

Van Yuzuncu Yil University  
Faculty of Agriculture

**YUZUNCU YIL UNIVERSITY  
JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES**

*YYU J AGR SCI*

**YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ**

*YYÜ TAR BİL DERG*

ISSN 1308-7576  
e-ISSN 1308-7584

VAN - TURKEY

---

**Volume (Cilt): 31    Issue (Sayı): 4    December (Aralık) 2021**

---



**YUZUNCU YIL UNIVERSITY JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES**

(Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi)

**Volume (Cilt): 31**

**Issue (Sayı): 4**

**December (Aralık) 2021**

**ISSN: 1308-7576, e-ISSN: 1308-7584**

**Owner (Sahibi)**

**On Behalf of Yuzuncu Yil University Faculty of Agriculture**  
(Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Adına)

**(Dean / Dekan)**

Prof. Dr. Murat TUNÇTÜRK

**Manager in Charge (Sorumlu Müdür) / Chief Editor (Baş Editor)**

Assoc. Prof. Dr. Tamer ERYİĞİT

**Scope of Journal (Derginin Kapsamı)**

Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences covers topics of such as; Plant production (biotechnology, field crops, horticulture, plant protection, etc.), Animal production (animal and aquaculture production, etc.), Soil sciences (soil ecology, soil physics, soil chemistry, etc.), Others (agricultural irrigation, agricultural structures, agricultural energy systems, etc., food science, food technology, etc. with sustainable farming systems, etc.).

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi; Bitkisel üretim (biyoteknoloji, tarla bitkileri, bahçecilik, bitki koruma vb.), Hayvansal üretim (hayvan ve su ürünleri üretimi vb.), Toprak bilimleri (toprak ekolojisi, toprak fiziki, toprak kimyası vb.), Diğerleri (tarımsal sulama, tarımsal yapılar, tarımsal enerji sistemleri vb., gıda bilimi, gıda teknolojisi vb. ile sürdürülebilir tarım sistemleri vb.) konularını kapsamaktadır.

**Associated Editors (Yardımcı Editörler)**

Assoc. Prof. Dr.	ERDİNÇ, Çeknas	Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Van
Assist. Prof. Dr.	ÇAKMAKCI, Talip	Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Van

**Editorial Board (Yayın Kurulu)**

Prof. Dr.	TUNÇTÜRK, Murat	Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Van
Assoc. Prof. Dr.	ERDİNÇ, Çeknas	Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Van
Assoc. Prof. Dr.	ERDOĞAN, Sibel	Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Van
Assoc. Prof. Dr.	ERYİĞİT, Tamer	Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Van
Assoc. Prof. Dr.	USTA, Mustafa	Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Van
Assist. Prof. Dr.	ÇAKMAKCI, Talip	Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Van
Assist. Prof. Dr.	TERİN, Mustafa	Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Van



# Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi

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



## Statistical Consultants (İstatistik Editörleri)

Prof. Dr.	TAKMA, Çiğdem	Ege University, Faculty of Agriculture, İZMİR
Prof. Dr.	YEŞİLOVA, Abdullah	Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Van
Assoc. Prof. Dr.	SER, Gazel	Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Van

## Language Consultants (Dil Editörleri)

Assist. Prof. Dr.	ÇAKMAKÇI, Cihan	Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Van
Assist. Prof. Dr.	TAŞKIN, Bilgin	Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Van

## Advisory Board (Danışma Kurulu)

Prof. Dr.	ALP, Şevket	Peyzaj Mimarlığı / Landscape Architecture, Van Yuzuncu Yil University
Prof. Dr.	ALYOKHIN, Andrei V.	Uyg. Entomoloji / Applied Entomology, Maine Univ., Orono ME, USA
Prof. Dr.	DANESH, Younes Rezaee	Bitki Koruma / Plant Protection, Urmia University, Iran
Prof. Dr.	DEMİREL, Murat	Hayvan Besleme / Animal Nutrition, Van Yuzuncu Yil University
Prof. Dr.	GÜLSER, Fusun	Top. Bil. ve Bit. Bes. / Soil Science and Plant Nutrition, Van Yuzuncu Yil University
Prof. Dr.	JAVED, Khalid	Veterinerlik ve Hayvan Bilimleri Üniversitesi / University of Veterinary and Animal Sciences, Lahore, Pakistan
Prof. Dr.	TUNÇTÜRK, Yusuf	Gıda Mühendisliği / Food Science, Van Yuzuncu Yil University
Prof. Dr.	TÜRKOĞLU, Nalan	Süs Bitkileri / Ornamental Plant Production, Van Yuzuncu Yil University
Prof. Dr.	ŞEN, Fazıl	Su Ürünleri / Fisheries, Van Yuzuncu Yil University
Prof. Dr.	YILDIRIM, İbrahim	Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics, Van Yuzuncu Yil University

## Section Editors and Scientific Board (Alan Editörleri ve Bilim Kurulu)

Prof. Dr.	ARPALI, Diğdem	Tarla Bitkileri / Field Crops, Van Yuzuncu Yil University
Prof. Dr.	AYKUT TONK, Fatma	Tarla Bitkileri / Field Crops, Ege University
Prof. Dr.	BAUERPETROVSKA, Biljana	Tıbbi ve Ar. Bit. / Med. and Aromatic Plants, Ss. Cyril and Methodius Univ., Macedonia
Prof. Dr.	ÇALIŞKAN, Sevgi	Bitkisel Üret. ve Tek. / Plant Production and Tech., Niğde Ömer Halisdemir University
Prof. Dr.	ÇELEN, Ahmet Esen	Tarla Bitkileri / Field Crops, Ege University
Prof. Dr.	ELP, Mahmut	Su Ürünleri / Fisheries, Kastamonu University
Prof. Dr.	ERDOĞAN, Reyhan	Peyzaj Mimarlığı / Landscape Architecture, Akdeniz University
Prof. Dr.	HEPAKSOY, Serra	Bahçe Bitkileri / Horticulture, Ege University
Prof. Dr.	IBRALIU, Alban	Bitkisel Üretim / Crop Production, Agricultural University of Tirana, Albania
Prof. Dr.	KAŞKAVALCI, Galip	Bitki Koruma / Plant Protection, Ege University
Prof. Dr.	KURT, Şener	Bitki Koruma / Plant Protection, Hatay Mustafa Kemal University
Prof. Dr.	KURTAR, Ertan Sait	Bahçe Bitkileri / Horticulture, Selçuk University
Prof. Dr.	LUDIDI, Ndomelele Ndiko	Bitkisel Biyoteknoloji / Plant Biotechnology, Univ. of the Western Cape, South Africa
Prof. Dr.	ÖZGÖKÇE, M. Salih	Bitki Koruma / Plant Protection, Van Yuzuncu Yil University
Prof. Dr.	SALAMON, Ivan	Ekoloji / Ecology, University of Presov, Ukraine
Prof. Dr.	ŞEKEROĞLU, Nazım	Bahçe Bitkileri / Horticulture, Kilis 7 Aralık University
Prof. Dr.	TUNÇTÜRK, Rüveyde	Tarla Bitkileri / Field Crops, Van Yuzuncu Yil University
Prof. Dr.	TURANLI, Ferit	Bitki Koruma / Plant Protection, Ege University
Prof. Dr.	ÜSTÜN, Şahin	Tarımsal Yapılar ve Sulama / Agricultural Structures and Irrigation, Atatürk University
Prof. Dr.	YILMAZ, Deniz	Tarım Mak. ve Tek. Müh. / Agr. Mach. and Tech. Eng., Isparta University of Appl. Sci.
Assoc. Prof. Dr.	AĞLAR, Erdal	Organik Tarım / Organic Agriculture, Sivas Cumhuriyet University
Assoc. Prof. Dr.	BAKKALBAŞI, Emre	Gıda Mühendisliği / Food Science, Van Yuzuncu Yil University
Assoc. Prof. Dr.	BALOSCH, Faheem Shehzad	Bitki Koruma / Plant Protection, Sivas University of Science and Technology
Assoc. Prof. Dr.	DEMİRER DURAK, Emre	Bitki Koruma / Plant Protection, Van Yuzuncu Yil University
Assoc. Prof. Dr.	DEMİROĞLU TOPÇU, Gülcan	Tarla Bitkileri / Field Crops, Ege University
Assoc. Prof. Dr.	EKİNCİ, Melek	Bahçe Bitkileri / Horticulture, Ataturk University
Assoc. Prof. Dr.	İNCİ, Hakan	Zootekni / Animal Science, Bingöl University
Assoc. Prof. Dr.	KARACA, Serhat	Hayvan Yetiştirme ve Islahı / Animal Breeding, Van Yuzuncu Yil University
Assoc. Prof. Dr.	KENDAL, Enver	Tarla Bitkileri / Field Crops, Mardin Artuklu University



# Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi

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



Assoc. Prof. Dr.	KIZILGECİ, Ferhat	Tohumculuk Teknolojisi / Seed Cultivation Technology, Mardin Artuklu University
Assoc. Prof. Dr.	SHAHID, M. Qasim	Tarımsal Biyoteknoloji /Agricultural Biotech., South China Agricultural Univ., China
Assoc. Prof. Dr.	ŞATIR, Onur	Peyzaj Mimarlığı / Landscape Architecture, Van Yuzuncu Yil University
Assoc. Prof. Dr.	TÖLÜ, Cemil	Zootekni / Zootechnics, Çanakkale Onsekiz Mart University
Assoc. Prof. Dr.	TUNCER, Burcu	Bahçe Bitkileri / Horticulture, Van Yuzuncu Yil University
Assoc. Prof. Dr.	YILDIZ, Mehtap	Tarımsal Biyoteknoloji /Agricultural Biotechnology, Van Yuzuncu Yil University
Assist. Prof. Dr.	POLAT YEMİŞ, Gökçe	Gıda Mühendisliği / Food Science, Sakarya University
Assist. Prof. Dr.	TERİN, Mustafa	Tarım Ekonomisi / Agricultural Economy, Van Yuzuncu Yil University
Assist. Prof. Dr.	YERĞİN ÖZKAN, Reyyan	Bitki Koruma / Plant Protection, Van Yuzuncu Yil University

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

Prof. Dr.	AK, Bekir Erol	Harran University, Faculty of Agriculture, ŞANLIURFA
Prof. Dr.	AKBAY, Cuma	Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture, KAHRAMANMARAŞ
Prof. Dr.	ATAK, Mehmet	Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, HATAY
Prof. Dr.	CANGİ, Rüstem	Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Agriculture, TOKAT
Prof. Dr.	DERVİŞ, Sibel	Mardin Artuklu University, Vocational Higher School of Kızıltepe, MARDİN
Prof. Dr.	ERKOVAN, Halil İbrahim	Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, ESKİŞEHİR
Prof. Dr.	GÜLLÜ, Kenan	Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Fisheries, MUĞLA
Prof. Dr.	HEPAKSOY, Serra	Ege University, Faculty of Agriculture, İZMİR
Prof. Dr.	İLBAŞ, Ali İhsan	Erciyes University, Seyrani Faculty of Agriculture, KAYSERİ
Prof. Dr.	KAYDAN, Mehmet Bora	Çukurova University, Vocational School of İmamoğlu, ADANA
Prof. Dr.	KAZANKAYA, Ahmet	Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, KIRŞEHİR
Prof. Dr.	KUNTER, Birhan	Ankara University, Faculty of Agriculture, ANKARA
Prof. Dr.	ÖZASLAN PARLAK, Altıngül	Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, ÇANAKKALE
Prof. Dr.	ÖZDÜVEN, Mehmet Levent	Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, TEKİRDAĞ
Prof. Dr.	SOYLU, Emine Mine	Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, HATAY
Prof. Dr.	SOYLU, Süleyman	Selçuk University, Faculty of Agriculture, KONYA
Prof. Dr.	TONGOLAR, Serpil	Çukurova University, Faculty of Agriculture, ADANA
Prof. Dr.	TÜRELİ, Canan	Çukurova University, Faculty of Fisheries, ADANA
Prof. Dr.	ULUKAN, Hakan	Ankara University, Faculty of Agriculture, ANKARA
Prof. Dr.	YAŞAR, Bülent	Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, ISPARTA
Prof. Dr.	YEŞİLOĞLU, Turgut	Çukurova University, Faculty of Agriculture, ADANA
Prof. Dr.	YILDIRIM, Mehmet	Dicle University, Faculty of Agriculture, DİYARBAKIR
Assoc. Prof. Dr.	CANAN, İhsan	Bolu Abant Baysal University, Faculty of Agriculture, BOLU
Assoc. Prof. Dr.	ÇİĞ, Arzu	Siirt University, Faculty of Agriculture, SİİRT
Assoc. Prof. Dr.	DAY, Sibel	Ankara University, Faculty of Agriculture, ANKARA
Assoc. Prof. Dr.	DEMİROĞLU TOPÇU, Gülcan	Ege University, Faculty of Agriculture, İZMİR
Assoc. Prof. Dr.	GAZİOĞLU ŞENSOY, Ruhan İlnur	Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, VAN
Assoc. Prof. Dr.	GÜNGÖR, Sertaç	Selçuk University, Engineering-Architecture Faculty, KONYA
Assoc. Prof. Dr.	KARA, Abdurrahman	Dicle University, Faculty of Agriculture, DİYARBAKIR
Assoc. Prof. Dr.	KÜÇÜKER, Emine	Siirt University, Faculty of Agriculture, SİİRT
Assoc. Prof. Dr.	KULAZ, Haluk	Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, VAN
Assoc. Prof. Dr.	SEYMEN, Musa	Selçuk University, Faculty of Agriculture, KONYA
Assoc. Prof. Dr.	TONÇER, Özlem	Dicle University, Faculty of Agriculture, DİYARBAKIR
Assoc. Prof. Dr.	TURAN, Nizamettin	Siirt University, Faculty of Agriculture, SİİRT
Assoc. Prof. Dr.	UZUNDUMLU, Ahmet Semih	Atatürk University, Faculty of Agriculture, ERZURUM
Assist. Prof. Dr.	AKÇAL, Arda	Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, ÇANAKKALE
Assist. Prof. Dr.	AKKUŞ, Mustafa	Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Fisheries, VAN
Assist. Prof. Dr.	ALTUN, Bahadır	Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, KIRŞEHİR
Assist. Prof. Dr.	ALTUNER, Fevzi	Van Yuzuncu Yil University, Gevaş Vocational School, VAN
Assist. Prof. Dr.	ERTAŞ, Metin	Hakkari University, Yüksekova Vocational High School, HAKKARİ
Assist. Prof. Dr.	GENÇ KESİMCİ, Tuba	Iğdır University, Faculty of Agriculture, İĞDIR



# Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi

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



Assist. Prof. Dr.	KANDEMİR, Dilek	Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, SAMSUN
Assist. Prof. Dr.	NADEEM, Muhammad Azhar	Sivas University of Science and Technology, Faculty of Agricultural Sciences and Technology, SİVAS
Assist. Prof. Dr.	PAKSOY, Mücahit	Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture, KAHRAMANMARAŞ
Assist. Prof. Dr.	SOYSAL, Dilek	Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, SAMSUN
Assist. Prof. Dr.	ŞENGÜL, Ahmet Yusuf	Bingöl University, Faculty of Agriculture, BİNGÖL
Assist. Prof. Dr.	TERİN, Mustafa	Van Yuzuncu Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
Assist. Prof. Dr.	YILMAZ, İsa	Istanbul Medeniyet University, Faculty of Political Science, İSTANBUL
Dr.	BAHADIRLI, Nadire Pelin	Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, HATAY
Dr.	BAKSH, Allah	Niğde Ömer Halisdemir University, Ayhan Sahenk Faculty of Agricultural Science, NİĞDE
Dr.	KARABIYIK, Şenay	Çukurova University, Faculty of Agriculture, ADANA
Dr.	KARAKAYA, Orhan	
Dr.	ONAY, Hatice	Recep Tayip Erdoğan University, Faculty of Fisheries, RİZE
Dr.	PALANGI, Valiollah	Atatürk University, Faculty of Agriculture, ERZURUM
Dr.	SIDDIQUE, Muhammad Hussain	Government College University Faisalabad, Department of Bioinformatics and Biotechnology, PAKISTAN
Dr.	YAVUZ, Sıraç	Bingöl University, Faculty of Agriculture, BİNGÖL

## Production Editors and Webmasters (Yayın Editörleri ve Web Sorumluları)

Res. Assist. Dr.	KARAGEÇİLİ, Mehmet Reşit	Van Yuzuncu Yil University
Res. Assist.	RIŞVANLI, Mehmet Ramazan	Van Yuzuncu Yil University

## Copyeditors (Yazım ve Dil Editörleri)

Dr.	ALP, Yekbun	
Res. Assist.	FİDAN, Enes	Van Yuzuncu Yil University
Instructor	YILDIZ, Muhsin	Van Yuzuncu Yil University
Doctoral	ŞELEM, Ezelhan	Van Yuzuncu Yil University

## Layout Editors (Mizanpaj Editörleri)

Res. Assist.	BOYNO, Gökhan	Van Yuzuncu Yil University
Res. Assist	TAYAM, Sezen	Van Yuzuncu Yil University

## Correspondence Address (Yazışma Adresi)

Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Zeve Campus, 65080, Van-TURKEY  
(Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zeve Yerleşkesi, 65080, Van-TURKEY)

**Phone (Telefon)**  
+90 (432) 225 10 56; 225 10 24

**Fax (Belgegeçer)**  
+90 (432) 225 11 04

**e-mail (e-posta)**  
yyujagrsci@gmail.com

**Web link:** <http://dergipark.org.tr/yyutbd>



**Yuzuncu Yil University  
Journal of Agricultural Sciences**

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi

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



**Indexed by (Veri Tabanı)**

Our Journal is abstracted and indexed in **CAB Abstracts**, **AGRIS**, **Google Scholar** and **TUBITAK/ULAKBIM National Data Bank**. Listed in **ISC**, **EBSCO**, **DOAJ (Directory of Open Access Journals)**, **Ulrich's Directory**, **Bielefeld Academic Search Engine (BASE)**, **ISI Thompson Master Journal List (ZOOLOGICAL RECORD)**, and **SCOPUS**.

Dergimiz; **TÜBİTAK/ULAKBİM (TR DİZİN)**, **SCOPUS**, **EBSCOhost**, **CAB Abstract**, **ISI Thompson Master Journal List (ZOOLOGICAL RECORD)**, **DOAJ (Directory of Open Access Journals)**, **CiteFactor**, **WorldCat**, **Google Akademik**, **Bielefeld Academic Search Engine (BASE)**, **SOBIAD** ve **JournalTOCs** tarafından taranmaktadır

**Basıldığı Yer ve Tarih (Press and Date):** Efe Kırtasiye, Aralık (December) 2021, Van

Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences is the continuation of the previously published **Yuzuncu Yil University, Agriculture Faculty Journal of Agriculture Sciences** and **Yuzuncu Yil University, Journal of Agriculture Faculty**.

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.



## Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences

<https://dergipark.org.tr/en/pub/yyutbd>



Research Article

### Assessing Yield and Silage Quality of Intercropped Corn and Soybean in Different Planting Patterns and in Mardin Ecological Condition

Erdal HOMAN<sup>1</sup>, Şeyda ZORER ÇELEBİ<sup>2</sup>, Sibel ERDOĞAN<sup>\*3</sup>

<sup>1</sup>Van Yuzuncu Yil University, Institute of Natural and Applied Science M.Sc, Van, Turkey

<sup>2</sup>Van Yuzuncu Yil University, Agriculture Faculty, Field Crops Department, 65080, Van, Turkey

<sup>3</sup>Van Yuzuncu Yil University, Agriculture Faculty, Animal Science Department, 65080, Van, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-5763-4643> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-1278-1994> <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-2640-3871>

\*Corresponding author e-mail: [serdogan@yyu.edu.tr](mailto:serdogan@yyu.edu.tr)

#### Article Info

Received: 21.04.2021

Accepted: 26.08.2021

Online Published: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.923261

#### Keywords

Corn,  
Planting ratio,  
Silage quality,  
Soybean,  
Yield.

**Abstract:** This study was carried out to determine the effect of silage on fermentation quality. The silage was produced by forage yield of mixed planting of corn and soybeans which was planted as a second crop in Mardin ecological conditions. The field experiment was carried out in a Randomized Complete Experiment Design with three replications at 7 different planting ratios [corn (C), 70% corn + 30% soybean (70C30S), 60% corn + 40% soybean (60C40S), 50% corn + 50% soybean (50C50S), 40% corn + 60% soybean (40C60S), 30% corn + 70% soybean (30C70S) and soybean (S)]. The single (pure) and mixed yield obtained from each plot were left to fermentation in glass jars for 90 days in four repetitions. According to the results of the study, the highest fresh biomass obtained was 71 071 and 68 333 kg ha<sup>-1</sup> respectively from 60C40S and 70C30S mixtures, and the highest crude protein yield was obtained from 60C40S, 70C30S, 30C70S and 50C50S mixtures planting ratios. As the soybean ratio in the mixture increased, the CP ratio, silage pH and butyric acid (BA) concentration increased. While the lactic acid (LA) concentration of corn silage was the highest value with 2.67% in dry matter (DM), this value has been determined as 1.04% in soybean silage. To conclude, in regions having ecological conditions of Mardin province, it is recommended to mix planting with 30% or 40% ratio of soybean plant with corn plant to increase the protein value of corn silage and improve the fermentation of soybean.

### Mardin Ekolojik Koşullarında Farklı Karışım Oranlarıyla Ekilen Mısır ve Soya Bitkisinin Yem Verimi ve Silaj Kalite Endeksleri

#### Makale Bilgileri

Geliş: 21.04.2021

Kabul: 26.08.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.923261

#### Anahtar Kelimeler

Ekim oranı,  
Mısır,  
Silaj kalitesi,  
Soya fasulyesi,

**Öz:** Bu çalışma, Mardin ekolojik koşullarında ikinci ürün olarak ekimi yapılan mısır ve soya karışık ekimlerin kaba yem verimi ile oluşturulan silajların fermantasyon kalitesi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Tarla denemesi 7 farklı ekim oranında [mısır (M), % 70 mısır + % 30 soya (70M30S), % 60 mısır + % 40 soya (60M40S), % 50 mısır + % 50 soya (50M50S), % 40 mısır + % 60 soya (40M60S), % 30 mısır + % 70 soya (30M70S) ve soya (S)] 3 tekrarlamalı olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Her bir parselden elde edilen yalın ve karışım hasıllar 4 tekrarlamalı olarak cam kavanozlarda 90 gün boyunca fermantasyona bırakılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek yeşil ot verimi 60M40S ve 70M30S karışık ekim oranlarından sırasıyla 71 071 ve 68 333 kg/ha olarak, en yüksek ham protein verimi ise 60M40S, 70M30S, 30M70S ve 50M50S karışık ekim oranlarından elde edilmiştir. Karışımındaki soya fasulyesi

Verim. oranı arttıkça silajın HP oranı, silaj pH'sı ve silaj bütirik asit konsantrasyonu artmıştır. Mısır silajının laktik asit konsantrasyonu KM'de % 2.67 ile en yüksek iken bu değer soya silajında % 1.04 olarak en düşük düzeyde belirlenmiştir. Sonuç olarak; Mardin İli ekolojik koşullarına sahip alanlarda mısır silajının protein değerini artırmak ve soyanın fermantasyonunu iyileştirmek için mısıra ek olarak % 30 veya % 40 oranında soya ile karışık ekimin yapılması önerilebilir.

## 1. Introduction

One of the crucial problems of animal breeding in Turkey is the inability to produce a sufficient amount of quality roughage. Natural meadows and pastures, which are one of the sources from which quality roughage is produced, have lost their yield power (yield capacity) due to the early and excessive grazing for many years. Increasing forage production in enterprises and popularizing silage-making techniques are the first solutions specifically to reduce the pressure on meadow pastures.

Roughages with a high-water ratio have a special effect on dairy cattle breeding enterprises. However, after harvesting, it all should be consumed in a short time. For this reason, in order to use the feed for a long time without spoiling, the feed must be either dried or ensiled. Said drying or ensiling is one of the commonly used storage forms for forages with high water content (Bilgen et al., 2005).

Corn is one of the most used plants in silage making due to its easy fermentation feature by dint of its high content of water-soluble carbohydrates. It is the most widely used by farmers in Turkey, representing more than 80% of overall silage production in the country. Crop characteristics at harvesting, such as DM, water-soluble carbohydrate content, and buffering capacity are the main factors that can influence silage fermentation. The values of these characters have made the corn plant ideal for silage making. The deficiency of crude protein was considered the main disadvantage of corn silage (Koç et al., 1999).

The best treatment to increase the protein value of the silage is the ensiled corn in a mixture with plant materials with high protein content such as legumes. Soybean contains high levels of protein, vitamins, and minerals. Therefore, soybean is an important legume plant used as human food; it is also used as soybean leaves and stems can be grazed, ensiled, or dried to make hay. In Turkey, soybean planting for roughage is not very common. It is produced in a very small amount in the Mediterranean and Aegean regions in the form of mixed planting with corn in order to produce green forage and silage material (Tansı, 1987). Soybean silage contains an average of 18.3% crude protein (CP), 35% DM, 43.3% neutral detergent fiber (NDF), 32.3% acid detergent fiber (ADF), 6.7% acid detergent lignin (ADL). Although soybeans contain higher amounts of protein than many other types of feed, the natural fermentation of soybeans generally has low silage quality, resulting in an unpleasant odor and high BA concentration (Budakii, 2016). For soybean forage, a lower pH is needed to prevent undesirable bacteria growth. This means more sugar must be available for conversion to acid. Soybean has a natural buffering capacity and require more acid to reach a low pH than corn. The combination of low sugar content at harvest and high buffering capacity means soybean is especially prone to incomplete fermentation (Ni et al., 2018). The water-soluble carbohydrate content can be supplemented with sugar-rich (e.g. molasses) or forages such as corn, sorghum-sudangrass, which does not only improve the silage quality but also partially reduces the content of the cell wall component (Thompson et al., 2005). Besides, due to the problems caused by the use of single soybean silage, mixtures silage of soybean and corn can be successfully used in animal feeding (Ayaşan, 2011). The aim of this study was to determine the best mixture ratio to obtain the highest yield and best fermentation quality. This aim was achieved using planting soybean, which is a protein-rich legume plant, with a corn plant in different ratios under the conditions of Mardin Province.

## 2. Material and Methods

The experiment was carried out in Yeşilli District of Mardin Province of Turkey (Coordinates: 37° 24' 69.33" N, 40° 80' 67.42" E) as a second crop after harvesting wheat in June 2015. Soybean variety Yemsoy and corn variety LG ADV 2 898 were used as plant material in the experiment. Soybean variety Yemsoy (*Glycine max* L. Merr.) was a variety registered as silage in the fifth (V) maturation group by the Eastern Mediterranean Agricultural Research Institute. LG ADV 2 898 corn variety is mid-late, the



Single hybrid registered by Lima Grain Seed Breeding and Production Industry Trade Corporation, originating in France.

The climate data for the months in which the experiment was carried out in the Province of Mardin and the average for long years are shown in Table 1. The physical and chemical properties examined in the soil sample taken from the experiment field at a depth of 0-30 cm before the experiment are given in Table 2.

Table 1. Some climatic data of Mardin Province for the experiment site of the year (2015) and the average of long years<sup>1</sup>

Months	Median Temperature (°C)		Relative Humidity (%)		Total Rainfall (mm)	
	UYO <sup>2</sup>	2015	UYO	2015	UYO	2015
June	25.6	26.2	34	27.7	4.7	3.7
July	29.9	31.6	28	18.8	1.3	0.0
August	29.6	30.8	30	25.7	0.3	0.0
September	25.1	28.3	33	22.7	2.3	0.3
October	18.3	19.4	46	49.8	32.6	55.3
Total	128.5	136.3	171	144.7	41.2	59.3
Average	25.7	27.26	48	28.94	8.24	11.86

<sup>1</sup> UYO, data the Directorate Meteorology Station in Mardin during the period 1950–2014.

<sup>2</sup> MGM records.

Table 2. Physical and chemical properties of the soils of the experiment site

Depth (cm)	Texture Classe	Salt (%)	Phosphorus (ppm)	Potassium (ppm)	Organic Matter (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)	pH	Saturation
0-30	Clay loam	0.02	3.8	159.8	1.6	27	7.6	56.1

The field experiment was carried out in a Randomized Complete Experiment Design with three replications and it consisted of 21 plots, individual plot area was 14.75 m<sup>2</sup>. Corn and soybean varieties were planted in form of a single (pure) and mixed planting after harvesting wheat, taking into account the sowing norm of 50 kg/ha of corn and 80 kg/ha of soybeans. Planting ratios were determined according to the following; pure corn, 70% corn + 30% soybean, 60% corn + 40% soybean, 50% corn + 50% soybean, 40% corn + 60% soybean, 30% corn + 70% soybean, pure soybean. The sowing was done after the main crop wheat was harvested in June. While 70 cm between rows were used in pure plantings, soybean was planted 15 cm next to the main row of maize in mixed plantings. With the planting, 70 kg/ha pure phosphorus (Diammonium Phosphate) was used (Güneş et al., 1998). In single corn and mixed planting, when the corn became 30 - 40 cm, ammonium sulfate fertilizer was added at a rate of 50 kg/ha pure nitrogen in addition. Nitrogen fertilizer was not added to single soybean planting. After the last fertilization, weeds removal and covering roots with soil were carried out. The harvest stage of forages was done according to the dough period of corn. Corn and soybean In the field experiment of the study; plant height, green herbage yield, hay yield, and protein ratios were determined. In order to calculate the hay yield, samples of 500 g were dried in the oven at 70°C until they reached a constant weight. CP analysis was conducted in Dumatherm Manager V<sub>2.05</sub> devices.

The mixtures of corn-soybean and corn, soybean were squeezed well into glass jars of 90.3 mm diameter and 141.1 mm height and left to fermentation for 90 days. For determination of pH and organic acid, 25 g of silage samples were homogenized in 100 mL distilled water followed by filtering with 0.22 µm membrane filters. Then, 100 mL was used to determine pH using a digital pH meter. The organic acid content was measured by high-performance liquid chromatography using a 7.7mmx300mm Hi-Plex H column (Agilent) at 50°C with a mobile phase of 0.005M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, a flow rate of 0.6 mL/min, an injection volume of 1 µl, and an UV detector (210 nm) (Ni et al., 2017). The CP, crude ash (CA) and ether extract (EE) were measured according to the standard procedures of the Association of Official

Analytical Chemists (AOAC, 1990). The content of NDF and ADF was detected as described by Van Soest et al. (1991).

One-way analysis of variance (ANOVA) and Duncan multiple comparison test was used for statistical evaluation of the data related to the calculated yield parameters and silage fermentation quality of corn, soybean and corn-soybean mixtures according to the complete randomized experimental design (ANOVA). SPSS package program (IBM SPSS v23.0) was used in the statistical analysis of the data (SPSS, 2015).

### 3. Results and Discussion

#### 3.1. Evaluation soybean and corn planted yield and quality with different mixture ratios

In the evaluation of the yield and quality of soybean and corn planted with different mixture ratios, it was found that the difference among plant height, green herbage yield, hay yield, CP ratio, and yield were significant ( $p < 0.05$ ). The highest plant height was obtained from single corn planting with 205.8 cm, while the lowest plant height was recorded in single soybean planting with 134.8 cm. On the other hand, the highest biomass yield was obtained by 71 071 and 68333 kg ha<sup>-1</sup> from 60C40S and 70C30S mixtures respectively. The lowest biomass was found as 32 857 kg ha<sup>-1</sup> in the pure soybean planting treatment ( $p < 0.05$ ). The highest DM was 22 473 kg/ha and 21 228 kg ha<sup>-1</sup> for 60C40S and 70C30S mixed soybean planting ratios, the lowest hay yield by 9 713 kg ha<sup>-1</sup> was determined in the treatment of pure soybean planting. While CP varied between 7.93-13.05%, the highest CP according to the averages were found in single soybean planting with 13.05%, and the lowest CP was detected in single corn planting by 7.9%. According to the results of the study, CP yield was between 1 273 kg ha<sup>-1</sup> and 198.4 kg ha<sup>-1</sup>. As recorded the highest CP yield in mixed planting treatments 60C40S, 70C30S, 30C70S, and 50C50S have the same statistical group in terms of CP yield. The lowest CP yield was found in planting treatments S, 40C60S, and C (Table 3).

Table 3. Yield and quality criteria of corn, soybean, and corn-soybean intercropping systems in different ratios

Mixture Ratios	Plant Height (cm)	Biomass yield (kg ha <sup>-1</sup> )	DM yield (kg ha <sup>-1</sup> )	CP (%)	CP Yield d(kg ha <sup>-1</sup> )
C	205.8±3.79 <sup>a</sup>	53 929±351.74 <sup>bc</sup>	16 848±130.42 <sup>bc</sup>	7.93±0.09 <sup>c</sup>	1 335±9.06 <sup>bc</sup>
70C30S	171.7±4.39 <sup>b</sup>	68 333±97.44 <sup>ab</sup>	21 228±41.68 <sup>ab</sup>	8.43±0.01 <sup>dc</sup>	1 790±3.75 <sup>a</sup>
60C40S	166.4±5.61 <sup>b</sup>	71 071±635.21 <sup>a</sup>	22 473±233.82 <sup>a</sup>	8.87±0.20 <sup>cd</sup>	1 984±16.60 <sup>a</sup>
50C50S	165.5±3.79 <sup>b</sup>	54 643±250.00 <sup>bc</sup>	16 724±68.84 <sup>bc</sup>	9.26±0.23 <sup>c</sup>	1 546±4.78 <sup>ab</sup>
40C60S	164.0±1.43 <sup>b</sup>	45 714±721.69 <sup>cd</sup>	13 964±247.08 <sup>cd</sup>	9.36±0.31 <sup>c</sup>	1 292±18.24 <sup>bc</sup>
30C70S	169.7±3.82 <sup>b</sup>	53 832±666.85 <sup>bc</sup>	16 344±216.40 <sup>bc</sup>	10.67±0.06 <sup>b</sup>	1 743±22.57 <sup>ab</sup>
S	134.8±3.33 <sup>c</sup>	32 857±327.33 <sup>d</sup>	971.3±90.50 <sup>d</sup>	13.05±0.33 <sup>a</sup>	1 273±14.72 <sup>c</sup>
F- value	25.354 <sup>**</sup>	7.326 <sup>**</sup>	7.180 <sup>**</sup>	59.546 <sup>**</sup>	4.177 <sup>*</sup>

<sup>a, b, c, d, e</sup>: The difference between values with different letters in the same column is significant ( $P < 0.05$ ). C: Corn; 70C30S: 70% corn + 30% soybean; 60C40S: 60% corn + 40% soybean; 50C50S: 50% corn + 50% soybean, 40C60S: 40% corn + 60% soybean; 30C70S: 30% corn + 70% soybean; S: Soybean.

It is stated that the plant height, biomass, and DM is higher in the sole corn compared to corn-soybean intercropping treatments, and whereas the CP yield increased in the corn-soybean intercropping treatment (Marinov and Marinova, 1967; Kalaidzhieva, 1970; Petrakieva, 1975; Beets, 1977; Alaca and Ozaaslan Parlak, 2017). Despite the decreased weight in a mixed planting, significant increases were provided in terms of the protein content of the feed. As a matter of fact, due to the low protein value of corn silage, it is necessary to add additional nutrients to the ratio (Yücel et al., 2009). For this reason, the silage products obtained by the intercropping of Leguminosae and Gramineae will be able to meet additional feed requirements. Erdoğan et al. (2013) and Alaca and Ozaaslan Parlak (2017) concluded that CP yield of plants in the intercropping system was increased as compared with those for monocropping soybean. Ayaşan (2011) stated that intercropping treatment of 1 corn + 1 soybean or 1 corn + 2 soybean in alternative rows or mixing soybean and corn in certain proportions during ensiled is a great benefit in increasing the quality of silage.

### 3.2. Chemical composition and silage fermentation characteristics of corn and soybean intercropping systems

The chemical composition of silage groups is showed in Table 4. There were differences between the treatment groups in terms of DM, CA, CP, EE, NDF, and ADF content ( $p < 0.01$ ). In terms of DM contents, all the silages in the study showed values between 26.54-29.25%, and the lowest DM content was registered in the S silage group ( $p < 0.05$ ). One of the most important features of a crop to be ensiled is the appropriate DM content during the harvest stage. The most important factors influencing the DM content are the stage of maturity at the time of harvest and the wilted forage before ensiling. Vargas-Bella-Perez et al. (2008) determined the DM content of ensiled soybean silage that they harvested at the full capsule stage as 40.9%. Ni et al. (2017) found that the DM content of soybean silage ranged from 24.86% to 27.22%. Erdal et al. (2016) reported that the DM content of soybean silage was 22.18% and increased to 25.23% with the increase in the ratio of corn in the mixture. The results showed that soybean silage had the highest value of CA. This value decreased as the percentage of corn in the mixture of silage decreased ( $p < 0.05$ ). Karakozak et al. (2010) reported that the CA content of corn, soybean, and corn-soybean mixture silage was between 12.19-19.13%, the highest value CA content was 19.13% of the pure (100%) soybean silage and the lowest value was 12.19% of the pure (100%) corn silage. The different factors such as plant genotypes, planting density, harvest date, irrigation, and fertilization affected the nutrient content of silage (Vasco-Correa and Li, 2015). One of the intercropping objectives of corn and soybeans is to increase the CP content of the silage. The CP content of soybean silage was 15.56%, and the CP content of the silage increased as in soybean ratio increased in the mixture ( $p < 0.05$ ). Blaunt et al. (2006) reported that the soybean supplement did not only increase the CP level in corn silage but also improved the taste and energy level. Demirel et al. (2009) stated that a 20% or 30% soybean additive was required in addition to corn to increase the CP content in corn silage and to improve the fermentation of soybean. Although soybean protein is very important for silage quality, fiber concentration of silage is considered to be another important quality parameter of silage (Oba and Allen 1999; Kezar 2001). The NDF and ADF are the most active fiber components in silage (Van Soest et al., 1991; Wolfrum et al., 2009). While NDF content was determined the lowest in soybean silage (38.68%) and the highest in corn silage (48.90%), ADF content was determined the highest value (33.23%) in soybean silage ( $p < 0.05$ ). The quality of the roughages is primarily indicated by the amount and composition of their structural carbohydrate contents. NRC (2001) reported that dairy cattle rations should have a minimum value of 25% from NDF, 18.7% of it should come from roughage feed for rumination and rumen health. The NDF and ADF values were obtained in the study Erdal et al. (2016), Vargas-Bella-Perez et al. (2008), and Undersander et al. (2007) were in harmony with the values reported.

Fermentation quality criteria of silages are given in Table 5. The pH value of silage is an important parameter in defining the level of fermentation in the silo, and the ratio of decreasing in pH is considered an important indicator to reflect microbial activity and the silage fermentation process. The pH value of good quality silage is between 3.5 to 4.2 (Uygur, 2016; Ni et al., 2017). Accordingly, while the pH value of corn silage was 4.20, this value was 4.94 for soybean silage ( $p < 0.05$ ). The low pH value in corn silage was due to the high content of easily soluble carbohydrates. On the other hand, soybeans have a high buffering feature due to the high protein content and low carbohydrate content, and the proteins neutralize the acids and prevent the pH from decreasing. In all mixed silages, pH values fell below 4.50. This is an indication that the silage is preserved with a low pH, which encourages the production of sufficient LA. The LA, with strong acidity and a pKa of 3.86, is the main organic acid responsible for pH reduction. In this study, the LA concentration the highest concentration with 2.67% DM was recorded for corn silage, while the lowest concentration with 1.04% DM was recorded for soybean silage ( $p < 0.05$ ). Serbester et al. (2015) found that the pH of corn silage was 3.8, soybean silage was 5.5, and mixed silage was between 3.9 - 4.1. A similar study also found that the pH was 3.87 and the lactic acid was 2.45% in the silages prepared from a mixture of 40% corn + 60% soybean (Koç et al., 1999). Acetic acid (AA) is the acid found in the second-highest concentration in silage, usually ranging from 1 to 3% of DM, while BA should not be detectable in well-fermented silages (Kung et al., 2018). In a study conducted by Güre (2016), AA ratios in sweet millet, cowpea and 50% sweet millet + 50% cowpea silage were determined as 0.13%, 0.67%, and 0.31%, respectively, and reported that AA concentration increased with the increase of cowpea ratio in the mixture. The presence of BA indicates

metabolic activity from clostridial organisms, which leads to large losses of DM and poor recovery of energy (Pahlow et al., 2003). In this study, the highest BA concentration was determined in soybean silage with 0.36% and the BA concentration decreased with the increase of the corn ratio in the mixture ( $p < 0.05$ ). Besides the presence of BA, clostridial silages are often characterized by a higher-than-normal pH and higher than normal concentrations of ammonia nitrogen ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ), and soluble protein (Kung et al., 2018). As shown in Table 5, the  $\text{NH}_3\text{-N}$  content of soybean silage is 8.83% and this value indicates the CP degradation of soybeans and the increase in clostridial activity.

Table 4. Crude nutrient content of silages (%)

Mixture Ratios	DM	CA	CP	EE	NDF	ADF
C	29.25±0.28 <sup>a</sup>	5.15±0.18 <sup>c</sup>	9.24±0.17 <sup>c</sup>	4.03±0.18 <sup>b</sup>	48.90±1.96 <sup>a</sup>	23.90±0.72 <sup>d</sup>
70C30S	28.78±0.25 <sup>ab</sup>	5.46±0.08 <sup>bc</sup>	10.20±0.10 <sup>d</sup>	4.16±0.10 <sup>b</sup>	42.61±1.08 <sup>bc</sup>	27.66±0.25 <sup>b</sup>
60C40S	29.02±0.17 <sup>a</sup>	5.57±0.20 <sup>bc</sup>	10.52±0.17 <sup>cd</sup>	4.73±0.09 <sup>a</sup>	41.05±0.64 <sup>cd</sup>	23.28±0.53 <sup>d</sup>
50C50S	29.03±0.31 <sup>a</sup>	5.68±0.13 <sup>bc</sup>	10.28±0.11 <sup>d</sup>	3.86±0.20 <sup>b</sup>	41.24±0.52 <sup>cd</sup>	25.74±0.39 <sup>c</sup>
40C60S	27.51±0.26 <sup>bc</sup>	5.77±0.19 <sup>b</sup>	10.81±0.13 <sup>c</sup>	3.86±0.04 <sup>b</sup>	44.73±0.55 <sup>b</sup>	25.61±0.21 <sup>c</sup>
30C70S	28.03±0.16 <sup>ab</sup>	5.91±0.11 <sup>b</sup>	11.76±0.10 <sup>b</sup>	3.93±0.11 <sup>b</sup>	43.59±0.49 <sup>bc</sup>	28.77±0.35 <sup>b</sup>
S	26.54±0.23 <sup>c</sup>	8.61±0.16 <sup>a</sup>	15.56±0.21 <sup>a</sup>	4.22±0.06 <sup>b</sup>	38.68±0.38 <sup>c</sup>	33.23±0.37 <sup>a</sup>
F- value	5.393 <sup>**</sup>	48.965 <sup>**</sup>	187.222 <sup>**</sup>	6.031 <sup>**</sup>	10.850 <sup>**</sup>	58.857 <sup>**</sup>

DM: Dry matter; CA: Crude ash; CP: Crude protein; EE: Ether extract; NDF: Neutral detergent fiber; ADF: Acid detergent fiber.

<sup>a,b,c,d</sup>: The difference between values with different letters in the same column is significant ( $P < 0.05$ ); \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ .

