ve fotosentetik oran gibi) olarak değerlendirilmiş ve farklılıklar gözlemlenmiştir.

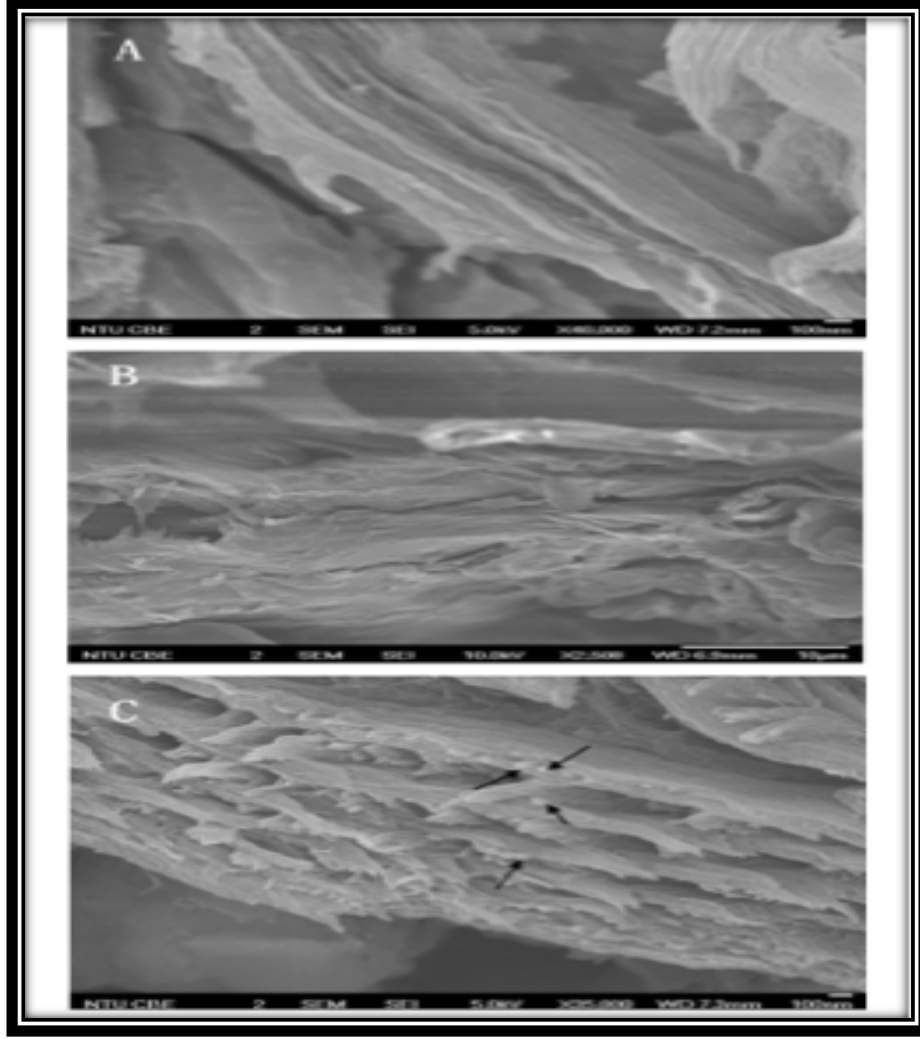


Şekil 2. Farklı ortam ve uygulamaların nanopartiküllerin taşınımı konusunda bitkinin fiziksel ve biyokimyasal içerikleri üzerine etkisi (Zhao ve ark., 2012b).

NP'lerin bitki dokularındaki birikimi hakkında, iletim elektron mikroskopisi (TEM) (Du ve ark., 2011), taramalı elektron mikroskopisi-SEM (Bandyopadhyay ve ark., 2015), konfokal mikroskopi (Xanes) yakınında X-ışını emilimi (Hernandez-Viezcas ve ark., 2012b), iki foton uyarım mikroskobu (Wild ve Jones, 2009), mX-ışını flüoresansı (Servin ve ark., 2013) ve uzatılmış X-ışını emme ince yapısı (Lv ve ark., 2015) ve diğer teknikler kullanılarak bilgiler vermişlerdir.

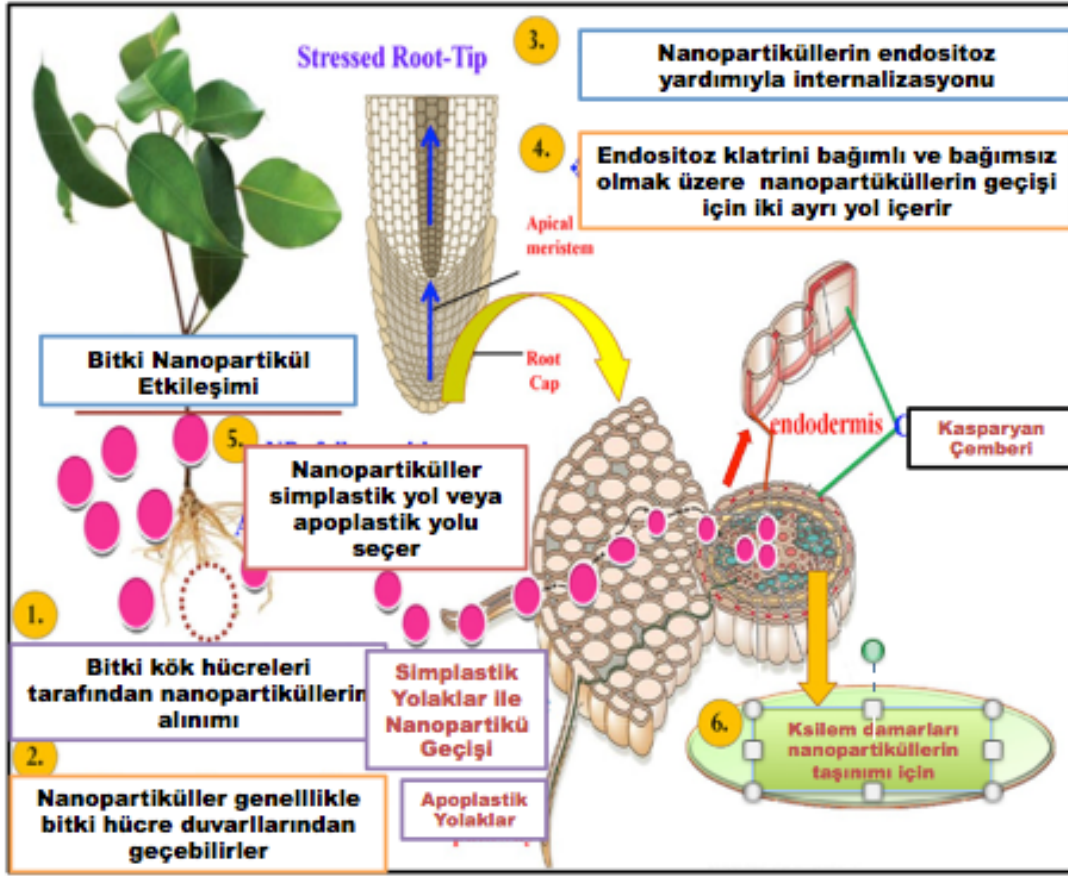
Şekil 3' de görüldüğü gibi sonuçlar, ZnO-NP'ler topraktaki inkübasyondan bir saatlik periyot boyunca nano-formda tespit edilmemiştir. Nano-ZnO ve nano-CuO nano-partiküllerinin formunu muhafaza etmek yerine çözünür tuzlara biyotransformasyon yaptığını göstermiştir. Börülce (*Vigna unguiculata*) (Wang ve ark., 2013a), buğday (*Triticum aestivum*) soya fasulyesi (*Glisin max*) (Hernandez-Viezcas ve ark., 2013) ve mısır (*Zea mays*) dokuları ile (Lv ve ark., 2015) benzer bir etki gözlemlenmiştir.