Table 5. Fermentation criteria of silages (% DM)

Mixture Ratios	pH	$\text{NH}_3\text{-N}$	LA	AA	PA	BA
C	4.20±0.01 <sup>c</sup>	3.78±0.11 <sup>d</sup>	2.67±0.27 <sup>a</sup>	0.07±0.01 <sup>d</sup>	0.06±0.01 <sup>c</sup>	0.04±0.003 <sup>d</sup>
70C30S	4.25±0.01 <sup>c</sup>	4.55±0.09 <sup>c</sup>	2.29±0.09 <sup>b</sup>	0.19±0.01 <sup>c</sup>	0.49±0.02 <sup>d</sup>	0.18±0.01 <sup>c</sup>
60C40S	4.22±0.01 <sup>de</sup>	4.73±0.06 <sup>c</sup>	1.89±0.07 <sup>c</sup>	0.44±0.05 <sup>a</sup>	0.62±0.05 <sup>d</sup>	0.24±0.01 <sup>b</sup>
50C50S	4.24±0.01 <sup>cd</sup>	4.64±0.06 <sup>c</sup>	1.85±0.07 <sup>c</sup>	0.22±0.02 <sup>c</sup>	0.81±0.03 <sup>c</sup>	0.24±0.02 <sup>b</sup>
40C60S	4.26±0.01 <sup>c</sup>	4.73±0.11 <sup>c</sup>	1.33±0.07 <sup>d</sup>	0.31±0.04 <sup>b</sup>	1.04±0.08 <sup>b</sup>	0.24±0.02 <sup>b</sup>
30C70S	4.35±0.01 <sup>b</sup>	5.49±0.20 <sup>b</sup>	1.01±0.07 <sup>d</sup>	0.17±0.01 <sup>c</sup>	1.19±0.10 <sup>b</sup>	0.39±0.03 <sup>a</sup>
S	4.94±0.01 <sup>a</sup>	8.83±0.32 <sup>a</sup>	1.04±0.08 <sup>d</sup>	0.17±0.01 <sup>c</sup>	1.85±0.06 <sup>a</sup>	0.36±0.01 <sup>a</sup>
F- value	812.888 <sup>**</sup>	108.189 <sup>**</sup>	27.647 <sup>**</sup>	21.416 <sup>**</sup>	108.371 <sup>**</sup>	44.557 <sup>**</sup>

LA: Lactic acid; AA: Acetic acid; PA: Propionic acid; BA: Butyric acid.

<sup>a,b,c,d,e</sup>: The difference between values with different letters in the same column is significant ( $P < 0.05$ ); \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ .

#### 4. Conclusion

This research was conducted in order to determine the effects of different intercropping patterns of corn with soybean on agronomic characters, forage yield, and silage quality in the ecological conditions of Mardin. In the study, it was determined that the mixtures had a higher yield than single plantings in terms of fresh biomass. The highest yield was obtained from the experimental plots 60C40S and 70C30S mixtures ratios. These mixture ratios gave the best crude protein yield compared to monocropping. Significant differences have been found in the silage fermentation characteristics results of silages of materials obtained from intercropping. The finding that reflects the microbial activity and silage fermentation in the silage material is the silage pH, and the increase in the legume ratio caused increases in the pH. Except for soybean silage, when pH and  $\text{NH}_3\text{-N}$  concentrations were examined, the results showed that soybean silage encouraged sufficient lactic acid production, and the lower pH contributed to protecting silage. According to the results of silage fermentation properties examined, it is thought that increasing the rate of soybean by 50% in silage will not cause a significant change in silage quality. In conclusion, in the ecological conditions of Mardin province, it was considered that for intercropping of corn and soybean plants, 70% corn + 30% soybean and 60% corn + 40% soybean mixtures could be used as ideal mixtures in terms of biomass yield and silage quality.

## Acknowledgements

The authors gratefully acknowledge Van Yuzuncu Yil University Scientific Researches Project Unit (Project No: 2015-FBE-YL279) for financial support.

## References

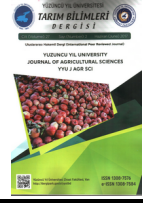
- AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis* (15th Ed.). Maryland, USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Alaca, B., & Ozaslan Parlak, A. (2017). The effect of maize and sorghum-sudangrass crosses intercropped with soybean, cowpea, guar on, silage yield and quality. *COMU J Agric Fac*, 5(1), 99-104.
- Ayaşan, T. (2011). Soybean silage and usage of animal nutrition. *J Fac Vet Med Univ Erciyes*, 8(3), 193-200.
- Beets, W. C. (1977). Multiple cropping of maize and soybeans under high level of crop management. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 25(2), 95-102.
- Bilgen, H., Yalçın, H., Özkul, H., Çakmaz, B., Polat, M., & Kılıç, A. (2005). Effects of packaging material color, vacuum application and storage conditions on the quality of packed corn silage. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 42(2), 77-85.
- Blaunt, A. R. S., Wright, R. K., Sprekel, T. D., Hewitt, T. D., & Myer, R. O. (2006). Forage soybeans for grazing, hay and silage. <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/AG/AG18400.pdf>. Access date: 17.02.2021. Univ of Florida IFAS Extension, SS-AGR-180.
- Budakii, C.E. (2016). Nutritive values of soybean silages ensiled with maize at the different rates. *Legumes Research*, 39, 810-813.
- Demirel, M., Çelik, S., Temur, C., Güney, M., & Çelik, S. (2009). Determination of fermentation properties and digestibility characteristics of combination of corn-soybean and corn silages. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(4), 711-714.
- Erdal, S., Pamukçu, M., Çürek, M., Kocatürk, M., & Yılmaz Doğu, Ö. (2016). Silage yield and quality of row intercropped maize and soybean in a crop rotation following winter wheat. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 62(11), 1487-1495.
- Erdoğan, İ., Altınok S., & Genç A. (2013). The effect of different seeding rates of intercropped corn and soybean on some plant characteristics and forage yield. *Research Journal of Biology Sciences*, 6(1), 06-10.
- Güneş, A., Alpaslan, M., & İnal A. (1998). *Experimental Techniques*, Ankara University Faculty of Agriculture Publications, Ankara.
- Güre, E. (2016). *An investigation on usage possibilities of sweet sorghum (Sorghum Bicolor (L.) Moench Var. Saccharatum) and black eyed-pea (Vigna Unguiculata (L.) Walp.) mixture for silage*. (M.Sc). Ege University Institute of Natural and Applied Science, İzmir.
- IBM Corp. Released (2015). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Kalaidzhieva, S. (1970). Results of intercropping maize and soybeans. *Herbage Abstracts*, 40(4), 400.
- Karakozak, E., & Ayaşan, T. (2010). Effect of inoculant in silages in which different forage crops and their mixtures on flieg point and crude nutrient content. *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University*, 16(6), 987-994.
- Kezar, W.W. (2001). *Successful use of high quality corn silage for dairies in the western United States*. Proceedings, 31st California Alfalfa and forage Symposium; 12-13 Dec 2001, California.
- Koç, F., Özdüven, M. L., & Yurtman, İ. Y. (1999). Effects of salt and microbial inoculants on the quality and aerobic stability of the maize-soybean silage. *Journal of Animal Production*, 39-40, 64-71.
- Kung, J.L., Shaver, R.D., Grant, R.J., & Schmidt, R.J. (2018). Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4020-4033.
- Marinov, M., & Marinova, R. (1967). Maize and soybeans grown in a mixture for silage in the vidin area. *Herbage Abstracts*, 37(3), 175.

- Ni, K., Wang, F.F., Zhu, B., Yang, J., Zhou, G., Pan, Y., Tao, Y., & Zhong, J. (2017). Effects of lactic acid bacteria and molasses additives on the microbial community and fermentation quality of soybean silage. *Biosource Technology*, 238, 706-715.
- Ni, K., Zhao, J., Zhu, B., Su, R., Pan, Y., Ma, M., Zhou, G., Tao, Y., Liu, X., & Zhong, J. (2018). Assessing the fermentation quality and microbial community of the mixed silage of forage soybean with crop corn or sorghum. *Biosource Technology*, 265, 563-567.
- NRC. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle* (7th Rev. Ed.) Natl. Acad. Sci., Washington, DC
- Oba, M., & Allen, M.S. (1999). Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: Effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 82, 589-596.
- Pahlow, G., Muck, R.E., Driehuis, F., Oude Elferink, S.J.W.H., & Spoelstra, S.F. (2003). Microbiology of Ensiling. In D.R. Buxton, R.E. Muck, & J.H. Harrison (Eds.) *Silage Science and Technology* (pp. 31-93), American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Petrakieva, I. (1975). The relationship between maize and soybean plants in mixed stands in relation the sowing method. *Herbage Abstracts*, 45(29), 65.
- Serbester, U., Akkaya, M.R., Yucel, C., & Gorgulu, M. (2015). Comparison of yield, nutritive value, and in vitro digestibility of monocrop and intercropped corn-soybean silages cut at two maturity stages. *Italian Journal of Animal Science*, 14, 66-70.
- Undersander, D., Jarek, K., Anderson, T., Schneider, N., & Milligan, L. (2007). A guide to making soybean silage. Forage and grazinglands, Plant management network. <http://128.104.248.62/ces/ag/issues/drought/documents/SoybeanSilage.pdf> Access date: 25.01.2021.
- Uygur, A. M. (2016). Silaj kalitesinin fiziksel ve kimyasal yöntemlerle belirlenmesi <http://arastirma.tarim.gov.tr/etae/Belgeler/EgitimBrosur/127-ciftcibro.pdf> Access date: 14.07.2016.
- Tansı, V., 1987. *The effects on forage grain yields and quality characteristics of corn and soybean in various planting patterns as second crop in Çukurova* (Phd.). Cukurova University Institute of Natural and Applied Science, Adana.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
- Vargas-Bello-Perez, E., Mustafa, A. F., & Seguin, P. (2008). Effects of feeding forage soybean silage on milk production, nutrient digestion, and ruminal fermentation of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91, 229-235.
- Vasco-Correa, J., & Li, Y. (2015). Solid-state anaerobic digestion of fungal pretreated *Miscanthus sinensis* harvested in two different seasons. *BioSource Technology*, 185, 211-217.
- Wolfrum E.J., Lorenz, A. J., & Leon, N. (2009). Correlating detergent fiber analysis and dietary fiber analysis data for corn stover collected by NIRS. *Cellulose*, 16, 577-585.



## Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences

<https://dergipark.org.tr/en/pub/yyutbd>



Research Article

### Histopathological Effects of Different Levels of Palm Kernel Cake Fed to Dorper Lambs

Osama Anwer SAEED<sup>1</sup>, Baker Tareq JABER<sup>2</sup>, Umar Mohammed SANI<sup>3</sup>, Awis Qurni SAZILI<sup>4</sup>,  
Henny AKIT<sup>5</sup>, Abdul Razak ALIMON<sup>6</sup>, Anjas Asmara SAMSUDIN<sup>\*7</sup>

<sup>1,2</sup>Department of Animal Production, College of Agriculture, University Of Anbar, Anbar, Ramadi, Iraq

<sup>3</sup>Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Taraba State University, P.M.P. 1167, Jalingo, Nigeria

<sup>4,5,7</sup>Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Universiti Putra Malaysia, 43400, Serdang, Selangor, Malaysia

<sup>6</sup>Faculty of Animal Science, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-2706-1332> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-5804-6779> <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-6170-9246>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-2461-271X> <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0003-1530-3496> <sup>6</sup><https://orcid.org/0000-0001-7235-1406>

<sup>7</sup><https://orcid.org/0000-0002-9758-7973>

\* Corresponding author. [anjas@upm.edu.my](mailto:anjas@upm.edu.my)

#### Article Info

Received: 19.06.2021

Accepted: 27.08.2021

Online Published: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.954685

#### Keywords

Copper Toxicity,  
Palm kernel cake,  
Liver,  
Dorper lamb,  
Histopathology.

**Abstract:** Palm kernel cake (PKC) is a nutrient-rich by-product of oil mills that contained a high concentration of copper (Cu) among other minerals elements. The higher dietary concentration of Cu was reported to impair some physiological functions in some breeds of sheep due to Cu toxicity. Hence, this study was aimed to investigate the histopathological effects of PKC based diet on vital organs of Dorper lambs. Fifteen male Dorper lambs (8 month-old) were randomly assigned to three treatment groups. Lambs were fed with a diet supplemented with different levels of PKC based on dry matter (DM) (PKC 750 gm kg<sup>-1</sup> DM, PKC 700 gm kg<sup>-1</sup> DM, and PKC 650 gm kg<sup>-1</sup> DM) for 120 days. At the end of the experiment, all the lambs were slaughtered, liver, kidney, and testis samples were examined for gross pathological lesions. Microscopic examination showed that the liver of PKC75 group animals was histologically normal. However, cell hepatocyte abnormality was observed in PKC70 and PKC65 groups. No clinical symptoms or severe histological lesions were noticed in the kidney and testis of all groups. Therefore, the histomorphological normal organs observed indicated the PKC contents provided detoxification and immune defense in male lambs.

### Dorper Kuzularına Farklı Düzeylerde Hurma Çekirdekli Kek Yeminin Histopatolojik Etkileri

#### Makale Bilgileri

Geliş: 19.06.2021

Kabul: 27.08.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.954685

#### Anahtar Kelimeler

Bakır Toksisitesi,  
Palmye çekirdekli kek,  
Karaciğer,  
Dorper kuzu,  
Histopatoloji.

**Öz:** Hurma çekirdeği keki (PKC), diğer mineral elementler arasında yüksek konsantrasyonda bakır (Cu) içeren, yağ değirmenlerinin besin maddesi açısından zengin bir yan üründür. Cu'nun daha yüksek diyet konsantrasyonunun, Cu toksisitesi nedeniyle bazı koyun ırklarında bazı fizyolojik fonksiyonları bozduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, bu çalışma, PKC bazlı diyetin Dorper kuzularının hayati organları üzerindeki histopatolojik etkilerini araştırmak için yapılmıştır. On beş erkek Dorper kuzusu (8 aylık) rastgele üç muamele grubuna ayrılmıştır. Kuzular, 120 gün boyunca farklı seviyelerde PKC kuru maddeye dayalı (DM) (PKC 750 gm/kg DM, PKC 700 gm/kg DM ve PKC 650 gm/kg DM) ile beslenmiştir. Deneme sonunda tüm kuzular kesilerek karaciğer, böbrek ve testis örnekleri büyük patolojik lezyonlar açısından incelenmiştir. Mikroskopik incelemede, PKC75 grubu diyetle beslenen hayvanların karaciğerinin histolojik olarak normal olduğunu tespit edilmiştir. Ancak PKC70 ve PKC65 gruplarında hücre hepatosit anormalliği

gözlenmiştir. Tüm grupların böbrek ve testislerinde hiçbir klinik semptom veya ciddi histolojik lezyonuna rastlanmamıştır. Bu nedenle, histomorfolojik olarak organların normal gözlemlenmesi, erkek kuzularda detoksifikasyon ve bağışıklık savunması sağlayan PKC içeriğinden kaynaklandığı belirlenmiştir.

## 1. Introduction

Mineral elements are essential to animal wellbeing and survival. They aid physiological, structural, catalytic, and regulatory functions. Hence, the need to include ingredients that will supply the right amount of these minerals in the diet of animals is very essential (Bingöl and Bingöl, 2018; Das et al., 2018). However, if these minerals are ingested in excess due to the addition of mineral supplements and/or imbalance ration may trigger toxicity effects (Reis et al., 2010). Excess or deficiency mineral elements such as cadmium, lead, copper, chromium, iodine, manganese, molybdenum, selenium, and zinc exact some physiological changes in tissues and organs of animals (Asli et al., 2020). Palm kernel cake was reported to with 16-20% protein and served as a good alternative feed ingredient for feeding sheep (Ribeiro et al., 2011; Saeed et al., 2018). However, the higher dietary copper (Cu) concentration of up to 30 ppm in PKC is of concern in sheep ration. Clarkson et al., (2020) reported that excess dietary Cu is intolerable by sheep as it impaired the excretion of Cu in the bile which led to the excess aggregation of Cu in the liver and subsequent Cu toxicity. Similarly, excess dietary Cu concentration was reported to increase mortality, histopathological changes within the tissues of vital organs (Wu et al., 2020). Histopathological changes reported include mild liver toxicity, hepatocytes swollen, as well as vacuolated and necrotized localized at the medulla zone (Hair-Bejo et al., 1995). Copper concentrations were found to consistently increase in the kidney than liver of dead animals with signs of a hemolytic crisis; therefore, the kidney is considered the tissue of choice when the measurement of only one organ is requested (Rothuizen, 2020). Abnormal hepatic metabolism resulting from high dietary intake of Cu and altered biliary and urinary excretion of Cu or nutritional imbalances between Cu and other trace elements can lead to massive hepatic stores of Cu over time and subsequently lead to what has been referred to as chronic Cu toxicosis. Therefore, the present study was conducted to evaluate the histopathological effects of the palm kernel cake-based diet as a source of Cu on the liver, kidney, and testis of Dorper lambs.

## 2. Material and Methods

### 2.1. Experimental animals

The experiment was performed following the procedure of the Institutional Committee on Animal Use Ethics (Approval No. R064/2016). A total of 15 Dorper lambs with an initial live body weight  $16 \pm 0.38$  kg and age 8 months were used in this study. Experimental was carried out at the research farm of University Putra Malaysia and lasted for a period of 120 days. Lambs were divided into three homogenous groups and randomly assigned to receive one of the three dietaries of varying inclusion levels of palm kernel cake as a source of Cu. The animals undergo an adaptation period of 3 weeks before starting the main experiment. Each pen was provided with a feeding trough and a water container, and feed was offered two times daily. Lambs were fed to different diets: a) supplemented with 750 gm PKC  $\text{kg}^{-1}$  DM per head (PKC75 group); b) supplemented with 700 gm PKC  $\text{kg}^{-1}$  DM per head (PKC70 group) and c) supplemented with 650 gm PKC  $\text{kg}^{-1}$  DM per head (PKC65 group), all diets were formulated to meet the body requirement according to (NRC, 2007). Analysis of diets minerals contents was done according to Kolmer et al., (1952). The concentration of minerals was presented in Table 1. The mineral premix was omitted in the diets in order to minimize the Cu level in the diets as PKC was reported to contain high minerals.

### 2.2. Histopathology of liver, kidney, and testis

After slaughter, the liver (right liver lobes), the right kidney (renal cortex), and right testis were removed and fixed in freshly prepared 10% formalin for at least 48 hrs. Samples were fixed in Bouin's solution for 16 hours. After fixation, the tissues were washed three times with 70% alcohol for an hour



per wash. The tissue processing was done automatically using a histokinette machine (Leica ASP 300 tissue processor, Germany). The machine with 11 containers that contained specific and time was adjusted for each container. The tissue samples were dehydrated by immersion with a graded series of low to high concentrations of alcohol until the tissue samples were saturated with 100% alcohol. Subsequently, the samples were infiltrated using 100% chloroform cleaning reagent. After being impregnated with paraffin wax, the samples were blocked in paraffin. The tissues were sectioned using a microtome (Leica, model RM 2155 rotary microtome, Germany) at a thickness of 5  $\mu$ m and stained with Haematoxylin and Eosin (Bancroft and Gamble, 2008).

### 2.3. Statistical analysis

The general linear model procedure was used to examine data in a completely randomized design (CRD) in SAS 9.4 (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA). Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ) was used to calculate all multiple comparisons between means. The proportion of lesions and healthy appearance of the liver were analyzed using Chi-Square analysis.

### 3. Results

This histopathological approach on Dorper lambs was conceived to provide biological insights on tissue changes induced by a diet with 750, 700, and 650 gm PKC/kg DM that showed the concentrations of the minerals in Table 1 accordingly.

Table 1. Experimental diet of minerals content (mg kg<sup>-1</sup> dry matter (DM))

Item	Cu	Fe	Zn	Se
PKC75	4.84 <sup>a</sup>	1073.63 <sup>a</sup>	11.57	0.28
PKC70	4.52 <sup>b</sup>	1002.05 <sup>b</sup>	10.80	0.26
PKC65	4.19 <sup>c</sup>	930.48 <sup>c</sup>	10.03	0.24
SEM	0.101	21.131	0.476	1.085
p-value	0.003	0.001	0.153	0.429

PKC75; 750 gm PKC kg<sup>-1</sup> DM. PKC70; 700 gm PKC/kg DM. PKC65; 650 gm PKC kg<sup>-1</sup> DM.  
<sup>a,b,c</sup> Means in the same column with different superscripts are significantly different.

The sections from the liver, kidney, and testis revealed organ-specific normal histological features. No remarkable histological of the eosinophilic hepatocytes, longestic, and hepatic stellate with collagen fibrils were observed in the treatment group (Figure 1). However, the microscopic examination showed the liver of lambs fed on PKC70 and PKC65 presented with reversible histopathological changes ( $p < 0.05$ ) as cell swelling hepatocytes while PKC75 unalterable histopathological alterations for the same character (hepatocytes) (Figure 1).

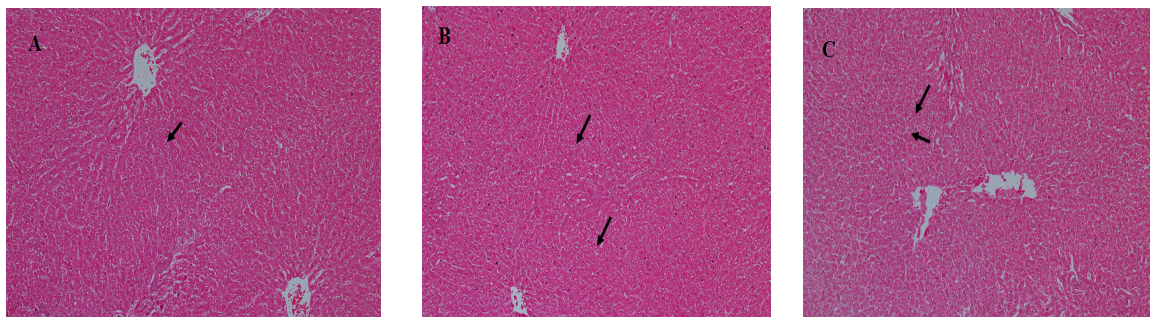


Figure 1. Histological Examination of the Liver in the Lambs Fed on Experimental Diets with H&E, 20x. (A) Liver in Lambs Fed 750 gm PKC kg<sup>-1</sup> DM, Showing Normal Structure. (B) Liver in Lambs Fed 700 gm PKC kg<sup>-1</sup> DM Shows Cell Swelling Hepatocytes. (C) Liver in Lambs Fed 650 gm PKC kg<sup>-1</sup> DM Arrows Show Cell Swelling Hepatocytes.

The histological structure of kidney tissue of lambs in the PKC75, PKC70 and PKC65 are shown in figure 2. Histopathological findings of kidney in groups showed there were no signs of histopathological alteration of kidney tissues ( $p > 0.05$ ) in multifocal interstitial nephritis and glomerular fibrosis in all groups and reminded normal.

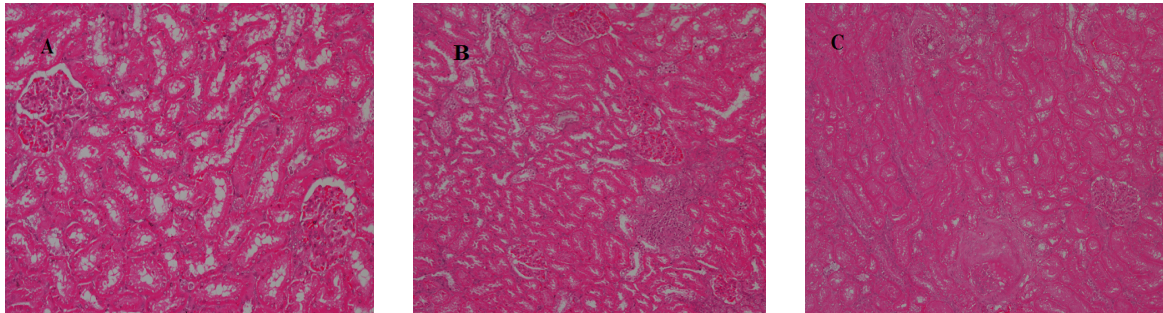


Figure 2. Histological Examination of the Kidney in the Lambs Fed on Experimental Diets with H&E, 20x. (A) The kidney of Lambs Fed 750 gm PKC kg<sup>-1</sup> DM. There are no significant lesions. (B) The kidney of lambs fed 700 gm PKC kg<sup>-1</sup> DM. There are no significant lesions.

The histopathology of the testis obtained by H&E staining is presented in figure 3. The testis in of all experimental groups no observable microscopic changes ( $p > 0.05$ ) were seen in Sertoli cells and seminiferous tubules.

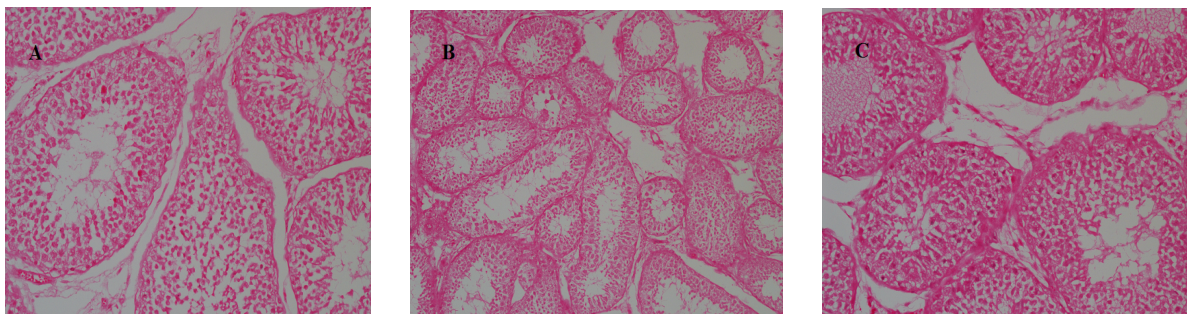


Figure 3. Histological examination of the testis in the Lambs Fed on Experimental Diets with H&E, 20x. (A) Testis of lambs fed 750 gm PKC kg<sup>-1</sup> DM. There are no Significant Lesions. (B) Testis of Lambs Fed 700 gm PKC/kg DM. There are no Significant Lesions. (C) Testis of Lambs Fed 650 gm PKC kg<sup>-1</sup> DM. There are no Significant Lesions.

There was no significant ( $p > 0.05$ ) difference in the proportion of healthy and impaired liver between the different PKC inclusion levels Table 2. The highest inclusion level PKC750 showed 0% lesions as compared to 33.33% (1) lesions were observed in PKC650 and PKC700 respectively.

Table 2. Liver reaction to different PKC inclusion levels

Item	Reaction		Total
	Presence of Lesions	Normal Structure	
PKC75	0.00 (0)	33.33 (1)	33.33 (1)
PKC70	33.33 (1)	0.00 (0)	33.33 (1)
PKC65	33.33 (1)	0.00 (0)	33.33 (1)
Total	66.67 (2)	33.33 (1)	100 (3)
Chi Square test (Inclusion level vs Reaction) $\chi^2_{2, 0.05} = 0.2231$			

PKC75; 750 gm PKC kg<sup>-1</sup> DM. PKC70; 700 gm PKC kg<sup>-1</sup> DM. PKC65; 650 gm PKC kg<sup>-1</sup> DM.

#### 4. Discussion and Conclusion

Feeding of PKC based diet to sheep has been reported to be a good source of dietary Cu. However, a higher concentration of dietary Cu in the sheep diet may probably cause mortality and histopathological changes within the tissues of vital organs due to toxicity. Findings from the present study are inconsistent with (Saeed et al., 2019a; Saeed et al., 2019b; Soren et al., 2017) on their studies on Cu poisoning in domesticated sheep. The histopathological findings confirm the mild liver toxicity observed in the present study agrees with (Hair-Bejo et al., 1995) who reported hepatocyte swollen, as well as vacuolated and necrotized, particularly at the medulla zone. However, no clinical signs of histological lesions were observed in the liver of all groups. Haywood et al., (2005) reported that Cu induced fibrosis in North Ronaldsay sheep results from hepatic stellate cell activation, simulating the pericellular fibrosis that characterizes infantile Cu toxicosis.

However, findings from this study have been equally conflicting because previous evidence indicated that the sheep died because of Cu toxicosis cannot be based solely on hepatic Cu concentrations but may also be due to hemolytic crisis caused by chronic Cu poisoning (Gupta, 2018). Although excess oral zinc administration could also cause liver damage in sheep (Najafzadeh et al., 2013).

No clinical signs were observed in the kidneys of all the treatment groups in the present study. Lesions of a chronic interstitial nonsuppurative nephritis in the kidney which often caused the death of animals are attributed to liver disease. Our finding agreed with Campos et al., (2019) who reported lambs fed agro by-product based diet during the feedlot period showed no renal failure. Similarly, the renal tubules in this study were also normal. Elimination of Cu in the urine may be greatly enhanced in the Cu-poisoned patient if the body storage sites are saturated (Roychoudhury et al., 2016).

The present study does not observe any effect to PKC based diets on the testicular features studied as reported by (Soren et al., 2017) no detrimental effect on the gross and histopathological composition of vital organs by replacing up to 50 % of soybean meal. However, the minor difference observed between treatment groups of study might be due to the age difference between samples. Kalwar et al., (2020), reported that seminiferous tubule diameter increases with an increased in age. The liver and kidneys, consistent with metallurgical relatively stable metabolism in the testis, are more susceptible to redox imbalance than the testis (Zhang et al., 2013).

There was no observable significant negative effect of feeding PKC based diet on vital organs (liver, kidney and testis). The non-injured sections of tissue could be because of the role of the Zn in PKC which led to induce detoxification in these organs. Further studies are required to unravel the detoxification process.

#### Acknowledgements

The authors acknowledge the support of University Putra Malaysia for the use of facilities at the veterinary histopathology laboratory. The authors also wish to thank the Ministry of Iraqi Higher Education and Scientific Research for their cooperation to achieve this study. We acknowledge University of Anbar for their support entire the study period.

#### References

- Asli, M., Azizzadeh, M., Moghaddamjafari, A., & Mohsenzadeh, M. (2020). Copper, iron, manganese, zinc, cobalt, arsenic, cadmium, chrome, and lead concentrations in liver and muscle in Iranian camel (*Camelus dromedarius*). *Biological Trace Element Research*, 194(2), 390-400.
- Bancroft, J.D., & Gamble, M. (2008). *Theory and Practice of Histological Techniques*: Elsevier Health Sciences.
- Bingöl, E., & Bingöl, M. (2018). Some growth, reproduction and lactation characteristics of hamdani sheep. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 28(2), 161-167.
- Campos, F., Carvalho, G., Santos, E., Araújo, G., Rebouças, R., Estrela-Lima, A., Araujo, M. L. G. M. L., Oliveira, J. S., Gois, G. C., & Magalhães, A. (2019). Metabolic profile and histopathology of kidneys and liver of lambs fed silages of forages adapted to a semi-arid environment. *South African Journal of Animal Science*, 49(3), 555-563.

- Clarkson, A., Paine, S., Martín-Tereso, J., & Kendall, N. (2020). Copper physiology in ruminants: trafficking of systemic copper, adaptations to variation in nutritional supply and thiomolybdate challenge. *Nutrition Research Reviews*, 33(1), 43-49.
- Das, M. M., Singh, K. K., Rai, A. K., & Mahanta, S. K. (2018). Effect of feeding micronutrient fertilized sorghum hay based diet on nutrient utilization and mineral balance in sheep. *Indian Journal of Animal Sciences*, 88, 944-948.
- Gupta, R. (2018). A review of copper poisoning in animals: sheep, goat and cattle. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*, 3, 1-4.
- Hair-Bejo, M., Alimon, A., Maria, J., Hass, M., & Moonafizad, M. (1995). The role of zinc in the treatment of palm kernel cake toxicity in sheep. *Annales de Zootechnie*, 44(1), 332-332.
- Haywood, S., Simpson, D., Ross, G., & Beynon, R. (2005). The greater susceptibility of North Ronaldsay sheep compared with Cambridge sheep to copper-induced oxidative stress, mitochondrial damage and hepatic stellate cell activation. *Journal of Comparative Pathology*, 133(2-3), 114-127.
- Kalwar, Q., Chu, M., Ahmad, A.A., Ding, X., Wu, X., Bao, P., & Yan, P. (2020). Morphometric evaluation of spermatogenic cells and seminiferous tubules and exploration of luteinizing hormone beta polypeptide in testis of Datong Yak. *Animals*, 10(1), 66.
- Kolmer, J.A., Spaulding, E.H., & Robinson, H.W. (1952). Approved laboratory technic, fifth ed. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 1, 713-714.
- Najafzadeh, H., Ghoreishi, S., Mohammadian, B., Rahimi, E., Afzalzadeh, M., Kazemivarnamkhashti, M., & Ganjealidarani, H. (2013). Serum biochemical and histopathological changes in liver and kidney in lambs after zinc oxide nanoparticles administration. *Veterinary World*, 6(8), 534-537.
- Reis, L. S. L. D. S., Pardo, P. E., Camargos, A. S., & Oba, E. (2010). Mineral element and heavy metal poisoning in animals. *Journal of Medicine and Medical Sciences*, 1, 560-579.
- Ribeiro, R. D. X., Oliveira, R. L., Macome, F. M., Bagaldo, A. R., Silva, M. C. A. D., Ribeiro, C. V. D. M., Carvalho, G. G. P., & Lanna, D. P. D. (2011). Meat quality of lambs fed on palm kernel meal, a by-product of biodiesel production. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24, 1399 - 1406.
- Rothuizen, J. (2020). Metabolic, toxic, and neoplastic diseases of the liver. *Clinical Small Animal Internal Medicine*, 677-686.
- Roychoudhury, S., Nath, S., Massanyi, P., Stawarz, R., Kacaniova, M., & Kolesarova, A. (2016). Copper-induced changes in reproductive functions: *in vivo* and *in vitro* effects. *Physiological Research*, 65(1), 11-22.
- NRC, (2007). National Research Council (NRC). *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*: National Academy Press, Washington, DC.
- Saeed, O., Sazili, A., Akit, H., Alimon, A., Mazlan, M., & Samsudin, A. (2018). The growth efficiency and carcass characteristics of Dorper sheep treated by corn inclusion as energy into palm kernel cake based-diet. *Tropical Animal Science Journal*, 41(1), 29-36.
- Saeed, O.A., Kee, L.T., Sazili, A.Q., Akit, H., Jahromi, M.F., Alimon, A.R., & Samsudin, A.A. (2019a). Effects of corn supplementation on the antioxidant activity, selected minerals, and gene expression of selenoprotein and metallothionein in serum, liver, and kidney of sheep-fed palm kernel cake: urea-treated rice straw diets. *3 Biotech*, 9(4), 146.
- Saeed, O. A., Sazili, A. Q., Akit, H., Alimon, A. R., & Samsudin, A. A. (2019b). Effects of corn supplementation into PKC-urea treated rice straw basal diet on hematological, biochemical indices and serum mineral level in lambs. *Animals*, 9(10), 781.
- Soren, N. M., Sharma, A. K., & Sastry, V. R. (2017). Biochemical and histopathological changes in sheep fed different detoxified karanj (*Pongamia glabra*) seed cake as partial protein supplements. *Animal Nutrition*, 3(2), 164-170.
- Wu, T., Song, M., & Shen, X. (2020). Seasonal dynamics of copper deficiency in Wumeng semi-fine wool sheep. *Biological Trace Element Research*, 197, 1-8.
- Zhang, Q., Chen, L., Guo, K., Zheng, L., Liu, B., Yu, W., Guo, C., Liu, Z., Chen, Ye., & Tang, Z. (2013). Effects of different selenium levels on gene expression of a subset of selenoproteins and antioxidative capacity in mice. *Biological Trace Element Research*, 154(2), 255-261.



Araştırma Makalesi (Research Article)

## Relationships of Wheat, Dry Bean and Chickpea Yields with Global Climate Change in Suşehri District, Turkey

Ahmet SÜMBÜL<sup>\*1</sup>, Bektaş SÖNMEZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sivas Cumhuriyet University, Suşehri Timur Karabal Vocational Training School, Department of Plant and Animal Production, 58600, Sivas, Turkey

<sup>2</sup>Sivas Cumhuriyet University, Suşehri Timur Karabal Vocational Training School, Department of Food Technologies, 58600, Sivas, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-9510-0992> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-8190-409X>

\*Corresponding Author e-mail: [asumbul@cumhuriyet.edu.tr](mailto:asumbul@cumhuriyet.edu.tr), [asumbul3188@gmail.com](mailto:asumbul3188@gmail.com)

### Article Info

Received: 26.06.2020

Accepted: 08.10.2021

Online Published: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.758727

### Keywords

Chickpea,  
Climate change,  
Dry bean,  
Suşehri,  
Wheat.

**Abstract:** The long-term impact of atmospheric events is defined as climate. Agricultural activities are more affected by climate change since they mostly rely on nature. Agricultural activities may also induce climate change. Therefore, it is valuable to know how agricultural activities are affected by climate change. Therefore, this study was conducted to assess long-term changes in climate and agricultural products and mutual relationships between them in the Suşehri district of Sivas province located in the Kelkit Basin. Climate (air temperature, precipitation, and relative humidity) and yield (crops of wheat, dry bean, and chickpea) data of the 1991 – 2017 period were used. Long-term temporal changes were tested with the nonparametric Mann-Kendall trend test. Relationships were analyzed with the use of the Cochrane-Orcutt estimation regression. The air temperature showed increasing tendency both annually and seasonally, and also had negative effects on wheat yield. Relative humidity showed a positive relationship with the wheat yields both annually and seasonally. Any climate data did not have a significant effect on chickpea and dry bean yields. If the temperature increase continues in the future, negative effects of climate change on agricultural products of the region will be inevitable. It is likely that agriculture in the region will shift to higher altitudes in time. Present findings could be used for the entire Kelkit Basin, which is located in the same climate and geographical zone as Suşehri district.

## Suşehri Bölgesinde Buğday, Kuru Fasulye ve Nohut Ürün Verimlerinin Küresel İklim Değişikliği ile İlişkisi

### Makale Bilgileri

Geliş: 26.06.2020

Kabul: 08.10.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.758727

### Anahtar Kelimeler

Nohut,  
İklim değişikliği,  
Kuru fasulye,  
Suşehri,  
Buğday.

**Öz:** Atmosferde meydana gelen olayların uzun vadeli etkisi iklim olarak tanımlanmaktadır. Tarımsal faaliyetler doğaya bağlı olmaları bakımından iklim değişikliğinden daha fazla etkilenmektedir. Ayrıca tarımsal faaliyetler, iklim değişikliğinden hem etkilenme hem de iklim değişikliğini etkileme açısından önemli bir konumdadır. Bu nedenle, tarımsal faaliyetlerin iklim değişikliğinden nasıl etkilendiğini bilmek önemlidir. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin Kelkit Havzası'ndaki Sivas Suşehri'nde iklim ve tarımsal ürün veriminin uzun vadede ki değişimlerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini ortaya koymaktır. 1991-2017 yılları arasında ki iklim verileri (hava sıcaklığı, yağış miktarı ve bağıl nem) ve tarımsal ürünlerin (buğday, kuru fasulye ve nohut) verimi kullanılmıştır. Uzun süreli zamansal değişiklikler parametrik olmayan Mann-Kendall trend testi ile test edilmiştir. İlişki testleri ise Cochrane-Orcutt tahmin regresyonu ile analiz

edilmiştir. Hava sıcaklığı hem yıllık hem de mevsimsel olarak artış eğilimi gösterirken buğday verimi üzerine de olumsuz etki göstermiştir. Ayrıca, bağıl nem, buğday ile hem yıllık hem de mevsimsel olarak pozitif bir ilişki göstermiştir. İklim verilerinin hiçbirisi nohut ve kuru fasulye verimi üzerinde anlamlı bir etki göstermemiştir. Eğer gelecekte sıcaklık artışı devam ederse, bölgedeki tarım ürünlerini olumsuz etkilenmesi kaçınılmaz olacaktır. Bölgede yapılan tarımın ise zamanla daha yüksek rakımlara kayması muhtemeldir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, Suşehri bölgesi de dahil olmak üzere aynı iklim ve coğrafi bölgede bulunan tüm Kelkit Havzasında kullanılabilir.

## 1. Introduction

Climate is defined as the long-term effect of atmospheric events and it is continuously changing over the years (Türkeş et al., 2000). Global climate change is defined as the increase in the average surface temperature of the earth through increasing effects of greenhouse gases including CO<sub>2</sub> (carbon dioxide), CH<sub>4</sub> (methane), N<sub>2</sub>O (nitrous oxide), O<sub>3</sub> (ozone), CFCs (chlorofluorocarbons), and H<sub>2</sub>O (water vapor), which are encountered mostly as a result of human activities (Dellal and McCarl, 2007). The surface air temperature in the world has increased by approximately 0.85°C and the air temperature will be by an average of 1.8-4.0°C in 2100 even in the best circumstances if no action is taken (IPCC, 2014). Human activity-induced increase in air temperature could warm up the atmosphere and oceans, change the global water cycle, decrease the snow and glaciers, increase the sea level, change the precipitation amount and pattern and increase the frequency and severity of natural disasters such as drought, flood, hurricanes (Bayraç and Doğan, 2016). Agriculture is more influenced by climate change as compared to the other sectors since it is totally on nature and natural conditions. On the other hand, agriculture is also an important position in terms of both being affected and causing climate change. Agricultural activities such as incorrect land use, excess chemical input (fertilizers, chemical pesticides, insecticides), tillage and livestock operations may increase the release of greenhouse gases, hence inducing climate change.

It is predicted that agricultural production will increase in medium and high latitudes, and yield will decrease in tropical and subtropical regions as a result of increasing global warming (Khasnis and Nettleman, 2005). Moreover, in the air temperature estimations made for 2100, it is thought that an increase of 3°C will be the distribution of plant species to 300–400 km north or 500 m higher altitudes in temperate regions (Hughes, 2000). Plant species may have difficulties in responding to such changes either by migration or by developing adaptation mechanisms. These troubles can limit the distribution of species and even cause their extinction (Clarke, 2007). It is predicted that these conditions of global climate change will destroy 15-37% of the species in the world by the year 2050 (Bakkenes et al., 2006; Clarke, 2007).

In order to assess the effects of climate change on agriculture, several research have been conducted on different products in many parts of the world. It was predicted that rain-fed dry-farming lands will shift to the north, and a yield loss of between 10-50% will be seen (Rosenzweig and Iglesias, 1994; Rosenzweig and Hillel, 1998; McCarl et al., 2001). Climate change may facilitate the weak development of cereals, increase the incidence of disease and pests, resulting in drying of vegetable seedlings, loss of quality and yield, and delayed ripening of fruits (Ogunbameru et al., 2013). These effects could also be encountered in Turkish agricultural fields, such as shortened growth periods, early harvest times, shifting production regions to the central and northern regions, change in production patterns of the regions, and decreased yield and quality (Kuntasal Oğuz, 2012). In Turkey, it was reported that the average yield of wheat, barley, maize, cotton, and sunflower decreased with the effects of climate change (Dellal et al., 2011). Similarly, Gürkan et al. (2017) investigated the effects of climate conditions on the agricultural products of Turkey and reported that the yield of sunflower (for oil) and cotton (seed) decreased across the country. Global climate change will definitely be effective in all regions of Turkey, but the effects of it are expected to vary depending on geographic factors, latitude, and altitudes (Kanber, 2007). It is expected that the air temperature increase will be less in Aegean, Marmara, and Black Sea, but higher in the Mediterranean, Southeastern, and Eastern Anatolia Regions. It is also expected that the decline in precipitations will be higher in the Aegean and Mediterranean, but will not change much in Marmara and Black Sea Regions (Şen, 2013).

When the studies conducted in the world are evaluated, it was observed that impacts of global climate change on agricultural products, growing conditions of the cultivated plant species varied according to the latitude, elevation, and geographical position of the region to be cultivated. Accordingly, the determination of the effects of climate change on agricultural products in different regions will play a great role in climate change mitigation. Therefore, the present study was conducted to assess long-term changes in climate and agricultural products and mutual relationships between them in the Suşehri district of Sivas province located in the Kelkit Basin. To this purpose, agricultural products widely grown in the region that wheat, dry bean, and chickpea were selected. The long-term variation of the production amount of these products per decare was investigated.

## 2. Material and Methods

### 2.1. Study area, climate, and agricultural data

The study area, Suşehri district of Sivas province is located within the boundaries of the Eastern Black Sea Region (38.09 E 40.16 N) of Turkey (Figure 1). The total surface area is 985 km<sup>2</sup> and the altitude is approximately 1000 meters. The district has a transitional climate between the temperate climate of the Black Sea Region and the continental climate of Central Anatolia.

Climate data covering the 1991 – 2017 period and including air temperature (AT), precipitation (Pr), relative humidity (RH) were obtained from the Turkish State Meteorological Service (<https://mevbis.mgm.gov.tr/mevbis>) for Suşehri. Climate data were obtained as the monthly mean values for each year, which means 12 values for each parameter of a year. Yields (kg/da) for wheat, dry bean, and chickpea were obtained from the Turkish Statistical Institute (TUIK) (<http://tuik.gov.tr>) for Suşehri from January 1991 to December 2017. The selected plant species are commonly grown both in Turkey and the research region. Although the sowing dates of these crops are different, growth, grain filling, and harvest periods take place within the same period in the region.

In agricultural practices of the region, local genotypes are extensively used. However, during the last 5-10 years, certified seeds were started to be used in wheat and chickpea cultivation. Fertilization is carried out in a standard way without soil and leaf analysis. In the last 10 years, irrigation is carried out in wheat, chickpea, and dry bean cultivation of the region (A. Sümbül, unpublished data).

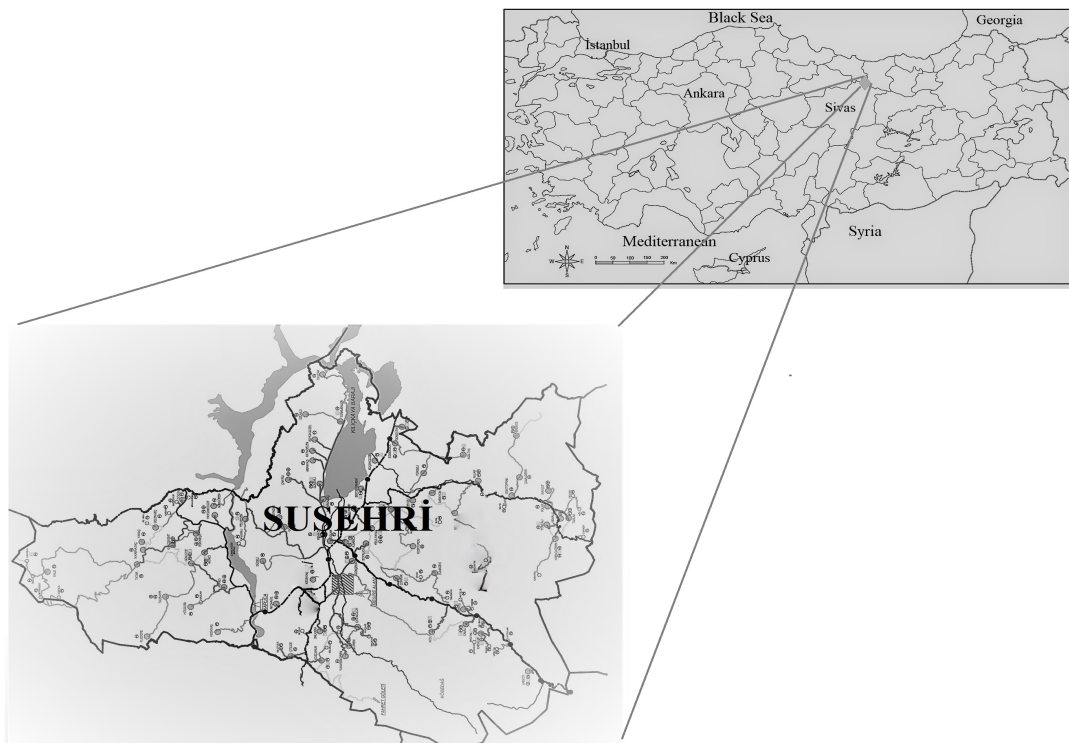


Figure 1. General view of research area.

## 2.2. Statistical analysis

Tests for trends in climate and agricultural data over the years were performed by means of a nonparametric, nonseasonal Mann-Kendall Trend test (Hipel and McLeod, 1994). It has been widely used to test for randomness against the trend in climatological time series (Zhang et al., 2001; Türkeş et al., 2009; Gümüş et al., 2017). In trend analyses, the Theil-Sen regression slope was used to predict the regression constants based on the Mann-Kendall Trend test and the Kendall correlation coefficients (Sen, 1968). The Mann-Kendall test is based on the calculation of Kendall's tau measure of association between two samples, which itself is based on the ranks of the samples. The null hypothesis is set as "data are independent and randomly ordered". However, the existence of positive autocorrelation in the data increases the probability of detecting trends when actually none exist or vice versa. The presence of autocorrelation in the residuals of the regression models was tested using the Durbin-Watson test. A modified non-parametric trend test that is suitable for autocorrelated data is proposed by Hamed and Rao (1998). It was stated that the accuracy of the modified test in terms of its empirical significance level was found to be superior to that of the original Mann-Kendall trend test without any loss of power. When autocorrelation occurs in the data, the Hamed and Rao method was used for the Mann-Kendall Trend test.

In order to determine the seasonal variations in climate data, the seasonal Mann-Kendall test, not requiring normality of the time series, was used. This test tries to find the trend from one month to another in the overall series rather than finding out whether there is a trend for 12-month seasonal data for the overall series. For this test, all Kendall's tau are firstly calculated for each season. The variance of the statistic is calculated assuming that the series are independent (eg values of one or two months are independent) or dependent, which requires the calculation of a covariance. Seasons were classified as winter (December, January, and February), spring (March, April, and May), summer (June, July, and August), and Autumn (September, October, and November).

In many studies, the relationship between the yields of agricultural products and environmental variables was mostly estimated by ordinary least square test (OLS), which is a traditional regression technique (Zhang et al., 2010; Sarker et al., 2012; Culas and Timsina, 2019). However, the estimate of the OLS technique is not sufficient in many cases, because autocorrelation between variables can violate the assumption that observations are independent, which can lead to a biased estimate of the standard errors of the model parameters and the misleading significance test (Thejll and Schmith, 2005). Such regression models may inadvertently highlight some independent variables that have little or no effect on the dependent variable. It is important to adjust autocorrelation in regression analysis to accurately define the relationship between dependent and independent variables (Thejll and Schmith, 2005). In the case of autocorrelation, the usual linear regression method is invalid because standard errors are not neutral. The Cochrane-Orcutt (CO) estimation is a well-known statistical approach to take autocorrelation into account in the error term of a linear model. The CO method specifically fixes the effects of serially correlated residuals and yields more accurate regression coefficients than does OLS (Thejll and Schmith, 2005). Therefore, the CO method was used to test the relationship between climate data and agricultural yields. The yield of agricultural products has been tested both annually and seasonally. The seasonal tests were conducted only for the spring and summer seasons. All statistical tests were performed with the use of XLSTAT 2014.5.03 software (Addinsoft, NY, United States).

## 3. Results

The descriptive statistics for annual climate data and agricultural data (yields) of the Susehri district between 1991 - 2017 are given in Table 1.

For 27-years period, mean annual air temperature, precipitation and relative humidity were calculated as 10.36 °C, 35.33 kg m<sup>-2</sup> and 56.43%, respectively. Mean production area was calculated as 143469.2 decares for wheat and 9687.4 decares for bean and 1709.4 decares for chickpea. The average yield was 23626.2 tons for wheat, 1239.1 tons for dry bean and 212.4 tons for chickpea. In addition, mean annual yield for wheat, dry bean and chickpea was respectively calculated as 171.84 kg da<sup>-1</sup>, 128.82 kg da<sup>-1</sup> and 119.92 kg da<sup>-1</sup>.



Table 1. The descriptive statistics for climate and agricultural data

Years	Climate Data			Agricultural Products		
	Air Temperature (°C)	Relative Humidity (%)	Precipitation (kg m <sup>-2</sup> )	Wheat (kg da <sup>-1</sup> )	Dry Bean (kg da <sup>-1</sup> )	Chickpea (kg da <sup>-1</sup> )
1991	9.78	63.60	40.52	223	200	140
1992	7.68	66.57	38.91	230	200	140
1993	8.81	57.80	39.05	173	99	121
1994	10.75	56.33	28.86	105	72	76
1995	10.12	61.17	41.55	153	99	80
1996	10.86	58.30	39.03	160	100	100
1997	9.57	58.90	28.79	144	102	105
1998	10.95	54.50	42.65	128	250	80
1999	10.86	54.70	34.56	149	100	133
2000	9.47	50.50	45.58	158	104	150
2001	11.25	46.60	31.90	149	103	180
2002	10.17	46.87	35.83	137	99	126
2003	9.91	50.50	41.56	147	107	126
2004	9.87	46.87	35.05	145	110	125
2005	10.26	51.27	36.39	148	110	125
2006	10.36	50.57	47.32	150	120	125
2007	10.75	48.70	32.81	121	150	140
2008	9.84	53.57	35.22	183	150	140
2009	10.53	64.03	46.83	175	160	145
2010	12.91	57.00	23.93	175	145	120
2011	9.44	61.37	30.05	237	155	125
2012	10.55	59.03	34.20	200	145	125
2013	10.85	55.10	22.50	225	110	120
2014	12.03	62.77	29.48	148	70	101
2015	10.73	57.50	34.28	246	110	105
2016	10.46	53.53	36.45	225	150	98
2017	11.08	53.87	20.53	206	158	86
Mean	10.36	56.43	35.33	171.85	128.81	119.89

The temporal variation in climatic data over the years are given Figure 2. The Durbin Watson statistics showed no autocorrelation in the residuals of the regression for air temperature, precipitation and relative humidity ( $p > 0.05$ ). Annual mean air temperature increased significantly (Kendall's tau=0.321,  $p = 0.018$ , Sen's slope=0.051) (Figure 2a) during 1991-2017 period.

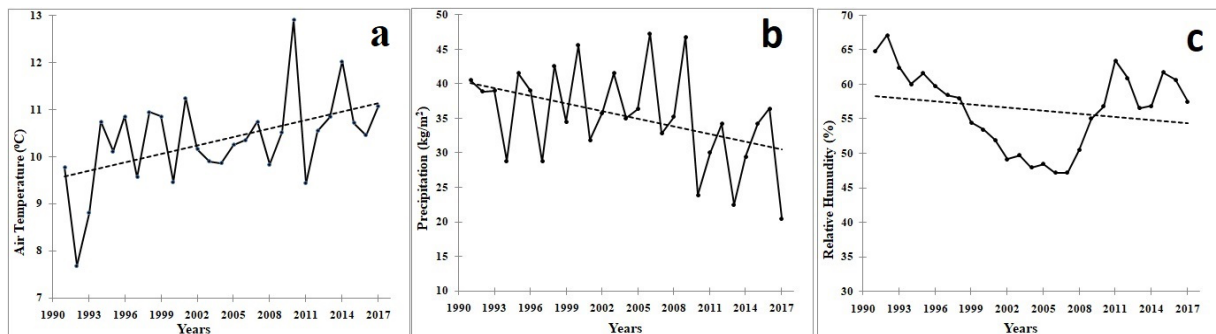


Figure 2. The temporal change in climatic data over the years (a: air temperature, b: precipitation and c: relative humidity) (Black dotted lines are Theil-Sen trend line).

Increase in annual mean air temperature was approximately 1 degree on average. This increase may be due to the summer season because the mean air temperature in the summer season showed a significant increase (Table 2). Although mean annual precipitation and relative humidity showed decreasing trends, such decreases were not found to be significant ( $p>0.05$ ) (Figure 2b and c).

Table 2. The Seasonal Mann-Kendall trend test results of the climatic data

Seasons	Temperature		Precipitation amount		Humidity	
	Kendall's tau	p	Kendall's tau	p	Kendall's tau	p
Winter	0.139	0.433	<b>-0.314</b>	<b>0.041*</b>	-0.148	0.488
Spring	0.251	0.069	-0.148	0.311	-0.167	0.411
Summer	<b>0.410</b>	<b>0.002*</b>	-0.092	0.578	-0.241	0.249
Autumn	0.202	0.144	-0.037	0.853	-0.028	0.928

\*Significant at  $p\leq 0.05$ .

Also, the seasonal variations in precipitation and relative humidity according to the Mann-Kendall trend test results are given in Table 2. In terms of yields, mean annual wheat and dry bean yields showed an increasing tendency that was not significant ( $p>0.05$ ) (Figure 3), while the mean annual chickpea yields showed a decreasing trend that was not significant ( $p>0.05$ ) during the 1991-2017 period (Figure 3).

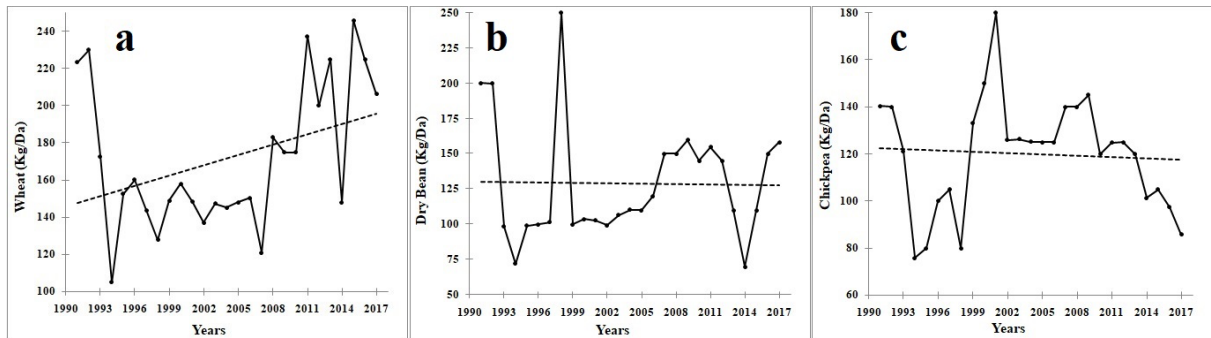


Figure 3. The temporal change in yields over the years (a: wheat, b: dry bean, and c: chickpea) (Black dotted lines are Theil-Sen trend line).

The CO model regression indicated that annual mean dry bean and chickpea yields did not have any significant relationships with any of climatic data over the years (see Table 3 for detail). In contrast, it was found that the wheat yields showed significant relationships with the mean relative humidity and annual mean air temperature (Table 3).

While annual wheat yield showed a positive relationship with relative humidity both annually and seasonally (in spring and summer seasons), it showed a negative relationship with annual mean air temperature over the years. The image of all significant relationships with a 95% confidence interval is presented in Figure 4. In the multivariate effect of climatic data on agricultural product yields, the chickpea and dry bean yields did not show a significant relationship neither annually nor seasonally ( $P>0.05$ ). In contrast, wheat yield showed a significant relationship both annually and seasonally (only in spring). However, the model obtained could explain the wheat yield change at low rates (Adjusted  $R^2$ : 0.30,  $p=0.012$  for annual, Adjusted  $R^2$ : 0.29,  $p=0.013$  for spring season).

Table 3. The relationships between climate and yield data in the Cochrane-Orcutt model regression (P values of significant relationships are shown in bold)

Climate	Seasons	Wheat				Dry Bean				Chickpea			
		Adjusted R <sup>2</sup>	F	p	r	Adjusted R <sup>2</sup>	F	p	r	Adjusted R <sup>2</sup>	F	p	r
Temperature (C)	Annual	<b>0.256</b>	<b>9.608</b>	<b>0.004</b>	<b>-0.23</b>	-0.029	0.292	0.593	-0.16	0.004	1.102	0.304	-0.22
	Spring	0.091	3.505	0.073	-0.16	-0.023	0.425	0.520	-0.16	0.040	2.054	0.164	-0.21
	Summer	0.095	3.623	0.069	-0.05	-0.016	0.598	0.446	0.13	0.005	1.124	0.299	-0.01
Precipitation amount (kg/m <sup>2</sup> )	Annual	-0.041	0.002	0.960	-0.17	0.005	1.134	0.297	0.18	-0.040	0.039	0.844	0.21
	Spring	0.066	2.769	0.109	0.02	-0.041	0.001	0.973	-0.09	0.042	2.104	0.159	0.14
	Summer	-0.008	0.799	0.380	0.17	-0.032	0.222	0.641	0.15	-0.008	0.801	0.379	-0.01
Relative Humidity (%)	Annual	<b>0.228</b>	<b>8.418</b>	<b>0.007</b>	<b>0.58</b>	0.001	1.048	0.316	0.28	0.006	1.168	0.290	-0.34
	Spring	<b>0.218</b>	<b>7.980</b>	<b>0.009</b>	<b>0.59</b>	-0.007	0.820	0.374	0.25	0.006	1.155	0.293	-0.34
	Summer	<b>0.247</b>	<b>9.208</b>	<b>0.005</b>	<b>0.49</b>	-0.008	0.795	0.381	0.30	-0.041	0.001	0.974	-0.23

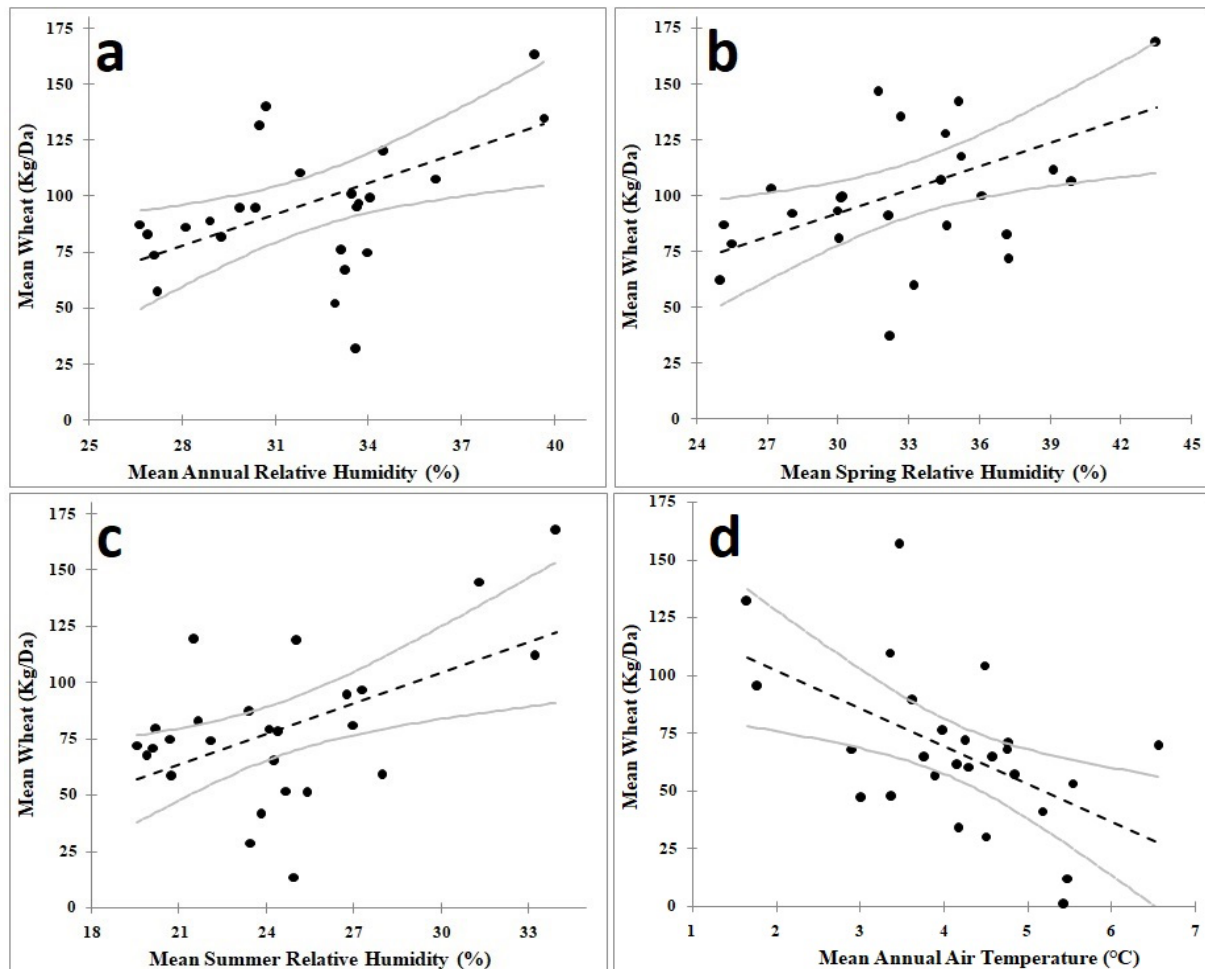


Figure 4. The relationship of wheat yield with relative humidity and annual air temperature (a: annual humidity, b: spring humidity, c: summer humidity, and d: annual air temperature) (gray lines are referred to 95% confidence interval, and black dotted lines are referred to model lines).

#### 4. Discussion and Conclusion

In climate data, air temperature tended to increase both annually and seasonally, especially in summer. Although present findings were obtained for a single locality, significant increases were reported in air temperatures in different parts of Turkey (Türkeş et al., 2002; Türkeş and Sümer, 2004; Altın et al., 2012; Gümüş et al., 2017). In addition, decreasing long-term precipitation and relative humidity were also reported in various parts of Turkey (Türkeş and Erlat, 2005; Türkeş et al., 2009; Gümüş et al., 2017). In the present study, decreasing relative humidity and precipitation values were also obtained for the present research site.

The impact of global climate change on agricultural products such as wheat, barley, corn, rice, cotton, and sunflower, etc. is being investigated in many regions of the world (Cline, 2007; Pathak and Wassmann, 2007; Dellal et al., 2011). Most of these studies examined the effects of temperature, precipitation, relative humidity, and CO<sub>2</sub> intensity. In the present study, wheat yields showed a positive relationship with relative humidity both annually and seasonally (in spring and summer seasons). Wheat yields also showed negative relationships with annual air temperature.

In the Suşehri district, high relative humidity, especially in the spring and summer seasons, provided a high wheat yield. It is important that mean relative humidity should be around 60% during the development periods of wheat (Süzer, 2007). The relative humidity affects the plant positively by reducing the effect of transpiration and air temperature on the leaves of the plants. Low relative humidity increases the plant transpiration rates, increasing water loss in the plant, and as a result, closes plant stomata. The photosynthesis is prevented and the plant starts to wilt as a result of blocking the gas exchange of the plant, which closes the stomata partially or completely. High relative humidity prevents transpiration in the plant and, by closing the stomata in response, the plant restricts gas exchange (Mott and Parkhurst, 1991; Friend, 1991). As a result, photosynthesis is negatively affected in the plant. In fact, this shows that the relative humidity level below or above the desired limits adversely affects the development of the plant. Uçak et al. (2010) reported that the decrease in the yield and quality of the maize was caused by high temperature and high relative humidity or low temperature and low relative humidity. On the other hand, relative humidity showed an insignificant influence on wheat yield in Pakistan (Ali et al., 2017). Precipitation directly affects the yield during the periods of bolting and grain filling where the development of wheat is fast. Öztürk et al. (2018) stated that high precipitation and relative humidity resulted in an increase in grain filling duration. In other words, the lack of precipitation in bolting and grain filling periods from March to mid-May may cause large losses in yield rates (Soylu and Sade, 2012). In a different perspective, it was estimated that a 1% increase in precipitation may increase wheat yield as 0.20%, 0.12%, and 0.09% in slight, moderate, and severe drought regions of Turkey, respectively (Doğan and Kan, 2019).

It is estimated that a 2°C temperature increase will cause about a 5% decrease in grain yield, and a 4°C increase will cause a 10% decrease in grain yield worldwide (IPCC, 2007). Çaldağ (2009) reported that there will be significant decreases in wheat yield especially when the air temperature increases more than 3°C when combined with the decrease in precipitation. Valizadeh et al. (2014) suggested that the wheat growth period will be shortened with increasing air temperature in Iran, and there will be significant decreases in yield with decreasing rainfall. Yang et al. (2014) reported that the growth periods of wheat in semi-arid regions of Australia will be shortened and yields will decrease as a result of shorter growth times due to extreme air temperatures. Also, the maximum air temperature showed a negative influence on wheat yield in Pakistan, based on a long-term study (Ali et al., 2017). In contrast, the minimum air temperature showed a positive influence on wheat yield in Pakistan (Ali et al., 2017). It was reported in the process-based crop model simulations that a 1°C increase in local temperature will decrease wheat yield by 3.3% (Wilcox and Makowski, 2014). Similarly, it was estimated that a 1% increase in air temperature may decrease wheat yield by 0.84%, 0.43%, and 0.48% in the slight, moderate, and severe drought regions of Turkey, respectively (Doğan and Kan, 2019). Also, Sayılğan (2016) reported that a 1°C increase during the wheat growth period in normal conditions will result in a 5.7 kg da<sup>-1</sup> yield loss in summer wheat. High CO<sub>2</sub> concentration in wheat, which is in the crop category of C3 plants, increases the process of photosynthesis and suppresses transpiration (Janjua et al., 2014). However, the beneficial effect of CO<sub>2</sub> is balanced with the increase in air temperature (Janjua et al., 2014).

Although wheat yield was negatively affected by air temperature in present study, it did not show any significant decreases during the 1991-2017 period. This indicates that the negative effect of air temperature was tolerated by relative humidity, precipitation, or other complex environmental, or meteorological factors, especially during the development period. Probably, the multiple joint effects of climatic data are more effective on wheat yield. Because the multiple effects of climate data on wheat yield were found to be significant in the annual and seasonal (especially in spring season) models in multivariate regression analysis. However, these models could explain this effect by 30%. The factors that most effective on wheat yield are fertilization and the use of certified seeds. However, 50% of the increase in wheat yield is associated with fertilization (Sağlam, 2012; Eryılmaz et al., 2017). Although fertilization is widely used in the study region, the yield has tended to decrease. The decrease in wheat yield may have been caused by the effect of the increasing temperature in the study region. In future studies, it may be suggested to investigate the effect of other meteorological variables such as solar radiation, soil temperature, CO<sub>2</sub> intensity on agricultural products of Suşehri district. In addition, in the face of global climate change, it is recommended to investigate how the changes in the sowing and harvest dates of wheat according to the increasing trend in temperature and decrease trend in precipitation and relative humidity influence agricultural products in the Suşehri district.

The sowing dates of dry bean and chickpea vary according to regions in Turkey. It is recommended to start the sowing process 5-10 days before the last frosts of spring months (Şehirali, 1988). This date coincides with the last days of March, which is the first month of the spring season in Suşehri. The optimum air temperature for germination is 15-20°C. Precipitation and high relative humidity negatively affect the flowering period (Şehirali, 1988). Dry bean and chickpea yields did not show a significant relationship with any climate data. After successfully surviving in germination and flowering periods (most of which pass through the spring season), they may have not been affected by the decreasing trend in rainfall and relative humidity and increased trend in air temperature at summer season with the aid of irrigations made by growers.

Various biotic and abiotic factors limit the production potential of legumes. Especially temperature stress is one of the most important factors that negatively influence legumes (Yavaş and Ünay, 2018). It is known that fertilization has a positive effect on legumes (Altunkaynak and Ceyhan, 2017; Soysal and Erman, 2020). Fertilization and the other cultural maintenance carried out during the cultivation period may have suppressed the effect of increasing temperature. In addition, the increase in temperature may not have reached a level from which chickpea and bean yields are not negatively influenced. As a matter of fact, chickpeas are known to resist dry conditions (Güler, 2011).

Especially in the last decade, irrigation systems have developed in the region and farmers have been doing irrigation activities against water shortage. It is stated by various researchers that there is an increase in the yield of irrigated products. Kayan (2011) reported that irrigation extended the duration of phenological periods, increasing the plant height, the number of pods in the plant, and the grain yield. In dry beans, it was reported that the drip irrigation method increased grain yield and yield parameters in the Thrace region of Turkey (Şehirali et al., 2005). Şen (2009) predicted that the restrictions in irrigation water will decrease 58% and 43.4%, in maize's first and second crop yields, respectively. However, it is inevitable that in the future, both the increasingly negative impact of climate change on the groundwater and water system and increasing air temperature and decreasing precipitation and relative humidity will have negative effects on chickpea and dry bean yields of the region. Perhaps in the future, these two agricultural products will have to be cultivated in higher altitudes of the region. It was estimated that the increase of 3°C in air temperature will shift the distribution of plant species to 500 m higher altitudes in temperate regions (Hughes, 2000). In addition to the irrigation systems, possibly CO<sub>2</sub> concentration may have a positive effect on dry bean and chickpea yields. It was stated that the CO<sub>2</sub> concentration in the atmosphere will increase product yields by 10-50%, especially in legumes (Cutforth et al., 2007) and the other plants (Siqueira et al., 2001; Song et al., 2009).

## Acknowledgment

Preliminary draft of this study was presented as a poster presentation at the Ejons V – International Congress on Mathematics Engineering, Natural & Medical ,Sciences Congress in 2018. It was researched on 5 species including different growth and sowing dates in draft

format. In the new study, number of species was reduced to 3, a new hypothesis was created. After all, manuscript was rewritten using different statistical tests. Authors would like to thank Dr. Erdal AĞLAR who helped to obtain agricultural data.

## References

- Ali, S., Liu, Y., Ishaq, M., Shah, T., Ilyas, A., & Din, I.U. (2017). Climate change and its impact on the yield of major food crops: Evidence from Pakistan. *Foods*, 6, 39.
- Altın, T.B., Barak, B., & Altın, B.N. (2012). Change in precipitation amount and temperature amounts over three decades in central Anatolia, Turkey. *Atmospheric and Climate Sciences*, 02: 107-125.
- Atunkaynak, A.Ö., & Ceyhan, E., 2017. Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) Farklı Azot Dozlarının ve Bakteri Aşılmasının Tane Verimi ve Verim Özellikleri Üzerine Etkileri. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 32 (2), 91-98.
- Bakkenes, M., Eickhout, B., & Alkemade, R. (2006). Impacts of different climate stabilisation scenarios on plant species in Europe. *Global Environmental Change*, 16(1): 19-28.
- Bayraç, H.N., & Doğan, E. (2016). Türkiye’de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerine etkileri. *Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Dergisi*, 11(1), 23-48.
- Clarke, H. (2007). Conserving biodiversity in the face of climate change. *Agenda*, 14(2): 157-170.
- Cline, W. (2007). Global warming and agriculture impact estimates by country. Center for Global Development Peterson Institute for International Economics, number 4037.
- Culas, R., & Timsina, K.P. (2019). Land use and profitability in wheat production: The Australian wheat-sheep zone. *International Journal of Food and Agricultural Economics*, 7(2), 107-126.
- Çaldağ, B. (2009). *Trakya Bölgesi’nin tarımsal meteorolojik özelliklerinin belirlenmesi*. (PhD), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Cutforth, H.W., McGinn, S.M., McPhee, E., & Miller, P.R. (2007). Adaptation of pulse crops to the changing climate of the Northern great plains. *American Society of Agronomy Meetings*, 99,1684-1699.
- Dellal, İ., & McCarl, B.A. (2007). *İklim Değişikliği ve Tarım: Türkiye için Öngörüler*. Uluslararası Küresel iklim değişikliği ve Çevresel Etkileri Konferansı, KOSKİ, Konya.
- Dellal, İ., McCarl, B.A., & Butt, T. (2011). The economic assessment of climate change on Turkish agriculture. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, Vol:12, No:1, 376- 385.
- Doğan, H.G., & Kan, A. (2019). The effect of precipitation amount and temperature on wheat yield in Turkey: a panel FMOLS and panel VECM approach. *Environment, Development and Sustainability*, 21, 447-460.
- Eryılmaz Açıkgoz F., Adiloğlu, S., Solmaz, Y., & Adiloğlu, A., 2017. The Influence of potassium fertilizer practices on some macro and micro nutrient element ingredient of rocket (*Eruca vesicaria subsp. sativa*) plant. *Oxidation Communications*, 40 (3): 1209- 1218.
- Friend, A.D. (1991). Use of a model of photosynthesis and leaf microenvironment to predict optimal stomatal conductance and leaf nitrogen partitioning. *Plant, Cell and Environment* 14, 895-905.
- Güler, İ.E., 2011. Erzurum Yöresinde Nohut Tarımının Mekanizasyon Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Iğdır University Journal of the Institute of Science and Technology*, 1(4): 91-98.
- Gümüş, V., Soydan, N.G., Şimşek, O., Algın, H.M., Aköz, M.S., & Yenigün, K. (2017). Seasonal and annual trend analysis of meteorological data in Sanliurfa, Turkey. *European Water* 59, 131-136.
- Gürkan, H., Bayraktar, N., & Bulut, H. (2017). İklim değişikliği nedeniyle artan kuraklığın ayçiçeği ve pamuk verimi üzerine etkileri. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20 (Özel Sayı), 216-221.
- Hamed, K.H., & Rao, A.R. (1998). A modified Mann-Kendall trend test for auto correlated data. *Journal of Hydrology*, 204: 182-196.
- Hipel, K.W., & McLeod, A.I. (1994). *Time series modeling of water resources and environmental systems*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Hughes, L. (2000). Biological consequences of global warming: is the signal already apparent. *Trends in Ecology and Evolution*, 15(2): 56-61.
- IPCC. (2007). *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability*, Contribution of Working Group II (AR4). Cambridge: Cambridge University Press.

- IPCC. (2014), The fifth assessment report (AR5). The Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland,
- Janjua, P.Z., Samad, G., & Khan, N. (2014). Climate change and wheat production in Pakistan: An autoregressive distributed lag approach. *NJAS-Wagening. J. Life Sci.*, 68, 13–19.
- Kanber, R., Kapur, B., Ünlü, M., Tekin, S., & Koç, L. (2007). *A new approach to evaluation of climatic change effect on agricultural production system: ICCP Project*. Pro-ceedings TMMOB 2nd National Conference on Water Politics, Ankara, 83-94.
- Kayan, N. (2011). Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan sulamanın bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde fenolojik özellikler ve verime etkisi, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 20 (2): 24-32.
- Khasnis, A.A., & Nettleman, M.D. (2005). Global warming and infectious disease. *Archives of Medical Research*, 36: 689-696.
- Kuntasal Oğuz, Ö. (2012). Impact of climate change in Turkey: observations and projections, enabling activities for the preparation of Turkey's second national communication to The UNFCC, Ankara.
- McCarl, B., Adams, R.M., & Hurd, B.H. (2001). Global climate change and its impact on agriculture. Texas A&M University, Agricultural Economics Department, Course Notes, USA.
- Mott, K.A., & Parkurst, D.F. (1991). Stomatal response to humidity in air and helox. *Plant, Cell and Environment*, 14, 509-515,
- Ogunbameru, B.O., Mustapha, S.B., & Idrisa, Y.L. (2013). *Capacity building for climate change*. Uluslararası Katılımlı 2. İklim Değişimi Ve Tarım Etkileşimi Çalıştayı, 08-09 Kasım, Şanlıurfa.
- Özdoğan, M. (2011). Modeling the impacts of climate change on wheat yields in Northwestern Turkey. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 141, 1–12.
- Öztürk, İ., Kahraman, T., Avcı, R., Girgin, V.Ç., Şili, Ş., Kılıç, T.H., Tülek, A., & Tuna, B. (2018). Effect of the rainfall and humidity at various growth stage on yield and quality in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Agriculture & Food*, 6, 26-36.
- Pathak, H., & Wassmann, R. (2007). Introducing greenhouse gas mitigation as a development objective in rice-based agriculture: I. generation of technical coefficients. *Agricultural Systems*, 94:807–825.
- Rosenzweig, C., & Iglesias, A. (1994) Implications of climate change for international agriculture: crop modeling study. U.S. Environmental Protection Agency, EPA 230-B-94-003, Climate Change Division, Washington DC.
- Rosenzweig, C., & Hillel, D. (1998), *Climate change and the global harvest: potential impacts of the greenhouse effect on agriculture*. Oxford University Press, New York.
- Sağlam, M.T. 2012. Gübreler ve gübreleme. Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 14, Ders Kitabı No: 6, 370s, Tekirdağ.
- Sarker, M.A.R., Alam, K., & Gow, J. (2012). Exploring the relationship between climate change and rice yield in Bangladesh: an analysis of time series data. *Agriculture System*, 112, 11–16.
- Sayılgan, Ç. (2016). Küresel sıcaklık artışının buğdayda beklenen etkileri ve yüksek sıcaklığa toleranslılığın fizyolojik göstergeleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3): 439-447.
- Sen, P.K. (1968). Estimates of regression coefficient based on Kendall's tau. *J Am Stat Assoc* 63(324):1379–1389.
- Siqueira, O.J.F., Steinmetz, W.S., Salles, L.A.B., & Fernandes, J.M. (2001). Efeitos potenciais das mudanças climáticas na agricultura brasileira e estratégias adaptativas para algumas culturas. In: mudanças climáticas globais E A agropecuaria brasileira, 1., jaguariuna, proceedings. jaguariuna: Embrapa Meio Ambiente., p.33-64.
- Song, Y., Linderholm, H.W., Chen, D., & Walther, A. (2009). Trends of the thermal growing season in China, 1951–2007. *International Journal of Climatology*, 30:33-43.
- Soylu, S., Sade, B. (2012). İklim değişikliğinin tarımsal ürünlere etkisi üzerine bir araştırma projesi. *Mevlana Kalkınma Ajansı, Konya*.
- Soysal, S., Erman, M., 2020. Siirt Ekolojik Koşullarında Mikrobiyolojik Ve İnorganik Gübrelemenin Nohut (*Cicer arietinum* L.)'un Verim, Verim Öğeleri Ve Nodülasyonu Üzerine Etkilerinin Araştırılması. *ISPEC Journal of Agriculture Sciences* 4(3),649-670.
- Süzer, S. (2007). Buğday Tarımı ve Önemi. *Hasad Bitkisel Üretim Dergisi*. 23:64-68.

- Şehirali, S. (1988). Yemeklik Tane Baklagiller, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 1089, Ankara.
- Şehirali S, Erdem T, Erdem Y, Kenar D (2005). Damla sulama yöntemi ile sulanan fasulyenin (*Phaseolus vulgaris* L.) su kullanım özellikleri, Tarım Bilimleri Dergisi, 11 (2) 212-216.
- Şen, B. (2009). *Bölgesel iklim modelleri kullanılarak Çukurova yöresinde iklim değişikliğinin 1. ve 2. ürün mısır verimine olası etkilerinin belirlenmesi*. (PhD), Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye.
- Şen, Ö.L. (2013). *Türkiye’de iklim değişikliğinin bütünsel resmi*. III. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, TIKDEK 2013 3-5 Haziran 2013, 2-7.
- Thejll, P., & Schmith, T. (2005). Limitations on regression analysis due to serially correlated residuals: Application to climate reconstruction from proxies. *Journal of Geophysical Research* 110, D18103.
- Türkeş, M., Sümer, U.M. & Çetiner, G. (2000). Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri. Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, Ankara.
- Türkeş, M., Sümer, U.M., & Kılıç, G. (2002). Persistence and periodicity in the precipitation amount series of Turkey and associations with 500 hPa geopotential heights. *Climate Research* 21:59–8.
- Türkeş, M., & Sümer, U.M. (2004). Spatial and temporal patterns of trends and variability in diurnal temperature ranges of Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 77:195–227.
- Türkeş, M., & Erhat, E. (2005). Climatologic responses of winter precipitation amount in Turkey to variability the North Atlantic Oscillation during the period 1930–2001. *Theoretical and Applied Climatology*, 81:45–69.
- Türkeş, M., Koç, T., & Saris, F. (2009). Spatio temporal variability of precipitation amount total series over Turkey. *International Journal of Climatology*, 29:1056–1074.
- Uçak, A.B., Ertek, A., Güllü, M., Aykanat, S., & Akyol, A. (2010). Bazı iklim parametrelerinin Çukurova’da yetiştirilen mısır bitkisi verim ve kalitesine etkileri. *Gazi Osmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1), 9-19.
- Valizadeh, J., Ziaei, S.M., & Mazloumzadeh, S.M. (2014). Assessing climate change impacts on wheat production (a case study). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. Volume 13, Issue 2, June 2014, Pages 107-115.
- Yavaş, İ., & Ünay, A., 2018. Baklagillerde Kök, Nodül Oluşumu ve Azot Fiksasyonu Üzerine Bazı Küresel İklim Değişikliği Parametrelerinin Etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 4(2): 270 – 278.
- Yang, Y., Liu, D.L., Anwar, M.R., Zuo, H., & Yang, Y. (2014). Impact of future climate change on wheat production in relation to plant-available water capacity in a semiarid environment. *Theoretical and Applied Climatology* 115:391–410.
- Zhang, X., Harvey, K.D., Hogg, W.D., & Yuzyk, T.R. (2001), Trends in Canadian streamflow. *Water Resources Research*, 37( 4), 987– 998.
- Zhang, L., Lei, L., & Yan, D. (2010). *Comparison of two regression models for predicting crop yield*. IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Honolulu, HI, 2010, pp. 1521-1524.
- Wilcox, J., Makowski, D.A. (2014). Meta-analysis of the predicted effects of climate change on wheat yields using simulation studies. *Field Crop Research* 156, 180–190.





Araştırma Makalesi (Research Article)

## Evaluation of Outdoor Ornamental Plants from the Viewpoint of Urban Biodiversity and Cultural Change in Terrestrial Climate: The Case of Niğde City

Gülden SANDAL ERZURUMLU<sup>\*1</sup>, Dursun Yenil ERZURUMLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 51240, Niğde, Türkiye

<sup>2</sup>Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Ayhan Şahenk Tarım Bilimleri Uygulama, 51240, Niğde, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-9664-2902> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-7773-2101>

\*Corresponding Author: e-posta: [gpeyzaj@gmail.com](mailto:gpeyzaj@gmail.com)

### Article Info

Received: 13.01.2021

Accepted: 13.09.2021

Online Published: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.860641

### Keywords

Biodiversity,  
Home gardens,  
Landscape,  
Plant species,  
Urban Plants.

**Abstract:** Plant species used in urban settlements play an important role in cultural change and biodiversity determination. In the past, people have used many plant species to beautify their gardens by giving importance to flowering plants. Biodiversity can be determined by using the distribution of flowering plant species that have traditionally been preferred as species and in urban settlements. In this study, when the plants used in the settlement areas were investigated, 132 plant species belonging to 39 families were identified in a total of 200 sample areas. Five different residential areas were evaluated in the study. These can be listed as detached houses, traditional houses, villa houses, site, mass housing. It has been determined that non-natural species are used extensively in the research areas. It is observed that plant species natural plants and containing fruit are given priority in traditional gardens. It has been determined that unnatural species are used in other house types. For the continuity and protection of natural plant species, the garden order of traditional houses has been found more valuable.