Bitkilerle temas halinde olan nanopartiküller Şekil 4'deki gibi kök epidermisinin hücre duvarına ve hücre zarına nüfuz eder. Bitki vasküler demetine (ksilem) girmek için karmaşık bir olaylar dizisiyle stelize yapraklara translokasyon yapmak üzere simplastığe geçer. Bununla birlikte, bozulmamış hücre zarını geçmek için NP, hücre zarındaki gözeneklerle hareket eder ve bu da, nanomateryalin alınımının boyuta özel olduğunu gösterir (Ma ve ark., 2010a, 2010b; Rico ve ark., 2011). NP'ler stele ulaşmadan önce endodermis apoplastı yoluyla pasif olarak entegre edilir .



Şekil 3. *S. tabernaemontani* kök yüzeyindeki ZnO NP'ler, Zn<sup>2+</sup> iyon birikiminin SEM görüntüleri (A) kontrol; (B) 1.000 mg Zn<sup>2+</sup> L<sup>-1</sup> ve (C) 1.000 mg ZnO NP'ler L<sup>-1</sup> (Bandyopadhyay ve ark., 2015).

Ksilem, nanopartiküllerin dağılımı ve translokasyonunda en önemli araçtır. NP'lerin alımın mekanizması, genel olarak, sinyal verme, geri dönüşüm ve plazma zarının regülasyonu gibi birkaç hücresel işlemi içeren bir aktif aktarım mekanizması olarak düşünülür. Birçok çalışmada, bitki hücre duvarının yalnızca seçilen nano parçacıkların gözeneklerden geçmesini kolaylaştıran yarı geçirgen bir bariyer gibi davrandığı gözlenmiştir (Lin ve ark., 2009a-2009b; Chen ve ark., 2003). Nanopartikülün hücre içine girişi, hücre süspansiyonu ortamında farklılaşır. Burada, vakuoldaki endositoz, plazma zarından oluşan vesiküller yoluyla apoplast yoluyla olur (Chen ve ark., 2003). Örneğin, yonca (*Medicago sativa*) hücrelerinde, nanopartiküllerin (CdSe/ZnS) birikimi, özellikle sitoplazmada ve çekirdekte meydana gelir. Tohumda, nanopartiküller sıvı solüsyonun kotiledona difüzyonuna yardımcı olan parenkimal hücreler arası boşluklardan geçebilir (Van Dongen ve ark., 2003; Lee ve ark., 2010; Ma ve ark., 2010a,b). Lee ve ark. (2010), SiO<sub>2</sub>NP'lerin ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>NP'lerin Fare Kulağı Teresi'nin (*Arabidopsis thaliana*) çimlenmesini ve büyümesini etkilemediğini, ZnONP'lerin çimlenmesini engellediğini öne sürmüşlerdir. Çekirdekte, nanoparçacıkların girişini düzenleyen başka bir yapı akuaporin varlığı gözlemlenmiştir (Khodakovskaya ve ark., 2009). Hidroelektrik iletkenlik farkı, hücre duvarı gözenek boyutu vb. gibi bitki türleri arasındaki çeşitli fiziko-kimyasal değişimler, nanoparçacıkların taşınması ve birikimine etki edebilir. Son zamanlarda, molekül/iyon toplama ve translokasyon kinetiğinin anlaşılmasında çok ilerleme kaydedilmiş ve üretilen NP'lerin bu toplama, translokasyon ve aglomerasyon kinetiğini izlemek için genişletilebilmiştir. NM'lerin alımının ve translokasyonunun şekil, boyut ve kompozisyona bağlı olduğu görülmektedir.



Şekil 4. Kökleri vasıtasıyla nanopartiküllerin bitki bünyesine alım süresince oluşan akış şeması (Ma ve ark., 2010a).

### 1.9. Farklı Dozlarda Uygulanan Nanomateryallerin Bitkiler Üzerinde Kritik Toksik Etkileri

Raliya ve ark. (2015), ZnO (<50 nm) nanopartiküllerini domates bitkisine 10, 100, 250, 500, 750, 1.000 mg L<sup>-1</sup> olacak şekilde topraktan uygulama yapmışlar, 66 gün süren deneme sonucunda 750 mg L<sup>-1</sup>'ye kadar olan dozlarda çimlenme, kök gelişimi ve toprak üstü aksamalarının gelişiminin kontrole göre arttığını gözlemlemişlerdir. Fakat 1.000 mg L<sup>-1</sup>'de kök gelişimi, çimlenme ve toprak üstü aksamaların gelişiminin kontrole göre olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir.

Mukherjee ve ark. (2014), ZnO (<10 nm) nanopartiküllerini 125, 250, 500 mg L<sup>-1</sup> olacak şekilde yeşil bezelyeye topraktan uygulayarak 25 günlük süre sonucunda 500 mg L<sup>-1</sup> uygulamasının klorofil içeriğini %77 oranında azalttığını gözlemlemişlerdir.

Lee ve ark. (2013a), ZnO (<50 nm) ve CuO nanopartikülleri karışımını 50, 500, 2.000, 4.000 mg L<sup>-1</sup> olacak şekilde karabuğday köklerine uygulamış, 7 günlük süre sonucunda 2.000 ve 4.000 mg L<sup>-1</sup> uygulamasının kök uzunluğunu ve biyokütlesini azalttığını gözlemlemişlerdir.

Servin ve ark. (2013), TiO<sub>2</sub> (< 27 nm) nanopartikülleri 250, 500, 750 mg L<sup>-1</sup> olacak şekilde bibere topraktan uygulamışlar ve 90 günlük sürede CAT aktivitesinin arttığını, 500 mg L<sup>-1</sup> uygulamasının APX aktivitesini azalttığını gözlemlemiştir.

## 2. Sonuç ve Öneriler

Bitkiler için öneme sahip olan bitki besin elementlerinin bitkilerce alım formlarının nanomateryal şeklinde uygulanması ile bitkinin ihtiyacı olan besin elementlerinden maksimum düzeyde istifade edebileceği öngörülmektedir. Nanomalzemelerin geniş spesifik yüzey alanları sayesinde toprak kolloidleri tarafından tutunma potansiyelleri artarak, yıkanıp uzaklaşma riskinin de düşürüleceği öngörülmektedir. En önemli faktörlerden biri de konvansiyonel gübrelerin maliyeti ve aşırı dozda uygulanması çevresel risk potansiyeli oluşturmaktadır. Fakat nanomateryallerin bu gübrelere göre daha

düşük miktarda kullanımları ile hem maliyetlerin düşmesine hem de risk etmenlerinin minimize edilmesine neden olacaktır. Nanomalzemeler içerisine kapsüllenmiş elementler bitkiye direk kayba maruz kalmadan ulaşacaktır.

Tüm bu bilgilerin ışığında günümüz teknolojisinden faydalanarak doğru ve ilkeli modelleri tarıma entegre etmek biz bilim insanlarının en büyük sorumluluğudur. Bu derleme makale henüz bakir olan bu alanda çalışmak isteyen ve çalışmış olan bilim insanlarına ışık tutacak ve düşünce altyapısı oluşturacak potansiyele sahiptir.