## Kent Biyoçeşitliliği ve Kültürel Değişim Açısından Dış Mekan Süs Bitkilerinin Değerlendirilmesi: Niğde Kenti Örneği

### Makale Bilgileri

Geliş: 13.01.2021

Kabul: 13.09.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.860641

### Anahtar Kelimeler

Biyoçeşitlilik,  
Ev Bahçeleri  
Peyzaj,  
Bitki Türleri,  
Kent Bitkileri.

**Öz:** Kırsal alanlarda kullanılan bitki türleri, kültürel değişim ve biyoçeşitliliğin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Geçmiş dönemlerde, insanlar çiçekli bitkilere önem vermiş ve bahçelerini güzelleştirmek için birçok bitki türleri kullanmışlardır. Biyoçeşitlilik, geleneksel olarak tercih edilmiş olan çiçekli bitki türlerinin dağılımı kullanılarak belirlenebilir. Bu çalışmada, yerleşim alanlarında kullanılan bitkiler incelendiğinde, 200 örnek alanda 39 familyaya ait 132 bitki türü belirlenmiştir. Çalışmada, beş farklı yerleşim alanı değerlendirilmiştir. Bunlar; Müstakil evler, Geleneksel evler, villa evler, site ve toplu konut olarak sıralanabilir. Araştırma alanında doğal olmayan türlerin yoğun olarak kullanıldığı tespit edilmiştir. Geleneksel evlerde öncelikli olarak meyve veren ve doğal türlerin kullanıldığı gözlemlenmiştir. Diğer ev tiplerinde doğal olmayan türlerin kullanıldığı tespit edilmiştir. Doğal bitki türlerin sürekliliği ve korunması için geleneksel evlerin bahçe düzeni daha değerli bulunmuştur.

## 1. Introduction

For sustainable development, the landscape has recently gained importance and some measures are being developed at a national and global scale. CITES, Convention on Biodiversity (CBD), IUCN (The International Union for Conservation of Nature). It is aimed at the conservation of biological resources, as seen in the conventions on the protection and continuity of many plant species. Some

aromatic and ornamental plants found in nature are used in agriculture, cosmetics, and medical fields. Our negative activities on natural species, recreation and tourism activities, food resources, forest resources, medicine, and energy requirements are among the factors affecting biodiversity. We are constantly harming biodiversity to meet our identified needs. Today, due to the increasing population, food, and unemployment, many agricultural areas are being destroyed and residential areas are being expanded with the transition from rural areas to urban life.

When the statistics for the year 2000 were evaluated, the total population was approximately 6 million, while 1200 people migrated from villages and towns. In parallel with the increase in population, the diminishing green and cultural areas are damaged. Plant species are in danger of extinction. Since urban ecology is not considered during the planning and planning phase of the city, it is being destroyed due to urbanization due to many environmental problems. The continuous expansion of urban settlement areas is constantly threatened by the habitats of biodiversity. The use of traditional plants will not only ensure the protection of biodiversity where the city develops but will also be beneficial for people living in these areas. Traditional houses, detached houses, villas, and sites with gardens, especially in developed and developing cities, are important places for the continuity of the species.

Urban and countryside home gardens contribute to the functioning and sustainability of the urban ecosystem, providing benefits such as pollination, a shelter for micro- and macro-fauna, and allowing geneflow between plant populations in and out of the garden (Surat and Yaman, 2017). Home gardens can be defined as 'land-use system involving deliberate management of multipurpose trees and shrubs in intimate association with annual and perennial agricultural crops and invariably livestock within the compounds of individual houses, the whole tree-crop animal unit being intensively managed by family labor' (Kumar and Nair, 2004).

Home gardens are important as a means of maintaining PGR (plant genetic resources) (Agelet et al., 2000; Sunwar et al., 2006) as potential hotspots of agricultural biodiversity (Kumar and Nair, 2004), as natural resources for alleviating poverty (Salako et al., 2014), and can help in reducing hunger and malnutrition in the impending world food crisis, climate change, and a large number of socio-economic benefits (Cruz-Garcia and Struik, 2015; Galhena et al., 2013; Barbhuiya et al., 2016). Home gardens are places that are practiced in rural areas in many parts of the world and consist of layers of trees, shrubs, and herbs plants. Several studies integrate ecological data with socioeconomic aspects in ethnobotanical research, addressing the utilization of plants by traditional societies (Davoren et al., 2016; Palliwoda et al., 2017), people's plants' preferences (Kendal et al., 2012), or with landscape design (Petřík et al., 2019). People living in home gardens in rural areas grow cultural varieties along with native plant varieties. There are different life forms of these plant types (tree, shrub, herbaceous, etc.). Turkey due to its geographical location where there are many different plant species. In our country, many different types of ornamental plants grow naturally. However, the use of natural plants in the urban environment is limited (Richards et al., 1984; Cornelis and Hermy, 2004).

In Turkey, more recently, because longing for the green garden needed by the people is increasing day by day to homes and sites of interest. Due to the climatic characteristics that limit the diversity of plant species, many local ornamental plants and products are being given importance in cities. The importance given to ornamental plants has started to increase in vineyard houses and other house types which are also traditional in Niğde. Therefore, the main purpose of the research is to determine the diversity of plants used in traditional houses and other house gardens and to develop recommendations to understand their importance in the preservation of food, income source, ornamental plant, and indigenous plant diversity. Since the plant species used are produced or cultivated in rural areas, indigenous species appear in the home gardens. This study will provide information about biodiversity due to plant species used in landscaping in Niğde. The plant species used in the settlement areas vary according to the type of house, the distance to the city center, and the type. In this context, it has been observed that the use of woody ornamental plants is emphasized. It is aimed to determine the relationship between the type of settlement areas and the diversity of plant species used.

## 2. Materials and Methods

The city of Niğde, chosen as the study area, is between the north latitudes 37° 25' - 38° 58' and the longitudes of 33° 10' - 35° 25' east. The surface area of the province is 7 400 km<sup>2</sup> (7 365 km<sup>2</sup>) and covers 4.87% of the territory of Central Anatolia (151 176) and 0.90% of the country's territory (814

578 km<sup>2</sup>) (Sever and Kopar, 2019). The research area is about 5.700 hectares (TÜİK, 2019). Niğde, 2019 Turkey is a town with 352 727 inhabitants according to data from the statistical office. The population of the city of Niğde, on the other hand, shows rapid development due to the migration reasons it receives from villages and different places. Due to migration from villages and different places, the city develops very rapidly in terms of spatial development. According to Davis et al. (1988), the boundaries of Niğde are located in the squares B4, B5, C5. Niğde Province has an altitude of 1 300 m and annual rainfall is 340.1 mm. The average annual temperature is -0.40°C in January and 22.40 °C in August. The Terrestrial climate is dominant.

As the research area, the buildings where the ornamental plants are used more in the city of Niğde were selected and classified as Niğde's traditional houses, villas, detached houses, estates, and mass housing areas. Some of the provincial land located in the Central Kızılırmak Section of the Central Anatolia Region is located in the Adana Section of the Mediterranean Region (Figure 1).

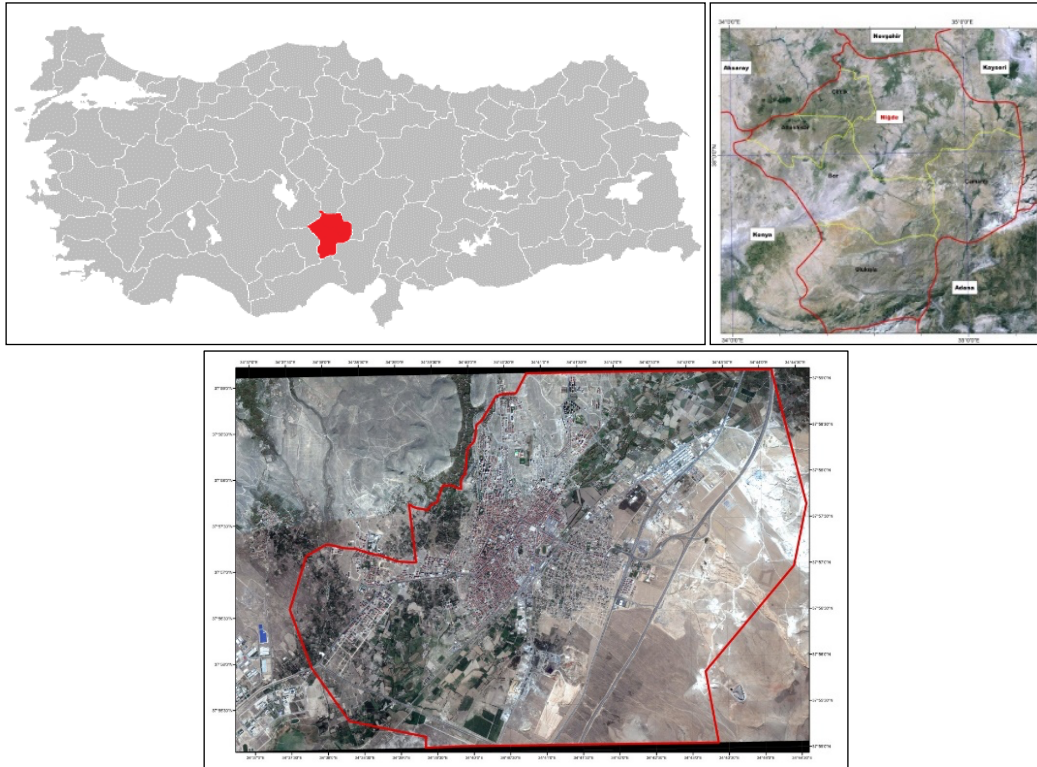


Figure 1. The site of the experiment, the Niğde province.

In the houses selected as research areas in Niğde city (detached, traditional, villa, site, mass housing), the results of the research were evaluated in two stages as used plants (biodiversity) and landscape areas. In the study area, 132 plant species belonging to 39 families were recorded in 200 sample areas.

The plant species in the study coming from the five different groups were evaluated based on the characteristics and classification listed in Table 1. The resulting data file had 24 qualitative variables for 132 entities from five groups. The entities and their group and entity codes are given in Table 2.

The data then were analyzed by using two multivariable statistical analyses, principal coordinate (PCoA) and clustering analyses. First, PCoA was carried out for quantitative data files using SAS (SAS, 1990). The same data file was subjected to a clustering analysis performed by the unweighted pair-group method using the arithmetic average (UPGMA) method with NTSYS-PC Program.

## 2.1. Data analysis

We have been calculated for each of them the mean diversity and occurrence values in order to characterize the structural features of each residential setting.

Different species exist in plant communities with high heterogeneity and are numerous. May (1975) concluded that Berger–Parker index was one of the most satisfactory diversity measures available. Shannon – Weiner index ( $H_1 = -\sum p_i \ln p_i$ ), where  $p_i = n_i/N$  ( $n_i$  is the number of individuals of species,  $i$  and  $N$  is the total number of individuals), was used to determine the species diversity in the research area.

Margalef measure ( $DM = (S - 1)/\ln(N)$ ) and the dominance indices of Berger–Parker index ( $d = N_{max}/NT$ ), ( $N_{max}$  is total dominant species in a habitat type and  $NT$  is the proportion of the total species), was used to describe species diversity indexes and plant community characteristics. Pielou's evenness index ( $J_1 = H_1/\log S$ ), where  $S$  is the number of species) was used to measure the structural composition of the communities (Magurran, 1988, Acar et al., 2007).

Assessment of plant life type characteristics was performed in Microsoft Excel 2016.

### 3. Discussion and Conclusion

The results were evaluated in two parts in this study: Floral and landscape.

#### 3.1. Floral Assessment

The study area, which consists of 200 gardens, consists of 14% traditional, 29% detached, 16% villa, 32% site, 9.5% mass housing (Figure 2).



Figure 2. Nigde villas and detached houses.

As the plant species used in the mass housing were the same, a smaller number was evaluated. As most traditional houses are empty, there is no diversity in the gardens. There are several fruit trees from the past. In order to determine the plant density used in these selected gardens, Shannon-Wiener, Margalef, and Berger-Parker analysis was applied (Figure 3). According to the results, intensive use of trees is seen.

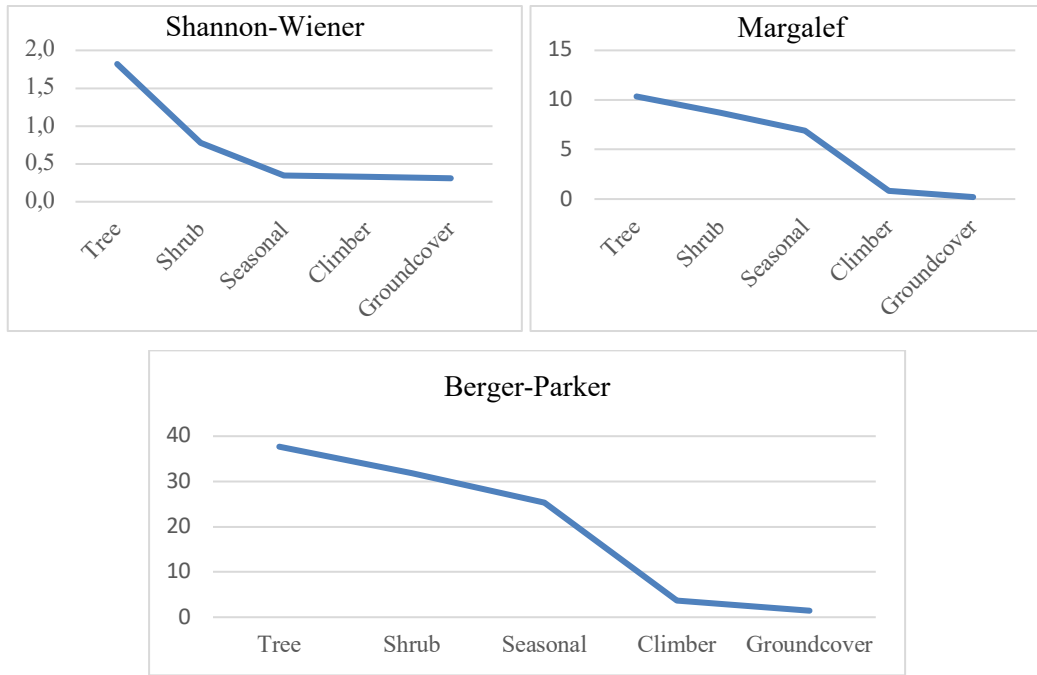


Figure 3. Use of Plant Species in Settlement Types in the Study Area.

### 3.2. Landscape Assessment

The distribution, richness, and diversity of plant species in Niğde City were evaluated according to houses, and their usage areas in landscaping were determined. It is thought whether the plant species used in the urban environment reflect the cultural change, and studies are needed to determine the effectiveness of socio-cultural structure in the distribution of plant species.

It is seen that traditional structures are not preserved and conservation policies are inadequate in urban areas. Identification of cultural origin buildings, protection of urban landscapes, and historical sites will contribute to the protection of biodiversity. However, this requires the development of additional research to clarify the contribution of rural landscapes to the environment, economy, and society, even though their importance has been indicated in previous research (Antrop, 2005; Agnoletti, 2014).

Landscapes are dynamic and change is one of their properties. Humans have always adapted their environment to better fit the changing societal needs and thus reshaped the landscape. All the important driving forces are related to the population growth and the lifestyle becoming increasingly more urban and more mobile (Antrop, 2005). The loss or decrease of cultural and natural areas in the 21st century is increasing today and is now worrying about people. Sustainability cannot be said to be very good when compared to the past with the conservation of biodiversity and landscape as well as cultural areas. Reproduction and sustainability of existing biodiversity can be considered as an important criterion. In addition to the ancestral values in the landscape, ornamental plants are concrete examples. In the past, the landscape may not be restored, but valuable elements and areas can be studied about how to protect.

All of the plant materials are greatly important for urban landscapes and shaping green areas (Sukopp and Werner, 1983; Sukopp, 2004; Acar et al., 2007). Our aim is to determine the interaction between humans and plants where the urban landscape is. Accordingly, the different home styles and gardens that constitute the source of the research are the sources that will inform us in monitoring and identifying the biodiversity and cultural change of the urban landscape. It will shed light on later issues with the proposed results. In the traditional houses of Niğde, the gardens were built adjacent to the high walls because of the Greeks who lived before. Care was taken to ensure that the plants used in these houses were fruiting and flowering. Rather than choosing ecologically appropriate species in the gardens of villas, detached houses, housing estates, and public housing, emphasis was placed on the use of pleasing and cultured plants (*Cupressocyparis leylandii*, *Cupressus macrocarpa*, *Dahlia hybrida*,

*Matricaria chamomilla, Celosia argentea, Salvia splendens, Osteospermum ecklonis, Weigela floribunda, Picea orientalis, Picea pungens, Morus alba pendula*).

The data from our study were subjected to multivariate analyses using principal coordinate analyses. The results of the PCoA for the 24 variables used in the analyses of outdoor ornamental plants of the different residential landscapes of Niğde are presented in Table 1. The characteristics and relevant classifications of the evaluation of outdoor ornamental plants used in the study. The second part of the table, list the correlation coefficient of the first five dimensions (D) for the variables. The first five dimensions explained 23, 11, 8, 7, and 6% of the total variation tabulating a cumulative value of 54%. The variables which had the greatest correlation coefficient with D1 were V01, V12, V16, V19, and V20. V02, V13, and V14 were the most important for D2 while V07, V09, and V15 were the most important for D3. Overall, each variable had an important contribution to the calculation of at least one dimension.

Table 1. The characteristics and relevant classifications of the evaluation of outdoor ornamental plants of the different residential landscapes of Niğde

Plant Form	Classification	Code	D1	D2	D3	D4	D5
Plant life type	Tree	V01	0.33	-0.32	0.03	-0.02	0.05
	Shrub	V02	0.05	0.55	0.00	-0.03	-0.09
	Seasonal	V03	-0.20	-0.14	0.22	-0.34	0.38
	Perennial	V04	0.19	-0.01	-0.19	0.34	-0.39
	Ground cover	V05	-0.12	0.21	-0.01	-0.12	0.02
	Climber	V06	-0.06	0.13	0.04	0.51	0.10
Aesthetic and visual	Flowers with effective	V07	-0.13	0.14	0.46	0.12	0.19
	Fruit with effective	V08	0.19	-0.04	0.25	-0.14	-0.43
	Effective with leaves	V09	0.12	-0.01	-0.41	-0.23	-0.01
	Effective with stems	V10	0.22	-0.10	-0.23	0.00	0.29
	Calligraphic effect	V11	0.20	-0.20	-0.18	-0.04	0.09
	Habitat	V12	0.33	0.12	0.01	-0.07	-0.06
Functional features	Texture	V13	0.29	0.28	0.03	-0.15	-0.03
	Hedge	V14	0.02	0.28	0.06	-0.18	-0.16
	Fruit	V15	0.13	-0.19	0.44	-0.07	-0.29
	Border	V16	0.25	0.33	-0.03	0.02	0.17
	Climber	V17	-0.12	0.04	0.03	0.49	0.04
	Direction	V18	0.22	0.18	0.26	-0.07	0.21
	Screening	V19	0.25	0.04	-0.01	0.03	0.11
	Emphasis	V20	0.29	0.12	0.00	0.19	0.13
	Shade	V21	0.25	-0.25	0.16	0.20	0.08
	Natural	V22	0.26	-0.06	0.05	0.01	0.17
Socio-economic characteristics	Regional integrity	V23	0.15	-0.09	0.29	0.03	-0.02
	Other	V24	0.06	0.06	0.03	0.07	0.35
Eigenvalue			5.60	2.54	1.89	1.63	1.43
Correlation coefficient			0.23	0.11	0.08	0.07	0.06

D1. Detached houses, D2. Traditional houses, D3. Villa houses, D4. Site, D5. Mass housing.

As a result in Table 1; when evaluated in terms of plant life type, it was observed that shrub group was preferred in traditional houses and seasonal plants were preferred in villa type. In terms of aesthetic and visual aspects, respectively, villas were classified according to effectiveness with flowers, detached houses were classified according to habitat status, traditional houses were classified according to texture. In the case of functional features, it is determined that the villas are preferred plants effective with fruit, traditional houses preferred plants as border plants.

The resulting data file had 24 qualitative variables for 132 entities from five groups. The entities and their group and entity codes are given in Table 2.

Table 2. The list of plant species, their group, and analyses code used in the evaluation of outdoor ornamental plants of the different residential landscapes of Niğde

Residential landscapes type	Species	Family	Plant life type	Origin	Group code	Code
Detached	<i>Abelia grandiflora</i>	Caprifoliaceae	Shrub	China	M60	S01
	<i>Amygdalus communis</i>	Rosaceae	Fruit tree	Asia	M108	S10
	<i>Aster</i> sp.	Compositae	Perennial	America	M15	S13
	<i>Buddleia davidii</i>	Buddlejaceae	Shrub	China	M50	S18
	<i>Cotoneaster franchetii</i>	Rosaceae	Shrub	China	M45	S26
	<i>Cotoneaster microphylla</i>	Rosaceae	Shrub	Asia, Himalayan	M46	S28
	<i>Cupressocyparis leylandii</i>	Cupressaceae	Tree	America	M101	S30
	<i>Cupressus sempervirens</i> var. <i>pyramidalis</i>	Cupressaceae	Tree	South Europe, Turkey, Iran	M95	S34
	<i>Gaura lindheimeri</i>	Onagraceae	Shrub	Texas	M61	S51
	<i>Mahonia aquifolium</i>	Berberidaceae	Shrub	North California	M57	S76
	<i>Pyracantha coccinea</i>	Rosaceae	Shrub	Asia, Italy, Turkey	M63	S107
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Fabaceae	Tree	USA	M104	S111
	<i>Thuja orientalis</i>	Cupressaceae	Shrub	China, Turkestan	M59	S126
	<i>Wisteria sinensis</i>	Fabaceae	Climbing	China	M38	S137
	Traditional	<i>Abies bornmülleriana</i>	Pinaceae	Tree	Turkey	G89
<i>Abies</i> sp.		Pinaceae	Tree	Turkey	G70	S04
<i>Ailanthus altissima</i>		Simaroubaceae	Tree	China	G84	S08
<i>Antirrhinum majus</i>		Scrophulariaceae	Perennial	Mediterranean	G29	S11
<i>Begonia semperflorens</i>		Begoniaceae	Perennial	Brazil	G04	S14
<i>Campsis radicans</i>		Bignoniaceae	Climbing	America	G35	S20
<i>Celosia argentea</i>		Amaranthaceae	Annual	Africa	G19	S22
<i>Cornus mas</i>		Cornaceae	Shrub	Europe	G45	S24
<i>Cupressus macrocarpa</i>		Cupressaceae	Tree	California, America	G88	S32
<i>Cynodon dactylon</i>		Poaceae	Perennial	Africa	G32	S36
<i>Dahlia</i> sp.		Asteraceae	Perennial	Mexico	G17	S38
<i>Dianthus barbatus</i>		Caryophyllaceae	Perennial	Europe	G02	S40
<i>Eleagnus angustifolia</i>		Elaeagnaceae	Fruit tree	Europe, Asia, Turkey	G85	S42
<i>Euryops pectinatus</i>		Asteraceae	Perennial	Africa	G10	S45
<i>Festuca glauca</i>		Poaceae	Perennial	Turkey	G33	S47
<i>Freesia reflecta</i>		Iridaceae	Perennial	Africa	G01	S50
<i>Gladiolus</i> sp.		Iridaceae	Perennial	Asia	G12	S53
<i>Gomphrena globosa</i>		Amaranthaceae	Annual	Panama	G31	S54
<i>Hibiscus syriacus</i>		Malvaceae	Tree	Pakistan	G42	S56
<i>Impatiens walleriana</i>		Balsaminaceae	Perennial	Asia, America, Africa	G28	S59
<i>Jasminum fruticans</i>		Oleaceae	Shrub	Mediterranean	G55	S61
<i>Juglans regia</i>		Juglandaceae	Tree	Iran	G75	S63
<i>Kerria japonica</i>		Rosaceae	Shrub	China	G63	S68
<i>Lagerstroemia indica</i>		Lythraceae	Shrub	China	M47	S69
<i>Lavandula officinalis</i>		Lamiaceae	Shrub	Mediterranean, Turkey	G61	S70

Table 2. The list of plant species, their group and analyses code used in the evaluation of outdoor ornamental plants of the different residential landscapes of Niğde (continue)

Residential landscapes type	Species	Family	Plant life type	Origin	Group code	Code
Traditional	<i>Lonicera involucrata</i>	Caprifoliaceae	Shrub	America	G37	S74
	<i>Matricaria chamomilla</i>	Asteraceae	Annual	Europe	G30	S78
	<i>Morus alba</i>	Moraceae	Fruit tree	China, Japan	G73	S80
	<i>Narcissus</i> sp.	Amaryllidaceae	Perennial	Mediterranean	G26	S82
	<i>Osteospermum ecklonis</i>	Asteraceae	Annual	Africa	G34	S84
	<i>Pelargonium radula</i>	Geraniaceae	Shrub	Africa	G59	S86
	<i>Picea orientalis</i>	Pinaceae	Tree	Turkey, Caucasian	G71	S90
	<i>Petunia</i> sp.	Solanaceae	Annual	America	G16	S88
	<i>Portulaca grandiflora</i>	Portulacaceae	Annual	Argentina	G06	S97
	<i>Prunus armenica</i>	Rosaceae	Fruit tree	Turkey, Europe, Iran	G80	S99
	<i>Prunus domestica</i>	Rosaceae	Fruit tree	Caucasian	G79	S105
	<i>Rhus</i> sp.	Anacardiaceae	Shrub	Anatolia, China	G43	S109
	<i>Rosa rampicanti</i>	Rosaceae	shrubs, climbing	Asia	G38	S113
	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Labiatae	Shrub	North Africa, Mediterranean Countries, Turkey	G50	S115
	<i>Rudbeckia hirta</i>	Asteraceae	Annual, biennial	America	G07	S117
	<i>Salvia splendens</i>	Lamiaceae	Perennial	Brazil	G27	S119
	<i>Tagetes erecta</i>	Asteraceae	annual or perennial	Mexico	G08	S123
	<i>Tilia tomentosa</i>	Malvaceae	Tree	Earth Europe, Turkey	G68	S128
	<i>Vitis vinifera</i>	Vitaceae	Climbing	Mediterranean	G36	S135
	Villa	<i>Acer campestre</i>	Aceraceae	Tree	Europe, Asia	V137
<i>Acer negundo</i>		Aceraceae	Tree	America, Canada	V122	S06
<i>Aesculus hippocastanum</i>		Sapindaceae	Fruit tree	Balkan, Turkey, Peninsula	V124	S07
<i>Alcea rosea</i>		Malvaceae	Shrub	Asia	V78	S09
<i>Asparagus officinalis</i>		Asparagaceae	Perennial	Europe	V34	S12
<i>Betula alba</i>		Betulaceae	Tree	Europe, Asia, Turkey	V130	S16
<i>Bougainvillea glabra</i>		Nyctaginaceae	Climbing	Brazil	V43	S17
<i>Buxus sempervirens</i>		Buxaceae	Shrub	Europe	V127	S19
<i>Corylus avellana</i>		Betulaceae	Fruit tree	Europe, Turkey	V112	S25
<i>Crataegus monogyna</i>		Rosaceae	Fruit tree	Europe, Turkey	V128	S29
<i>Cydonia oblonga</i>		Rosaceae	Fruit tree	Turkey, Iran	V109	S35
<i>Dianthus gratianopolitanus</i>		Caryophyllaceae	Perennial	Europe, Asia	V22	S41
<i>Felicia amelloides</i>		Asteraceae	Shrub	North Africa	V89	S46
<i>Fraxinus exelsior</i>		Oleaceae	Tree	Europe, Turkey	V123	S49
<i>Gazania rigens</i>		Asteraceae	Perennial	Africa	V26	S52
<i>Hedera helix</i>		Araliaceae	Climbing	Europe	V47	S55
<i>Hyacinthus</i> sp.		Liliaceae	Perennial	Asia	V28	S57
<i>Ilex aquifolium</i>		Aquifoliaceae	Shrub	Europe, Africa, China	V85	S58
<i>Ixora coccinea</i>		Rubiaceae	Shrub	Asia	V97	S60
<i>Jasminum officinale</i>		Oleaceae	Shrub	India	V94	S62
<i>Kalanchoe</i>		Crassulaceae	Perennial	Madagascar	V10	S67
<i>Leucanthemum vulgare</i>		Asteraceae	Perennial	Europe	V07	S71



Table 2. The list of plant species, their group and analyses code used in the evaluation of outdoor ornamental plants of the different residential landscapes of Niğde (continue)

Residential landscapes type	Species	Family	Plant life type	Origin	Group code	Code
Villa	<i>Ligustrum vulgare</i>	Oleaceae	Shrub	Japan	V70	S72
	<i>Lilium</i> sp.	Liliaceae	Perennial	China, Japan	V27	S73
	<i>Lycium barbarum</i>	Solanaceae	Tree	Himalayan	V96	S75
	<i>Morus alba pendula</i>	Moraceae	Fruit tree	China	V107	S81
	<i>Ocimum basilicum</i>	Lamiaceae	Annual	Asia	V23	S83
	<i>Pelargonium peltatum</i>	Geraniaceae	Shrub	Africa	V92	S85
	<i>Pelargonium zonale</i>	Geraniaceae	Shrub	Africa	V90	S87
	<i>Philadelphus coronarius</i>	Hydrangeaceae	Shrub	America	V60	S89
	<i>Pinus pinea</i>	Pinaceae	Tree	Mediterranean, Turkey, Portugal, Spain	V143	S92
	<i>Pittosporum tobira</i>	Pittosporaceae	Shrub	Mediterranean	V81	S93
	<i>Pittosporum variegata</i>	Pittosporaceae	Shrub	China	V80	S94
	<i>Platanus orientalis</i>	Platanaceae	Tree	Europe, Asia, Turkey	V136	S95
	<i>Populus alba</i>	Salicaceae	Tree	Europe, Asia, Turkey	V133	S96
	<i>Primula</i> sp.	Primulaceae	Perennial	China	V25	S98
	<i>Prunus avium</i>	Rosaceae	Fruit tree	Europe, Africa, Turkey	V115	S100
	<i>Prunus cerasifera</i>	Rosaceae	Tree	Europe, Anatolia	V118	S101
	<i>Prunus cerasifera pissardii</i>	Prunoideae	Tree	Europe, Asia	V131	S102
	<i>Prunus cerasus</i>	Rosaceae	Fruit tree	Caucasian Sea, Anatolia	V119	S103
	<i>Prunus cerrulata</i>	Prunoideae	Tree	Japan, Korea, China	V132	S104
	<i>Prunus persica</i>	Rosaceae	Fruit tree	China	V116	S106
	<i>Robinia neomexicana</i>	Fabaceae	Tree	Mexico	V139	S110
	<i>Rubus canescens</i>	Rosaceae	Shrub	Europe, Turkey	V77	S116
	<i>Salix babylonica</i>	Salicaceae	Perennial	Çin	V145	S118
	<i>Saponaria officinalis</i>	Caryophyllaceae	Perennial	Europe	V15	S120
	<i>Spiraea vanhouttei</i>	Rosaceae	Shrub	Hybrid	V68	S121
	<i>Tamarix tetrandra</i>	Tamaricaceae	Shrub	America	V138	S124
	<i>Teucrium chamaedrys</i>	Lamiaceae	Shrub	Mediterranean	V35	S125
	<i>Thymus</i> sp.	Lamiaceae	Perennial	Europe, Asia	V24	S127
	<i>Ulmus glabra</i>	Ulmaceae	Tree	Europe, Caucasian	V125	S129
	<i>Viburnum opulus</i>	Caprifoliaceae	Shrub	North Asia, Africa, Europe, Turkey	V88	S130
	<i>Vinca major</i>	Apocynaceae	Ground cover	Europe	V12	S132
	<i>Viola tricolor</i>	Violaceae	Annual	Europe	V13	S134
	<i>Weigela floribunda</i>	Caprifoliaceae	Shrub	Asia	V79	S136
Sites	<i>Mirabilis jalapa</i>	Nyctaginaceae	Perennial	America	S02	S79
	<i>Viburnum tinus</i>	Caprifoliaceae	Shrub	Mediterranean	S20	S131
Mass housing	<i>Abies nordmanniana</i>	Pinaceae	Tree	Caucasian, Anatolia	TK42	S03
	<i>Berberis thunbergii</i>	Berberidaceae	Shrub	Japan	TK14	S15
	<i>Cedrus libani</i>	Pinaceae	Tree	Turkey, Lebanon	TK34	S21
	<i>Cotoneaster horizontalis</i>	Malaceae	Shrub	China	TK04	S27
	<i>Cupressus arizonica</i>	Cupressaceae	Tree	America	TK46	S31
	<i>Cupressus pyramidalis</i>	Cupressaceae	Tree	China	TK50	S33
	<i>Deutzia longifolia</i>	Hydrangeaceae	Shrub	Asia	S13	S39

Table 2. The list of plant species, their group and analyses code used in the evaluation of outdoor ornamental plants of the different residential landscapes of Niğde (continue)

Residential landscapes type	Species	Family	Plant life type	Origin	Group code	Code
Mass housing	<i>Euonymus japonica</i>	Celastraceae	Shrub	Japan	TK13	S43
	<i>Forsythia × intermedia</i>	Oleaceae	Shrub	Asia	TK16	S48
	<i>Juniperus chinensis</i>		Fruit tree	Iran	TK25	S64
	<i>Juniperus horizontalis</i>	Cupressaceae	Shrub	America	TK09	S66
	<i>Malus</i> sp.	Rosaceae	Fruit tree	Asia	TK38	S77
	<i>Picea pungens</i>	Pinaceae	Tree	America, Colorado	TK37	S91
	<i>Rosa canina</i>	Rosaceae	Shrub	Hybrid	TK22	S112
	<i>Rosa</i> sp.	Rosaceae	Shrub	Hybrid	TK27	S114
	<i>Syringa vulgaris</i>	Oleaceae	Shrub	Asia, Europe, Turkey	TK17	S122
	<i>Zinnia elegans</i>	Asteraceae	Shrub	Mexico	TK01	S138

The three dimensional plot of species used in principle coordinate analyses conducted by 24 qualitative characteristics in the evaluation of outdoor ornamental plants of the different residential landscapes of Niğde is presented in Figure 4. As seen in Figure 4, the species were grouped in three clusters. The same patterns were clearly confirmed by clustering analysis (Figure 5). The statistical analyses supported three groups. The species in each group are also listed in Figure 4 in the order of appearance on the figure.

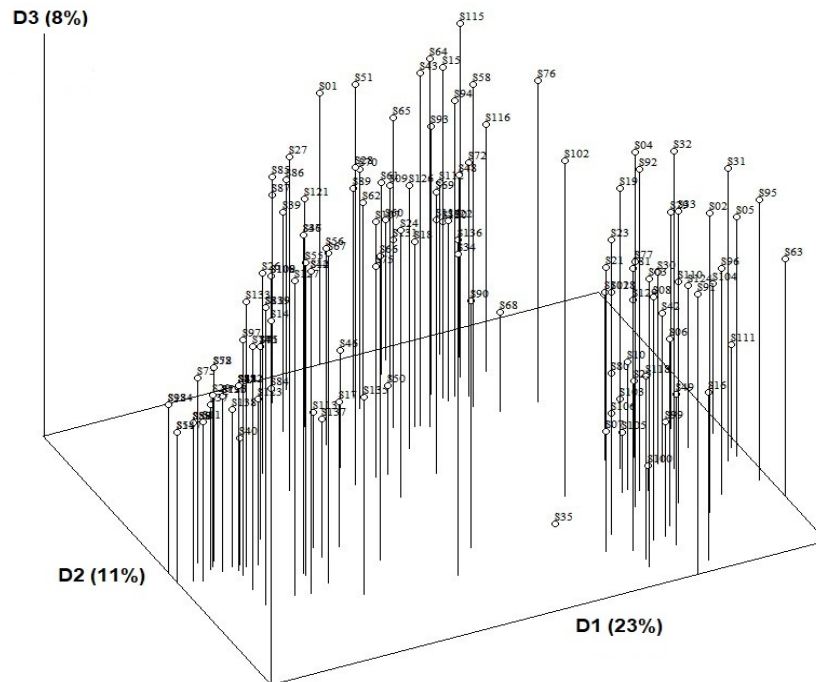


Figure 4. Three dimensional plot of species used in principle coordinate analyses conducted by 24 qualitative characteristics in the evaluation of outdoor ornamental plants of different residential landscape of Niğde.

Figure 4 clearly seen that cluster analysis, of the residential vegetation data is grouped into two main groups. The landscape of traditional residential areas and others.

Indeed, according to PCA and diversity results, vegetation structure and composition in traditional houses of the city of Niğde could be considered as a different and separate cluster of other houses.

In addition to this, as it shown in Figure 5, plant species used in the Niğde settlement area and its surroundings could be distinguished by three major functional groups by using cluster analysis. This result corresponds with area observations, surveys, and species compositions.

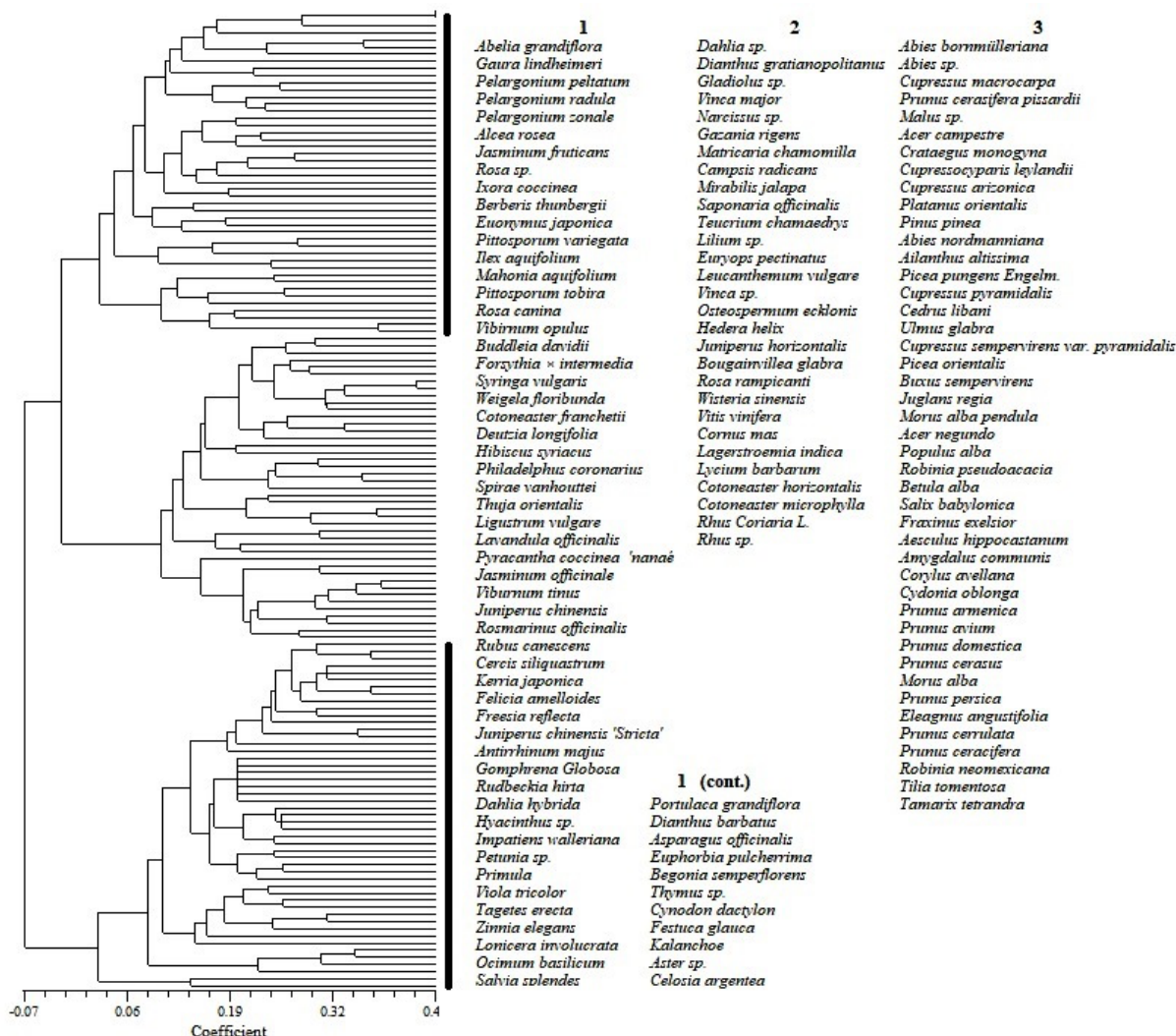


Figure 5. Dendrogram of species used in principle coordinate analyses conducted by 24 qualitative characteristics in the evaluation of outdoor ornamental plants of the different residential landscapes of Niğde.

Accordingly, it was obtained that Group 1 has shrub and groundcover, Group 2 has shrub, groundcover, and clutching stem, the other group included the trees species related with their compositions. This third group has many genera of horticultural fruit trees such as *Prunus*, *Malus*, *Eleagnus*, *Juglans*. The representatives of these genera were mostly used as hedge plants.

When the dendrogram was examined, some additional patterns were identified in the grouping of the plants used in Niğde. For example, it is seen that effective tree use with blossoms in Niğde is less and fruit trees use more with fruit. Leafy ornamental plants are being used for seasonal purposes. Perennial plants are frequently used in the grouping of the plants used in the Niğde landscape. Also, it was concluded that the fruit-bearing trees are frequently being used as hedge plants.

#### 4. Conclusion

This study was conducted in Niğde province and it determined the usage, purposes, and methods of wild plants and natural plants in Detached, Traditional, Villa, Site, and Mass houses. Niğde has a

wide potential for medicinal and aromatic plants studies. A total of 32 plant species belonging to 39 families were identified in the study area.

Different plant species were used in the landscape design of the houses in the residential areas of Niğde province. The study shows that local people prefer the plants mostly seasonal plants were preferred in villa type. In terms of aesthetic and visual aspects, respectively, villas were classified according to effectiveness with flowers, detached houses were classified according to habitat status, traditional houses were classified according to texture.

It has been observed that fruit-bearing tree and shrub species that are unique to the region are more preferred in different settlements in Niğde. The use of ornamental plants in villa-style home gardens is intense.

It is seen that effective tree use with blossoms in Niğde is less and fruit trees use more with fruit. Leafy ornamental plants are being used for seasonal purposes. Perennial plants are frequently used in the grouping of the plants used in the Niğde landscape. Also, it was concluded that the fruit-bearing trees are frequently being used as hedge plants.

Native plants of the region that will meet the landscape works to be done in urban spaces in terms of aesthetics and functionality should be preferred primarily. Exotic plants generally require more water, more nutrients, and more care to adapt to the ecological conditions, sometimes even these efforts do not give positive results. The same results were obtained in Niğde province.

It is necessary to benefit from native plants not only for aesthetic studies but also for functional landscape renewals such as biological repair works.