## Kaynakça

- Ahmad M.A., Nida S., Monther M. T., (2019). Effect of Nano Technology in Combination with Soil Solarization to Control Panama Disease of Banana in Jordan Valley. *Yüz.Yıl Üni.Tar. Bil. Der.* 29 / (Mayıs 2019): 16-23 . <https://doi.org/10.29133/yyutbd.466531>.
- Bandyopadhyay, S., Plascencia-Villa, G., Mukherjee, A., Rico, C.M., Jose -Yacama n, M., Peralta-Videa, J.R., & Gardea-Torresdey, J.L. (2015). Comparative phytotoxicity of ZnO NPs, bulk ZnO, and ionic zinc onto the alfalfa plants symbiotically associated with *Sinorhizobium meliloti* in soil. *Sci. Total Environ.*, 515-516, 60-69.
- Batsmanova, L.M, Taran, N.Y., Gonchar, O.M., Lopatko, K.G.,, Patyka, M.V., & Volkogon, M.V. (2014). The effect of colloidal solution of molybdenum nanoparticles on the microbial composition in rhizosphere of *Cicer arietinum* L. *Nanoscale Res. Lett.*9, 289.
- Batsmanova, L.M., Gonchar, L.M., Taran, N.Y., & Okaneneko, A.A. (2013). *Using a colloidal solution of metal nanoparticles as micronutrient fertilizer for cereals*. Proceedings of the International Conference Nanomaterials: Applications and Properties.
- Castiglione, M.R., Giorgetti, L., Geri, C., & Cremonini, R. (2011). The effects of nano-TiO<sub>2</sub> on seed germination, development and mitosis of root tip cells of *Vicia narbonensis* L. and *Zea mays* L. *J. Nanoparticle Res.* 13, 2443–2449.
- Chen, W.S. (1991). Changes in cytokinins before and during early flower bud differentiation in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.). *Plant Physiology*, 96, 1203- 1206.
- Dağhan, H. (2017). Nano-Gübreler. *Turk J Agric Res.*, 4(2), 197-203
- Delfani, M., Firouzabadi, M.B., Farrokhi, N., & Makarian, H. (2014). Some physiological responses of black-eyed pea to iron and magnesium nanofertilizers. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 45, 530–540.
- Du, W.C., Sun, Y.Y., Ji, R., Zhu, J.G., Wu, J.C., & Guo, H.Y. (2011). TiO<sub>2</sub> and ZnO nanoparticles negatively affect wheat growth and soil enzyme activities in agricultural soil. *J. Environ. Monit.* 13 (4), 822-828.
- Gao, F., Liu, C., Qu, C., Zheng, L., Yang, F., Su, M., et al. (2008). Was improvement of spinach growth by nano-TiO<sub>2</sub> treatment related to the changes of Rubisco activase? *Biometals* 21, 211–217.
- Ghafariyan, M.H., Malakouti, M.J., Dadpour, M.R., Stroeve, P., & Mahmoudi, M. (2013). Effects of magnetite nanoparticles on soybean chlorophyll. *Environ. Sci. Technol.* 47, 10645–10652.
- Ghodake, G., Seo, Y.D., & Lee, D.S. (2011). Hazardous phytotoxic nature of cobalt and zinc oxide nanoparticles assessed using *Allium cepa*. *J. Hazard. Mater.* 186, 952-955.
- Güneş, A., Alpaslan, M., & İnal, A., (2007). *Bitki Besleme ve Gübreleme*. Ankara Üniv., Ziraat Fak. Ders Kitabı, Ankara Üniv. Basımevi, Ankara.
- Gupta, S.M., & Tripathi, M. (2011). A review of TiO<sub>2</sub> nanoparticles. *Chin. Sci. Bull.* 56, 1639–1657.
- Hernandez-Viezcas, J.A., Castillo-Michel, H., Andrews, J.C., Cotte, M., Rico, C., Peralta- Videa, J.R. & Gardea-Torresdey, J.L. (2013). In situ synchrotron X-ray fluorescence mapping and speciation of CeO<sub>2</sub> and ZnO nanoparticles in soil cultivated soy- bean (*Glycine max*). *ACS Nano* 7, 1415-1423.
- Hershey, D.R., Paul, J.L., & Carlson, R.M., (1980). Evaluation of potassium-enriched clinoptilolite as a potassium source for potting media. *HortSci.* 15, 87–89.
- Hong, J., Peralta-Videa, J.R., Rico, C., Sahi, S., Viveros, M.N., Bartonjo, J., Zhao, L.J., & Gardea-Torresdey, J.L. (2014). Evidence of translocation and physiological impacts of foliar applied CeO<sub>2</sub> nanoparticles on cucumber (*Cucumis sativus*) plants. *Environ. Sci. Technol.* 48, 4376-4385.

- Khodakovskaya, M.V., de Silva, K., Nedosekin, D.A., Dervishi, E., Biris, A.S., Shashkov, E.V., Galanzha, E.I., & Zharov, V.P. (2011). Complex genetic, photothermal, and photoacoustic analysis of nanoparticle-plant interactions. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 108 (3), 1028-1033.
- Lahiani, M.H., Chen, J., Irin, F., Poretzky, A.A., Green, M.J. & Khodakovskaya, M.V. (2015). Interaction of carbon nanohorns with plants: uptake and biological effects. *Carbon* 81, 607e619.
- Lee, W., An, Y., Yoon, H., & Kweon, H. (2008). Toxicity and bioavailability of copper nanoparticles to the terrestrial plants mung bean (*Phaseolus radiatus*) and wheat (*Triticum aestivum*): plant agar test for water-insoluble nanoparticles. *Environ. Toxicol. Chem.* 27, 1915–1921.
- Lin, D., & Xing, B. (2007). Phytotoxicity of nanoparticles: inhibition of seed germination and root growth. *Environ. Pollut.* 150, 243–250.
- Lin, D., & Xing, B. (2008). Root uptake and phytotoxicity of ZnO nanoparticles. *Environ. Sci. Technol.* 42, 5580–5585.
- Liu, R., & Lal, R., 2014. Synthetic apatite nanoparticles as a phosphorus fertilizer for soybean (*Glycine max*). *Sci. Rep.* 4, 5686–5691.
- Liu, R., Zhang, H., & Lal, R. (2016). Effects of stabilized nanoparticles of copper, zinc, manganese, and iron oxides in low concentrations on lettuce (*Lactuca sativa*) seed germination: nanotoxicants or nanonutrients? *Water Air Soil Pollut.*, 227, 42.
- Liu, X., Zhang, D., Zhang, S., He, X., Wang, Y., Feng, Z., et al. (2005). Responses of peanut to nanocalcium carbonate. *J. Plant. Nutr. Fert. (Chin.)* 11, 385–389.
- Liu, Y., Laks, P., & Heiden, P. (2002). Controlled release of biocides in solid wood. I. Efficacy against brown rot wood decay fungus (*Gloeophyllum trabeum*). *J. Appl. Polym. Sci.* 86, 596–607.
- Lopez-Moreno, Hernandez-Viezcas, J.A., Castillo-Michel, H.A., M., Peralta-Videa, J.R., & Gardea-Torresdey, J.L. (2016). Interactions between CeO<sub>2</sub> nanoparticles and the desert plant mesquite: a spectroscopy approach. *ACS Sustain. Chem. Eng.* 4 (3), 1187-1192.
- Lv, J., Zhang, S., Luo, L., Zhang, J., Yang, K., Christie, P. (2015). Accumulation, speciation and uptake pathway of ZnO nanoparticles in maize. *Environ. Sci. Nano* 2, 68-77.
- Ma, C.X., White, J.C., Dhankher, O.P., & Xing, B. (2015a). Metal-based nanotoxicity and detoxification pathways in higher plants. *Environ. Sci. Technol.* 49 (12), 7109-7122.
- MacKown, C.T. & Tucker, T.C. (1985). Ammonium nitrogen movement in a coarse-textured soil amended with zeolite. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49, 235–238.
- Mahajan, P., Dhoke, S.K. & Khanna, A.S. (2011). *Effect of Nano-Zno Particle Suspension on Growth of Mung (Vigna radiata) and Gram (Cicer arietinum) Seedlings Using Plant Agar Method.* *J. Nanotechnol.* 7 pp (Article ID 696535).
- Malekian, R., Abedi-Koupai, J., & Eslamian, S.S. (2011). Influences of clinoptilolite and surfactant-modified clinoptilolite zeolite on nitrate leaching and plant growth. *J. Hazard. Mater.*, 185: 970–976.
- Ming, D.W., & Allen, E.R. (2001). *Use of Natural Zeolites in Agronomy, Horticulture, and Environmental Soil Remediation.* In: Bish, D.L., Ming, D.W. (Eds.), *Natural Zeolites: Occurrence, Properties, Applications* vol. 45. Mineralogical Soc. Am., Chantilly, pp. 619–654.
- Mukherjee, A., Peralta-Videa, J.R., Bandyopadhyay, S., Rico, C.M., Zhao, L., & Gardea-Torresdey, J.L., (2014). Physiological effects of nanoparticulate ZnO in green peas (*Pisum sativum* L.) cultivated in soil. *Metallomics* 6, 132-138.
- Mukherjee, A., Sinha, I., & Das, R. (2015). *Application of nanotechnology in agriculture: Future prospects.* Outstanding Young Chemical Engineers (OYCE) Conference, March 13-14, *DJ Sanghvi College of Engineering*, Mumbai, India.
- Musante, C. & White, J.C. (2012). Toxicity of silver and copper to *Cucurbita pepo*: differential effects of nano and bulk-size particles. *Environ. Toxicol.* 27, 510–517.
- Naderi, M., Danesh Shahraki, A.A., & Naderi, R. (2011). Application of nanotechnology in the optimization of formulation of chemical fertilizers. *Iran J. Nanotech.* 12, 16–23.
- Nair, R., Varghese, S.H., Nair, B.G., Maekawa, T., Yoshida, Y. & Kumar, D.S. (2010). Nanoparticulate material delivery to plants. *Plant Sci.* 179, 154–163.
- Nekrasova, G.F., Ushakova, O.S., Ermakov, A.E., Uimin, M.A. & Byzov, I.V. (2011). Effects of copper(II) ions and copper oxide nanoparticles on *Elodea densa* Planch. *Russ. J. Ecol.* 42, 458–463.

- Pradhan, S., Patra, P., Das, S., Chandra, S., Mitra, S., Dey-Kumar, K., Akbar, S., Palit, P. & Goswami, A. (2013). Photochemical Modulation of Biosafe Manganese Nanoparticles on *Vigna radiata*: A Detailed Molecular, Biochemical, and Biophysical Study. *Environ. Sci. Technol.* 47(22) 13122-13131
- Raikova, O.P., Panichkin, L.A., & Raikova, N.N. (2006). *Studies on the Effect of Ultrafine Metal Powders Produced by Different Methods on Plant Growth and Development*. Nanotechnologies and Information Technologies in the 21st Century. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, 108–111.
- Raliya, R., Nair, R., Chavalmane, S., Wang, W.N., & Biswas, P. (2015). Mechanistic evaluation of translocation and physiological impact of titanium dioxide and zinc oxide nanoparticles on the tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plant. *Metallomics* 7, 1584e1594.
- Reynolds, G.H. (2002). Forward to the future nanotechnology and regulatory policy. *Pac. Res. Inst.* 24, 1–23.
- Rico, C.M., Majumdar, S., Duarte-Gardea, M., Peralta-Videa, J.R., & Gardea-Torresdey, J.L. (2011). Interaction of nanoparticles with edible plants and their possible implications in the food chain. *J. Agric. Food Chem.* 59, 3485-3498.
- Rico, C.M., Peralta-Videa, J.R., Gardea-Torresdey, J.L., 2015b. Chemistry, biochemistry of nanoparticles, and their role in antioxidant defense system in plants. *Nanotechnol. Plant Sci.* 1-17. Springer International Publishing.
- Roco, M.C. (2003). Nanotechnology: convergence with modern biology and medicine. *Curr. Opin. Biotechnol.* 14, 337e346.
- Scott, N., & Chen, H. (2003). Nanoscale Science and Engineering for Agriculture and Food Systems. A Report Submitted to Cooperative State Research, Education and Extension Service. USDA. National Planing Workshop, Washington.
- Selivanov, V.N., Zorin, E.V., 2001. Sustained Action of ultrafine metal powders on seeds of grain crops. *Perspekt. Materialy* 4, 66–69.
- Servin, A., Elmer, W., Mukherjee, A., De La TorreRoche, R., Hamdi, H., White, J.C., Bindraban, P., & Dimkpa, C. (2015). A review of the use of engineered nanomaterials to suppress plant disease and enhance crop yield. *Journal of Nanoparticle Research*, 17, 92-113.
- Servin, A.D., Morales, M.I., Castillo-Michel, H., Hernandez-Viezas, J.A., Munoz, B., Zhao, L.J., Nunez, J.E., Peralta-Videa, J.R. & Gardea-Torresdey, J.L. (2013). Synchrotron verification of TiO<sub>2</sub> accumulation in cucumber fruit: a possible pathway of TiO<sub>2</sub> nanoparticle transfer from soil into the food chain. *Environ. Sci. Technol.* 47 (20), 11592e11598.
- Shah, V., & Belozeroval, I. (2009). Influence of metal nanoparticles on the soil microbial community and germination of lettuce seeds. *Water Air Soil Pollut.* 197, 143–148.
- Singh, M.D., Chirag, G., Prakash, P.O., Mohan, M.H., Prakasha, G., & Vishwajith, (2017). Nano fertilizers is anew way to increase nutrients use efficiency in crop production. *International Journal of Agriculture Sciences*, 9(7), 3831-3833.
- Sohrab, D., Tehranifara, A., Davarynejada, G., Abadifab, J., Khorasani, R., Effects of foliar applications of zinc and boron nano-fertilizers on pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani) fruit yield and quality. *Scientia Horticulturae*, 210 (2016), 57–64
- Song, G., Gao, Y., Wu, H., Hou, W., Zhang, C., & Ma, H. (2012). Physiological effect of anatase TiO<sub>2</sub> nanoparticles on *Lemna minor*. *Environ. Toxicol. Chem.* 31, 2147–2152.
- Stampoulis, D., Sinha, S.K., White, J.C. (2009). Assay-dependent phytotoxicity of nanoparticles to plants. *Environ. Sci. Technol.* 43, 9473–9479.
- Su, M., Liu, H., Liu, C., Qu, C., Zheng, L., & Hong, F. (2009). Promotion of nano-anatase TiO<sub>2</sub> on the spectral responses and photochemical activities of D1/D2/Cyt b559 complex of spinach. *Spectrochim. Acta A* 72, 1112–1116.
- Subramanian, K.S., Manikandan, A., Thirunavukkarasu, M., & Sharmila Rahale, C. (2015). *Nano-Fertilizers for Balanced Crop Nutrition*. In: Rai, M., Ribeiro, C., Mattoso, L., Duran, N. (Eds.), *Nanotechnologies in Food and Agriculture*. Springer Int. Publishing, Switzerland, pp. 69–80.
- Tiwari, D.K., Dasgupta-Schubert, N., Villasenor-Cendejas, L.M., Villegas, J., Carreto-Montoya, L., Borjas-Garcia, S.E. (2014). Interfacing carbon nanotubes (CNT) with plants: enhancement of growth, water and ionic nutrient uptake in maize (*Zea mays*) and implications for nanoagriculture. *Appl. Nanosci.* (4), 577-591.