## References

- Acar, C., Acar, H., & Eroğlu, E. (2007). Evaluation of Ornamental Plant Resources to Urban Biodiversity and Cultural Changing: A Case Study of Residential Landscapes in Trabzon City (Turkey). *Building and Environment*, 42, 218-229.
- Agelet, A., Angels, B. M., & Valles, J. (2000). Homegardens and their role as a main source of medicinal plants in mountain regions of Catalonia (*Iberian peninsula*). *Econ Bot* 54, 295–309.
- Agnoletti, M. (2014). Rural landscape, nature conservation and culture: Some notes on research trends and management approaches from a (southern) European perspective. *Landscape and Urban Planning*, 126, 66–73.
- Antrop, M. (2005). Why landscapes of the past are important for the future. *Landscape and Urban Planning*, 70, 21–34.
- Barbhuiya, A. R., Sahoo, U. K., & Upadhyaya, K. (2016). Plant Diversity in the Indigenous Home Gardens in the Eastern Himalayan Region of Mizoram, Northeast India. *Economic Botany*, 70(2), 115–131.
- Cornelis, J., & Hermy, M. (2004). Biodiversity relationships in urban and suburban parks in Flanders. *Landscape and Urban Planning*, 69(4), 385–401.
- Cruz Garcia, G. S., & Struik, P. C. (2015). Spatial and seasonal diversity of wild food plants in home gardens of Northeast Thailand. *Economic Botany*, 69(2), 99–113. <https://doi.org/10.1007/s12231-015-9309-8>
- Davis, P. H., Mill, R. R., & Tan, K. (1988) Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Supplement). Vol.10.
- Davoren, E., Siebert, S., Cilliers, S.S., & du Toit, M. (2016). Influence of socioeconomic status on design of Botswana home gardens and associated plant diversity patterns in northern South Africa. *Landscape and Ecological Engineering* 12, 129–139. <https://doi.org/10.1007/s11355-015-0279-x>
- Galhena, D. H., Freed, R., & Maredia, K. M. (2013) Home gardens: a promising approach to enhance household food security and wellbeing. *Agric Food Secur* 2, 48–62
- Kendal, D., Williams, K. J. H., & Williams, N. S. G. (2012). Plant traits link people's plant preferences to the composition of their gardens. *Landscape and Urban Planning* 105, 34–42. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.11.023>
- Kumar, B. M., & Nair, P. K. R. (2004). The enigma of tropical homegardens. *Agroforestry Systems*, 61, 135-152.

- Magurran, A. E. (1988). *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University Press, Princeton, 179.
- May, R. M. (1975). Patterns of species abundance and diversity. In *Ecology and evolution of communities*, 81–120. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Palliwooda, J., Kowarik, I., & von der Lippe, M. (2017). Human-biodiversity interactions in urban parks: The species level matters. *Landscape and Urban Planning*, 157, 394–406. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.09.003>
- Petrík, P., Sádlo, J., Hejda, M., Štajerová, K., Pyšek, P., & Pergl, J. (2019). Composition patterns of ornamental flora in the Czech Republic. *NeoBiota*, 52, 87–109. doi: 10.3897/neobiota.52.39260. <http://neobiota.pensoft.net>
- Richards, N. A., Mallette, J. R., Simpson, R. J., & Macie, E. A. (1984). Residential greenspace and vegetation in a mature city: Syracuse, New York. *Urban Ecology*, 8(1–2), 99–125.
- Salako, V. K., Fandohan, B., Kassa, A. E., Assogbadjo, A. F. R., Idohou, R. C., Gbedomon, S., Chakeredza, M. E., Kaka, & Dulloo, R. G., (2014). Home gardens: An assessment of their biodiversity and potential contribution to conservation of threatened species and crop wild relatives in Benin. *Genetic Resources and Crop Evolution* 61, 313–330.
- SAS, (1990). *SAS User's Guide: Statistics*. Version 5 Edition, SAS Institute Inc., Cary.
- Sever, R, & Kopar, İ. (2019). *Niğde İlinin Başlıca Coğrafi Özellikleri*. [www.nigdekulturturizm.gov.tr/Eklenti/9887,nigde-cografyadoc.doc?0](http://www.nigdekulturturizm.gov.tr/Eklenti/9887,nigde-cografyadoc.doc?0) Accessed. 10.12.2020.
- Sukopp, H., & Werner, P. (1983). *Urban environments and vegetation*. In: Holzner W, Werger MJA, Ikusima I, editors. *Man's impact on vegetation*. The Hague: Dr. W. Junk Publishers; p. 247–60.
- Sukopp., H. (2004). Human-caused impact on preserved vegetation. *Landscape and Urban Planning*, 68(4), 347–55.
- Sunwar, S, Thornstrom, C, Subedi A, & Bystrom, M. (2006). Home gardens in western Nepal: opportunities and challenges for on-farm management of agrobiodiversity. *Biodiversity and Conservation* 15, 4211–38
- Surat, H., & Yaman, Y.K. (2017). Evaluation of plant species in home gardens: A case study of Batumi city (Adjara). *Turkish Journal of Forestry*, 18(1), 11-20.
- TÜİK, (2019). *TÜİK, İstatistiklerle Türkiye*, ([www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr))



Research Article

**Reaction of Different Pepper (*Capsicum annuum* L.) Cultivars to Isolates of *Verticillium dahliae* Kleb. from Various Hosts**

**Furkan COŞKUN<sup>\*1</sup>, Yaşar ALPTEKİN<sup>2</sup>, Semra DEMİR<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Agriculture Faculty, Plant Protection Department, Kahramanmaraş, Turkey

<sup>3</sup>Van Yuzuncu Yil University, Agriculture Faculty, Plant Protection Department, Van, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-2864-1515> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-4321-2834> <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-0177-7677>

\*Corresponding author e-mail: [furkan54777@gmail.com](mailto:furkan54777@gmail.com)

**Article Info**

Received: 18.02.2021

Accepted: 13.10.2021

Online Published: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.882449

**Keywords**

Pepper,  
Disease Severity,  
Cultivar,  
Wilt,  
*Verticillium dahliae*

**Abstract:** Although *Verticillium dahliae* is one of the limiting factors in pepper (*Capsicum annuum* L.) has no effective control measures, the most effective method is planting resistant cultivars. This study was carried out under controlled climatic conditions to determine the response of some economically important pepper cultivars grown in Turkey against some isolates of *V. dahliae*. Bafra F<sub>1</sub>, Ergenekon F<sub>1</sub> hybrid cultivars and Sena, Sera Demre 8, Doru 16 registered domestic pepper cultivars were used in this study. *V. dahliae* isolates (Bisak 16, Kahramanmaraş, Karpuz-2, Karpuz-4, Kayseri) obtained from different regions and hosts and diagnosed were used as a source of inoculums. The disease severity on inoculated plants in pots were calculated according to severity of the wilting (0-5 scale) and browning of stem cut (0-3 scale). Significant differences were observed between pepper cultivars in terms of susceptibility to *V. dahliae* isolates. According to the study results, when the leaf symptoms were evaluated, varieties resistant to wilt disease were Ergenekon F<sub>1</sub> and Bafra F<sub>1</sub>, while Sera Demre-8 was determined as a susceptible variety. According to the browning symptoms of stem cut, while the resistant variety was Ergenekon F<sub>1</sub>, Sena was determined as the sensitive variety.

**Farklı Konukçulardan Elde Edilmiş *Verticillium dahliae* Kleb. İzolatlarına Karşı Bazı Biber (*Capsicum annuum* L.) Çeşitlerinin Reaksiyonlarının Belirlenmesi**

**Makale Bilgileri**

Geliş: 18.02.2021

Kabul: 13.10.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.882449

**Anahtar Kelimeler**

Biber,  
Hastalık Şiddeti,  
Çeşit,  
Solgunluk,  
*Verticillium dahliae*

**Öz:** Biberde (*Capsicum annuum* L.) solgunluk hastalığı etmeni *Verticillium dahliae*'ya karşı başarılı bir mücadele yöntemi olmamakla birlikte en etkili yöntem olarak dayanıklı çeşit kullanımı önerilmektedir. Bu çalışma, ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen bazı biber çeşitlerinin, *V. dahliae*'nin bazı izolatlarına karşı duyarlılıklarını belirlemek amacıyla iklim odası koşullarında yürütülmüştür. Araştırmada biber çeşidi olarak Bafra F<sub>1</sub>, Ergenekon F<sub>1</sub> hibrit çeşitleri ve Sena, Sera Demre 8 ve Doru 16 tescilli yerel biber çeşitleri kullanılmıştır. Farklı bölge ve konukçulardan izole edilen ve tanılaması yapılmış *V. dahliae* fungus izolatları (Bisak 16, Kahramanmaraş, Karpuz-2, Karpuz-4, Kayseri) kullanılmıştır. Saksı denemelerinde yapay inokulasyon yapılmış bitkilerde ortaya çıkan hastalık şiddetleri, yeşil aksamda solgunluk şiddeti ve gövde kesitinde gözlenen kahverengileşmenin yoğunluğuna göre hesaplanmıştır. Solgunluk hastalığına duyarlılık açısından çeşitler arasındaki farkın, istatistiksel açıdan önemli (P<0.05) olduğu saptanmıştır. Çalışma sonucuna göre, yaprakta oluşturulan belirtiler değerlendirildiğinde solgunluk hastalığına dayanıklı çeşitler Ergenekon F<sub>1</sub> ve Bafra F<sub>1</sub> olurken, Sera Demre-8 hassas çeşit olarak tespit edilmiştir. İletim demeti belirtilerine göre ise dayanıklı çeşidin Ergenekon F<sub>1</sub> olduğu belirlenirken, Sena hassas çeşit olarak tespit edilmiştir.

## 1. Introduction

Pepper (*Capsicum annuum* L.), a member of the *Solanaceae* family, is widely cultivated and consumed worldwide (Csilléry, 2006). Pepper plants have grown widely in Turkey for several purposes and in different forms such as spices, fresh, bell pepper, capia pepper, isot (fermented and dried local peppers), pickled peppers, jalapeno peppers, pepper sauce, and paste (Özalp, 2010). Annually about 2.5 million tons (fresh fruit) of pepper is produced in Turkey and it has 6.9 % of the world total pepper production in 2018 (FAO, 2020). Mediterranean Region meets about 40 % of the total pepper production of Turkey. Especially in Eastern Mediterranean Region (Adana, Mersin, Hatay, Kahramanmaraş, and Osmaniye provinces), 532.057 tons of pepper is produced, such a production alone accounts for approximately 50.7% of the pepper production of the Mediterranean Region and approximately 20.2% of pepper production of Turkey (TÜİK, 2020).

Since pepper is an essential source of income for farmers, management of diseases and control of pests that cause serious economic losses in pepper is an important issue. Fungal diseases cause approximately about 14% yield loss in vegetable production in the world (Agarwal and Sinclair, 1997; Agrios, 1997). Fungi such as *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Alternaria* spp., *Verticillium dahliae*, *Pyrenochaeta lycopersici*, and *Botrytis cinerea* cause severe diseases in plants such as root blight, root rot, wilt and collapse, and fruit rot in pepper growing areas (Ecevit et al., 1988; Douira et al., 1995; Chellemi et al., 2000; Troncoso et al., 2005; Nguyen et al., 2010). Among these diseases, *V. dahliae* is one of the most destructive pathogen causing vascular wilt in pepper plants (Saydam and Copçu, 1973; Kırbağ and Turan, 2006; Kılıç, 2012; Taşkın and Yıkılmazsoy, 2014). It influences pepper growth, fruit yield, and fruit quality.

*V. dahliae* has a broad host spectrum and can infect more than 200 plant species worldwide. To overcome adverse climatic conditions, it forms a resistant structure called microsclerotia (10-120 µm) in soil. It can resist in soil for over ten years. Germination of microsclerotia is stimulated by root exudates released from susceptible hosts, and a mycelium is formed that infects the roots (Agrios, 1997, 2005; Koike et al., 2007; Koç, 2014; Korhan, 2019). The fungus invades both the intracellular and intercellular spaces and reaches the xylem, where it forms the conidia and mycelium and reaches the apex, leaves, and upper parts of the plant where it secretes enzymes with toxic effects, causing yellowing and drying of the leaves. The xylem and leaves lose their function partially or completely. *V. dahliae* causes wilting because the pathogen is heavily colonized in the xylem tissue, and the plant forms tylose to prevent pathogen movement, thus preventing the transport of nutrients due to clogging of the xylem. In the management of the disease; Cultural methods such as crop rotation, sanitation, balanced fertilization, irrigation management, weed control, and development of resistant cultivars are recommended (Balcı and Açıkgöz, 2019).

Management of *Verticillium* wilt is difficult due to the absence of any effective chemicals to suppress wilting diseases. The use of resistant cultivars is the most effective way to control this disease. Masheva and Todorova (2013) tested the performance of twenty different pepper genotypes by using two methods – direct planting in infected soil and infestation in transplanting by root-dip technique and planting in the same soil against *V. dahliae*. They found that tested genotypes performed better in infested soil than the root-dip method, and breeding line 398/03 was highly resistant to the two ways of infestation. They suggested that breeding line 398/03 could be used source of resistance in future breeding programs. Vasileva et al. (2019) found that Buketen 3, Buketen 50, Gorogled 6, IZK Rubin, and IZK Kalin cultivars showed a high resistance level with no diseases symptoms from mass flowering to fruit setting period after inoculation with a mixed inoculum of six local isolates of *V. dahliae*. Vasileva and Todorova (2020) reported that Kurtovska kapia 1, Milkana F<sub>1</sub>, and Stryama cultivars were highly resistant to *V. dahliae*.

Nowadays, the need to seek alternative control measures (i.e., biological control agents, essential oils, resistant cultivars) that are environmentally friendly and with no hazards in humans has increased. To our best knowledge, there is not any detailed study on the screening of different pepper cultivars against *V. dahliae* both in the greenhouse and field in Turkey. Therefore, the current study aimed to determine (i) the pathogenicity of *V. dahliae* isolates isolated from different regions and hosts, (ii) the reactions of the different pepper cultivars to different isolates.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Plant material

In this study, hybrid (Bafra F<sub>1</sub> and Ergenekon F<sub>1</sub> pepper) and local (Sena, Sera Demre-8, and Doru-16) pepper cultivars were used as plant materials. The susceptibility of the hybrid pepper cultivars used in the study to root diseases was determined in previous studies (Aslanpay and Demir, 2015; Demir et al., 2015). The local cultivars used in the study were those grown intensively in the Mediterranean Region.

### 2.2. Pathogen isolate

*V. dahliae* isolates (Bisak 16, Kahramanmaraş, Karpuz-2, Karpuz-4, and Kayseri), isolated from different regions and host plants and diagnosed were used as sources of inoculum. *V. dahliae* Bisak 16 isolate from eggplant is supplied by Prof. Dr. Şener KURT, (Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Hatay) *V. dahliae* Kahramanmaraş isolate, from cotton plant supplied by Doğan GÖZCÜ (Director of the Eastern Mediterranean Transitional Zone Agricultural Research Institute), *V. dahliae* Karpuz-2 and Karpuz-4 isolates, from watermelon plant supplied by Prof. Dr. Harun BAYRAKTAR (Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Ankara) and *V. dahliae* Kayseri isolate, from eggplant plant supplied by Prof. Dr. H. Handan ALTINOK (Erciyes University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Kayseri).

### 2.3. Plant growing conditions

Peat and perlite mixture (1:1 ratio) was placed into plastic cups of 0.35 L, and vermiculite was used as a cover. Pepper seeds were washed three times with distilled water, kept in 2% NaOH solution for 5 minutes, and then passed through double-distilled water to achieve surface disinfection. One seed was sown in each cup. The seedlings were cultivated in a climatic chamber with 12:12 hours light: dark period, at 22±2°C temperature, and 60-70% relative humidity conditions; the seedling growth was monitored daily. The seedbeds were watered with a nutrient solution diluted to give 5 ml for each cup three times during the growing period (Şavur, 2015).

### 2.4. Pathogenicity tests

*V. dahliae* isolates were grown in PDA (Potato Dextrose Agar) medium to determine their virulence on different pepper cultivars. Fungal cultures were transferred to PDA medium in petri dishes and allowed to grow at 24°C in a 12-hour dark-light cycle in purple light for ten days.

The study was conducted with a randomized block design with three replications. Pepper seedlings were inoculated with *V. dahliae* isolates and allowed to grow in a climatic chamber for six weeks. Before inoculation, fungal discs (5 mm in diameter) were taken from the *V. dahliae* isolates grown in 9 cm petri dishes using cork borer and transferred into the stock suspension solution (Solution A: Ca(NO<sub>3</sub>), KNO<sub>3</sub>; Solution B: K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; Solution C: KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; Solution D: K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>; Solution E: C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>, C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>5</sub>; Oligo-elements; Fe (Sequestrene 138), MnSO<sub>4</sub>, CuSO<sub>4</sub>, ZnSO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>[B<sub>4</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub>]·8H<sub>2</sub>O) (Kabaş, 2008). The spore suspension of the isolates to be used as an inoculum in pathogenicity tests was obtained as the *V. dahliae* colonies in petri dishes and was shaken using an orbital shaker at 50 rpm for eight days. The concentration of spore suspension was adjusted to 1x10<sup>6</sup> conidia/ml via a hemocytometer. The roots of pepper seedlings were inoculated by dipping into the spore suspension for 5 minutes. The control plant roots were dipped in sterile distilled water instead of the fungal conidial suspension (Yeşilova and Karaca, 2007).

The disease symptoms were evaluated at the end of a 10-week growing period, and the disease severity was determined. For this purpose, a 0-5 scale (0= Healthy; 1 = Less than 25% wilt in leaves; 2= 25% - 50% wilt (30% leaf loss); 3= 50% - 75% wilt (60% leaf loss); 4= 75% - 100% wilt (90% leaf loss); 5= The plant is dead) was used for wilt assessment in plant canopy (Hwang et al., 1992) and a 0-3 scale (0= The plants are healthy, no discoloration in the stem cross-section; 1= The plants are slightly diseased, small brown stains in the stem cross-section, 1-33% of the vascular bundles are browned; 2=



The plants are moderately diseased, there are many black spots on the stem cross-section, 34-67% of the vascular bundles are browned; 3= The plants are heavily diseased, stem cross-sections are completely covered with black spots, and the plants are dried, 68-100% of the vascular bundles are browned) was used for the examination of the stem cross-section (Erwin et al., 1976). For both scales, the degree of disease severity was calculated using the following formula:

$$Disease\ Severity = \sum \frac{(n * v)}{N * V} * 100 \quad (1)$$

where; n = Degree of disease severity rated on a scale, v = Number of plants in a category, N = The highest degree of disease severity, and V = Total number of plants screened.

The seedlings were removed from the plastic cups at the root parts were washed under tap water to remove soil particles adhered to the roots. Koch postulates were performed to be sure that the isolates were infected and caused the disease on the seedlings (Yıldız and Benlioğlu, 2013).

### 2.5. Data evaluation

SPSS (Version 22.0) software was used to evaluate the data obtained from the experiments (Spss, 2013). Duncan's multiple comparison test was used to differentiate the means of the treatments. The data were analyzed by one-way ANOVA.

### 3. Results

In the present study, five different pepper cultivars (Bafra F<sub>1</sub>, Ergenekon F<sub>1</sub>, Sena, Sera Demre-8, Doru-16) were inoculated with five different isolates (Bisak-16, Kahramanmaraş, Karpuz-2, Karpuz-4, Kayseri). The disease severity values obtained using 0-5 scale are provided in Table 1. The symptoms started to appear in plants four weeks after pathogen inoculation. Yellowing and discolouration in lower leaves were observed, although the edges of the leaves roll inward were present in upper leaves. (Figure1).

Table 1. Reactions of different pepper cultivars to different *V. dahliae* isolates (0-5 Scale Green Part Evaluation)

Cultivars	Disease Severity (%)					Avg.
	Pathogen isolates					
	Bisak-16	Karpuz-2	Karpuz-4	Kayseri	Kahramanmaraş	
<b>Doru-16</b>	13.3 ± 6.6 <sup>cde</sup>	0 ± 0 <sup>e</sup>	6.6 ± 6.6 <sup>de</sup>	26.6 ± 6.6 <sup>bcd</sup>	20 ± 0 <sup>cde</sup>	13.3
<b>Sena</b>	26.6 ± 6.6 <sup>bcd</sup>	26.6 ± 6.6 <sup>bcd</sup>	20 ± 0 <sup>cde</sup>	6.6 ± 6.6 <sup>de</sup>	33.3 ± 6.6 <sup>abc</sup>	22.6
<b>Sera Demre-8</b>	35 ± 9.57 <sup>abc</sup>	20 ± 11.54 <sup>cde</sup>	26.6 ± 6.6 <sup>bcd</sup>	46.6 ± 6.6 <sup>ab</sup>	53.3 ± 6.6 <sup>a*</sup>	36.3
<b>Bafra F<sub>1</sub></b>	15 ± 5 <sup>cde</sup>	6.6 ± 6.6 <sup>de</sup>	26.6 ± 6.6 <sup>bcd</sup>	26.6 ± 6.6 <sup>bcd</sup>	6.6 ± 6.6 <sup>de</sup>	16.2
<b>Ergenekon F<sub>1</sub></b>	10 ± 5 <sup>de</sup>	13.3 ± 6.6 <sup>cde</sup>	20 ± 0 <sup>cde</sup>	13.3 ± 6.6 <sup>cde</sup>	6.6 ± 6.6 <sup>de</sup>	12.6
<b>Avg.</b>	19.98	13.3	19.96	23.94	23.96	

\*: Means followed by different letters were significantly different according to Duncan's multiple range test at P <0.05 (Avg.: Average).

Virulence of *V. dahliae* isolates and the reactions of the pepper cultivars were significant according to 0-5 scale. Doru-16 pepper cultivar displayed the lowest disease severity values against Karpuz-2 (0%) and Karpuz-4 (6.6%) isolates, whereas it showed the highest disease severity values against Kayseri (26.6%) and Kahramanmaraş (20%) isolates. Sena pepper cultivar resulted in the least disease severity values against Kayseri (6.6%) isolate, although it exhibited the highest disease severity values against Kahramanmaraş (33.3%) isolate. Sera Demre-8 produced 20% disease when inoculated with Karpuz-2 isolate and 53.3% disease inoculated with Kahramanmaraş isolate. Bafra F<sub>1</sub> had the lowest disease severity against Karpuz-2 (6.6%) and Kahramanmaraş (6.6%) isolates but the highest disease severity against Karpuz-4 (26.6%) and Kayseri (6.6%) isolates (26.6 %). Ergenekon F<sub>1</sub> had the least severe disease against the Kahramanmaraş (6.6%) isolate, but the most severe disease was against Karpuz-4 (20%). In summary, Sera Demre-8 was the most sensitive pepper cultivar with a disease

severity of 36.3 percent on average, while Ergenekon F<sub>1</sub> was the most resistant with a disease severity of 12.6 percent on average. Kahramanmaraş, on the other hand, was the most virulent isolate (average disease severity 23.96%), whereas Karpuz-2 was the least virulent (average disease severity 13.3%).

As the interactions between *V. dahliae* isolates and pepper cultivars were evaluated, the highest disease severity was recorded in Sera Demre-8 x Kahramanmaraş interaction with 53%, and the lowest disease severity (no disease) was recorded in Karpuz-2 x Doru-16 interaction.



Figure 1. The view of diseased (a) and healthy (b) pepper plants inoculated with *V. dahliae* isolates after 4 weeks.

The disease severity values obtained by evaluating stem cross-sections (0-3 scale) of pepper cultivars inoculated by *V. dahliae* isolates are provided in Table 2.

Table 2. Reactions of different pepper cultivars against different *V. dahliae* isolates (0-3 Scale Stem Section Evaluation)

Cultivars	Disease Severity (%)					Avg.
	Pathogen isolates					
	Bisak-16	Karpuz-2	Karpuz-4	Kayseri	Kahramanmaraş	
<b>Doru-16</b>	11.1 ± 11.1 <sup>bc</sup>	22.2 ± 22.2 <sup>abc</sup>	0 ± 0 <sup>c</sup>	11.1 ± 11.1 <sup>bc</sup>	44.4 ± 22.2 <sup>ab</sup>	17.7
<b>Sena</b>	22.2 ± 11.1 <sup>abc</sup>	33.3 ± 0 <sup>abc</sup>	11.1 ± 11.1 <sup>bc</sup>	11.1 ± 11.1 <sup>bc</sup>	33.3 ± 0 <sup>abc</sup>	22.2
<b>Sera Demre-8</b>	33.3 ± 0 <sup>abc</sup>	11.1 ± 11.1 <sup>bc</sup>	0 ± 0 <sup>c</sup>	0 ± 0 <sup>c</sup>	55.5 ± 22.2 <sup>a*</sup>	19.9
<b>Bafra F<sub>1</sub></b>	50 ± 0 <sup>ab</sup>	0 ± 0 <sup>c</sup>	0 ± 0 <sup>c</sup>	11.1 ± 11.1 <sup>bc</sup>	33.3 ± 0 <sup>abc</sup>	18.8
<b>Ergenekon F<sub>1</sub></b>	25 ± 0 <sup>abc</sup>	0 ± 0 <sup>c</sup>	22.2 ± 11.1 <sup>abc</sup>	0 ± 0 <sup>c</sup>	11.1 ± 11.1 <sup>bc</sup>	11.6
<b>Avg.</b>	28.3	13.3	6.6	6.6	35.5	

\*: Means followed by different letters were significantly different according to Duncan's multiple range test at P < 0.05 (Avg.: Average).

Considering the disease severity caused by different *V. dahliae* isolates on different pepper cultivars (0-3 Scale Stem Section Evaluation), *V. dahliae* isolates' virulence and the interactions between the cultivars and isolates were found to be significant. However, most of these values were intertwined and were included in close groups. Doru-16 pepper cultivar displayed the lowest disease severity (0%) against Karpuz-4 isolate, although it showed the highest disease severity (44.4%) against Kahramanmaraş isolate. Sena pepper cultivar indicated the least severe disease against Kayseri (11.1%) and Karpuz-4 (11.1%) isolates, but the most severe diseases were against Kahramanmaraş (33.3%) and Karpuz-2 (33.3%) isolates. Sera Demre-8 pepper cultivar was highly resistant against Karpuz-4 (0%) and Kayseri (0%) isolates, whereas it was susceptible against Kahramanmaraş isolate (55.5%). Bafra F<sub>1</sub> was highly resistant against Karpuz-2 (0%) and Karpuz-4 (0%) isolates, although it was susceptible

against Bisak-16 isolate (50 %). Ergenekon F<sub>1</sub> produced no disease (0%) when inoculated with Karpuz-2 and Kayseri isolates; it showed 25% disease severity values inoculated with Bisak-16 isolate. In concise, Sena was the most sensitive pepper cultivar with a disease severity of 22.2% on average, while Ergenekon F<sub>1</sub> was the most resistant with a disease severity of 11.66% on average. On the other hand, Kahramanmaraş was the most virulent isolate (average disease severity 35.52%), whereas Karpuz-2 and Kayseri were the least virulent (average disease severity 6.66%).

Kahramanmaraş isolates had the highest virulence with a disease severity of 55.5%, followed by the Bisak-16 isolate with 50% (Figure 2a). In terms of the interactions between *V. dahliae* isolates and pepper cultivars, the highest disease severity (53%) was recorded in Sera Demre-8 x Kahramanmaraş interaction, and no disease symptoms (0%) was recorded in Doru-16 x Karpuz-4, Demre-8 x Karpuz-4, Demre-8 x Kayseri, Bafra F<sub>1</sub> x Karpuz -2, Bafra F<sub>1</sub> x Karpuz -4, Ergenekon F<sub>1</sub> x Karpuz -2, Ergenekon F<sub>1</sub> x Kayseri interactions (Figure 2b).

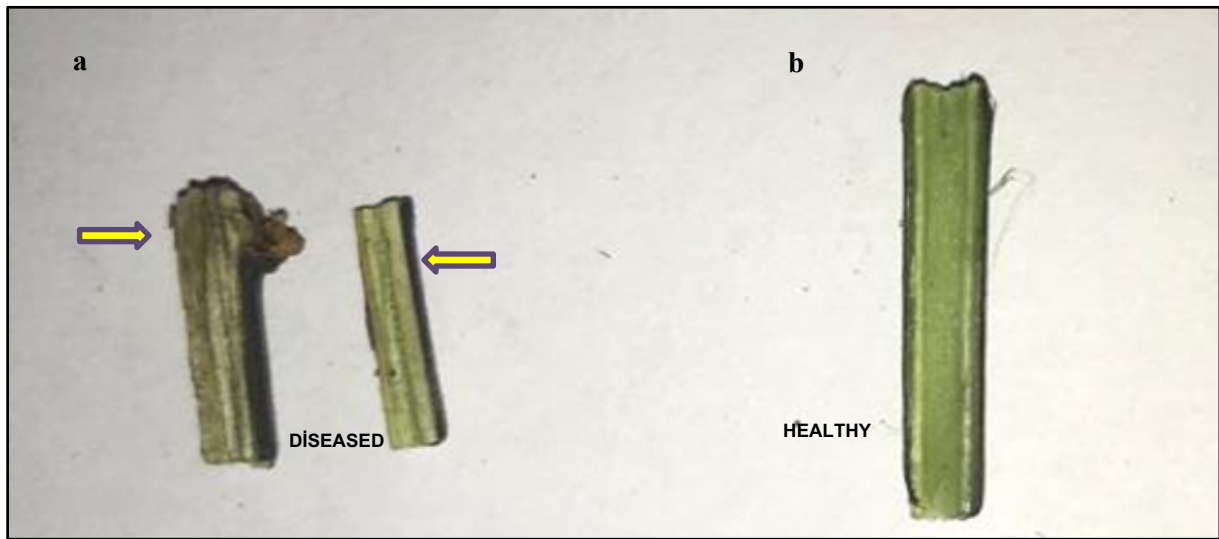


Figure 2. A view of stem cuts of pepper plants inoculated with *V. dahliae*; (a) diseased and (b) healthy plants.

Following pathogenicity and host reaction tests on the pepper plants, the disease agent was successfully isolated from each pepper plant that showed disease symptoms (Figure 3).

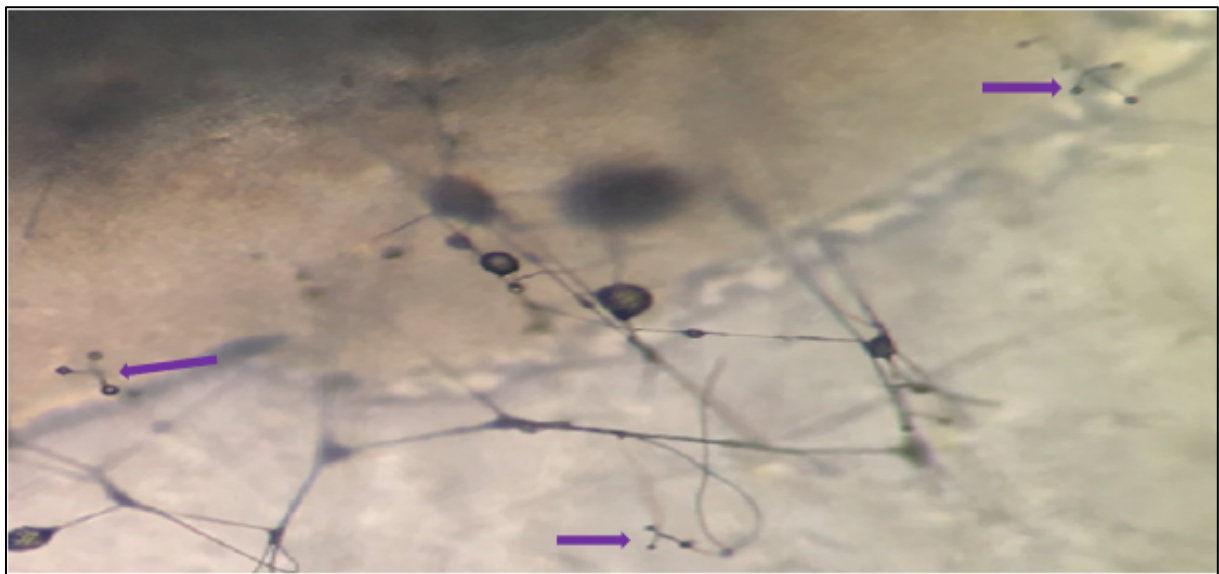


Figure 3. A view of re-isolated *V. dahliae* isolates with verticillate conidiophores under light microscope.

#### 4. Discussion and Conclusion

The virulence of five different *V. dahliae* isolates obtained and identified from different hosts and regions was first tested in detail against different pepper cultivars in vitro in our country. Doru-16 pepper cultivar displayed no disease symptoms followed by the inoculation with the Karpuz-2 isolate, although Sera Demre-8 inoculated with the Kahramanmaraş isolate showed the highest disease severity (53%) (0-5 scale). Many types of research have been conducted on the severity of diseases caused by *V. dahliae*, and it was stated that the severity of the disease was varied with the plant species. According to Akışcan and Tok (2019), there was a high correlation among the disease severity values of infected cotton plants with different genotypes evaluated via both 0-3 and 0-5 scales. Ecevit et al. (1988) identified *Verticillium spp.* as well as various fungi from vegetable fields. As a result of the pathogenicity tests, *Verticillium spp.* was found to be moderately virulent. Korkmaz (2005) conducted a study to determine the host vegetable species of Verticillium wilt disease and showed that pepper had the lowest mean among vegetable cultivars with a 0.14 disease severity index. In the study carried out by Bayözen (2007), the Çine pepper cultivar was inoculated with *V. dahliae* spore suspension using an insulin needle, and no signs of disease in the inoculated pepper plants were observed. Masheva and Todorova (2012) inoculated *V. dahliae* on nine different pepper cultivars in Bulgaria and calculated the wilt symptoms in plants using a 0-5 scale. Byal Kalinkov pepper cultivar showed the highest disease severity. Demir et al. (2015) inoculated tomato, pepper, eggplant plants with *V. dahliae* and calculated wilting symptoms with the use of a 0-5 scale. Disease severity was identified as 45.19% in tomato, 44.44% in pepper, and 40.74% in eggplant. Tutar and Erkılıç (2016) inoculated Pala eggplant cultivar with *V. dahliae* and calculated wilt symptoms with the use of a 0-5 scale. The disease severity values varied between 47.5 - 51.4%. Sera Demre-8 was the most susceptible pepper cultivar when inoculated with the Kahramanmaraş isolate (55%) (0-3 scale). It was shown that the Kahramanmaraş isolate was the most virulent, although the other isolates displayed similar reactions on pepper cultivars tested. Parallel to our results, the other researchers also reported that the host species from which the pathogen was isolated was significant due to the virulence of *V. dahliae* on different pepper cultivars. Demir et al. (2015) inoculated tomato, pepper, eggplant plants with *V. dahliae* and calculated stem section symptoms using a 0-3 scale. The disease severity was identified as 55% in tomato, 56% in pepper, and 52% in eggplant. These studies reported similar results to the current study. It was demonstrated that the source of fungal isolate and genetic background of a pepper cultivar played an essential role in disease severity calculated by 0-3 and 0-5 scale. Erdoğan et al. (2011) calculated disease severity in the stem sections of cotton genotypes in naturally infested fields with Verticillium wilt using a 0-3 scale. As a result of the study, the tolerant Carmen cultivar showed the lowest disease severity value with an index value of 0.71, followed by the cotton genotype number 1011 (0.74). The highest disease severity value was found in the susceptible Çukurova 1518 cultivar (2.09).

Several types of research have been conducted on the virulence of different *V. dahliae* isolates against pepper cultivars and breeding lines with different genetic backgrounds in different countries. The disease severity was evaluated on twenty different pepper genotypes inoculated with *V. dahliae* using direct planting in naturally infested soil and root-dip inoculation techniques. The tested pepper cultivars showed a lower disease severity in naturally infested soil than in root dip inoculation. The lowest disease severity was observed on breeding line 398/03 when the pepper plants inoculated with both inoculation methods (Masheva and Todorova, 2013). In another study, Buketen 3, Buketen 50, Gorogled 6, IZK Rubin, and IZK Kalin pepper cultivars displayed no diseases symptoms from mass flowering to fruit setting period when they were inoculated with a mixed inoculum of six local isolates of *V. dahliae* in Bulgaria (Vasileva et al., 2019). Vasileva and Todorova (2020) reported that the Kaloyan cultivar was not infected by *V. dahliae* in a naturally infested field, although Kurtovska kapia 1, Zlaten medal 7, Milkana F<sub>1</sub> pepper cultivars showed the lowest disease severity with slight symptoms in the greenhouse.

In a not shell, as a result of this study conducted to determine the reaction of different pepper cultivars to isolates of *V. dahliae* from various hosts, it was detected that Ergenekon F<sub>1</sub> was the most resistant cultivar according to the leaf symptoms and browning of stem cross-section. The encouraging results obtained in this study in the management of wilt caused by *V. dahliae* will shed light on new researchers to be conducted on this issue and contribute to the present literature.

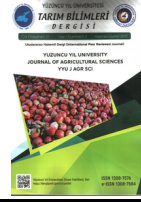
## Acknowledgement

This project was supported by funds from the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK Project No. 119O059).

## References

- Agarwal, V. K., & Sinclair, J. B. (1997). *Principles of Seed Pathology* (2nd ed.). FL: CRC, Press, p.539.
- Agrios, G. N. (1997). *Plant Pathology*. 4th Edition, Academic Press, San Diego, 200-216.
- Akışcan, Y., & Tok, F. M. (2019). Farklı kökenli bazı pamuk genotiplerinde *Verticillium solgunluğuna* dayanıklılığın araştırılması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 22, 354-360. doi:10.18016/ksutarimdog.vi.544323
- Aslanpay, B., & Demir, S. (2015). Arbusküler mikorhizal fungus (AMF) ve hümik asitin biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinin gelişimi ve *Phytophthora capsici* Leonian'ın neden olduğu kök boğazı çürüklüğü hastalığına etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 25 (1), 48-57. doi:10.29133/yyutbd.236390
- Balcı, D. K. & Açıkgöz, S. (2019). Pamuk solgunluk hastalık etmeni *Verticillium dahliae* Kleb.'da Mikovirüs dsRNA analizi ve RT-PCR İle tanınması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 29 (3), 516-525. doi: 10.29133/yyutbd.496476
- Bayözen A. (2007). *Mikorizal fungusların çilek ve biber bitkilerinin gelişimine ve sorun olan bazı patojenlerin gelişimine etkisinin saptanması* (Yüksek Lisans Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Aydın.
- Chellemi, D. O., Mitchell, D. J., Kannwischer-Mitchell, M. E., Rayside, P. A., & Roskopf, E. N. (2000). *Pythium spp.* associated with bell pepper production in Florida. *Plant Disease* 84, 1271–1274. doi:10.1094/PDIS.2000.84.12.1271
- Csilléry, G. (2006). Pepper taxonomy and the botanical description of the species. *Acta Agronomica Hungarica* 54 (2), 151-166. doi:10.1556/AAgr.54.2006.2.5
- Demir, S., Şensoy, S., Ocağ, E., Tüfenkçi, Ş., Demirer Durak, E., Erdinç, Ç., & Ünsal H. (2015). Effects of arbuscular mycorrhizal fungus (AMF), humic acid and whey on wilt disease caused by *Verticillium dahliae* Kleb. in three solanaceous crops. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 39 (2), 300-309. doi:10.3906/tar-1403-39
- Douira, A., Ben Kirane, R., Ouazzani Touhami, A., Okeke, B., & Elhaloui, N. E. (1995). *Verticillium wilt of pepper (Capsicum annuum) in Maroko*. *Journal of Phytopathology* 143, 467–470.
- Ecevit, O., Dündar, F., & Turan, A. (1988). Bafra Ovasındaki önemli bitki hastalıkları ve sulamanın yaygınlaştırılması ile ortaya çıkabilecek sorunlar ve çözüm yolları. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları* 40, 1-351.
- Erdoğan, O., Dündar H., & Göre, M. E. (2011). Determination of reactions of some cotton genotypes against *Verticillium wilt disease* caused by *Verticillium dahliae* Kleb. *Plant Protection Bulletin* 51 (2), 159-173.
- Erwin, D. C., Tsoti, S. D., & Khan, R. A. (1976). Reduction of severity of *Verticillium wilt of cotton* by the growth retardants Tributyl (5-chloro-2-thienyl methyl) Phosphonium Chloride. *Phytopathology* 66, 106-110.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), (2020). World pepper production. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Last Accessed Date: 21 August 2020.
- Hwang, S. F., Chang, K. F., & Chakravarty, P. (1992). Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the development of *Verticillium* and *Fusarium* wilts of alfalfa. *Plant Disease* 76, 239-243.
- Kabaş, A. (2008). *Domateste Fusarium oxysporum f.sp. radicle-lycopersici'ye karşı dayanıklılık için moleküler işaretleyicilerin belirlenmesi* (Doktora Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir.
- Kılıç, G. (2012). *Samsun ili kapa biber yetiştirilen alanlarda bulunan fungal etmenlerin tespiti ve patojeniteleri* (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Samsun.
- Kırbağ, S., & Turan, N. (2006). Fungal agents that cause root and crown rot of some vegetables cultivated in Malatya. *Firat University Journal of Engineering Science* 18 (2), 159-164.