- Wang, P., Menzies, N.W., Lombi, E., McKenna, B.A., Johannessen, B., Glover, C.J., Kappen, P., Kopittke, P.M. (2013a). Fate of ZnO nanoparticles in soils and cowpea (*Vigna unguiculata*). *Environ. Sci. Technol.* 47, 13822e13830.
- Wiesner, M.R., Lowry, G.V., Alvarez, P., Dionysion, D. & Biswas, P. (2006). Assessing the risks of manufactured nanomaterials. *Environ. Sci. Technol.* 40, 4336–4345.
- Wild, E., & Jones, K.C. (2009). Novel method for the direct visualization of in vivo nanomaterials and chemical interactions in plants. *Environ. Sci. Technol.* 43, 5290-5294.
- Yang, F., Liu, C., Gao, F., Su, M., Wu, X., Zheng, L., et al. (2007). The improvement of spinach growth by nano-anatase TiO<sub>2</sub> treatment is related to nitrogen photoreduction. *Biol. Trace Elem. Res.* 119, 77–88.
- Zhao, L., Peralta-Videa, J.R., Rico, C.M., Hernandez-Viezcas, J.A., Sun, Y., Niu, G., et al. (2014). CeO<sub>2</sub> and ZnO nanoparticles change the nutritional qualities of cucumber (*Cucumis sativus*). *J. Agric. Food Chem.* 62, 2752–2759.
- Zhao, L.J., Peralta-Videa, J.R., Ren, M., Varela-Ramirez, A., Li, C., Hernandez- Viezcas, J.A., Aguilera, R.J. & Gardea-Torresdeya, J.L., (2012b.) Transport of Zn in a sandy loam soil treated with ZnO NPs and uptake by corn plants: electron microprobe and confocal microscopy studies. *Chem. Eng. J.* 184, 1-8.





Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Tarım Bilimleri Dergisi  
(YYU Journal of Agricultural Science)

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Düzeltilme (Erratum)

**A New Edible Macrofungus Record for Turkish Mycobiota**

**Ali KELEŞ\*, Ezelhan ŞELEM, Mustafa Emre AKÇAY, Sedat KESİCİ**

\*Sorumlu yazar e-posta: [alikeles61@yahoo.com](mailto:alikeles61@yahoo.com)

**Article Info**

Received: 26.12.2019  
Accepted: 26.12.2019  
Online Published 31.12.2019

Keleş A., Şelem E.H., Akçay M.E., Kesici S., "A New Edible Macrofungus Record for Turkish Mycobiota", YYÜ TARIM BİL DERG (YYU J AGR SCI), vol.28 (Special issue), pp.224-227, 2018

The article called "A New Edible Macrofungus Record for Turkish Mycobiota", which was published in Journal "YYÜ TARIM BİL DERG (YYU J AGR SCI)", 2018 special issue. We forget to mention the company that Funded our research. We have given the information about this case to be corrected.

**Acknowledgements**

Thanks to Yüzüncü Yıl University, Coordination of Scientific Research Projects for financial support (Project Number FYL-2016-5213).

## YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ YAYIN İLKELERİ\*

1. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 1995 yılında yayın hayatına başlamış bir bilimsel araştırma dergisidir Dergide, tarım bilimleri (Bahçe Bitkileri, Bitki Koruma, Biyosistem Mühendisliği, Gıda Mühendisliği, Peyzaj Mimarlığı, Su Ürünleri Mühendisliği, Tarla Bitkileri, Tarımsal Biyoteknoloji, Tarım Ekonomisi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme, Zootečni) alanında düzenli olarak Mart, Haziran, Eylül ve Aralık aylarında yılda dört sayı yayımlanan uluslararası hakemli bir dergidir.
2. Dergimizde Türkçe ve İngilizce yazılmış Araştırma Makalesi, Teknik Not ve Derlemeler yayımlanır.
3. Yayımlanmak üzere gönderilen makalelerin herhangi bir yerde yayımlanmamış veya yayımlanmak üzere herhangi bir dergiye gönderilmemiş olması zorunludur. On yıldan eski çalışmalar değerlendirilmeye alınmaz.
4. Dergiye yayımlanmak üzere gönderilen bir araştırma makalesi; Başlık, Türkçe ve İngilizce Özet, Giriş, Materyal ve Yöntem, Bulgular, Tartışma ve Sonuç ve Kaynaklar ana başlıkları altında hazırlanmalıdır. Bulgular ve Tartışma kısmı birlikte de yazılabilir.
5. Araştırma Makalesi 2500-5000, Derleme 4.000-7000 ve Teknik Not 1000-2500 kelime sayısı sınırları içerisinde olmalıdır.
6. Derlemeler bilimsel dergilerde yayımlanmış bilimsel yazıların, çalışmaların veya güncel gelişmelerin belirtilen konuda yoğun çalışmaları bulunan deneyimli yazarlarca (sorumlu yazarın derleme konusu ile ilgili Uluslararası hakemli dergilerde en az 5 özgün makaleye sahip olması şartı aranır) yapılan bir sentezi, yorumu ve durum değerlendirmesi şeklinde olmalıdır. Her sayıda basılan makale sayısının en fazla % 10'u kadar derlemeye yer verilir.
7. Araştırma makalesi olarak dergimize gönderilen çalışmalar lisansüstü tezlerden üretilmiş ise bu durum ilk sayfada dipnot olarak verilmelidir.
8. Dergimiz **Açık Kaynak Yayın Politikası** benimsemektedir.
9. Dergimizde yayımlanacak makalelerin bilimsel etik kuralları içerisinde olması gerekmektedir. Makaleler, uluslararası kabul görmüş bilim etik kurallarına uygun olarak hazırlanmalıdır.
10. Etik Kurul Raporu gerekli hallerde (doğrudan/dolaylı olarak hayvan ile ilişkili olan çalışmalar) raporun bir kopyası metin ile birlikte gönderilmelidir.
11. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisine gönderilen makaleler intihal raporu iThenticate yazılımı aracılığıyla kontrol edilir. Makalenin Benzerlik İndeksi (SI) < % 20; Her bir benzerlik oranı (alıntı yapılan her bir kaynak) ise  $\leq$  % 5 olmalıdır. Benzerlik indeksi belirtilen düzeylerin üzerinde ise ilgili yazar/yazarlara makale iade edilir (Bir makale için en fazla 3 benzerlik taraması yapılır). Bu konuda yeterli düzeltmelerin 10 gün içerisinde yapılmaması halinde makale reddedilir. İntihal, makalenin yayımlanmasından sonra ispatlanırsa, o makale derhal web sitesinden çekilecek ve kaldırılacaktır ve ilgili yazar/yazarlar, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisine beş yıl süre ile makale gönderemeyeceklerdir.
12. Makalede yer alan tüm yazarlar, çalışmalarının yayın haklarını Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi'ne verdiklerine dair Telif Hakları Formu'nu imzalamalıdır. Telif Hakkı Formu yazarlar tarafından gönderilmediği sürece çalışma değerlendirmeye alınmaz.
13. Değerlendirme süreci tamamlanan makaleler, geliş tarihi dikkate alınarak yayımlanır. Makaleler yayına hazır hale geldikleri andan itibaren yayımlanması planlanan ilk sayıya eklenirler; ancak tüm makaleler tamamlandıktan sonra ilgili sayı toplu halde yayımlanır.
14. Mizanpaj çalışması sırasında yazar(lar)a gönderilecek olan kontrol ve düzeltme amaçlı gönderilere (matbaa provası), en geç 15 gün içerisinde cevap verilmelidir. Belirtilen sürede cevap vermeyen yazar(lar)ın makaleleri daha sonraki sayıda değerlendirilmek üzere ötelenir.
15. Basımına karar verilen eserde ekleme ve çıkarma yapılamaz. Bir yazarın aynı sayıda sorumlu yazar olarak bir (1), sorumlu yazar olmadan da bir (1) eseri olmak üzere en fazla iki eseri basılabilir. Yayımlanan eserin tüm sorumluluğu yazar(lar)ına aittir.
16. Basım masrafları olarak eser başına 300 TL ya da 60 \$ alınır.