- Koç, Ü. T. (2014). *Antalya ili örtüaltı alanlarında aşılı fidelerden yetiştirilen patlıcanlarda görülen Verticillium dahliae Kleb. izolatlarının moleküler yöntemler kullanarak tespit ve tanımlanması* (Yüksek Lisans Tezi). Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Antalya.
- Koike, S. T., Gladders, P., & Paulus, A. O. (2007). *Vegetable Diseases*, A Colour Handbook, 1-449.
- Korhan, H. (2019). *Bazi antagonistik bakterilerin pamukta (Gossypium hirsutum L.) bitki gelişimine ve Verticillium solgunluğuna (Verticillium dahliae Kleb.) etkisi* (Doktora Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Korkmaz, H. Y. (2005). *Pamuk solgunluk hastalığı etmeni Verticillium dahliae Kleb. izolatlarının morfolojik ve patolojik özellikleri ve bazı pamuk çeşitlerinin hastalığa tepkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Masheva, S., & Todorova V. (2012). Response of bulgarian pepper cultivars to causal agent of Verticillium wilt (*Verticillium dahliae* Kleb.). *Plant Science* 49, 23-28.
- Masheva, S., & Todorova V. (2013). Response of pepper varieties, F<sub>1</sub> hybrids and breeding lines to *Verticillium dahliae* Kleb. in two methods of infestation. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 19, 133-138.
- Nguyen, V. T., Edward C. Y. L., & Lester W. B. (2010). Characterization of *P. capsici* isolates from black pepper in Vietnam. *Fungal Biology* 114, 160-170. doi.org:10.1016/j.funbio.2009.11.005
- Özalp, R. (2010). Ülkemizde biber üretimi ve örtüaltı biber yetiştiriciliği. *Tarım Türk Dergisi* 24 (5), 29-32.
- Saydam, C., & Copçu M. (1973). Verticillium wilt in Ege Region and its importance on some vegetables. *J. Turkish Phytopathology* 2 (1), 34-40.
- Spss, I. (2013). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Şavur, O. B. (2015). *Domates kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığına (Fusarium oxysporum f.sp. radicans- lycopersici Jarvis & Shoemaker) karşı arbusküler mikorhiza (AMF) ve salisilik asit uygulamalarının domates (Lycopersicon esculantum L.) bitkisinin bazı gelişim ve verim parametreleri ile hastalık şiddetine etkisi* (Doktora Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Van.
- Taşkın, T., & Yıkılmazsoy, G. (2014). Fungal diseases detected in some vegetables grown in Aegean Region. *Turkey 5. Plant Protection Congress*, 3-5 February, Antalya, p. 252.
- Troncoso, R., Espinoza, C., Sánchez-Estrada, A., Tiznado, M. E., & García, S. H. (2005). Analysis of the Isothiocyanates Present in cabbage leaves extract and their potential application to control Alternaria rot in bell peppers. *Food Research International* 38, 701-708. doi.org:10.1016/j.foodres.2005.02.004
- Tutar, F. K., & Erkiç, A. (2016). Determination of the effects of mycorrhizal fungi and abiotic inducers against eggplant wilt diseases (*Verticillium dahliae* and *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*). *Çukurova University Journal of Science and Engineering* 34 (5), 32-42.
- TÜİK (Turkish Statistical Institute), (2020). Crop production statistics. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. Last Accessed Date: 21 August 2020.
- Vasileva, K., Todorova, V., & Masheva, S. (2019). Evaluation of collection of pepper (*Capsicum spp.*) resources for resistance to *Verticillium dahliae* Kleb. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 25 (5), 1030-1038.
- Vasileva, K., & Todorova V. (2020). Evaluation of pepper (*Capsicum annuum* L.) varieties to several methods of inoculation with *Verticillium dahliae* Kleb. in different conditions. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 26 (2), 423-430.
- Yeşilova, O., & Karaca G. (2007). Determination of the effects of arbuscular mycorrhizal fungi on plant growth and Fusarium wilt of melon plants. *Acta Horticulturae* 729, 493-498.
- Yıldız, A., & Benlioğlu S. (2013). A laboratory bioassay for evaluating pathogenicity of *Macrophomina phaseolina* and *Rhizoctonia solani* isolates to strawberry stolons. *Phytoparasitica* 41 (5), 367-369. doi.org:10.1007/s12600-013-0370-5



Research Article

***In Vitro* Propagation of Some Mahaleb Genotypes as Candidate Rootstock for Sweet Cherries**

Erol AYDIN<sup>\*1</sup>, Tarık YARILGAÇ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye

<sup>2</sup>Yükseköğretim Kurulu Denetleme Kurulu Başkanlığı, 06800, Ankara, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-2710-4075> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-2097-7161>

\*Corresponding Author e-mail: aydin.erol@tarimorman.gov.tr

**Article Info**

Received: 09.03.2021

Accepted: 03.10.2021

Online Published: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.892027

**Keywords**

Micropropagation,  
MS,  
*Prunus avium*,  
Rooting,  
Rootstock.

**Abstract:** In this study, where carried out in 3 mahaleb genotypes and SL 64 (St. Lucie 64) rootstocks which can be rootstock candidate for cherry were investigated in order to determine the multiplication performance of *in vitro* conditions, shoot tips were used as explant of with mahaleb genotypes and SL 64 rootstocks. Surface sterilization was applied to the explants in the initial stage 0.5 mg l<sup>-1</sup> BAP (6-Benzylaminopurine) + 0.1 mg l<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (Gibberellic acid) + 0.1 mg l<sup>-1</sup> IBA (Indole-3-butyric acid) was cultured in MS (Murashige and Skoog) medium. The study was carried out to determine the effect of different BAP (0, 0.5 and 1 mg l<sup>-1</sup>) doses during the shoot multiplication stage, the number of shoots was 1.97-2.55 in mahaleb genotypes. While the number of shoots increased with increasing BAP dose, the maximum number of shoots was obtained from 1 mg l<sup>-1</sup> BAP dose. In the rooting stage, 0, 0.5, 1 and 2 IBA was added to ½ MS medium. The effect of different doses of IBA (0, 0.5, 1, 2 mg l<sup>-1</sup>) in rooting medium was investigated. While the best results in terms of callus ratio, rooting rate and root length were obtained from 2 mg l<sup>-1</sup> IBA dose, the best results in terms of rooted plant length and number of leaves were obtained from 1 mg l<sup>-1</sup> IBA dose.

**Kiraz İçin Anaç Adayı Bazı Mahlep Genotiplerinin *İn vitro* Çoğaltımı**

**Makale Bilgileri**

Geliş: 09.03.2021

Kabul: 03.10.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.892027

**Anahtar Kelimeler**

Mikroçoğaltım,  
MS,  
*Prunus avium*,  
Köklenme,  
Anaç.

**Öz:** Kiraz için anaç adayı olabilecek 3 adet mahlep genotipi ve SL 64 (St. Lucie 64) anacınının *in vitro* şartlarında çoğaltılabilmek için olanağları araştırıldığı bu çalışmada eksplant olarak mahlep genotipleri ve SL 64 anacının sürgün uçları kullanılmıştır. Eksplantlar yüzey sterilizasyonu yapılarak başlangıç aşamasında 0.5 mg/l BAP (6-Benzilaminopurin) + 0.1 mg l<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (Gibberellic acid) + 0.1 mg/l IBA (İndole-3-butyric acid) içeren MS (Murashige ve Skoog) besi ortamında kültüre alınmıştır. Çoğaltma ortamında farklı BAP (0, 0.5 ve 1 mg/l) dozlarının etkisini belirlemek için yapılan çalışmada sürgün sayısı 1.97-2.55 adet arasında değişmiştir. BAP dozunun artması ile sürgün sayısının arttığı belirlenirken, en fazla sürgün sayısı 1 mg/l BAP dozundan elde edilmiştir. Köklendirme aşamasında ise farklı IBA dozlarının (0, 0.5, 1 ve 2 mg/l) etkisi araştırılmıştır. Kallus oranı, köklenme oranı ve kök uzunluğu bakımından en iyi sonuçlar 2 mg/l IBA dozundan elde edilirken, köklü bitkinin uzunluğu ve yaprak sayısı bakımından ise en iyi sonuçlar 1 mg/l IBA dozundan elde edilmiştir.

\*\* This article produced from the PhD thesis of Erol AYDIN.

## 1. Introduction

The *Rosales* team, which includes sweet cherry, cherry, and mahaleb, many temperate climate fruit species, is in the *Rosaceae* family, the *Prunoideae* subfamily *Prunus* (Özçağiran et al., 2005).

Mahleb's homeland is Europe and West Asia. *Prunus mahaleb* has spread naturally in a wide area of the World. Southern Europe, mountainous regions of Central Europe naturally spread over a wide area extending to France, South Germany, North Asia, the Caucasus, and Turkestan (Meraler, 2010).

Mahaleb is used as a rootstock for sweet cherry and cherry cultivation. Mahaleb rootstocks are smaller trees than bird cherry. It is not a suitable rootstock for heavy textured soils with high groundwater. On lands with low irrigation possibilities, drought, and salinity problems, mahaleb rootstocks are more suitable for growing (Özyurt and Akça, 2017).

The rootstocks used in fruit cultivation do not show homogenous development due to their genetic differences and they have late yield. Therefore, the use of certified clonal rootstocks, whose growth force is homogeneous and free from diseases and pests, is becoming widespread in modern fruit growing.

Depending on the growing power of rootstocks, garden plant costs and operating costs change in the coming years as the number of saplings to be planted per unit area changes. Inbreeding with dwarf and semi-dwarf cherry rootstocks, more and earlier yields can be obtained from the unit area (Whiting et al., 2005).

Our country, which has a very important position in the world cherry production, still maintains its importance in terms of being a source of genes for these fruit species. Among the stone fruits, plants belonging to the culture and wild species in the cherry-cherry group can be found in almost all regions of our country. Sour cherry and cherry cultivation in Turkey, mahaleb (*P. mahaleb*), cherry (*P. avium*), and sour cherry (*P. cerasus*) seedlings are widely used. The production of cherry saplings in Turkey, 40% cherry rootstock, 30% mahaleb rootstocks, 30% Gisela 5, Gisela 6, and SL 64 clone rootstocks are used (Ercişli et al., 2006).

Turkey has rich potential in terms of cherry and sour cherry genetic resources. More concrete results can be obtained by ensuring integration in the cherry rootstock breeding studies and carrying out extensive studies. On the other hand, we do not have domestic cherry and cherry clone rootstock in cherry-cherry production in our country's fruit growing, as in other species (Koç, 2009).

In addition to the traditional methods such as dipping and cutting, micropropagation methods, which provide a large number of materials in a short time, have gained importance in the production of clone rootstocks.

In addition to use in breeding studies, *in vitro* techniques have found increasing use in recent years for commercial production purposes. In particular, propagation of clonal *Prunus* rootstocks with tissue culture has become a major commercial sector. To rootstock production, it will be possible to obtain healthy plant material in a short time with the determination of tissue culture and propagation protocols of the cultivars with high production potential and replication studies to be performed. Micropropagation *in vitro* conditions is not affected by environmental conditions. In terms of labor and time spent in micropropagation studies carried out in large quantities, a profit is obtained (Aka-Kaçar et al., 2001).

In the propagation of cherry and cherry with tissue culture, MS (Murashige Skoog) is generally used by modifying the macro and microelements of the nutrient medium, and in some cases, the MS medium. One of the modifications is to increase the amount of iron against yellowing symptoms (Skirvin, 1984). As a vitamin in the nutrient medium, 10 different vitamin mixes and MS vitamins are used (Skirvin and Chu, 1979). As an energy source, 20-30 g l<sup>-1</sup> concentration of sucrose is added, in some cases, higher concentrations are used. In *Prunus* species, the solid medium is preferred more than the liquid medium and 6-8 g l<sup>-1</sup> agar is a suitable dose. Culture concentrations with plant growth regulators used vary according to the stage and plant type (Borkowska and Szczerba, 1991; Morini et al., 1992).

Since genotype is also effective in achieving success in micropropagation studies, it is important to develop a separate protocol for each clone rootstock. In this regard, in order to increase the multiplication coefficients of cherry rootstocks, new growth regulator combinations should be tried (Güçlü et al., 2010).



As a result of the evaluation of genotypes collected from the natural flora of the Black Sea Region according to the characteristics that define *Prunus* rootstocks in UPOV criteria, this study was carried out in order to determine the micropropagation performance of mahaleb genotypes, which have the potential to be rootstock for cherries.

## 2. Materials and Methods

The study was carried out between 2015-2016 in the tissue culture laboratory at Çukurova University Biotechnology Research and Application Center. According to the results of the project numbered TOVAG 106 O 031 in the genetic resources parcel of the Black Sea Agricultural Research Institute, 3 *Prunus mahaleb* genotypes and SL 64 rootstocks, which may be rootstock candidates, are the materials of the study (Bilginer et al., 2009). Selection code and location information of mahaleb genotypes used as material are given in Table 1.

Table 1. Genotypes selection code and location information

City	Town	Village	Selection code
Mahaleb genotypes			
Giresun	Şebinkarahisar	Merkez	28 M 005
Ordu	Mesudiye	Ekşere	52 M 003
Samsun	Vezirköprü	Merkez	55 M 005

In the research, 5 year-old mahaleb genotypes and the shoot tips and nodal buds of the SL 64 rootstock were used for *in vitro* propagation. In order to prevent infection, trees that were sampled 15 days before sampling were regularly sprayed with benomyl active fungicide and streptomycin sulfate. The annual shoots were taken from the Black Sea Agricultural Research Institute land and wrapped in damp paper towels and transported to the laboratory environment in the vehicle type refrigerator. Shoot tip and side bud explants were prepared, and materials were washed under tap water for 30 minutes in order to remove substances such as dust and dirt. The explants were taken into a sterile cabin for 3 minutes in 70% ethyl alcohol and then passed through sterile pure water 3 times. The materials were then sterilized for 10 minutes at a 10% concentration of commercial sodium hypochlorite (NaOCL) containing 1-2 drops of tween 20. The explants were shaken 3 times in sterile distilled water and washed sterile distilled water. In the initiation of explants, MS essential nutrient medium containing macro and micronutrients and vitamins was used and 30 g l<sup>-1</sup> sucrose and 7 g l<sup>-1</sup> agar were added to the medium. As the starting medium MS + 0.1 mg l<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> + 0.1 mg l<sup>-1</sup> IBA + 0.5 mg l<sup>-1</sup> BAP, shoot multiplication MS + 0.1 mg l<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> + 0.1 mg l<sup>-1</sup> IBA, 0 mg l<sup>-1</sup> BAP, 0.5 mg l<sup>-1</sup> BAP, 1 mg l<sup>-1</sup> BAP and rooting medium ½ MS, 0.0 mg l<sup>-1</sup> IBA, 0.5 mg l<sup>-1</sup> IBA, 1.0 mg l<sup>-1</sup> IBA and 2.0 mg l<sup>-1</sup> IBA were added in the rooting medium. Before adding agar to the prepared media, the pH of the medium was adjusted to 5.7 and the nutrient media was poured as much as 40 ml into 175 ml jars. All components of the media were autoclaved together autoclaved under 121 °C temperature and 1.2 kg/cm<sup>2</sup> pressure for 20 minutes.

The autoclaved media were placed in the sterile cabinet and the media were allowed to cool until they reached room temperature. The explants cultured to the medium in the jar were placed in a climate room at 25 ± 1 °C, 2500 lux illumination, 16 hours light, and 8 hours dark darkness. In the growing conditions in this way, the optimal conditions for the development of cultures are provided. Subculture was carried out by transferring the explants taken to the culture to fresh media in the sterile cabin with an interval of 4 weeks. It was transferred to the rooting medium after the fourth subculture. The following characters have been determined in mahaleb genotypes and SL 64 rootstocks. Infected Explant Rate (%): Considering the development of the cultures, at the end of the 28-day culture, the ratio of the number of infected cultures to all cultures was expressed as a percentage of infected explant (Yıldırım, 2006).

Shoot Number (pieces): The shoots made up of each explant were counted during the first culturing, surprising, and micropropagation stages (Sülüşoğlu, 2002).

Callus Rate (%): It refers to the rate of callus 30 days after the shoots taken to the rooting medium (Sülüşoğlu, 2002).

Rooting Rate (%): It refers to the rate of rooting 30 days after the shoots taken to the rooting medium (Sülüşoğlu, 2002).

**Root Length (mm):** It was determined by measuring the root lengths of the rooted shoots by measuring them with a digital caliper (Yıldırım, 2006).

**The Length of the Rooted Plant (mm):** The length of the rooted plant was determined by measuring the shoot lengths with a digital caliper as a result of the rooting period (Sülüoğlu, 2002).

**Number of Leaves (number):** It refers to the average number of leaves that have taken the normal shape on the shoots that continue their development as a result of rooting time (Aktürk, 2009).

All experiments in the study were set up to be 3 repetitions and 20 explants each time according to the trial parcel of random parcels. The data obtained from the experiment were analyzed in one way in ANOVA statistical package program, and the differences between the genotypes were compared with the LSD multiple comparison test

### 3. Results

The differences between the mahaleb genotypes and the infected culture rate of SL 64 rootstock were statistically significant at the level of 1% and 5%. In 2015, the infected culture rate was highest in the 55 M 005 genotype (28.19%), while the infected culture rate was the lowest (15.80%) in the 52 M 003 genotype. In 2016, 55 M 005 genotype ranks first with 31.54% in terms of infected culture, while 28 M 005 genotype ranks last with 17.78%.

Table 2. Mahaleb genotypes and SL 64 rootstock of infected culture rates (%)

Genotype	Infected culture rate (%)		
	2015 year	2016 year	Year average
28 M 005	23.49 ± 1.77A	17.78 ± 1.38C	20.64 ± 1.62B
52 M 003	15.80 ± 0.65B	24.44 ± 1.40B	20.12 ± 2.05B
55 M 005	28.19 ± 1.49A	31.54 ± 1.30A	29.07 ± 1.27A
SL 64	17.14 ± 1.99B	20.00 ± 0.77C	18.57 ± 1.15B
CV(%)	12.84	6.85	11.04
Genotype	*	**	**
LSD	5.60	3.34	2.99

Different letters in the same line or column are statistically significant.

\*\*significant at  $p \leq 0.01$ .

\*significant at  $p \leq 0.05$ .

CV: Coefficient of variation.

LSD: Least significant difference.

As it can be understood from Table 3 it was determined that the effect of BAP concentration on mahaleb genotypes and the number of shoots in SL 64 rootstock was statistically significant at a 1% level. The maximum number of shoots was obtained from 1 mg l<sup>-1</sup> BAP dose of 52 M 003 and 55 M 005 genotypes in 2015, and 1 mg l<sup>-1</sup> BAP dose of 52 M 003 genotype according to 2016 and years average data. The minimum number of shoots was obtained from 0 mg l<sup>-1</sup> BAP dose of mahaleb genotypes in 2015, and from 0 mg l<sup>-1</sup> BAP dose of 52 M 003 and 55 M 005 genotypes according to 2016 and years average data. In terms of the average number of shoots, the genotypes of 52 M 003 and 55 M 005 in 2015 and the 52 M 003 genotype had the highest number of shoots compared to the average of 2016 and years. According to the year order, 28 M 005, 55 M 005 and SL 64 rootstocks had the minimum number of shoots. In terms of applied BAP doses, the average number of shoots was the highest in 1 mg l<sup>-1</sup> BAP dose, followed by 0.5 and 0 mg l<sup>-1</sup> BAP doses in decreasing order.

As can be seen from Table 4, according to the data of the first and second years of the experiment in mahaleb genotypes, SL 64 rootstocks had callus rate the highest at 2 mg l<sup>-1</sup> IBA dose of SL 64 rootstocks. It was stated that the callus rate was the lowest in the 0 mg l<sup>-1</sup> IBA doses of the 28 M 005 genotype. The SL 64 rootstock ranks first in terms of average callus rate, while the 55 M 005 genotype ranks last. In terms of IBA doses applied in mahaleb genotypes, callus rate was highest in 2 mg l<sup>-1</sup> IBA dose, followed by 1 and 0.5 mg l<sup>-1</sup> IBA doses in decreasing order.

Table 3. Effect of BAP doses on mahaleb genotypes and SL 64 rootstock of number of shoots and LSD multiple groupings

Year	Genotype	BAP dose			Average
		0 mg l <sup>-1</sup>	0.5 mg l <sup>-1</sup>	1 mg l <sup>-1</sup>	
2015	28 M 005	1.00 ± 0.00e	1.38 ± 0.28de	1.75 ± 0.09cd	1.37 ± 0.14C
	52 M 003	1.00 ± 0.00e	2.75 ± 0.21b	3.25 ± 0.08a	2.33 ± 0.35A
	55 M 005	1.00 ± 0.00e	2.75 ± 0.22b	3.25 ± 0.27a	2.33 ± 0.36A
	SL 64	1.25 ± 0.06e	1.75 ± 0.20cd	2.00 ± 0.12c	1.67 ± 0.13B
	Average	1.06 ± 0.03C	2.16 ± 0.21B	2.56 ± 0.22A	
	CV(%)			14.51	
	Genotype	**			0.27
	Dose	**	LSD		0.23
Genotype x Dose		**			0.48
2016	28 M 005	1.33 ± 0.10fg	2.50 ± 0.19de	3.83 ± 0.09b	2.55 ± 0.37AB
	52 M 003	1.00 ± 0.00g	2.83 ± 0.13d	4.50 ± 0.10a	2.78 ± 0.51A
	55 M 005	1.00 ± 0.00g	2.17 ± 0.14e	4.00 ± 0.31b	2.39 ± 0.45B
	SL 64	1.67 ± 0.12f	2.17 ± 0.06e	3.33 ± 0.18c	2.39 ± 0.25B
	Average	1.25 ± 0.09C	2.42 ± 0.10B	3.92 ± 0.15A	
	CV(%)			9.88	
	Genotype	**			0.25
	Dose	**	LSD		0.21
Genotype x Dose		**			0.41
2015-2016	28 M 005	1.17 ± 0.08ef	1.94 ± 0.29d	2.79 ± 0.47b	1.97 ± 0.24C
	52 M 003	1.00 ± 0.00f	2.79 ± 0.11b	3.88 ± 0.28a	2.55 ± 0.30A
	55 M 005	1.00 ± 0.00f	2.46 ± 0.17c	3.63 ± 0.25a	2.36 ± 0.28B
	SL 64	1.46 ± 0.11e	1.96 ± 0.13d	2.67 ± 0.31bc	2.03 ± 0.16C
	Average	1.16 ± 0.05C	2.29 ± 0.12B	3.24 ± 0.19A	
	CV(%)			12.10	
	Genotype	**			0.18
	Dose	**	LSD		0.16
Genotype x Dose		**			0.43

\*\* Different letters in the same line or column are statistically significant at  $p \leq 0.01$ .

As stated in Table 6 root length of mahaleb genotypes was determined to be 0.5 mg l<sup>-1</sup> IBA dose of 52 M 003 genotype, and the longest of 52 M 003 genotype was 2 mg l<sup>-1</sup> IBA in 2016 according to the average of 2015 and years. The root length of 28 M 005 and 55 M 005 genotypes was found to be the shortest at 0 and 0.5 mg l<sup>-1</sup> IBA doses. In the mahaleb genotypes, the longest root was obtained at a dose of 2 mg l<sup>-1</sup> IBA, followed by 1 and 0.5 mg l<sup>-1</sup> IBA doses, respectively. In terms of average root length, 52 M 003 genotype has the longest root, while 55 M 005 genotype has the shortest root.

When we evaluate Table 7 where rooted plant length is given in mahaleb genotypes; rooted plant length is 1 mg l<sup>-1</sup> IBA dose of SL 64 rootstock in the first year. According to the data of the second year and years, it was measured at the longest dose of 1 mg l<sup>-1</sup> of the 28 M 005 genotype. Rooted plant length was determined as shortest at 0 and 0.5 mg l<sup>-1</sup> IBA doses of 28 M 005 and 55 M 005 genotypes. In terms of average rooted plant length, SL 64 rootstock ranks first, while 55 M 005 genotype was found to be in the last row. Rooted plant length was found to be the longest at 1 mg l<sup>-1</sup> IBA dose and the shortest at 0 mg l<sup>-1</sup> IBA dose in mahaleb genotypes.

As can be seen from Table 8, according to the data of the first year and years of the experiment in mahaleb genotypes, SL 64 rootstocks had the highest number of leaves at 0.5 mg l<sup>-1</sup> IBA dose of 52 M 003 genotype in the second year. It was stated that the number of leaves was the lowest in the 0 and 0.5 mg l<sup>-1</sup> IBA doses of the 28 M 005 and 55 M 005 genotypes. The 52 M 003 genotype ranks first in terms of average number of leaves, while the 55 M 005 genotype ranks last. In terms of IBA doses applied in mahaleb genotypes, the number of leaves was highest in 1 mg l<sup>-1</sup> IBA dose, followed by 2 and 0.5 mg l<sup>-1</sup> IBA doses in decreasing order.

Table 4. Effect of BAP doses on mahaleb genotypes and SL 64 rootstock of callus rate and LSD multiple groupings

Year	Genotype	IBA Dose				Average
		0 mg l <sup>-1</sup>	0.5 mg l <sup>-1</sup>	1 mg l <sup>-1</sup>	2 mg l <sup>-1</sup>	
2015	28 M 005	35.00 ± 2.9	54.00 ± 4.0	70.67 ± 3.5	85.33 ± 4.9	61.25 ± 5.9B
	52 M 003	54.00 ± 2.1	66.33 ± 2.7	80.00 ± 12.2	93.00 ± 4.0	73.33 ± 5.2A
	55 M 005	35.00 ± 2.9	40.00 ± 2.9	75.00 ± 2.9	68.33 ± 2.4	54.58 ± 5.4B
	SL 64	66.33 ± 5.5	61.67 ± 6.1	88.00 ± 6.1	93.33 ± 3.5	77.33 ± 4.7A
	Average	47.58 ± 4.3C	55.50 ± 3.5 B	78.42 ± 3.6A	85.00 ± 3.5A	
	CV (%)			12.69		
	Genotype	**			7.03	
Dose	**	LSD		7.04		
Genotype x Dose	ns			-		
2016	28 M 005	30.33 ± 2.6j	68.67 ± 4.7dg	67.67 ± 6.2dg	86.67 ± 8.8abc	63.33 ± 6.7B
	52 M 003	55.33 ± 2.9gh	63.33 ± 2.4fg	90.67 ± 4.8 ab	93.67 ± 3.8a	75.75 ± 5.3A
	55 M 005	35.00 ± 2.9ij	45.00 ± 2.9 hi	75.00 ± 6.4 cf	80.67 ± 3.5ad	58.92 ± 6.1B
	SL 64	67.00 ± 4.6efg	65.00 ± 4.0fg	80.00 ± 6.4be	88.67ab ± 2.9	75.17 ± 3.5A
	Average	46.92 ± 4.7D	60.50 ± 3.2C	78.33 ± 3.6B	87.42 ± 2.7A	
	CV (%)			11.91		
	Genotype	**			6.77	
Dose	**	LSD		6.77		
Genotype x Dose	**			13.56		
2015-2016	28 M 005	32.67 ± 2.4g	61.33 ± 4.1de	69.17 ± 4.7cd	86.00 ± 6.8a	62.29 ± 6.2B
	52 M 003	54.67 ± 0.4e	64.83 ± 1.9d	85.33 ± 7.9a	93.33 ± 2.0a	74.54 ± 5.0A
	55 M 005	35.00 ± 2.9fg	42.50 ± 0.0f	75.00 ± 4.3bc	74.50 ± 2.9c	56.75 ± 5.6C
	SL 64	66.67 ± 1.3cd	63.33 ± 4.1de	84.00 ± 6.0ab	91.00 ± 3.0a	76.25 ± 3.9A
	Average	47.25 ± 4.3D	58.00 ± 3.0C	78.38 ± 3.2B	86.21 ± 2.8A	
	CV (%)			12.18		
	Genotype	**			4.74	
Dose	**	LSD		4.74		
Genotype x Dose	**			9.49		

\*\* Different letters in the same line or column are statistically significant at  $p \leq 0.01$ .  
 ns: non-significant.



Figure 1. Rooting rate of different IBA concentrations in mahaleb genotypes.

Table 5. Effect of IBA doses on mahaleb genotypes and SL 64 rootstock of rooting rate (%) and LSD multiple groupings

Year	Genotype	IBA dose				Average
		0 mg l <sup>-1</sup>	0.5 mg l <sup>-1</sup>	1 mg l <sup>-1</sup>	2 mg l <sup>-1</sup>	
2015	28 M 005	0.0 ± 0.00h	35.00 ± 2.89g	54.33 ± 4.70def	70.33 ± 6.01bc	39.92 ± 8.10B
	52 M 003	41.00 ± 2.08fg	49.00 ± 2.08efg	66.67 ± 13.02bcd	80.00 ± 7.64ab	59.17 ± 5.63A
	55 M 005	0.0 ± 0.00h	0.0 ± 0.00h	56.67 ± 3.33cde	55.00 ± 2.89def	27.92 ± 8.47C
	SL 64	50.00 ± 5.77ef	48.33 ± 6.01efg	71.67 ± 4.41b	88.33 ± 6.01 a	64.58 ± 5.52A
	Average	22.75 ± 7.05D	33.08 ± 6.18C	62.33 ± 3.83B	73.42 ± 4.50A	
	CV (%)			16.84		
	Genotype	**			7.45	
	Dose	**	LSD		7.44	
Genotype x Dose		**			14.93	
2016	28 M 005	0.0 ± 0.00e	50.00 ± 5.77cd	49.00 ± 7.00cd	71.00 ± 7.23ab	42.50 ± 8.24B
	52 M 003	39.67 ± 2.03d	53.33 ± 2.73c	78.33 ± 6.01a	78.33 ± 4.41a	62.42 ± 5.31A
	55 M 005	0.0 ± 0.00e	0.0 ± 0.00e	66.67 ± 7.26ab	59.33 ± 0.67bc	31.50 ± 9.66C
	SL 64	50.00 ± 2.89cd	52.67 ± 4.33c	70.00 ± 5.77ab	75.00 ± 2.89a	61.92 ± 3.70A
	Average	22.42 ± 6.89C	39.00 ± 7.00B	66.00 ± 4.26A	70.92 ± 2.89A	
	CV (%)			12.97		
	Genotype	**			6.48	
	Dose	**	LSD		6.49	
Genotype x Dose		**			14.93	
2015-2016	28 M 005	0.0 ± 0.00h	42.50 ± 4.42fg	51.67 ± 3.96ef	70.67 ± 4.21bc	41.21 ± 5.65B
	52 M 003	40.33 ± 1.33g	51.17 ± 1.82ef	72.50 ± 6.92ab	79.17 ± 3.96ab	60.79 ± 3.80A
	55 M 005	0.0 ± 0.00h	0.0 ± 0.00h	61.67 ± 4.22cd	57.17 ± 1.64de	29.71 ± 6.29C
	SL 64	50.00 ± 2.89ef	50.50 ± 3.45ef	70.83 ± 3.27bc	81.67 ± 4.22a	63.25 ± 3.26A
	Average	22.58 ± 4.82CD	36.04 ± 4.6 C	64.17 ± 2.83B	72.17 ± 2.63A	
	CV (%)			16.80		
	Genotype	**			4.72	
	Dose	**	LSD		4.72	
Genotype x Dose		**			9.45	

\*\* Different letters in the same line or column are statistically significant at  $p \leq 0.01$ .

Table 6. Effect of IBA doses on mahaleb genotypes and SL 64 rootstock of root length (mm) and LSD multiple groupings

Year	Genotype	IBA dose				Average
		0 mg l <sup>-1</sup>	0.5 mg l <sup>-1</sup>	1 mg l <sup>-1</sup>	2 mg l <sup>-1</sup>	
2015	28 M 005	0.0 ± 0.00j	48.04 ± 1.17b	38.02 ± 0.42d	25.06 ± 1.97g	27.78 ± 5.45B
	52 M 003	25.63 ± 0.89fg	54.21 ± 0.93a	42.27 ± 0.45c	47.38 ± 0.59b	42.37 ± 3.20A
	55 M 005	0.0 ± 0.00j	0.0 ± 0.00j	7.62 ± 0.41i	35.26 ± 1.79e	10.72 ± 4.39D
	SL 64	15.41 ± 0.71h	13.15 ± 0.31h	27.96 ± 0.93f	24.63 ± 0.76g	20.29 ± 1.88C
	Average	10.26 ± 3.29C	28.85 ± 6.90B	28.97 ± 4.04B	33.08 ± 2.86A	
	CV (%)			6.08		
	Genotype	**			1.29	
	Dose	**	LSD		1.29	
Genotype x Dose		**			2.57	
2016	28 M 005	0.0 ± 0.00j	44.17 ± 0.85b	36.63 ± 1.28d	24.80 ± 0.93f	26.40 ± 5.06B
	52 M 003	26.85 ± 1.06f	46.16 ± 1.86b	39.66 ± 0.44c	51.40 ± 0.36a	41.02 ± 2.81A
	55 M 005	0.0 ± 0.00j	0.0 ± 0.00j	10.28 ± 0.31i	34.83 ± 1.13d	11.28 ± 4.30D
	SL 64	14.72 ± 0.29h	12.80 ± 0.25h	31.09 ± 0.17e	21.37 ± 0.59g	19.20 ± 2.16C
	Average	10.39 ± 3.40D	25.78 ± 6.02C	29.41 ± 3.47B	33.10 ± 3.53A	
	CV (%)			5.55		
	Genotype	**			1.14	
	Dose	**	LSD		1.14	
Genotype x Dose		**			2.28	
2015-2016	28 M 005	0.0 ± 0.00i	46.11 ± 1.08b	37.33 ± 0.68d	24.93 ± 0.98g	27.09 ± 3.64B
	52 M 003	26.24 ± 0.68g	50.19 ± 2.02a	40.96 ± 0.65c	49.39 ± 0.95a	41.69 ± 2.08A
	55 M 005	0.0 ± 0.00i	0.0 ± 0.00i	8.95 ± 0.64k	35.05 ± 0.95e	11.00 ± 3.00D
	SL 64	15.07 ± 0.38i	12.98 ± 0.19j	29.53 ± 0.82f	23.00 ± 0.85h	20.14 ± 1.40C
	Average	10.33 ± 2.31D	27.32 ± 4.49C	29.19 ± 2.60B	33.09 ± 2.22A	
	CV (%)			5.92		
	Genotype	**			0.85	
	Dose	**	LSD		0.85	
Genotype x Dose		**			1.71	

\*\* Different letters in the same line or column are statistically significant at  $p \leq 0.01$ .

Table 7. The effect of IBA doses on mahaleb genotypes and SL 64 rootstock of rooted plant length (mm) and LSD multiple groupings

Year	Genotype	IBA dose				Average
		0 mg l <sup>-1</sup>	0.5 mg l <sup>-1</sup>	1 mg l <sup>-1</sup>	2 mg l <sup>-1</sup>	
2015	28 M 005	0.0 ± 0.00j	15.35 ± 0.37de	34.76 ± 1.19a	8.98 ± 0.14i	14.77 ± 3.86B
	52 M 003	12.95 ± 0.62efg	16.54 ± 1.04d	23.52 ± 1.43c	10.71 ± 0.51ghi	15.93 ± 1.52B
	55 M 005	0.0 ± 0.00j	0.0 ± 0.00j	10.34 ± 0.46hi	13.20 ± 0.73ef	5.89 ± 1.81C
	SL 64	11.75 ± 0.43fgh	13.99 ± 0.40ef	35.01 ± 1.71a	28.13 ± 1.14b	22.22 ± 2.96A
	Average	6.17 ± 1.87D	11.47 ± 2.03C	25.91 ± 3.10A	15.25 ± 2.31B	
	CV(%)			9.93		
	Genotype	**			1.22	
Dose	**	LSD		1.20		
Genotype x Dose	**			2.43		
2016	28 M 005	0.0 ± 0.00h	17.99 ± 0.63e	36.69 ± 1.07a	10.75 ± 0.34g	16.36 ± 4.04C
	52 M 003	15.47 ± 0.60f	20.12 ± 0.83d	26.00 ± 0.50b	13.85 ± 0.85f	18.86 ± 1.46B
	55 M 005	0.0 ± 0.00h	0.0 ± 0.00h	11.20 ± 0.49g	10.37 ± 0.67g	5.39 ± 1.64D
	SL 64	10.97 ± 0.19g	17.45 ± 0.49e	35.63 ± 0.37a	24.01 ± 0.86c	22.02 ± 2.76A
	Average	6.61 ± 2.05D	13.89 ± 2.45C	27.38 ± 3.10A	14.75 ± 1.69B	
	CV(%)			6.51		
	Genotype	**			0.86	
Dose	**	LSD		0.86		
Genotype x Dose	**			1.69		
2015-2016	28 M 005	0.0 ± 0.00i	16.67 ± 0.67d	35.73 ± 0.84a	9.87 ± 0.43h	15.57 ± 2.74C
	52 M 003	15.47 ± 0.68f	18.33 ± 1.00c	24.76 ± 0.88b	12.28 ± 0.83f	17.40 ± 1.07B
	55 M 005	0.0 ± 0.00i	0.0 ± 0.00i	10.77 ± 0.36gh	11.79 ± 0.77fg	5.64 ± 1.19D
	SL 64	11.36 ± 0.27fg	15.72 ± 0.82d	35.32 ± 0.79a	26.07 ± 1.12b	22.12 ± 1.98A
	Average	6.39 ± 1.36D	12.68 ± 1.58C	26.64 ± 2.18A	15.00 ± 1.40B	
	CV(%)			8.30		
	Genotype	**			0.73	
Dose	**	LSD		0.73		
Genotype x Dose	**			1.46		

\*\* Different letters in the same line or column are statistically significant at  $p \leq 0.01$ .

Table 8. Effect of IBA doses on mahaleb genotypes and SL 64 rootstock of number of leaves and LSD multiple groupings

Year	Genotype	IBA dose				Average
		0 mg l <sup>-1</sup>	0.5 mg l <sup>-1</sup>	1 mg l <sup>-1</sup>	2 mg l <sup>-1</sup>	
2015	28 M 005	0.0 ± 0.00f	6.47 ± 0.36d	7.17 ± 0.48cd	5.10 ± 0.24e	4.68 ± 0.86B
	52 M 003	7.71 ± 0.40bc	7.16 ± 0.39cd	8.35 ± 0.56ab	6.91 ± 0.23cd	7.53 ± 0.24A
	55 M 005	0.0 ± 0.00f	0.0 ± 0.00f	5.19 ± 0.19e	8.87 ± 0.83a	3.51 ± 1.14C
	SL 64	6.33 ± 0.57d	6.86 ± 0.25cd	8.99 ± 0.12a	6.81 ± 0.29cd	7.25 ± 0.34B
	Average	3.51 ± 1.08C	5.12 ± 0.90B	7.42 ± 0.47A	6.92 ± 0.45A	
	CV(%)			11.84		
	Genotype	**			0.56	
Dose	**	LSD		0.56		
Genotype x Dose	**			1.14		
2016	28 M 005	0.0 ± 0.00h	6.03 ± 0.06fg	6.85 ± 0.27de	5.84 ± 0.12fg	4.68 ± 0.82C
	52 M 003	7.6 ± 0.22ic	8.56 ± 0.26a	7.82 ± 0.37bc	6.30 ± 0.17ef	7.57 ± 0.27A
	55 M 005	0.0 ± 0.00h	0.0 ± 0.00h	6.71 ± 0.24de	7.28 ± 0.25cd	3.50 ± 1.06D
	SL 64	7.23 ± 0.14cd	5.65 ± 0.31g	8.35 ± 0.33ab	6.76 ± 0.20de	7.00 ± 0.31B
	Average	3.71 ± 1.12D	5.06 ± 0.95C	7.44 ± 0.24A	6.54 ± 0.18B	
	CV(%)			6.68		
	Genotype	**			0.30	
Dose	**	LSD		0.30		
Genotype x Dose	**			0.63		
2015-2016	28 M 005	0.0 ± 0.00g	6.25 ± 0.19de	7.01 ± 0.26c	5.47 ± 0.21f	4.68 ± 0.58C
	52 M 003	7.66 ± 0.20b	7.86 ± 0.38b	8.09 ± 0.32ab	6.61 ± 0.19cd	7.55 ± 0.18A
	55 M 005	0.0 ± 0.00g	0.0 ± 0.00g	5.95 ± 0.37ef	8.08 ± 0.53ab	3.51 ± 0.76D
	SL 64	6.78 ± 0.33cd	6.26 ± 0.32de	8.67 ± 0.21a	6.79 ± 0.16cd	7.12 ± 0.23B
	Average	3.61 ± 0.76D	5.09 ± 0.64C	7.43 ± 0.26A	6.73 ± 0.24B	
	CV(%)			9.62		
	Genotype	**			0.32	
Dose	**	LSD		0.32		
Genotype x Dose	**			0.63		

\*\* Different letters in the same line or column are statistically significant at  $p \leq 0.01$ .

#### 4. Discussion and Conclusion

The study was carried out to determine the candidate mahaleb genotypes for cherry of different BAP and IBA doses and the replication performances of SL 64 rootstock. According to the average of years, the infected culture rate of mahaleb genotypes and SL 64 rootstocks was determined to be between 18.57% (SL 64) and 29.07% (55 M 005) (Table 2). In the studies conducted, the rate of infected cultures (Hepaksoy, 2004) reported that it was between 35.0-45.0%, (Bošnjakovic et al., 2013) between 40-86%, (Aydın et al., 2016) between 22.0-47.0% and (Sanyürek et al., 2021) between 20-35%. The results obtained from the study are lower than the results of other studies. This difference may be due to the sterilization method used in the study.

The number of shoots is 1.97 (28 M 005) -2.55 (52 M 003) The results we obtained from the experiment are similar with the findings of (Kitin et al., 2005; Srinivasan et al., 2005 and Durkovic, 2006; Güçlü et al., 2010) who reported that BAP is the most commonly used cytokine for shoot propagation in *Prunus* species and that the maximum number of shoots is obtained at a dose of 1 mg l<sup>-1</sup>.

Callus rate of mahaleb genotypes and SL 64 rootstocks was determined to be between 56.75% and 76.25%. The results we obtained from the trial are consistent with the results of Sülüsoğlu (2002), Sülüsoğlu and Çavuşoğlu (2013), and Hosseinpour et al., (2015) who reported that the use of IBA as auxin in the propagation positively affected the formation of callus rate.

The rooting rate is 29.71% (It ranged from 55 M 005) to 63.25% (SL 64) In the studies conducted, they found the rooting rate as (Hepaksoy, 2004) 33.33-66.66%; (Canlı and Demir, 2014) 20.0-70%; (Aydın et al., 2016) 34.83-71.13% and (Pakyürek and Hepaksoy, 2019) 20.0-73.0%; The findings we obtained from the trial are similar to those of previous studies.

According to the average of years, root length was determined to be between 11.00 mm and 41.69 mm. In *in vitro* replication studies of the *Prunus* species, the root length reported as (Sülüsoğlu and Çavuşoğlu, 2013) 1.68-3.29 cm; (Hosseinpour et al., 2015) 1- 2.03 cm and (Fallahpour et al., 2015) 1.5-3.1 cm. The results we obtained from the trial are in agreement with the results of the studies on this subject.

Rooted plant length of mahaleb genotypes and SL 64 rootstocks was determined to be between 5.64 mm and 22.12 mm. In previous studies on the subject, the length of rooted plants (Sülüsoğlu and Çavuşoğlu, 2013) 1.27-2.15 cm; (Doric et al., 2014) reported 4.4-12.7 cm and (Sharma et al., 2017) reported 4-6 cm. Our results are in agreement with the results of the studies on this subject.

The highest number of leaves was obtained from 52 M 003 genotypes with 7.55 pieces. The results we obtained from the trial are consistent with the results of (Aktürk, 2009) and (Shabani et al., 2015) who reported that the use of IBA as auxin in the propagation studies of *Prunus* species *in vitro* positively affected the formation of new leaves.

In the study, the increase of BAP dose increased the number of shoots of mahaleb genotypes and SL 64 rootstock. While the highest value in terms of rooting rate and root length was obtained from 2 mg l<sup>-1</sup> IBA dose, the highest value in terms of rooted plant length and number of leaves was obtained from 1 mg l<sup>-1</sup> IBA dose. If we evaluate the genotypes in terms of their propagation performance, The 52 M 003 genotype takes first place.

#### Acknowledgment

This research was funded by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Ordu University, Turkey (Project Number TF 1506).

#### References

- Aka-Kaçar, Y., Yılmaz, N., Yalçın-Mendi, Y., Küden, A., & Çetiner, S. (2001). *Effects of different solidifying agents and different pH levels used in in vitro media on growth of some cherry (Prunus avium L.) rootstocks*. I. Stone Seed Fruit Symposium., Yalova.
- Aktürk, Z. (2009). *In vitro micropropagation of cherry (Prunus avium L.)*. (PhD), Dicle University, Institute of Natural and Applied Sciences Diyarbakır, Turkey.