### ESER BAŞVURUSU

#### Makale Hazırlama

1. Dergimizde yayımlanmak üzere gönderilen eserler dergi yazım kurallarına göre hazırlanmalıdır. Yazım ilkelerine uygun olmayan çalışmalar hakem değerlendirme sürecine alınmadan yazarlara iade edilir. **YAZIM KURALLARI VE İLGİLİ ŞABLON için "https://dergipark.org.tr/yyutbd/writing-rules"** web adresine gidiniz.
2. Dergimizde yazım dili Türkçe ve/veya İngilizce olup makale metni anlaşılabilir, yalın ve akıcı bir tarzda ilgili alandaki teknik ifadelerle kaleme alınmalıdır. Gereksiz ve çok bilinen bilgilerden ve gereksiz kaynaklardan kaçınılmalıdır ve daha önce yayımlanmış veri, formül ve sonuçlara atıf yapılarak alıntı yapılmalıdır. Zorunlu ya da istisnai haller dışında 15 yıldan eski kaynak kullanılmamalıdır. Kaynak sayısı her 1000 kelime için 6 adetten fazla olmamalıdır.
3. Kaynaklar bölümündeki dergi isim kısaltmaları "**Web of Science Kısaltmaları**" a uygun düzenlenmelidir. Makaleye özgü veya ilgili alanda kullanılan kısaltmalar, ilk geçen yerde parantezde belirtilmelidir. Tüm makalelerde SI (International System of Units) ölçü birimleri ve ondalık kesir olarak nokta kullanılmalıdır (1,25 yerine 1.25 gibi). Binler basamağını ayırmak için boşluk kullanılmalıdır (100000 yerine 100 000).
4. Baskı için, resimlerin kaliteli kopyaları (JPG veya TIFF formatında 300 dpi) ek dosya olarak gönderilmelidir.
5. Dergi yazım kuralları aynı zamanda baskı formatıdır. Bu nedenle yazım kurallarının yazarlarca dikkatle uygulanması gerekmektedir. Yazım kurallarına uygun olmayan makaleler, yazarlara geri gönderilecektir.

**PUBLICATION GUIDLINES OF  
YUZUNCU YIL UNIVERSITY JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES\***

1. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences* is a scientific research journal that has been published in 1995. Journal of Agricultural Sciences (Agricultural Biotechnology, Agricultural Economics, Animal Science, Biosystems Engineering, Field Crops, Fisheries Engineering, Food Engineering, Horticulture, Landscape Architecture, Plant Protection, Soil Science and Plant Nutrition) is a refereed international journal published four times a year in March, June, September and December.
2. Research articles, technical notes and reviews written in Turkish and English are published in our journal.
3. Articles submitted for publication must not be published elsewhere or sent to any journal for publication. Older studies more than ten years are not accepted to evaluate.
4. A research paper submitted to the journal for publication have following sections; Turkish and English Abstract, Introduction, Material and Method, Results, Discussion and Conclusion and References. Results and Discussions can either be combined into one section.
5. Research Article 2500-5000 words, Reviews 4.000-7000 words and Technical Note must be within the limits of 1000-2500 words.
6. Reviews should include a synthesis, interpretation, and evaluation of previous scientific studies and current developments by experienced authors in the field of research area (the corresponding author of the review should have at least 5 research articles in international refereed journals). Reviews published up to 10% of the number of articles published in each issue.
7. If the research paper is summarized from graduate theses, this should be given as a footnote on the first page.
8. Our journal adopts the **Open Source Publication Policy**.
9. The articles published in our journal must comply with the scientific ethics rules. Manuscripts should be prepared in accordance with internationally accepted code of ethics.
10. A copy of the report should be submitted with the manuscript in the studies where the Ethics Committee Report is required (studies related directly / indirectly to the animal).
11. The articles submitted to *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences* are controlled through the iThenticate software. Similarity Index (SI) of the article should be <20%; Each similarity ratio should be  $\leq 5\%$ . If the similarity index is above the acceptable limits, the article will be returned to the author(s) (no more than 3 plagiarism scans are performed for an article). If revisions are not made within 10 days, the article will be rejected. If the plagiarism is proved after the publication of the article, that article will be withdrawn and removed from the website immediately and the author(s) will not be able to submit a paper for a period of five years to the *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*.
12. All authors should sign the Copyright Form for the publication rights of their article to the *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*. The article will not be taken into consideration unless the Copyright Form is submitted by the authors
13. The articles whose evaluation process is completed are published considering the date of submission. The articles are added to the first issue scheduled to be published as soon as they are ready for publication. The volume is published, after all articles will be published in the same volume are completed.
14. Response to control and correction postings to be sent to the author (s) during the page-layout the study should be replied within 15 days at the latest. The articles of the author (s) who are not responding within the specified period of time shall be forwarded for further volumes.
15. No changes are allowed in the study that is decided to be published. An author can publish a maximum of two study as a corresponding author, one without a corresponding author. The responsibility of the published study belongs to the author (s).
16. The publication fee is 300 TRY or 60 \$ per article.

**MANUSCRIPT SUBMISSION**

**Manuscript preparation**

1. Articles submitted for publication in our journal should be prepared according to the journal writing rules. The study which are not in accordance with the writing rules will be returned to the authors and will not be accepted for peer-review. **WRITING RULES AND TEMPLATE** are at this web adress "<https://dergipark.org.tr/yvutbd/writing-rules>".
2. In our journal, the writing language is Turkish and / or English. A good quality of scientific writing is required. The research must be understandable by a general scientific readership and by specialists. The research problem is identified, existing knowledge relevant to the problem is analyzed, the hypothesis is clear. Sentences are simple, short and direct, the style is concise and precise. Unnecessary and well-known info and unnecessary references should be avoided. Previously published data should be cited with reference to the formula and results. No reference of over 15 years should be used except for compulsory or exceptional cases. **The number of references should not be more than 6 per 1000 words.**
3. Journal name abbreviations in the reference section should be arranged in accordance with "**Web of Science Abbreviations**". Abbreviations used in the article should be written in full and provide in the parenthesis in the first mention. In all articles, the SI (International System of Units) units of measure and the decimal point must be used as a decimal fraction (1.25 instead of 1.25). Blank should be used to separate the thousands (100 000 instead of 100000)
4. For printing, quality copies of pictures (300 dpi in JPG or TIFF format) should be sent as an additional file.
5. Journal writing rules are also print format. Therefore, the rules of writing should be prepared carefully by the authors. Articles that do not comply with the writing rules will be sent back to the authors.

## MAKALE GÖNDERİMİ ve TELİF HAKKI DEVİR SÖZLEŞMESİ

Yazarlar tarafından Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisine iletilen “*Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Sözleşmesi*”, bu çalışma basıma kabul edildikten sonra yazar(lar)ın her türlü yayınlama yetkisinin YYÜ Tarım Bilimleri Dergisine devredildiğini açıkça ve yazılı olarak ifade etmektedir. Dolayısı ile sözleşme niteliğindeki aşağıdaki form, dergiye gönderilen her makale için doldurulmalı ve tüm yazarlar tarafından imzalanmalıdır.

Makale Başlığı: .....

olan makale, “Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri” dergisinde basılmak üzere gönderilmiştir.

Bu makalenin YYÜ, Tarım Bilimleri dergisi “Yazım Kuralları”na uygun olarak hazırlandığını onaylarız. Bu makale orijinal olduğunu, son haliyle basılı ve elektronik olarak daha önce yayınlanmadığını ve başka bir dergide yayınlanmak üzere değerlendirme aşamasında olmadığını taahhüt ederiz. Bildiğim(iz) kadarıyla bu makale herhangi bir mevcut telif hakkı, diğer üçüncü taraf hak, iftira niteliğinde, müstahcen veya başka yasadışı nitelikte herhangi bir materyal içermez; bu makale başkalarının haklarını ihlal etmez.