- Aydın, E., Varol, İ., Demirsoy, L., Demirsoy, H., & Er, E. (2016). Production of Gisela 5, Gisela 6 and SL 64 rootstocks in different media. *Yalova Atatürk Horticultural Research Institute Journal*, 45/1, 487-491.
- Bilginer, Ş., Ercişli, S., Gerçekcioğlu, R., Eşitgen, A., Güneş, M., Akbulut, M., Koç, A., & Çelik, T.Z. (2009). *Cherry Rootstock Selection Breeding In Central and Eastern Black Sea Region*. Samsun, Turkey: The Scientific and Technological Research Council of Turkey- Agriculture, Forestry and Veterinary Research Grant Committee- Project Final Report Number 106O031.
- Borkowska, B., & Szczerba, J. (1991). Influence of different carbon sources on invertase activity and growth of sour cherry (*Prunus cerasus* L.) shoot cultures. *J. of Exp. Botany* 240 (42), 911-915.
- Bosnjakovic, D., Ognjanov, V., Barac, G., Ljubojevic, M., Pranjić, A., & Dugalić, K. (2013). Micropropagation of low-vigorous rootstock selections for sweet and sour cherry. *Voc arstvo* 47 (183/184), 121-128.
- Canlı, F. A., & Demir, F. (2014). *In vitro* multiplication and rooting of 'F12-1' (*Prunus avium* L.) and 'Maxma 14' (*P. mahaleb* L. × *P. avium* L.) rootstocks. *Indian Journal of Horticulture*, 71(2), 145-150.
- Doriç, D., Ognjanov, V., Ljubojević, M., Baraç, G., Duliç, J., Pranjić, A., & Dugalić, K. (2014). Rapid propagation of sweet and sour cherry rootstocks. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 42(2), 488-494.
- Durkoviç, J. (2006). Rapid mikropropagation of mature wild cherry. *Biologia Plantarum*, 50 (4), 733-736.
- Ercişli, S., Eşitken, A., Orhan, E., & Özdemir, O. (2006). Rootstocks used for temperate fruit trees in Turkey: an overview. scientific works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture. *Sodininkyste Ir Darzininkyste*, 25(3): 27-33.
- Fallahpour, M., Miri, S. M., & Bouzari, N. (2015). *In vitro* propagation of Gisela 5 rootstock as affected by mineral composition of media and plant growth regulators. *Journal of Horticultural Research*, 23(1), 57-64.
- Güçlü, F., Fatma, K., & Şan B. (2010). The *in vitro* micropropagation of some clonal cherry rootstocks. *Journal of Natural and Applied Sciences*, 14.(2), 144-147.
- Hepaksoy, S. (2004). Researchs on micropropagation of some cherry rootstocks. *Ege University, Journal of Agricultural Faculty*, 41(3), 11-22.
- Hosseinpour, B., Bouzari, N., Didar, Z., Masoumian, M., Ghaemmaghani, S. A., Ebrahimi, A., & Farvardin, A. (2015). High frequency *in vitro* propagation of MxM 60, a cherry rootstock: the effects of culture media and growth regulators. *Iranian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 4(2), 28-36.
- Kitin, P., Iliev I., Scaltsoyiannes A., Nellas C., Rubos A., & Funada R. A. (2005). Comparative histological study between normal and fasciated shoots of *Prunus avium* generated *in vitro*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 82, 141-150.
- Koç, A. (2009). *A Research on cherry rootstock selection and their vegetative propagation potential in Samsun province*. (PhD), Ondokuz Mayıs University, Institute of Natural and Applied Sciences Samsun, Turkey.
- Meraler S. A. (2010). *Determination of mineral composition in different plant parts of mahaleb cherry (Prunus mahaleb L.)*. (Msc) Kilis 7 Aralık University Institute of Natural and Applied Sciences Kilis, Turkey.
- Morini, S., Sciutti, R., & Fortuna, P. (1992). *In vitro* growth response of *Prunus cerasifera* shoots as influenced by different light-dark cycles and sucrose concentrations. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 28 (3), 245-248.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeke, E., & İsfendiyoğlu, M. (2005). *Temperate climate fruits, stone fruits vol. 1*. Ege University, Journal of Agricultural Faculty 553, İzmir.
- Özyurt, İ. K., & Akça, Y. (2017). Effects of water stress on biochemical changes of mahaleb (*Prunus mahaleb* L.) rootstocks. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 34 (3), 1-10.
- Pakyürek, M. & Hepaksoy, S. (2019). *In vitro* propagation of Weiroot 158. *Ejons International Journal On Mathematics, Engineering & Natural Sciences* 108-118.



- Sanyürek, N.K., Çakır, A., & Söylemezoğlu, G. (2021). Optimization of Meristem Culture to Obtain Virus-Free Clonal Basic Material of Grape Cultivars. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 31(3), 617-628.
- Shabani, Z., Moghadam, E. G., Abedi, B., & Tehranifar, A. (2015). The effect of plant growth regulators and their concentration *in vitro* on mass poropagation of Myrobalan 29C rootstock. *Journal of Horticulture and Forestry*, 7(3), 57-64.
- Sharma, V., Thakur, M., & Kumar, A. (2017). An efficient method for *in vitro* propagation of Gisela 5 (*Prunus cerasus* x *Prunus canescens*)-clonal cherry rootstock. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6 (8), 2617-2624.
- Skirvin, R.M. (1984). Stone Fruits. In P.V. Ammirato, D.A. Evans, W.R. Sharp & Y. Yamado (Eds), *Handbook of Plant Cell Culture*, Newyork, USA: Mc. Millan Publishing Company.
- Skirvin, R.M., & Chu, M.C. (1979). *In vitro* propagation of “Forever Yours” rose. *Hort. Science* 15 (4), 608-610.
- Srinivasan, C., Isabel, M.G., & Scorza, R. (2005). *Prunus* spp. almond, apricot, cherry, nectarine, peach and plum. In R. E. Litz (Eds), *Biotechnology of fruit and nut crops* (pp 512-542). Wallingford, UK: CABI Publishing.
- Sülüşoğlu, M. (2002). *In vitro* propagation of cherry rootstocks. (PhD) Ankara University, Institute of Natural and Applied Sciences Ankara, Turkey.
- Sülüşoğlu, M., & Çavuşoğlu, A.(2013). Micropropagation of cherry laurel *Prunus laurocerasus* L. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 11(1), 576-579.
- Whiting M D, Lang G, & Opharth, D. (2005). Rootstocks and training system effect sweet cherry growth yield and fruit quality. *Hort. Science*, 40(3), 582-586.
- Yıldırım, H. (2006). *In vitro* micropropagation of Hacıhaliloğlu (*Prunus armenica* L.) variety. (PhD), Dicle University, Institute of Natural and Applied Sciences Diyarbakır, Turkey.



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



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

Araştırma Makalesi (Research Article)

**Farklı Oranlarda Adaçayı Esansiyel Yağı ile Hazırlanan Mikroenkapsüle Balık Yağlarının Depolama Süresi Boyunca Yağ Asitlerindeki Değişimlerin Belirlenmesi**

**Mustafa DURMUŞ<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 01330, Adana, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-2836-5154>

\*Sorumlu yazar e-posta: mdurmus@cu.edu.tr

**Makale Bilgileri**

Geliş: 13.04.2021

Kabul: 08.11.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.914996

**Anahtar Kelimeler**

Adaçayı,  
Hamsi yağı,  
Mikroenkapsülasyon,  
Yağ asitleri.

**Öz:** Yapılan bu çalışmada, adaçayı esansiyel yağı ilave edilen balık yağının mikroenkapsülasyonu yoluyla elde edilen balık yağı tozunda yağ asitleri içeriği değişimlerinin araştırılması amaçlanmıştır. Hamsi yağları % 1, 2 ve 3 konsantrasyonlarda adaçayı esansiyel yağı ile karıştırılarak spray-dryer cihazı kullanılarak mikroenkapsüle edilmiş ve sonuç olarak balık yağı tozu elde edilmiştir. Elde edilen toz balık yağları oda sıcaklığında (24±1 °C) depolanmış ve 12 haftalık yağ asitleri parametreleri belirlenmiştir. Böylece, depolama süresince, farklı konsantrasyonlarda kullanılan adaçayı esansiyel yağının antioksidan etkisi gözlenmiştir. Mikrokapsüllerdeki toplam doymuş yağ asitleri (SFA) ve toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) oranının arttığı, çoklu doymuş yağ asitleri (PUFA) oranının ise depolama süresi ile birlikte azaldığı belirlenmiştir. Muamele grupları arasında en yüksek artış ve azalış ADA1 grubunda gözlenmesine karşın artan adaçayı esansiyel yağ konsantrasyonuna bağlı olarak bu değişim daha yavaş olmuştur. Adaçayı uçucu yağı ile mikrokapsülenmiş balık yağlarının kontrol grubuna göre daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Ayrıca adaçayı uçucu yağının çalışmada kullanılan balık yağının kokusunu maskeleyiği belirlenmiştir.

**Determination of Fatty Acids Changes During Storage of Microencapsulated Fish Oils Prepared with Sage Essential Oil in Different Proportions**

**Article Info**

Received: 13.04.2021

Accepted: 08.11.2021

Online Published: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.914996

**Keywords**

Sage tea,  
Anchovy oil,  
Microencapsulation,  
Fatty acid,

**Abstract:** In this study, the determining of changes in the fatty acid composition of fish oil powder which was enabled by the microencapsulation method of fish oil prepared by adding sage essential oil was aimed. Anchovy oils were mixed with sage essential oil in concentrations of 1, 2, and 3%, and these mixings were microencapsulated using a spray-dryer, and as a result, fish oil powder was obtained. The fish oil powders were stored at room temperature (24±1 °C) and their oxidation levels and fatty acid parameters were investigated for 12 weeks. Thus, the antioxidant effect of sage essential oil used in different concentrations was observed during storage. It was determined that saturated fatty acids (SFA) and monounsaturated fatty acids (MUFA) in microcapsules increased and polyunsaturated fatty acids (PUFA) decreased with the storage period. Among the treatment groups, the highest increase and decrease were observed in the ADA1 group, although this change was slower due to the increased concentration of sage essential oil. It was determined that fish oils microencapsulated with sage essential oil gave better results than the control group. In addition, it was determined that sage essential oil mask the smell of fish oil used in the study.

## 1. Giriş

Balık yağının insan sağlığı ve beslenmesindeki önemi dünya genelinde bilinmekte ve sıklıkla uzmanlar tarafından önerilmektedir. Bunun en önemli nedeni balık yağı içerisinde EPA ve DHA gibi uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerinin bulunmasıdır. Esansiyel yağ asitlerini yüksek oranlarda içermesinden dolayı balık yağları beyin gelişimi ve kalp damar sağlığı ile bağlantılıdır ve özellikle kardiyovasküler hastalıklarda mortalite risklerini azaltmanın bir yolu olarak tanımlanmıştır (Durmus, 2018; Raatz ve Bibus, 2016; Fung ve ark., 2009; Mol, 2008). Bu faydalarından dolayı balık yağı ve ürünleri piyasada önemli bir paya sahiptir. Balık yağının birçok faydasının olmasının yanı sıra yapılarında bulunan omega-3 yağ asitlerinden dolayı oksidasyona oldukça duyarlıdır. Özellikle depolama ve işleme gibi aşamalarda lipit oksidasyonu balığın kalite kaybına ve bozulmasına neden olmaktadır. Bunun sonucu olarak da yağların oksidasyonu gıdalarda arzu edilmeyen acı tada sebep olması nedeniyle gıdaların besin kalitesini ve güvenilirliğini azaltmaktadır. Bu yüzden özellikle balık yağındaki oksidasyonun engellenmesine ve bunun sonucu olarak raf ömrünün artırılmasına yönelik çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Tüketicilerin bir kısmı deniz ürünlerini tüketerek gerekli omega-3 ihtiyacını karşılarken, doğrudan balık yağı alımı özellikle çocuklar ve hamile kadınlar için dünya çapında büyük ve önemli bir pazar sağlamıştır. Bununla birlikte, balık yağlarının güçlü bir kokusu vardır ve korunmadıkları sürece kolayca oksitlenirler. Doymamış yağ asitlerinin balık yağındaki oksidatif bozunması, besin değeri kaybına ve istenmeyen tatlara neden olmaktadır (Jeyakumari ve ark., 2017). Bu nedenle antioksidanlar ve işleme teknolojileri kullanılarak balık yağlarının kalitesinin korunması sağlanmaktadır. Bu teknolojilerin en önemlilerinden biri mikrokapsüllemedir.

Mikrokapsüllemiş gıda bileşenleri sayesinde teknik olarak imkânsız olduğu düşünülen birçok fonksiyonel ürün artık üretilebilir ve bir gıda bileşeni olarak kullanılabilir. Bu bileşenler tamamen bir kaplama malzemesi ile kapatılır, böylece orijinal bileşenden gereksiz özellikler ortadan kaldırılır. Mikrokapsülleme, kapsüllenen gıda bileşenlerine çok sayıda fayda sağlayabilir. Örneğin, kapsüllemiş malzemeler, lipit oksidasyonu, üretim, kullanım ve depolama boyunca beslenmede bozulma gibi olumsuz reaksiyonlara karşı korunur (Hogan ve ark., 2003; Kagami ve ark., 2003; Chen ve ark., 2013). Mikrokapsüllemenin bir diğer önemli özelliği de uçucu kayba karşı koruma sağlamasıdır (Bangs ve Reineccius 1988; Kim ve Morr, 1996).

Gıda bileşenlerinin mikrokapsüllemesi için birçok teknik geliştirilmiş olmasına rağmen, düşük maliyetli ve esnek süreci nedeniyle gıda endüstrisinde en yaygın kullanılan teknik sprey kurutma (spray drying) yöntemidir (Heinzelmann ve ark., 2000; Gouin, 2004). Püskürtmeli kurutma, sıvı bir ürünü sıcak gaz akımında atomize ederek toz elde etmek için kullanılan bir işlemdir. Bu işlemde yüksek sıcaklıkların kullanılması gerekir ancak temas süresi çok kısadır (birkaç saniye). Yani enerji, toz partiküllerinin sıcaklığını arttırmak için değil sadece buharlaştırma için kullanılır. Bu durum söz konusu teknolojinin ısıya duyarlı malzemeleri düşük termal bozunma ile kapsüllemek için uygulanmasını mümkün kılar. Bu nedenle, genellikle ısıya duyarlı olan omega 3 ve fitosteroller gibi biyoaktif bileşiklerin kapsüllemesi için de uygulanabilir. Mikrokapsülleme, balık yağlarının stabilizasyonu için önemli bir teknik olmasına rağmen, mikrokapsüllü biyoaktif bileşenlerin işlenmesi ve ardından depolanması sırasında maksimum koruma sağlamak için uçucu yağlar gibi antioksidanlarla ek stabilizasyon gereklidir (Jeyakumari ve ark., 2018). Bu nedenle, dünyanın her yerinden araştırmacılar, antimikrobiyal, antioksidan, antiviral, antikanser, antiinflamatuvar, antimutajenik, immünomodülatör ve antiprotozoal aktiviteler dahil olmak üzere uçucu yağların bir dizi biyolojik özelliğini karakterize etmeye çalışmaktadırlar (Bakkali ve ark., 2008; Ozogul ve ark., 2017; Durmus, 2020; Ucar, 2020).

Son yıllarda en dikkat çekici uçucu yağ gruplarından biri adaçayı esansiyel yağıdır. Bunlar fenolik bileşik gruplarından flavonoidlerin doğal bir kaynağı olarak kabul edilir. Adaçayı esansiyel yağı ilave edilmiş balık yağının mikroenkapsülasyonu üzerine yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada ülkemizde en fazla avcılığı yapılan hamsi (*Engraulis encrasicolus*)'den elde edilen balık yağları kullanılmıştır. Hamsi yağları % 1, % 2 ve % 3 konsantrasyonlarda adaçayı esansiyel yağı ile karıştırılarak spray-dryer cihazıyla mikroenkapsüle edilmiş ve sonuç olarak balık yağı tozu elde edilmiştir. Elde edilen balık yağı tozu oda sıcaklığında ( $\approx 24 \pm 1$  °C) 12 hafta depolanarak yağ asitlerindeki değişimler araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Balık Yağı, Adaçayı Esansiyel Yağı ve Kaplama Materyallerinin Temini

Çalışmada kullanılan hamsi yağı Trabzon'da bulunan balık yağı üreticisi bir firmadan (Kobyalar Grup, Trabzon, Türkiye) temin edilmiştir. Emülsiyonlar oluşturuluncaya kadar hamsi yağı derin dondurucuda (-18 °C) depolanmıştır. Mikroenkapsülasyonda kaplama materyalleri olarak Alfasol marka maltodekstrin ve sodyum kazeinat kullanılmıştır. Adaçayı esansiyel yağı ise Adana'da bulunan ticari üretim yapan BİOMESİ firmadan temin edilmiştir.

### 2.2. Metot

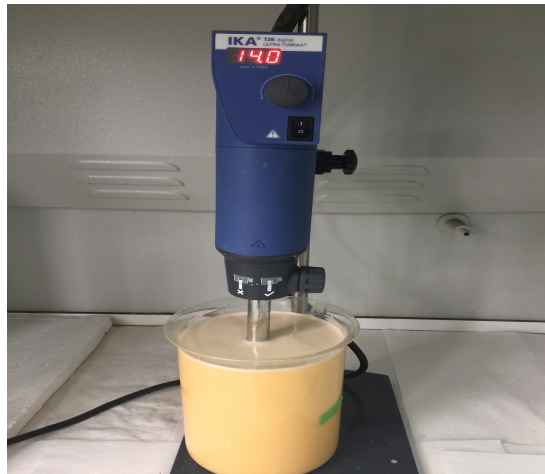
#### 2.2.1. Emülsiyonların Mikroenkapsülasyonu

Emülsiyon haline getirilmiş balık yağlarının mikroenkapsülasyonu ile ilgili yapılmış birçok bilimsel araştırmada kaplayıcı materyal olarak balık yağı emülsiyonu/kaplayıcı materyal oranı toplam solüsyonun % 10 ila % 40'ını kapsamaktadır. (Fernandes ve ark., 2013; Huang ve ark., 2014; Ton ve ark., 2016). Bu oranlar göz önünde bulundurularak, hazırlanan emülsiyonlarda kullanılan hamsi yağı, adaçayı ve kaplama materyallerinin oranları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Mikroenkapsüle edilmek üzere hazırlanan emülsiyonların bileşimi ve oranları

Gruplar	Balık Yağı (%)	Sodyum Kazeinat (%)	Maltodekstrin (%)	Adaçayı Esansiyel Yağı (%)		
Kontrol	10	10	10	-	-	-
Adaçayı (ADA1)	10	10	10	1	-	-
Adaçayı (ADA2)	10	10	10	-	2	-
Adaçayı (ADA3)	10	10	10	-	-	3

Emülsiyonların hazırlanmasında maltodekstrin ve sodyum kazeinat 55 °C suda 60 dakika çözdürülmüş ve soğumaya bırakılarak hazırlanmıştır. Bu karışıma balık yağı ilave edilerek ultra-turrax (Şekil 2.1) ile soğuk ortamda 10 dakika 14.000 rpm'de homojenize edilmiş ve kontrol grubu oluşturulmuştur. Çizelge 1'de gösterilen oranlarda adaçayı esansiyel yağları ilave edilerek homojenize edilen muamele grupları püskürtmeli kurutucuda mikroenkapsüle edilmeye hazır hale getirilmiştir.



Şekil 1. Homojenizasyon işlemi.

### 2.2.2. Püskürtmeli Kurutma (Spray Dryer) İşlemi ve Ürünlerin Depolanması

Emülsiyonların mikroenkapsülasyonu 0.7 mm ağız çaplı Buchi B-290 mini spray-dryer cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.2). Emülsiyonlar, kurutma odasına kurutma öncesinde ve sırasında manyetik karıştırıcı altında sürekli homojen karıştırma ile 0.5 L/saatlik bir besleme akış hızı ayarlanarak bir peristaltik pompa ile beslenmiştir. Püskürtmeli kurutucu (SD) giriş sıcaklığı 160 °C ve çıkış sıcaklığı 90±5 °C olarak ayarlanmıştır. Aspiratör debisi 35 m<sup>3</sup>/h olup pompa hızı % 20 olarak ayarlanmıştır. Mikroenkapsülasyon işlemi sonrasında elde edilen toz ürünler koyu renkli cam şişelere konularak 12 hafta boyunca oda sıcaklığında (24±1 °C) depolanmıştır. Kimyasal analizler için 0, 6 ve 12. haftanın ilk gününde her grup için 3 şişe mikrokapsüllü balık yağı tozu seçilerek tüm analizler 3 tekrarlı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Çalışmada kullanılan püskürtmeli kurutucu (spray-dryer) cihazı.

### 2.2.3. Lipit ve Yağ Asitleri Tayini

Lipit analizi Bligh ve Dyer (1959) yöntemine göre yapılmıştır. Ekstrakte edilmiş lipitten yağ asidi metil esterleri Ichihara ve ark. (1996) metoduna göre yapılmıştır. 25 mg ekstrakte edilmiş yağ örneği üzerine 4 mL 2 M'lık KOH ve 2 mL n-heptan ilave edilmiştir. Daha sonra oda sıcaklığında 2 dakika vortekste karıştırılmış ve 4000 rpm'de 10 dakika süreyle santrifüj edilerek heptan tabakası gaz kromatografisi (GC)'inde analiz edilmiştir.

### 2.2.4. İstatistiksel Analiz

Araştırmada elde edilen sonuçlar SPSS 22.0 paket programı kullanılarak (varyans analizine tabi tutulmuş ve gruplar arasındaki fark Duncan's New Multiple Range Test metoduna göre) değerlendirilmiştir (Duncan 1955). Önem seviyesi p<0.05 olarak alınmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Yağ Asitleri Değişimleri

Mikroenkapsüle edilen balık yağlarının doymuş yağ asidi sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Mikroenkapsülasyon işlemi sonrasında balık yağlarında doymamış yağ asitlerinin miktarının nispeten arttığı rapor edilmiştir (Wan ve ark., 2011; Czerniak ve ark., 2015). Buna ek olarak mikroenkapsülasyon işlemi sırasında lipid oksidasyonunun hızlandığı ve hidroperoksit içeriğinin arttığı da rapor edilmiştir.

(Serfert ve ark., 2009). Yapmış olduğumuz bu çalışmada da SFA oranının arttığı ve % 31.93 ile % 45.24 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Hamsi yağında yüksek miktarda bulunan doymuş yağ asitlerinden biri olan palmitik asidin (C16:0) miktarı kontrol grubunda % 20.22 iken muamele gruplarında ise bu oran depolamanın başlangıcında %17.91 ile % 18.83 arasında değiştiği ve depolama süresi ile birlikte arttığı görülmüştür. Mikroenkapsüllerde en yüksek palmitik asit oranına (% 22.91) ADA1 grubunda ulaştığı belirlenmiştir. Benzer şekilde hamsi yağına en yakın palmitik asit içeriğinin de yine ADA1 grubunda olduğu tespit edilmiştir (% 18.83-% 22.91). En yüksek miktarda bulunan diğer doymuş asitleri miristik (C14:0) ve stearik asit (C18:0) olduğu sonucuna varılmıştır. Miristik asit miktarı tüm mikroenkapsüle edilmiş örneklerde % 5.68 ile %6.88 arasında değiştiği belirlenmiştir. Depolamanın sonunda en yüksek miristik asit miktarı ADA1 ve kontrol grubunda olduğu tespit edilmiştir. En yüksek stearik asit miktarı ise depolamanın başlangıcında % 5.53 ile kontrol grubunda belirlenmişken, en düşük bu değer ise % 4.79 ile ADA3 grubunda tespit edilmiştir. Stearik ve miristik asit değerleri açısından en yüksek değer ile ham hamsi yağına en yakın değerlere ADA1 grubunun ulaştığı belirlenmiştir.

Çizelge 2. Mikroenkapsülenmiş balık yağının depolama süresince doymuş yağ asitleri (SFA) içeriği (%) değişimleri

Yağ asitleri	Haftalar			Grup
	0	6	12	
C14:0	6.27±0.12 <sup>a</sup>	6.40±0.03 <sup>a</sup>	6.79±0.18 <sup>a</sup>	Kontrol
	6.14±0.26 <sup>a</sup>	6.34±0.08 <sup>ab</sup>	6.88±0.16 <sup>a</sup>	Ada 1
	5.68±0.01 <sup>b</sup>	6.01±0.12 <sup>b</sup>	6.07±0.18 <sup>b</sup>	Ada 2
	5.88±0.04 <sup>ab</sup>	6.16±0.20 <sup>ab</sup>	6.17±0.05 <sup>b</sup>	Ada 3
C15:0	1.21±0.01 <sup>a</sup>	1.29±0.01 <sup>a</sup>	1.37±0.02 <sup>a</sup>	Kontrol
	1.17±0.01 <sup>b</sup>	1.25±0.02 <sup>ab</sup>	1.34±0.05 <sup>a</sup>	Ada 1
	1.12±0.00 <sup>c</sup>	1.20±0.02 <sup>b</sup>	1.21±0.02 <sup>b</sup>	Ada 2
	1.12±0.02 <sup>c</sup>	1.23±0.03 <sup>ab</sup>	1.19±0.01 <sup>b</sup>	Ada 3
C16:0	20.22±0.47 <sup>a</sup>	23.22±0.19 <sup>a</sup>	24.64±0.33 <sup>a</sup>	Kontrol
	18.83±0.14 <sup>b</sup>	22.69±0.48 <sup>a</sup>	22.91±1.23 <sup>ab</sup>	Ada 1
	18.30±0.12 <sup>bc</sup>	21.79±0.24 <sup>b</sup>	21.47±0.64 <sup>bc</sup>	Ada 2
	17.91±0.33 <sup>c</sup>	21.14±0.08 <sup>b</sup>	19.85±0.19 <sup>c</sup>	Ada 3
C17:0	1.00±0.01 <sup>a</sup>	1.22±0.04 <sup>a</sup>	1.28±0.01 <sup>a</sup>	Kontrol
	0.93±0.01 <sup>b</sup>	1.16±0.04 <sup>ab</sup>	1.17±0.05 <sup>b</sup>	Ada 1
	0.91±0.01 <sup>bc</sup>	1.14±0.02 <sup>ab</sup>	1.09±0.01 <sup>bc</sup>	Ada 2
	0.88±0.01 <sup>c</sup>	1.07±0.02 <sup>b</sup>	1.01±0.01 <sup>c</sup>	Ada 3
C18:0	5.53±0.14 <sup>a</sup>	7.01±0.04 <sup>a</sup>	7.43±0.03 <sup>a</sup>	Kontrol
	5.08±0.01 <sup>b</sup>	6.69±0.13 <sup>b</sup>	6.47±0.44 <sup>b</sup>	Ada 1
	5.02±0.007 <sup>bc</sup>	6.44±0.02 <sup>bc</sup>	6.26±0.15 <sup>b</sup>	Ada 2
	4.79±0.07 <sup>c</sup>	6.22±0.16 <sup>c</sup>	5.50±0.04 <sup>c</sup>	Ada 3
C20:0	1.37±0.01 <sup>a</sup>	1.74±0.00 <sup>a</sup>	1.96±0.02 <sup>a</sup>	Kontrol
	1.26±0.00 <sup>b</sup>	1.70±0.01 <sup>ab</sup>	1.60±0.10 <sup>b</sup>	Ada 1
	1.25±0.02 <sup>b</sup>	1.63±0.02 <sup>b</sup>	1.58±0.02 <sup>b</sup>	Ada 2
	1.17±0.02 <sup>c</sup>	1.55±0.04 <sup>c</sup>	1.36±0.01 <sup>c</sup>	Ada 3
C22:0	0.28±0.01 <sup>a</sup>	0.35±0.00 <sup>a</sup>	0.43±0.01 <sup>a</sup>	Kontrol
	0.04±0.00 <sup>b</sup>	0.36±0.01 <sup>a</sup>	0.32±0.02 <sup>b</sup>	Ada 1
	0.05±0.00 <sup>b</sup>	0.32±0.01 <sup>b</sup>	0.32±0.01 <sup>b</sup>	Ada 2
	0.14±0.01 <sup>ab</sup>	0.31±0.01 <sup>b</sup>	0.27±0.00 <sup>c</sup>	Ada 3
C24:0	0.03±0.030 <sup>a</sup>	0.98±0.01 <sup>ab</sup>	1.32±0.04 <sup>a</sup>	Kontrol
	0.03±0.00 <sup>a</sup>	1.04±0.04 <sup>a</sup>	0.95±0.04 <sup>b</sup>	Ada 1
	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.95±0.02 <sup>ab</sup>	0.95±0.01 <sup>b</sup>	Ada 2
	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.90±0.03 <sup>b</sup>	0.82±0.01 <sup>c</sup>	Ada 3
ΣSFA	35.93±0.77 <sup>a</sup>	42.21±0.32 <sup>a</sup>	45.24±0.50 <sup>a</sup>	Kontrol
	33.49±0.44 <sup>b</sup>	41.24±0.72 <sup>a</sup>	41.66±2.14 <sup>b</sup>	Ada 1
	32.36±0.21 <sup>bc</sup>	39.51±0.38 <sup>b</sup>	38.97±1.06 <sup>c</sup>	Ada 2
	31.93±0.28 <sup>c</sup>	38.60±0.12 <sup>b</sup>	40.51±0.34 <sup>bc</sup>	Ada 3

<sup>a-d</sup> Her bir hafta için gruplar arası önemli farklılıkları (p<0.05) göstermektedir. C14:0 (Miristik Asit), C15:0 (Pentadekanoik Asit), C16:0 (Palmitik Asit), C17:0 (Heptadekanoik Asit), C18:0 (Stearik Asit), C20:0 (Araşidik Asit), C22:0 (Behenik Asit), C24:0 (Lignoserik Asit), ΣSFA (Toplam Doymuş Yağ Asitleri).

Mikroenkapsüle edilmiş hamsi yağındaki MUFA oranı depolama süresi boyunca % 21.50 ile % 27.31 arasında değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Adayı esansiyel yağı ile hazırlanan mikroenkapsüle balık yağlarında en yüksek toplam MUFA oranına sahip grubun ADA1 grubu (% 26.60)

olduğu gözlemlenmiştir. MUFA'ların en önemlilerinden olan oleik asit (C18:1n9) bakımından en zengin grupların ADA1 ile ADA2 gruplarının olduğu ve depolamanın başlangıcı ile 6. haftalarına kadar istatistiksel fark oluşturmadıkları gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). Oleik asit miktarının depolama süresi boyunca % 13.38 ile % 17.63 arasında değiştiği belirlenmiştir. Oleik asit içeriği açısından hamsi yağına en yakın değere sahip olan grup ise yine ADA1 grubu olmuştur (Çizelge 3). Bir diğer önemli MUFA olan palmitoleik asit (C16:1) omega-7 tekli doymamış yağ asididir. Tüm dokularda bulunur, ancak genel olarak karaciğerde daha yüksek konsantrasyonlarda bulunur. Genel olarak hamsi yağında depolama ile birlikte palmitoleik asit azalma gösterse de depolama süresi boyunca kontrol grubu olan mikroenkapsüle hamsi yağının palmitoleik asit değerleri arasında benzer değerler gözlenmemiştir. En yüksek değerler % 5.36 ile kontrol grubunda depolamanın son haftasında gözlenmesine karşın ADA3 grubunda 6. haftada en yüksek palmitoleik asit değeri (% 5.11) gözlenmiştir.

Çizelge 3. Mikroenkapsülenmiş balık yağının depolama süresince tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) içeriği (%) değişimleri

Yağ asitleri	Haftalar			Grup
	0	6	12	
C16:1	5.40±0.12 <sup>a</sup>	5.31±0.01 <sup>a</sup>	5.36±0.03 <sup>a</sup>	Kontrol
	5.13±0.03 <sup>b</sup>	5.26±0.06 <sup>ab</sup>	5.48±0.12 <sup>a</sup>	Ada 1
	4.91±0.01 <sup>c</sup>	5.05±0.07 <sup>b</sup>	5.06±0.11 <sup>b</sup>	Ada 2
	4.92±0.01 <sup>c</sup>	5.11±0.12 <sup>ab</sup>	4.99±0.06 <sup>b</sup>	Ada 3
C17:1	0.40±0.00 <sup>a</sup>	0.49±0.00 <sup>a</sup>	0.52±0.01 <sup>a</sup>	Kontrol
	0.37±0.00 <sup>b</sup>	0.46±0.01 <sup>b</sup>	0.45±0.02 <sup>b</sup>	Ada 1
	0.36±0.01 <sup>bc</sup>	0.45±0.01 <sup>bc</sup>	0.43±0.01 <sup>b</sup>	Ada 2
	0.35±0.01 <sup>c</sup>	0.44±0.01 <sup>c</sup>	0.37±0.01 <sup>c</sup>	Ada 3
C18:1n9	15.13±0.15 <sup>a</sup>	17.57±0.09 <sup>a</sup>	17.63±0.02 <sup>a</sup>	Kontrol
	14.27±0.04 <sup>b</sup>	17.04±0.24 <sup>b</sup>	16.73±0.76 <sup>ab</sup>	Ada 1
	13.88±0.11 <sup>b</sup>	16.47±0.14 <sup>c</sup>	16.12±0.28 <sup>b</sup>	Ada 2
	13.38±0.26 <sup>c</sup>	16.20±0.15 <sup>c</sup>	14.68±0.13 <sup>c</sup>	Ada 3
C18:1n7	1.92±0.04 <sup>a</sup>	2.40±0.01 <sup>a</sup>	2.16±0.01 <sup>ab</sup>	Kontrol
	1.86±0.09 <sup>ab</sup>	2.33±0.06 <sup>ab</sup>	2.32±0.10 <sup>a</sup>	Ada 1
	1.75±0.01 <sup>bc</sup>	2.27±0.01 <sup>bc</sup>	2.24±0.04 <sup>a</sup>	Ada 2
	1.70±0.02 <sup>c</sup>	2.23±0.02 <sup>c</sup>	2.07±0.01 <sup>b</sup>	Ada 3
C20:1n9	1.21±0.01 <sup>a</sup>	1.44±0.01 <sup>a</sup>	1.51±0.01 <sup>a</sup>	Kontrol
	1.12±0.00 <sup>b</sup>	1.40±0.01 <sup>ab</sup>	1.32±0.07 <sup>b</sup>	Ada 1
	1.11±0.01 <sup>b</sup>	1.35±0.01 <sup>bc</sup>	1.31±0.02 <sup>b</sup>	Ada 2
	1.04±0.02 <sup>c</sup>	1.30±0.04 <sup>c</sup>	1.15±0.01 <sup>c</sup>	Ada 3
C22:1n9	0.08±0.01 <sup>b</sup>	0.09±0.00 <sup>a</sup>	0.06±0.00 <sup>b</sup>	Kontrol
	0.10±0.00 <sup>a</sup>	0.09±0.00 <sup>a</sup>	0.09±0.01 <sup>a</sup>	Ada 1
	0.10±0.00 <sup>a</sup>	0.09±0.00 <sup>a</sup>	0.10±0.00 <sup>a</sup>	Ada 2
	0.10±0.00 <sup>a</sup>	0.09±0.00 <sup>a</sup>	0.10±0.00 <sup>a</sup>	Ada 3
ΣMUFA	24.15±0.34 <sup>a</sup>	27.31±0.12 <sup>a</sup>	27.26±0.04 <sup>a</sup>	Kontrol
	22.86±0.10 <sup>b</sup>	26.60±0.39 <sup>b</sup>	26.41±1.08 <sup>ab</sup>	Ada 1
	22.12±0.14 <sup>bc</sup>	25.69±0.22 <sup>c</sup>	25.27±0.47 <sup>b</sup>	Ada 2
	21.50±0.40 <sup>c</sup>	25.38±0.11 <sup>c</sup>	23.37±0.23 <sup>c</sup>	Ada 3

<sup>a-d</sup> Her bir hafta için gruplar arası önemli farklılıkları ( $p<0,05$ ) göstermektedir. C16:1 (Palmitoleik asit), C17:1 (Heptadekanoik asit), C18:1n9 (Oleik asit), C18:1n7 (Vaksenik asit), C20:1n9 (Eikosenoik asit), C22:1n9 (Erusik asit), ΣMUFA (Toplam tekli doymamış yağ asitleri).

Mikroenkapsüle edilmiş örneklerde toplam PUFA değerinin % 15.58 - % 29.82 oranında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4). Çoklu doymamış yağ asitleri arasında en yüksek miktarda bulunan yağ asitleri EPA ve DHA olarak belirlenmiştir. Mikroenkapsülasyon işlemi sırasında uygulanan ısıdan EPA+DHA açısından en fazla etkilenen grup ADA1 ve en az etkilenen grup ise ADA3 olarak tespit edilmiştir. Depolamanın başlangıcında en düşük EPA miktarı % 6.28 ile kontrol grubunda, en yüksek bu değer ise % 7.37 ile ADA3 grubunda tespit edilmiştir. Depolama süresi ile birlikte EPA miktarının

tüm mikroenkapsüle edilmiş balık yağlarında düştüğü belirlenmiştir. Depolamanın sonunda en düşük EPA miktarı % 3.75 ile kontrol grubunda en yüksek bu değer ise % 5.81 ile ADA3 grubunda olduğu tespit edilmiştir. DHA değeri ise mikroenkapsüle edilmiş balık yağında depolama süresi boyunca % 8.31 ile % 18.65 arasında değişmiştir. En düşük değer depolamanın sonunda kontrol grubunda % 8.31 olarak gözlenmişken, en yüksek değer ise % 11.61 ile ADA3 grubunda tespit edilmiştir. Kontrol grubuna kıyasla ise tüm muamele gruplarının EPA ve DHA'yı oksidasyona karşı koruduğu ancak ADA3 grubunun EPA+DHA oranını daha iyi muhafaza ettiği gözlenmiştir. Benzer şekilde toplam PUFA oranları bakımından ADA3 grubunun (% 21.23 ile % 29.82) diğer tüm gruplardan daha yüksek çoklu doymamış yağ asitleri içeriğine sahip olduğu bu grubu takiben sırasıyla ADA2 ve ADA1 gruplarının takip ettiği görülmüştür. Burada göze çarpan bir diğer nokta ADA1 grubuna ilave edilen adayı esansiyel yağının mikrokapsüllerdeki PUFA'ların korunması açısından yetersiz kaldığı, esansiyel yağ oranı % 3'e çıkarıldığında ise özellikle EPA+DHA oranının korunması açısından etkili bir koruma sağladığı görülmüştür.

Çizelge 4. Mikroenkapsülenmiş balık yağının depolama süresince çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) içeriği (%) değişimleri

Yağ asitleri	Haftalar			Grup
	0	6	12	
C18:2n6	2.11±0.05 <sup>a</sup>	2.05±0.01 <sup>b</sup>	1.77±0.01 <sup>d</sup>	Kontrol
	2.03±0.02 <sup>ab</sup>	2.15±0.03 <sup>a</sup>	1.99±0.02 <sup>b</sup>	Ada 1
	2.01±0.01 <sup>ab</sup>	2.07±0.00 <sup>b</sup>	2.22±0.01 <sup>a</sup>	Ada 2
	1.96±0.03 <sup>b</sup>	2.04±0.01 <sup>b</sup>	1.93±0.02 <sup>c</sup>	Ada 3
C18:3n6	0.02±0.00 <sup>b</sup>	0.22±0.00 <sup>a</sup>	0.20±0.00 <sup>a</sup>	Kontrol
	0.02±0.00 <sup>b</sup>	0.22±0.00 <sup>a</sup>	0.21±0.00 <sup>a</sup>	Ada 1
	0.02±0.00 <sup>b</sup>	0.22±0.00 <sup>a</sup>	0.22±0.00 <sup>a</sup>	Ada 2
	0.21±0.01 <sup>a</sup>	0.22±0.00 <sup>a</sup>	0.21±0.00 <sup>a</sup>	Ada 3
C18:3n3	1.11±0.02 <sup>b</sup>	0.89±0.00 <sup>c</sup>	0.69±0.01 <sup>c</sup>	Kontrol
	1.15±0.00 <sup>ab</sup>	0.93±0.00 <sup>b</sup>	0.88±0.01 <sup>b</sup>	Ada 1
	1.15±0.01 <sup>a</sup>	0.96±0.00 <sup>ab</sup>	0.98±0.01 <sup>ab</sup>	Ada 2
	1.15±0.01 <sup>a</sup>	0.98±0.02 <sup>a</sup>	1.01±0.01 <sup>a</sup>	Ada 3
C20:2 cis	0.12±0.01 <sup>a</sup>	0.38±0.00 <sup>a</sup>	0.36±0.01 <sup>a</sup>	Kontrol
	0.18±0.04 <sup>a</sup>	0.38±0.00 <sup>a</sup>	0.34±0.01 <sup>ab</sup>	Ada 1
	0.20±0.04 <sup>a</sup>	0.37±0.01 <sup>ab</sup>	0.36±0.01 <sup>a</sup>	Ada 2
	0.17±0.02 <sup>a</sup>	0.36±0.01 <sup>b</sup>	0.32±0.01 <sup>b</sup>	Ada 3
C20:3 n6	0.30±0.00 <sup>a</sup>	0.31±0.01 <sup>a</sup>	0.33±0.01 <sup>a</sup>	Kontrol
	0.28±0.00 <sup>b</sup>	0.30±0.01 <sup>ab</sup>	0.29±0.01 <sup>b</sup>	Ada 1
	0.28±0.00 <sup>b</sup>	0.29±0.01 <sup>bc</sup>	0.29±0.00 <sup>b</sup>	Ada 2
	0.27±0.01 <sup>b</sup>	0.28±0.00 <sup>c</sup>	0.26±0.00 <sup>c</sup>	Ada 3
C20:5n3	6.28±0.26 <sup>b</sup>	4.63±0.01 <sup>c</sup>	3.75±0.12 <sup>c</sup>	Kontrol
	7.04±0.04 <sup>a</sup>	4.76±0.16 <sup>c</sup>	4.69±0.71 <sup>bc</sup>	Ada 1
	7.32±0.10 <sup>a</sup>	5.22±0.04 <sup>b</sup>	5.40±0.24 <sup>ab</sup>	Ada 2
	7.37±0.07 <sup>a</sup>	5.55±0.13 <sup>a</sup>	5.81±0.05 <sup>a</sup>	Ada 3
C22:2 cis	0.02±0.00 <sup>a</sup>	0.12±0.00 <sup>a</sup>	0.14±0.01 <sup>a</sup>	Kontrol
	0.02±0.00 <sup>a</sup>	0.11±0.01 <sup>a</sup>	0.10±0.02 <sup>ab</sup>	Ada 1
	0.03±0.00 <sup>a</sup>	0.10±0.01 <sup>a</sup>	0.10±0.01 <sup>ab</sup>	Ada 2
	0.02±0.00 <sup>a</sup>	0.10±0.01 <sup>a</sup>	0.07±0.00 <sup>b</sup>	Ada 3
C22:6 n3	14.96±0.70 <sup>c</sup>	9.50±0.28 <sup>b</sup>	8.31±0.31 <sup>b</sup>	Kontrol
	17.12±0.12 <sup>b</sup>	9.96±0.74 <sup>b</sup>	8.93±0.12 <sup>b</sup>	Ada 1
	18.11±0.26 <sup>ab</sup>	11.69±0.16 <sup>a</sup>	11.15±0.16 <sup>a</sup>	Ada 2
	18.65±0.65 <sup>a</sup>	11.72±0.04 <sup>a</sup>	11.61±0.58 <sup>a</sup>	Ada 3
ΣPUFA	24.92±1.07 <sup>b</sup>	18.11±0.36 <sup>b</sup>	15.58±0.45 <sup>d</sup>	Kontrol
	27.86±0.23 <sup>a</sup>	18.83±0.94 <sup>b</sup>	17.44±0.82 <sup>c</sup>	Ada 1
	29.14±0.43 <sup>a</sup>	20.94±0.08 <sup>a</sup>	20.73±0.11 <sup>b</sup>	Ada 2
	29.82±0.72 <sup>a</sup>	21.26±0.14 <sup>a</sup>	21.23±0.48 <sup>a</sup>	Ada 3

<sup>a-d</sup> Her bir hafta için gruplar arası önemli farklılıkları (p<0.05) göstermektedir. C18:2n6 (Linoleik asit), C18:3n6 (γ-linolenik asit), C18:3n3 (Linolenik asit), C20:2 cis (Eikosenoik asit), C20:3 n6 (Eikosatrienoik asit), C20:5n3 (Eikosapentaenoik asit (EPA)), C22:2 cis (Dokosadienoik asit), C22:6n3 (Dokosaheksaenoik asit (DHA)), ΣPUFA (Toplam çoklu doymamış yağ asitleri).