Makale “Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri ” dergisinde basıma kabul edildikten sonra, yazar(lar) olarak; makale ile ilgili tüm hakları, “telif hakkı devir” yasaları uyarınca, YYÜ-Ziraat Fakültesine devretmeyi kabul ediyoruz. Ancak, bu makalenin YYÜ, Tarım Bilimleri dergisi tarafından yayımlandığına dair referans verilmesi şartıyla aşağıdaki haklarımız saklıdır:

- Basılmış makalenin tamamı veya bir bölümü yazar(lar) tarafından çoğaltılarak ders materyali olarak kullanılabilir.
- Basılmış makalenin tamamı veya bir bölümü yazar(lar) tarafından yazılan bir derleme veya ders kitabında yeniden kullanılabilir.
- Basılmış makalenin tamamı veya bir bölümü çalıştığımız kurumun yayınladığı yayınlarda yeniden kullanılabilir.

Ancak, yayınlanan makalenin doğrudan kullanımı söz konusu olduğunda, YYÜ-Ziraat Fakültesi’ne bildirim yapılmalıdır.

Bu koşullar altında yapılacak kopyaların da, bu telif hakkı devir koşullarını taşıyacağını ve asıl telif hakkı sahibinin YYÜ-Ziraat Fakültesi olduğunu kabul ediyoruz. Diğer telif hakkı sahip(ler)inde olan; her türlü yöntem, şekil, çizelge ve/veya fotoğraflar ile benzeri materyalin bu makalede kullanılabilmesi için yazılı izin alındığını, YYÜ-Ziraat Fakültesine tarafından talep edilirse bunların belgeleneceğini ve bu materyal için YYÜ-Ziraat Fakültesinden ücret istenmeyeceğini yazar(lar) olarak taahhüt ederiz.

Adı Soyadı :

İmza Tarih:

Adı Soyadı :

İmza Tarih:

Adı Soyadı :

İmza Tarih:

Adı Soyadı :

İmza Tarih:

*(Bu form, makaledeki tüm yazarlar tarafından imzalanmış olarak makale ile birlikte “Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri” dergisine gönderilmelidir)*

**LÜTFEN İMZALANMIŞ SÖZLEŞMEYİ AŞAĞIDAKİ ADRESE GÖNDERİNİZ:** (Faks veya E-posta gönderilebilir)

**Tarım Bilimleri Dergisi**

**Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi**

**Telefon: (432) 225 13 92**

**Faks: (432) 225 11 04**

**E-posta: zyaykom@yyu.edu.tr, yyujagrsci@gmail.com**

**65080, Kampus, VAN**

## MANUSCRIPT SUBMISSION AND COPYRIGHT ASSIGNMENT FORM

“*Manuscript Submission and Copyright Release Agreement*” sent to Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences from author(s) clearly states in writing to enable the journal to ensure that it has the exclusive distribution rights of the authors’ work after the article is accepted for publication. Therefore, the following agreement form must be filled and signed by author(s) for each article submission made to the journal.

The article title:.....

is herewith submitted for publication to “*Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*”.

We affirm that the article has been prepared in accordance with Author Instructions of Journal of Agricultural Sciences, YYU. We hereby also warrant and undertake that the article is original, and has not been published before, and it is not under consideration for publication in its final form in printed and electronic form. This Article contains no violation of any existing copyright or other third party right or any material of an obscene, libelous or otherwise unlawful nature and that to the best of my knowledge; this article does not infringe the rights of others.

When the article is accepted for publication, we as the authors, hereby agree to transfer all rights under existing copyright laws to the Journal-Yuzuncu Yil University, Turkey. Provided that the reference be given to Journal of Agricultural Sciences, the following rights reserved:

- a. The right to make further copies of all or part of the published article for our use in classroom teaching.
- b. The right to reuse all or part of this material in a compilation of our own works or in a textbook of which we are the author.
- c. The right to reuse all or a portion of the published article in publications of the institution.

For clarity, we shall inform the Journal of Agricultural Sciences, YYU-Turkey if we directly use of the published article.

We hereby agree that copies made under these circumstances will continue to carry the copyright notice that appeared in the original published work. We certify that we have obtained written permission for the use of text, tables, figures and/or photographs etc. from any copyright source(s), and we also agree to supply such written permission(s) to inform YYU-College of Agriculture, Turkey upon request. We as the authors, hereby affirm that we will not ask for monetary return from YYU-College of Agriculture, Turkey for the use of this material.

Name :  
Signed Date :

Name :  
Signed Date :

Name :  
Signed Date :

Name :  
Signed Date :

Name :  
Signed Date :

*(This form must be signed by all authors and returned to the Editor Office of Yuzuncu Yil University, Journal of Agricultural Sciences)*

### PLEASE RETURN A SIGNED COPY OF THIS FORM TO:

(a fax or an email is acceptable, but the original must follow within 7 days)

Journal of Agriculture Sciences  
Yuzuncu Yil Univeristy  
Faculty of Agriculture  
Phone: +90 432 225 13 92  
Fax: +90 432 225 11 04  
Email: [yyujagrsci@gmail.com](mailto:yyujagrsci@gmail.com)  
65080, Campus, VAN, TURKEY

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ, TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ  
(YUZUNCU YIL UNIVERSITY, JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES)

İÇİNDEKİLER  
(CONTENTS)

***Araştırma Makaleleri/ Articles***

- **Yaprağı Yenen Sebzelere Mikroorganizma Türlerinin MALDI-TOF MS (Matris Destekli Lazer Desorpsiyon/İyonizasyon Uçuş Süresi Kütle Spektrometresi) Tekniği Kullanılarak Tanımlanması.....**595-603  
- Identification of Microorganism Species in Leafy Vegetables Using MALDI-TOF MS (Matrix Assisted Laser Desorption / Ionization Mass Spectrometry) Technique  
Aysun UYSUL, Şener KURT, Soner SOYLU, Emine Mine SOYLU, Merve KARA
- **Effect of Ozonation on the Properties of Dry and Moisturized Bread Wheat Grain with and without Bran.....** 604-610  
- Ozonlamanın Kepekli/ Kepeksiz Kuru ve Nemlendirilmiş Ekmeklik Buğday Taneleri Özellikleri Üzerine Etkileri  
Hatice PEKMEZ
- **Çiftçilerin İyi Tarım Uygulamalarına Katılma İstekliliklerini Etkileyen Değişkenler: Kahramanmaraş İli Örneği.....** 611-617  
- Variables That Affect the Willingness of Farmers to Participate Good Agricultural Practices: Sample of Kahramanmaraş  
Bilal DOĞAN, Emine İKİKAT TÜMER
- **Bioçeşitlilik Sıcak Noktası ve Jeolojik Miras Alanı Olan Karstik Peyzajların Zamansal Değişimi: Çankırı Jipsli Tepeleri.....** 618-627  
- Temporal Landscape Change in Biodiversity Hotspot and Geological Heritage Karst Landscapes: Çankırı Gypsum Hills Case  
Ali ÖZCAN, İbrahim AYTAS
- **Cevizde Depolama Süresinin Protein ve Yağ Kompozisyonuna Olan Etkisinin Belirlenmesi.....** 628-633  
- Determination of the Effect of Storage Time on Walnut Fat, and Protein Composition  
Akide ÖZCAN, Mehmet SÜTYEMEZ
- **Türkiye’de Soğan Üretimi, Fiyat Değişimi, Dış Ticareti ve Rekabet Gücü.....** 634-640  
- The Production, Price Change, Foreign Trade and Competition Power of Onions in Turkey  
İsmail GÜVENÇ
- **Roka (*Eruca sativa* L.) Yetiştiriciliğinde Katı ve Sıvı Organik Gübre Uygulamalarının Spektral Yansıma Üzerine Etkisi.....** 641-651  
- The Effect of Solid and Liquid Organic Fertilizer Applications on Spectral Reflection in Rocket (*Eruca sativa* L.) Cultivation  
Gafur GÖZÜKARA, Sevda ALTUNBAŞ, Namık Kemal SÖNMEZ, Ahmet Şafak MALTAŞ, Mustafa KAPLAN
- **Biberde Phytophthora Yanıklığına Karşı Antagonist Bakterilerle Biyolojik Mücadele.....** 652-661  
- Biological Control of Phytophthora Blight of Pepper with Antagonistic Bacteria  
Ümit ÖZYILMAZ
- **Bazı Trichoderma Türlerinin Isırgan Otunun (*Urtica dioica* L.) Çimlenme Oranına Etkisi.....** 662-668  
- Effect of Some Trichoderma Species on Germination Rate of Nettle (*Urtica dioica* L.)  
Hasret GÜNEŞ, Emre DEMİRER DURAK, Abdullah YEŞİLOVA, Semra DEMİR
- **Factors Influencing Entrepreneurial Intentions of Undergraduate Agricultural Students in Nigeria.....**669-676  
- Nijerya’da Ziraat Fakültesi Öğrencilerinin Girişimciliklerini Etkileyen Faktörler  
Abigail ADEYONU, Olunmi BALOGUN, Kayode OBANIYI
- **Detection and Diagnostic Methods of Multiple Influential Points in Binary Logistic Regression Model in Animal Breeding.....**677-688  
- Hayvan İslahında İkili Lojistik Regresyon Modelinde Çoklu Etki Noktalarının Tespit ve Teşhis Yöntemleri  
Burcu MESTAV
- **Hatay’ın Farklı İlçelerinde Yetiştirilen Biber Köy Popülasyonlarında Bitki ve Meyve Özellikleri.....** 689-701  
- Plant and Fruit Characterization in Local Pepper Populations Grown in Different Districts of Hatay  
Gonca ÖNTÜRK, Sebahattin ÇÜRÜK
- **The Effects of Goji Berry (*Lycium barbarum* L.) Extract on Some Chemical, Microbiological and Sensory Characteristics of Liquid Smoked Common Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) Sausage.....** 702-710  
- Kurt Üzüümü (*Lycium barbarum* L.) Ekstraktının Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) Sosislerinin Bazı Kimyasal, Mikrobiyal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkileri  
Eylem Ezgi FADİLOĞLU, Mehmet Zülfü ÇOBAN
- **Hızlı Büyüme Potansiyeline Sahip Yerleşim Alanlarının Detaylı Toprak Etütleri ve Arazi Değerlendirmeleri: Mustafalar Köyü Örneği, Adana.** 711-721  
- Detailed Soil Survey and Site Assessments of Urban Areas with Rapid Growth Potential: Case Study of Mustafalar, Adana  
Bayram Çağdaş DEMİREL, Suat ŞENOL
- **Antifungal and Antibacterial Effect of Dodder (*Cuscuta campestris*) Used for Hepatitis Treatment of Mothers and Newborn Infants in Province Mardin in Turkey.....** 722-730  
- Türkiye’de Mardin İlindeki Annelerin ve Yenidoğan Bebeklerin Sarılık Tedavisinde Kullanılan Küsküt’ün (*Cuscuta campestris*) Antifungal ve Antibakteriyel Etkileri  
Pınar ERECEVİT SÖNMEZ, Sevda KIRBAÇ, Şule İNCİ
- **Physical and Chemical Fruit Quality Properties of Some Walnut Cultivars and Promising Local Selections Grown Under Plain Conditions in Malatya.....** 731-737  
- Malatya’da Ova Koşullarında Yetiştirilen Bazı Ceviz Çeşit ve Yerel Ümitvar Seleksiyonlarının Fiziksel ve Kimyasal Meyve Kalite Özellikleri  
Hüseyin KARLIDAĞ, Fırat Ege KARAAT, İbrahim Kutalmış KUTSAL, Oktay Turgay ALTUN, Tuncay KAN
- **Pollen Morphology of 5 *Centaurea* L. and 3 *Psephellus* Cass. Taxa in Turkey.....** 738-744  
- Türkiye’den 5 *Centaurea* L. ve 3 *Psephellus* Cass. Taksonunun Polen Morfolojileri  
Bahar GÜRDAL, Engin ÖZHATAY
- **An Alternative Live Food for Fish Larvae; Vinegar Eels (*Turbatrix acetii*) Enriched with Bacterial.....** 745-754  
- Balık Larvaları için Alternatif bir Canlı Yem; Bakteriyel Protein ile Zenginleştirilmiş Sirke Kurtları (*Turbatrix acetii*)  
Şükrü ÖNALAN, Ahmet SEPİL
- **Effect of Plant Growth and Antioxidantive Enzyme Activity of Lettuce (*Lactuca sativa* L.var. *longifolia*) Applied to Cadmium and Zinc in Sewage Sludge Enriched with Soil.....** 755-764  
- Arıtma Çamuru ile Zenginleştirilmiş Toprağa Uygulanan Kadmiyum ve Çinkonun Marulun (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) Gelişimi ve Antioksidatif Enzim Aktivitesine Etkisi  
Ayşegül BİTİKTAŞ, Sibel BOYSAN CANAL, Mehmet Ali BOZKURT
- **Effects of Peg-Induced Drought Stress on Germination and Seedling Performance of Bread Wheat Genotypes.....** 765-771  
- PEG Kaynaklı Kuraklık Stresinin Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Çimlenme ve Fide Gelişim Performansına Etkisi  
Didem BİLGİLİ, Mehmet ATAK, Kazım MAVİ
- **Effect of Different Nitrogen Levels on Nut Yield and Some Quality Properties of Sweet Chestnut (*Castanea sativa* Mill.).....** 772-780  
- Farklı Azot Seviyelerinin Tatlı Kestane (*Castanea sativa* Mill.) Meyve Verimi ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi  
Serdar TOPRAK
- **An Assessment of Willingness for Adoption of Climate-Smart Agriculture (CSA) Practices through the Farmers’ Adaptive Capacity Determinants.....** 781-791  
- İklim Açısından Akıllı Tarımın (CSA) Benimsenmesi Konusundaki İstekliliğin Çiftçilerin Uyum Kapasitesi Belirleyicileri Aracılığıyla Değerlendirilmesi  
ASIF SARDAR, Adıqa K. KIANI, Yasemin KUSLU

- Kısıtlılı Sulamanın Pamuğun ( <i>G. hirsutum</i> L.) Bazı Morfolojik Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi.....	792-800
- Determination of Effects of Deficit Irrigation on Some Morphological Properties of Cotton ( <i>G. hirsutum</i> L.) Remzi EKİNCİ, Sema BAŞBAĞ	
- Karasal Salyangoz ( <i>Helix lucorum</i> L.) Midesinden Elde Edilen Enzim Bileşenleri Kullanılarak Çavdar ( <i>Secale spp.</i> ) Türlerinde Karyotip Analizi.....	801-808
- Karyotype analysis of rye ( <i>Secale spp.</i> ) species by using the extracted enzyme from the terrestrial snail stomach ( <i>Helix lucorum</i> L.) Eissa ZARİFİ, Shakiba SHAHMORADI, Mohsen MIRZAPOUR	
- The Effects of Applications Humic Acids on Macronutrient, Micronutrient, Heavy Metal and Soil Properties.....	809-816
- Humik Asit Uygulamalarının Toprak Özellikleri ile Makro Besin Elementi, Mikro Besin Elementi ve Ağır Metal İçerikleri Üzerine Etkisi Ferit SÖNMEZ, Şevket ALP	
<b><u>Derleme/ Review</u></b>	
- Nanomateryallerin Tarımda Kullanımı.....	817-831
- Use of Nanomaterials in Agriculture Kağan tolga CİNİSLİ, Sevdâ UÇAR, Neslihan DİKBAŞ	
<b><u>Düzeltilme/ Erratum</u></b>	
- A New Edible Macrofungus Record for Turkish Mycobiota.....	832-832
- A New Edible Macrofungus Record for Turkish Mycobiota Ali KELEŞ	