Tatar ve ark. (2014)'nın yapmış olduğu çalışmada hamsi yağı ve mikrokapsüllü ürünleri karşılaştırıldığında, SFA'nın % 34.51'den % 50.33'e yükseldiği, MUFA'ların % 19.94'ten % 20.06'ya arttığı, PUFA'ların ise % 37.24'ten % 17.25'e düştüğü tespit edilmiştir. Czerniak ve ark. (2015)'da ringa



balığı yağını mikroenkapsüle etmiş ve enkapsülasyon işlemi sonrasında SFA oranının % 41.51'den % 44.31'e çıktığını, PUFA'ların da % 35.74'ten % 30,41'e düştüğünü rapor etmişlerdir. Yesilsu ve Ozyurt (2019), biberiye ve defne ekstraktlarının sprey kurutma ile mikroenkapsülleme oksidatif stabiliteyi arttırmak için hamsi yağına başarıyla uygulandığını ve sonuçlarımız ile benzer yağ asitleri ve oksidasyona neden olduklarını rapor etmişlerdir. Ozyurt ve ark. (2020) bütün olarak kullandıkları ıskarta *Equulites klunzingeri* türünden pH-shifting işlemi ile ekstrakte ettikleri balık proteini izolatını ve hamsi yağını mikroenkapsüle ettikleri çalışmalarında yağ asitleri arasında miristik asit (C14: 0), palmitik asit (C16: 0), stearik asit (C18: 0), palmitoleik asit (C16: 1ω7), oleik asit (C18: 1ω9), eikosapentaenoik asit (EPA, C20: 5ω3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA, C22: 6ω3) ham balık yağında ve mikroenkapsülenmiş balık yağlarında baskın yağ asitleri oldukları, bu sonuçların da genellikle deniz lipitleri için bildirilen hamsi çalışmaları ile uyumlu olduklarını bildirmişlerdir (Bayır ve ark., 2006; Zlatanov ve Laskaridis, 2007). Li ve ark. (2015) % 1 yaban mersini ekstraktı kullandıkları alaska mezziti yağının mikroenkapsülasyon işlemi sonrasında PUFA oranlarında düşme meydana geldiğini rapor etmişlerdir. Annamalai ve ark. (2015), ham balık yağında % 49.79 oranında olan toplam PUFA'larının % 0.25 zencefil yağı bulunan gruplarda % 4.17 ile % 7.36 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bakry ve ark. (2016) mikroenkapsüllerde nane yağının, ton balığı yağının yağ asitleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Ham yağda % 33.36 miktarında olan EPA+DHA oranının mikroenkapsülasyon sonrası % 16.33'e azaldığını rapor etmişlerdir.

$\Sigma$ PUFA/ $\Sigma$ SFA,  $\Sigma\omega3$ ,  $\Sigma\omega6$ ,  $\omega6/\omega3$  ve DHA/EPA'daki değişimler Çizelge 5'te verilmiştir. Bu çalışmada, en düşük  $\Sigma$ PUFA/ $\Sigma$ SFA oranı kontrol grubunda depolamanın son haftasında 0.34 olarak bulunmuştur.

Çizelge 5. Mikroenkapsülenmiş balık yağının depolama süresince yağ asitleri index değişimleri

Yağ asitleri	Haftalar			Grup
	0	6	12	
$\Sigma$ PUFA/SFA	0.69±0.04 <sup>c</sup>	0.43±0.01 <sup>b</sup>	0.34±0.01 <sup>c</sup>	Kontrol
	0.83±0.01 <sup>b</sup>	0.45±0.03 <sup>b</sup>	0.42±0.04 <sup>b</sup>	Ada 1
	0.90±0.01 <sup>ab</sup>	0.53±0.00 <sup>a</sup>	0.53±0.01 <sup>a</sup>	Ada 2
	0.93±0.03 <sup>a</sup>	0.55±0.00 <sup>a</sup>	0.58±0.02 <sup>a</sup>	Ada 3
$\Sigma\omega3$	22.35±1.00 <sup>c</sup>	15.02±0.36 <sup>b</sup>	12.76±0.43 <sup>c</sup>	Kontrol
	25.32±0.16 <sup>b</sup>	15.65±0.91 <sup>b</sup>	14.51±0.90 <sup>b</sup>	Ada 1
	26.59±0.37 <sup>ab</sup>	17.88±0.11 <sup>a</sup>	17.53±0.09 <sup>a</sup>	Ada 2
	27.18±0.72 <sup>a</sup>	18.25±0.14 <sup>a</sup>	18.43±0.51 <sup>a</sup>	Ada 3
$\Sigma\omega6$	2.43±0.05 <sup>a</sup>	2.59±0.00 <sup>b</sup>	2.31±0.01 <sup>d</sup>	Kontrol
	2.33±0.02 <sup>b</sup>	2.68±0.04 <sup>a</sup>	2.49±0.03 <sup>b</sup>	Ada 1
	2.31±0.01 <sup>b</sup>	2.58±0.01 <sup>b</sup>	2.73±0.01 <sup>a</sup>	Ada 2
	2.45±0.02 <sup>a</sup>	2.54±0.01 <sup>b</sup>	2.40±0.02 <sup>c</sup>	Ada 3
$\Sigma\omega6/\omega3$	0.11±0.00 <sup>a</sup>	0.18±0.01 <sup>a</sup>	0.18±0.00 <sup>a</sup>	Kontrol
	0.09±0.00 <sup>a</sup>	0.18±0.01 <sup>a</sup>	0.17±0.01 <sup>a</sup>	Ada 1
	0.09±0.00 <sup>a</sup>	0.15±0.01 <sup>b</sup>	0.16±0.00 <sup>a</sup>	Ada 2
	0.09±0.00 <sup>a</sup>	0.14±0.00 <sup>b</sup>	0.13±0.00 <sup>b</sup>	Ada 3
DHA/EPA	2.38±0.01 <sup>b</sup>	2.05±0.02 <sup>b</sup>	2.21±0.01 <sup>a</sup>	Kontrol
	2.43±0.01 <sup>ab</sup>	2.09±0.08 <sup>ab</sup>	1.92±0.26 <sup>a</sup>	Ada 1
	2.47±0.00 <sup>ab</sup>	2.24±0.05 <sup>a</sup>	2.06±0.12 <sup>a</sup>	Ada 2
	2.52±0.06 <sup>a</sup>	2.11±0.04 <sup>ab</sup>	1.99±0.12 <sup>a</sup>	Ada 3

<sup>a-d</sup> Her bir hafta için gruplar arası önemli farklılıkları (p<0.05) göstermektedir.  $\Sigma\omega3$  (Toplam omega 3 yağ asitleri),  $\Sigma\omega6$  (Toplam omega 6 yağ asitleri).

HMSO (1994),  $\Sigma$ PUFA/ $\Sigma$ SFA oranının en az 0.45 olması gerektiğini bildirmiştir. Sonuçlarımıza göre bu oranın altı muamele grupları arasında sadece depolamanın son haftasında ADA1 grubunda gözlenmiştir. Diğer tüm gruplarda depolama süresince en düşük limit değer üzerinde olmuştur. Ozogul ve ark. (2009), Akdeniz'deki 34 farklı balık türü için  $\Sigma$ PUFA/ $\Sigma$ SFA oranının bu sınır değer üzerinde olduğunu bildirmiştir. Durmus (2017), *Neogobius melanostomus*'un (kaya balığı) mevsimsel  $\Sigma$ PUFA/ $\Sigma$ SFA oranının sınır değer üzerinde olduğunu bildirmiştir. Chávez-Mendoza ve ark. (2014) taze alabalık filetosunun PUFA/SFA oranını 1.87 olarak, donmuş alabalık filetosunun PUFA/SFA oranını % 44 azaldığını bildirmişlerdir.

Depolama süresi ile  $\Sigma\omega_3$  ve  $\Sigma\omega_6$  miktarında azalmalar gözlenmiştir. Depolama sonunda en düşük  $\Sigma\omega_3$  ve  $\Sigma\omega_6$  miktarları kontrol grubunda görülürken en yüksek seviyeler genel olarak yine ADA3 ve ADA2 gruplarında gözlenmiştir (Çizelge 5). Ozoğul ve ark. (2017), ticari yağlara dayalı nanoemülsiyonlu/nanoemülsiyonsuz muamele edilen levrek filetolarının  $\Sigma\omega_3$  ve  $\Sigma\omega_6$  seviyelerinin, kontrol grubunda daha yüksek düşüşler ile depolama sırasında azalmaya başladığını bildirmişlerdir.

Doymamış yağ asitlerinin  $\omega_6/\omega_3$  oranı, kanser ve kardiyovasküler hastalıkların ölüm nedenleri ile ilişkilidir (Hoz ve ark., 2004). Bu oranın aynı zamanda balık yağındaki besin değerlerini karşılaştırmak için kullanılan önemli bir gösterge olduğu (Pigott ve Tucker, 1990; Cengiz ve ark., 2010) ve diyetlerde 1:1 veya 2:1 kadar düşük tutulması gerektiği bildirilmiştir (Granados ve ark., 2006). HMSO (1994)'e göre bu oranın maksimum 4 olabileceği öne sürülmüştür. Cengiz ve ark. (2010), 0.2 ile 1.6 arasındaki bir oranın sağlıklı bir insan diyeti oluşturduğunu öne sürmektedir. İnsan diyetindeki  $\Sigma\omega_6 / \omega_3$  oranının azaltılması, koroner kalp hastalığını önlemeye yardımcı olmak ve kanser riskini azaltmak için çok önemlidir (Kinsella ve ark., 1990). Ozogul ve ark. (2009) Akdeniz'de bulunan 34 deniz balığı türünün  $\omega_6/\omega_3$  oranlarının önerilen sınır değerleri aşmadığını bildirmiştir. Ozogul ve ark. (2017), ticari yağlara dayalı nanoemülsiyonlarla muamele edilmiş vakumlu ambalajlı levrek filetolarının en yüksek  $\omega_6/\omega_3$  oranının kontrol grubunda (1.93) olduğunu, ardından depolama dönemi başında ayçiçeği (1.78) grubunun geldiğini gözlemlemişlerdir.  $\omega_6/\omega_3$ 'te en yüksek artış kontrol grubunda (2.73), depolama dönemi sonunda mısır (2.20) ve fındık (2.15) gruplarında görülmüştür. Durmus (2017), *Neogobius melanostomus*'un mevsimsel  $\omega_6/\omega_3$  oranının sınır değeri aşmadığını bildirmiştir. Chávez-Mendoza ve ark. (2014) taze alabalık filetosunun  $\omega_3/\omega_6$  oranının 1.60 olduğunu ve dondurulmuş alabalık filetosunun  $\omega_3/\omega_6$  oranının % 23.75 azaldığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda depolama sırasında  $\Sigma\omega_6/\omega_3$  oranı sınır değeri aşmayan 0.09 ile 0.18 arasında bulunmuştur.

Mevcut çalışmada, DHA/EPA oranı depolama sırasında oldukça sabit kalmıştır. Bu oran başlangıçta kontrol, ADA1, ADA2 ve ADA3 grupları için sırasıyla 2.38, 2.43, 2.47 ve 2.52 olarak belirlenmiştir. Depolama sonunda en yüksek DHA/EPA kontrol grubunda (2.21), en düşük oran ADA1 grubunda (1.92) olmuştur. Türkiye denizlerinden ticari olarak önemli sekiz balık türünün etindeki yağ içeriği ve yağ asidi kompozisyonları araştırılmıştır (Ozogul ve Ozogul 2007). Araştırmada kullanılan tüm balık türlerinde EPA ve DHA'nın yüksek olması bu balık türlerinin değerini arttırmıştır. Araştırma sonucunda DHA/EPA oranının 0.73 ile 6.70 arasında değiştiği rapor edilmiştir. Aslan ve ark., (2007) yapmış olduğu çalışmada doğadan yakalanan ve yetiştiriciliği yapılan alabalığın DHA/EPA oranı sırasıyla 1.55 ve 5.00 olarak hesaplanmıştır. Yapmış olduğumuz çalışmada elde etmiş olduğumuz DHA/EPA oranının yukarıda belirtilen sonuçların arasında kaldığı tespit edilmiştir.

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada ülkemiz için ekonomik değeri oldukça yüksek olan hamsiden elde edilen balık yağlarının farklı konsantrasyonlarda adaçayı kullanılarak hazırlanan karışımları mikroenkapsüle edilerek toz haline getirilmiştir. Ayrıca, mikroenkapsüle hamsi yağının farklı konsantrasyonlarda kullanılan adaçayı uçucu yağları ile oksidatif stabilite düzeyi araştırılmıştır. Sonuçlar, son derece hassas omega-3 yağ asitlerini lipid oksidasyonundan korumak için, püskürtmeyle kurutmadan önce, balık yağına adaçayı esansiyel yağlarının dahil edilmesinin tavsiye edilebileceğini göstermektedir. Yağ asitlerinin oksidasyonu göz önüne alındığında, adaçayı uçucu yağları ile mikrokapsüllenmiş balık yağlarının kontrol grubuna göre daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Ayrıca adaçayı uçucu yağının çalışmada kullanılan balık yağının kokusunu maskeleyiği belirlenmiştir.

#### Teşekkür

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FBA-2019-11949 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

## Kaynakça

- Annamalai, J., Dushyant C, K., & Gudipati, V. (2015). Oxidative stability of microencapsulated fish oil during refrigerated storage. *Journal of food processing and preservation*, 39(6), 1944-1955.
- Aslan, S. S., Guven, K. C., Gezgin, T., Alpaslan, M., & Tekinay, A. (2007). Comparison of fatty acid contents of wild and cultured rainbow trout *Onchorhynchus mykiss* in Turkey. *Fisheries science*, 73(5), 1195-1198.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M., (2008). Biological effects of essential oils—a review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446-475.
- Bakry, A. M., Fang, Z., Ni, Y., Cheng, H., Chen, Y. Q., & Liang, L. (2016). Stability of tuna oil and tuna oil/peppermint oil blend microencapsulated using whey protein isolate in combination with carboxymethyl cellulose or pullulan. *Food Hydrocolloids*, 60, 559-571.
- Bangs, W. E., & Reineccius, G. A., (1988). Corn starch derivatives: possible wall materials for spray-dried flavor manufacture.
- Bayır, A., Haliloğlu, H. İ., Sirkecioğlu, A. N., & Aras, N. M. (2006). Fatty acid composition in some selected marine fish species living in Turkish waters. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(1), 163-168.
- Bligh, E. C., & Dyer, W. J. (1959). “A rapid method of total lipid extraction and purification”, *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37, 913–917.
- Cengiz, E. I., Unlu, E., & Bashan, M. (2010). Fatty acid composition of total lipids in muscle tissues of nine freshwater fish from the River Tigris (Turkey). *Turkish Journal of Biology*, 34(4), 433-438.
- Chávez-Mendoza, C., García-Macías, J. A., Alarcón-Rojo, A. D., Ortega-Gutiérrez, J. Á., Holguín-Licón, C., & Corral-Flores, G. (2014). Comparison of fatty acid content of fresh and frozen fillets of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) Walbaum. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 57(1), 103-109.
- Chen, Q., McGillivray, D., Wen, J., Zhong, F., & Quek, S. Y. (2013). Co-encapsulation of fish oil with phytosterol esters and limonene by milk proteins. *Journal of Food Engineering*, 117(4), 505-512.
- Czerniak, A., Kubiak, P., Białas, W. & Jankowski, T. (2015). Improvement of oxidative stability of menhaden fish oil by microencapsulation within biocapsules formed of yeast cells. *Journal of Food Engineering*, 167:2-11.
- Duncan, D. B., (1955). Multiple Range ,Multiple F.Test. *Biometrics*, 11: 1-42
- Durmuş, M., (2020). The effects of nanoemulsions based on citrus essential oils (orange, mandarin, grapefruit, and lemon) on the shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets at 4±2°C. *Journal of Food Safety*, 40(1), e12718.
- Durmuş, M. (2017). Nutritional composition and fatty acids content of Neogobius melanostomus caught in Central Black Sea. *Aquaculture Studies*, 17, 485-499.
- Durmuş, M. (2018). Fish oil for human health: omega-3 fatty acid profiles of marine seafood species. *Food Science and Technology*, AHEAD
- Fernandes, R. V. D. B., Borges, S. V., Botrel, D. A. (2013). Influence of spray drying operating conditions on microencapsulated rosemary essential oil properties. *Food Science and Technology (Campinas)*, 33, 171-178.
- Fung, T., Rexrode, K. M., Mantzoros, C. S., Manson, J. E., Willett, W. C., & Hu, F. B. (2009). Mediterranean diet and incidence of and mortality from coronary heart disease and stroke in women. *Circulation*, 119(8), 1093-1100.
- Gouin, S. (2004). Microencapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends. *Trends in Food Science & Technology*, 15(7-8), 330-347.
- Granados, S., Quiles, J. L., Gil, A., & Ramírez-Tortosa, M. C. (2006). Lípidos de la dieta y cáncer. *Nutrición hospitalaria*, 21, 44-54.
- Heinzelmann, K. & Franke, K. (1999). Using freezing and drying techniques of emulsions for the microencapsulation of fish oil to improve oxidation stability. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 12: 223–229.
- Heinzelmann, K., Franke, K., Jensen, B., & Haahr, A. M. (2000). Protection of fish oil from oxidation by microencapsulation using freeze-drying techniques. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 102(2), 114-121.

- Hogan, S.A., O'riordan, E. D., & O'sullivan, M., (2003). Microencapsulation and oxidative stability of spray-dried fish oil emulsions. *Journal of Microencapsulation*, 20(5), 675-688.
- Hoz, L., D'arrigo, M., Cambero, I., & Ordóñez, J. A. (2004). Development of an n-3 fatty acid and  $\alpha$ -tocopherol enriched dry fermented sausage. *Meat Science*, 67(3), 485-495.
- Huang, H., Hao, S., Li, L., Yang, X., Cen, J., Lin, W., & Wei, Y. (2014). "Influence of emulsion composition and spray-drying conditions on microencapsulation of tilapia oil". *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 2148-2154.
- Ichihara, K., Shibahara, A., Yamamoto, K., & Nakayama, T. (1996). "An Improved Method for Rapid Analysis of the Fatty Acids of Glycerolipids. *Lipids*, 31, 535-539.
- Jeyakumari, A., Zynudheen, A. A., Parvathy, U., & Binsi, P. K. (2018). Impact of chitosan and oregano extract on the physicochemical properties of microencapsulated fish oil stored at different temperature. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 942-955.
- Kagami, Y., Sugimura, S., Fujishima, N., Matsuda, K., Kometani, T., & Matsumura, Y. (2003). Oxidative stability, structure, and physical characteristics of microcapsules formed by spray drying of fish oil with protein and dextrin wall materials. *Journal of Food Science*, 68(7), 2248-2255.
- Kim, Y. D., & Morr, C. V. (1996). Microencapsulation properties of gum arabic and several food proteins: spray-dried orange oil emulsion particles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(5), 1314-1320.
- Kinsella, J. E. (1987). Seafoods and fish oils in human health and disease. M. Dekker.
- Kinsella, J. E., Lokesh, B., & Stone, R. A. (1990). Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: possible mechanisms. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 52(1), 1-28.
- Li, J., Solval, K. M., Alfaro, L., Zhang, J., Chotiko, A., Delgado, J.L.B., Chouljenko, A., Bankston, D., Bechtel, P.J., & Sathivel, S. (2015). Effect of blueberry extract from blueberry pomace on the microencapsulated fish oil. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(2), 199-206.
- Mol, S. (2008). Balık Yağı Tüketimi ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Journal of Fisheries Sciences*, 2(4), 601-607.
- Ozogul, Y., Durmus, M., Ucar, Y., Kosker, A. R., & Ozogul, F. (2017). The combined impact of nanoemulsion based on commercial oils and vacuum packing on the fatty acid profiles of sea bass filets. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(6), e13222.
- Ozogul, Y., Yuvka, I., Ucar, Y., Durmus, M., Kosker, A. R., Oz, M., & Ozogul, F. (2017). Evaluation of effects of nanoemulsion based on herb essential oils (rosemary, laurel, thyme and sage) on sensory, chemical and microbiological quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) filets during ice storage. *LWT- Food Science and Technology*, 75, 677-684.
- Ozogul, Y., & Ozogul, F. (2007). Fatty acid profiles of commercially important fish species from the Mediterranean, Aegean and Black Seas. *Food Chemistry*, 100(4), 1634-1638.
- Ozogul, Y., Ozogul, F. H., Cicek, E., Polat, A., & Kuley, E. (2009). Fat content and fatty acid compositions of 34 marine water fish species from the Mediterranean Sea. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(6), 464-475
- Pigott, G. M., & Tucker, B. (1990). Seafood: effects of technology on nutrition (Vol. 39). CRC press.
- Raatz, S., & Bibus, D. (2016). Fish and fish oil in health and disease prevention. USA: Academic Press.
- Ton, N. M. N., Tran, T. T. T., & Le, V. V. M. (2016). Microencapsulation of rambutan seed oil by spray-drying using different protein preparations. *International Food Research Journal* 23(1), 123-128
- Serfert, Y., Drusch, S., & Schwarz, K. (2009). Chemical stabilisation of oils rich in long-chain polyunsaturated fatty acids during homogenisation, microencapsulation and storage. *Food Chemistry*, 113(4), 1106-1112.
- Tatar, F., Tunç, M. T., Dervisoglu, M., Cekmecelioglu, D. & Kahyaoglu, T. (2014). Evaluation of hemicellulose as a coating material with gum arabic for food microencapsulation. *Food Research International*, 57:168-175.
- Ucar, Y. (2020). Antioxidant effect of nanoemulsions based on citrus peel essential oils: Prevention of lipid oxidation in trout. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 122(5), 1900405.

- Wan, Y., Bankston Jr, J. D., Bechtel, P. J. & Sathivel, S. (2011). Microencapsulation of menhaden fish oil containing soluble rice bran fiber using spray drying technology. *Journal of Food Science*, 76(4): 348-356
- Yesilsu, A. F., & Ozyurt, G., (2019). Oxidative stability of microencapsulated fish oil with rosemary, thyme and laurel extracts: A kinetic assessment. *Journal of Food Engineering*, 240, 171-182
- Zlatanov, S., & Laskaridis, K. (2007). Seasonal variation in the fatty acid composition of three Mediterranean fish—sardine (*Sardina pilchardus*), anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and picarel (*Spicara smaris*). *Food Chemistry*, 103(3), 725-728.



Research Article

**The Effect of The Different Training Systems on Yield and Vegetative Growth of “Santa Maria” and “Deveci” Pear Cultivars**

**Emine KUCUKER<sup>1</sup>, Erdal AGLAR<sup>\*2</sup>**

<sup>1</sup>Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Siirt-Turkey

<sup>2</sup>Van Yuzuncu Yil University Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Van-Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-4198-6262> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-4199-5716>

\*Corresponding author e-mail: [erdalaglar@hotmail.com](mailto:erdalaglar@hotmail.com)

**Article Info**

Received: 21.05.2021  
Accepted: 18.11.2021  
Online Published: 15.12.2021  
DOI: 10.29133/yyutbd.940463

**Keywords**

Fruit size,  
One arm cordon,  
Palmette,  
*Pyrus comminus*,  
Vertical axis.

**Abstract:** The study was conducted between 2012-2014 in order to determine the effects of the training systems on "Deveci" and "Santa Maria" cultivars grafted on Quince A rootstock. The effect of the training system on the TCSA and canopy volume values of the trees was significant, but there were differences in the effect depending on the cultivar. The trees, which had a thicker trunk, were obtained with Y Palmette in Santa Maria cultivar and Vertical Axis in Deveci cultivar. The yield values changed depending on the training system and cultivar. It has been determined that the trees treated in Vertical Axis and Y Palmette training systems have a higher yield. It can be said that the Deveci cultivar had a relatively higher yield. Deveci cultivar had larger fruit, and the effect of the training system varied depending on the cultivar. In Santa Maria cultivar, the fruit of the trees on which the One Arm Cordon training system was bigger. In Deveci cultivar, the larger fruit was harvested from the trees on which One Arm Cordon and Vertical Axis training systems. As a result, the training systems have been influential in the vegetative growth and yield of the trees.

**Santa Maria” and “Deveci” Armut Çeşitlerinin Vejetatif Gelişimi ve Meyve Verimi Üzerine Farklı Terbiye Sistemlerinin Etkisi**

**Makale Bilgileri**

Geliş: 21.05.2021  
Kabul: 18.11.2021  
Online Yayınlanma: 15.12.2021  
DOI: 10.29133/yyutbd.940463

**Anahtar kelimeler**

Meyve büyüklüğü,  
One arm cordon,  
Palmette,  
*Pyrus comminus*,  
Vertical axis.

**Öz:** Çalışma, Quince A üzerine aşılınmış "Deveci" ve "Santa Maria" çeşitlerinde farklı terbiye sistemlerinin etkisini belirlemek amacıyla 2012- 2014 yılları arasında yürütüldü. Ağaçlarda TCSA ve taç hacmi değerlerinde terbiye sisteminin etkisi önemliydi, ancak çeşide bağlı olarak etkide farklılıklar meydana geldi. Santa Maria çeşidinde Y Palmette, Deveci çeşidinde ise Vertical Axis terbiye sistemi ile daha kalın gövdeli ağaçlar elde edildi. Uygulanan terbiye sistemine ve çeşide bağlı olarak meyve verimi değerleri değişti. Vertical Axis ve Y Palmette uygulaması ile ağaçların daha verimli oldukları belirlendi. Deveci çeşidinin nispeten daha verimli olduğu söylenebilir. Deveci çeşidi daha büyük meyvelere sahipti ve terbiye sisteminin etkisi çeşide bağlı olarak değişiklik gösterdi. Santa Maria çeşidinde One Arm Cordon terbiye sistemi uygulanmış ağaçların meyveleri daha büyüktü. Deveci çeşidinde ise One Arm Cordon ve Vertical Axis terbiye sistemleri uygulanmış ağaçlarda daha büyük meyveler hasat edildi. Sonuç olarak, terbiye sistemleri ağaçların vejetatif gelişiminde ve meyve veriminde etkili oldu.

## 1. Introduction

The upright and strong tree growth in pear cultivation is one of the most significant problems affecting light interception, thus the efficiency and quality, and complicating cultural practices such as pruning and disease control. In this sense, the controlling tree size in pear will increase yield and quality in fruit by increasing light efficiency and reducing competition for the sink materials in the tree (Wang et al., 2014). The changes in light intensity in the tree cause differences in the rate of photosynthesis by affecting stomatal conductance (Baïram et al., 2019) and some non-stomatal parameters (Lin et al., 2020), and thus affect the fruit quality (Du, 2018).

The rootstock and pruning are the two most significant factors in controlling the vigorous growth of the tree and increasing the light efficiency. The main reason why quince rootstocks are preferred in pear cultivation (Mitcham and Etkins, 2007), which form smaller trees compared to clonal pear rootstocks, provide precocity and increase yield and quality in fruit, is from this situation. Pruning regulates canopy structure and nutrient distribution in fruit trees and can also increase photosynthesis and fruit yield. It has been demonstrated in many studies that light interception and distribution, which has an important efficiency in fruit yield and quality, increased as a result of pruning practices (Wang et al., 2019).

The training system is a method used to regulate tree planting and canopy formation to improve light interception and distribution to maximize fruit yield and quality (Lordan et al., 2018). The main goal of the training system in pear trees is to direct tree growth and develop a strong tree structure that will support quality fruit production. For this goal, many training systems have been developed, although it varies depending on the planting density in the pear.

The main goal in these training systems is to contribute to the maximum light interception and distribution of the tree by keeping the tree size at the desired level and thus increasing the yield and quality of the fruit. The effect of the training systems on pear growth vigor, yield, and quality has been demonstrated in many studies.

The aim of this study is to determine the effect of Vertical Ax, One Arm Cordon, and Y Palmette training systems on "Deveci" and "Santa Maria" cultivars grafted on Quince A and widely used in pear production in Turkey.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Plant Material

The study was conducted in the orchard of Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Agriculture, between 2012-2014 years. In the study, the pear trees planted with 3.5 x 1 m planting density of Santa Maria and Deveci cultivars grafted on Quince A rootstock and treated with Vertical Axis, One Arm Cordon, and Y Palmette were used as plant material. The trees were irrigated with a drip irrigation system, and fertigated with 30 g of 20-20-20 N-P-K per tree per year. Fruits were hand-thinned after June drop to a spacing of 15 cm. The details of the measurements and analyzes made in the study are presented below.

### 2.2. Trunk Cross-Sectional Area (TCSA)

The trunk diameter was measured 15 cm above the graft union with a digital caliper with a sensitivity of 0.01 mm. The trunk cross-sectional area was calculated by using the formula  $TCSA = \pi r^2$ .

### 2.3. Canopy Volume

Two measurements were taken of the north-south and east-west directions in the middle of the tree canopy, and the canopy width (R, diameter) was determined by calculating the average of these two values. Then, the distance between the point where the lowest branch was formed and the top of the canopy was measured, and the canopy height (h) was determined in meters. Canopy volume was calculated using the formula  $V = \pi r^2 h / 2$  and expressed in  $m^3$ .

## 2.4. Yield

Yield from each tree were weighed in each year (2012, 2013, and 2014) to find out the yield per tree, and these values were then summed to find out the cumulative yield ( $\text{kg tree}^{-1}$ ). Yield per tree was multiplied by the number of trees per decare to find out the yield per decare ( $\text{t da}^{-1}$ ), and these values were then summed to find out the total yield per decare ( $\text{t da}^{-1}$ ).

## 2.5. Yield Efficiency

The yield efficiency (yield  $\text{TCA}^{-1}$ ) was calculated as the ratio of yield per tree of the years 2012, 2013, and 2014 to trunk cross-sectional areas.

## 2.6. Fruit Weight

The weight of 20 fruit harvested randomly from each tree were measured by digital scales (Radwag, Poland) with a sensitivity of 0.01 g and average fruit weight calculated.

## 2.7. Statistical analyses

The trial was established in split plot design with four replications. After the data obtained were analyzed with analysis of variance, the level of the significance between the treatments was determined by the Tukey multiple comparison test. Statistical analysis was performed using the SAS package program (SAS 9.1 version, USA). The significance level was considered as  $\alpha = 5\%$  in statistical analysis and interpretation of the results.

## 3. Results and Discussion

### 3.1. Vegetative Growth

The combination of the rootstock, cultivar, and training system has a significant effect on the control of the tree size in pear, which forms large trees with vertical and strong tree growth. The training system is a method used to regulate vegetative growth in trees to improve light interception and distribution in order to maximize fruit yield and quality (Lordan et al., 2018).

In the study, the effect of the training system on TCSA and canopy volume values, which are the important criteria of the vegetative development in trees, were significant, but the differences occurred in effect depending on the cultivar. When the TCSA values were examined and the last year of the study was taken into account, it was determined that the trees with Y Palmet in Santa Maria cultivar formed thicker trunks. The trees had the lowest TCSA value with the One Arm Cordon training system. In the Deveci cultivar, there were no significant differences between the trunk thickness of the trees with Y Palmette and One Arm Cordon training systems while Vertical Axis training system occurred trees with a thicker trunk. Considering these results, it can be said that the effect of the cultivar on the TCSA value of the trees is significant.

The training systems were effective in the canopy volume while it was observed that there was no cultivar effect. Because the trees with the largest trunk in both cultivars were obtained with Vertical Axis training system while it was determined that the trees with One Arm Cordon training system formed smaller canopy (Table 1). The results of the study can be explained by the contribution of the training system to the regulation of the tree structure, size and canopy volume (Wunsche and Lakso, 2000).



Table 1. Effects of the training systems on trunk cross-sectional area (TCSA) and canopy volume of Santa Maria and Deveci pear cultivars

Cultivar	Training system	TCSA (cm <sup>2</sup> )			Canopy volume (m <sup>3</sup> )
		2012	2013	2014	2014
Santa Maria	Vertical Axis	2.55±0.14 <sup>a</sup>	4.28±0.22 <sup>a</sup>	5.86±0.32 <sup>b</sup>	2.00±0.12 <sup>a</sup>
	One Arm Cordon	1.63±0.09 <sup>b</sup>	2.74±0.15 <sup>b</sup>	3.58±0.22 <sup>c</sup>	0.71±0.05 <sup>c</sup>
	Y Palmette	2.68±0.13 <sup>a</sup>	4.86±0.24 <sup>a</sup>	8.29±0.45 <sup>a</sup>	1.70±0.09 <sup>b</sup>
Deveci	Vertical Axis	2.77±0.17 <sup>b</sup>	4.28±0.23 <sup>a</sup>	8.96±0.48 <sup>a</sup>	1.86±0.14 <sup>a</sup>
	One Arm Cordon	3.40±0.22 <sup>a</sup>	4.55±0.32 <sup>a</sup>	7.99±0.39 <sup>b</sup>	0.67±0.07 <sup>c</sup>
	Y Palmette	2.60±0.16 <sup>b</sup>	4.71±0.29 <sup>a</sup>	7.71±0.41 <sup>b</sup>	1.55±0.11 <sup>b</sup>

Means indicated with the same lower-case letter in the same columns do not differ according to Tukey's test at P<0.05.

### 3.2. Fruit Set and Size

In the study, it can be said that the increase in the yield values per tree depending on the years, the trees do not reach the full yield age, and the low yield is due to this situation. Yield values changed depending on the training system. While the lowest values for both cultivars in terms of yield and yield efficiency per tree were recorded in the trees treated with One Arm Cordon training system, it was determined that the trees were more efficient with the Vertical Axis and Y Palmette training systems. Although it was not revealed statistically in the study, it can be said that Deveci cultivar is relatively more efficient (Table 2). Musacchi et al. (2011), who reported that there were differences in yield depending upon the training system on the pear, suggested that the efficiency is higher with Vertical Axis training system, in line with our study results.

The differences in fruit yield and size depending on the training systems treated to the trees can be explained by the effect of the training systems on the light interception in the canopy. Anthony et al. (2020) reported that the light interception and distribution within the canopy differed with the different training systems, while Corelli-Grappadelli and Lakso (2007) revealed that the training system could affect the development, position, and angle of the branches and thus the light interception, which has an effect on fruit yield and quality. The changes in light intensity in the tree cause differences in the rate of photosynthesis by affecting stomatal conductance (Bairam et al., 2019) and some non-stomatal parameters (Sun et al., 2018; Xie et al., 2018), and thus affect the fruit quality (Ran et al., 2012; Jajo et al., 2014).

Table 2. Effects of the training systems on yield of Santa Maria and Deveci pear cultivars

Cultivar	Training system	Yield (kg tree <sup>-1</sup> )			Cumulative yield (kg tree <sup>-1</sup> )	Yield efficiency (kg cm <sup>-2</sup> )
		2012	2013	2014	2014	2014
Santa Maria	Vertical Axis	2.30±0.25 <sup>a</sup>	5.05±0.22 <sup>a</sup>	7.60±0.32 <sup>a</sup>	14.95±0.54 <sup>a</sup>	2.97±0.12 <sup>a</sup>
	One Arm Cordon	1.75±0.18 <sup>b</sup>	2.50±0.12 <sup>c</sup>	3.80±0.14 <sup>c</sup>	8.05±0.32 <sup>b</sup>	2.22±0.09 <sup>b</sup>
	Y Palmette	2.26±0.17 <sup>a</sup>	4.71±0.15 <sup>a</sup>	6.71±0.23 <sup>b</sup>	13.68±0.35 <sup>a</sup>	2.88±0.10 <sup>a</sup>
Deveci	Vertical Axis	2.02±0.16 <sup>a</sup>	6.07±0.25 <sup>a</sup>	8.68±0.33 <sup>a</sup>	16.77±0.52 <sup>a</sup>	3.01±0.17 <sup>a</sup>
	One Arm Cordon	1.90±0.13 <sup>c</sup>	3.10±0.11 <sup>c</sup>	4.16±0.21 <sup>c</sup>	9.16±0.25 <sup>b</sup>	2.43±0.11 <sup>b</sup>
	Y Palmette	2.87±0.20 <sup>a</sup>	5.02±0.15 <sup>b</sup>	7.42±0.29 <sup>b</sup>	15.31±0.31 <sup>a</sup>	2.96±0.14 <sup>a</sup>

Means indicated with the same lower-case letter in the same columns do not differ according to Tukey's test at P<0.05.

In the study, there were no differences in fruit size depending on the year, while the effect of the training system was significant. Deveci cultivar had larger fruit, and the effect of the training system varied depending on the cultivar. The effect of the training system was not observed in the last year of the study in Santa Maria cultivar, while in other years, it was found that the fruit of the trees with One Arm Cordon training system were larger, and there were no significant differences between the other

two training systems. In Deveci cultivar, the training system created the differences in fruit size along with the study. In terms of fruit size in this cultivar, the larger fruit was harvested from trees with One Arm Cordon and Vertical Axis training systems, while it was determined that the trees occurred relatively smaller fruit with Y Palmette training system (Table 3). As a matter of fact, many studies have shown that light interception and distribution, which has a significant effect on fruit size, increase as a result of pruning practices (Jung and Choi, 2010; Zhao et al., 2018).

As a result, the training system has been effective in the vegetative development of the trees and yield. One Arm Cordon training system can be treated to control vegetative development. Vertical axis and One Arm Cordon training systems can be recommended for fruit yield.

Table 3. Effects of the training systems on fruit mass of Santa Maria and Deveci pear cultivars

Cultivar	Training system	Fruit mass (g)		
		2012	2013	2014
Santa Maria	Vertical Axis	217±5.00 <sup>b</sup>	218±4.98 <sup>b</sup>	222±4.99 <sup>a</sup>
	One Arm Cordon	230±5.20 <sup>a</sup>	231±5.01 <sup>a</sup>	225±5.03 <sup>a</sup>
	Y Palmette	216±5.12 <sup>b</sup>	211±4.42 <sup>b</sup>	216±4.88 <sup>a</sup>
Deveci	Vertical Axis	277±5.33 <sup>a</sup>	274±5.23 <sup>a</sup>	278±5.21 <sup>a</sup>
	One Arm Cordon	272±5.28 <sup>a</sup>	270±5.21 <sup>ab</sup>	276±5.07 <sup>ab</sup>
	Y Palmette	259±5.31 <sup>b</sup>	263±5.18 <sup>b</sup>	268±4.99 <sup>b</sup>

Means indicated with the same lower-case letter in the same columns do not differ according to Tukey's test at P<0.05.

## References

- Anthony, B., Serra, S., & Musacchi, S. (2020). Optimization of Light Interception, Leaf Area and Yield in "WA38": Comparisons among Training Systems, Rootstocks and Pruning Techniques. *Agronomy*, 10(5), 689.
- Bairam, E., leMorvan, C., Delaire, M., & BuckSorlin, G. (2019). Fruit and leaf response to different source-sink ratios in apple, at the scale of the fruit-bearing branch. *Front Plant Sci*, 10, 1039–1052.
- Corelli-Grappadelli, L., & Lakso, A.N. (2007). Is maximizing orchard light interception always the best choice? In VIII International Symposium on Canopy, Rootstocks and Environmental Physiology in Orchard Systems. *Acta Hort.* 732, 507–518.
- Du, Y.L. (2018). The effects of different pruning methods on growth and fruit quality of arid dwarf middle stock 'Yanfu 3' apple trees [M. D. Dissertation]. *Gansu Agricultural University, Lanzhou, China*.
- Jajo, A., Rahim, M.D.A., Serra, S., Gagliardi, F., Jajo, N.K., Musacchi, S., Costa, G., Bonghi, C., & Trainotti, L. (2014). Impact of tree training system, branch type and position in the canopy on the ripening homogeneity of 'Abbé Fétel' pear fruit. *Tree Genet Genomes*, 10, 1477–1488.
- Jung, S.K., & Choi, H.S. (2010). Light penetration, growth, and fruit productivity in 'Fuji' apple trees trained to four growing systems. *Sci Hortic*, 125, 672–678.
- Lin, L., Yu, L., Wang, H.N., Niu, Z.M., & Xie, P. (2020). Effect of canopy structure on foliar photosynthetic characteristics and fruit quality of pears. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*, 40, 1180–1191.
- Lordan, J., Francescatto, P., Dominguez, L.I., & Robinson, T.L. (2018). Long-term effects of tree density and tree shape on apple orchard performance, a 20 year study Part 1, agronomic analysis. *Sci Hortic*, 238: 303–317.
- Mitcham, E.J., & Elkins, R.B. (2007). Pear production and handling manual (Vol. 3483). UCANR Publications. Musacchi, S., Serra, S., & Ancarani, V. (2011). Comparison among pear training systems and rootstocks for high density planting (HDP) of the cultivar 'Abbe Fetel'. *Acta Hort.* 909, 251-258
- Ran, X.T., Song, H.Z., Gao, Z.H., Han, J.C., Wei, J.M., & Le, W.Q. (2012). The effects of different tree shapes of pear on the light and fruit yield and quality. *Acta Hort Sin*, 39: 957–962.

- Sun, W.T., Niu, J.Q., Dong, T., Liu, X.L., Yin, X.N., & Ma, M. (2018). Effect of thinning and reshaping on the canopy structure and leaf quality at late growth stage in dense apple orchard in Loess Plateau of eastern Gansu, China. *Chin J Appl Ecol*, 29, 3008–3016.
- Wang, Y.F., Travers, S., Bertelsen, M.G., Thorup-Kristensen, K., Petersen, K.K., & Liu, F.L. (2014). Effect of root pruning and irrigation regimes on pear tree: growth, yield and yield components. *Hort. Sci (prague)* 41, 1: 34–43
- Wang, Y., Li, H.L., Zhao, W.X., Chang, G.Z., Kang, L.Y., Li, X.H., Liang, S., & Gao, N.N. (2019). Analysis on seasonal canopy characteristics variation, leaf quality and photosynthetic characteristics of different apple tree shapes. *Heilongjiang Agric Sci*, 100–103.
- Wunsche, J.N. & Lakso, A.N. (2000). Apple tree physiology: Implications for orchard and tree management. *Compact Fruit Tree*, 33, 82–88.
- Xie, P., Yu, L., Niu, Z.M., Li, Z.Q., Wang, H.N., & Li, X.P. (2018). Effect of difference of number of main branches on chlorophyll fluorescence characteristics of apple leaves. *J Shanxi Agric Sci*, 46, 905–909.
- Zhao, D.Y., Xu, K., Yuan, J.C., Yan, S., & Cheng, C.G. (2018). Physiological response of fruit tree on light environment changes. *Northern Fruits*, 1,1-5.



## Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences

<https://dergipark.org.tr/en/pub/yyutbd>



Research Article

### Identification and Antimicrobial Activity of Actinobacteria Isolated from Rhizosphere of the Local Endemic Plants

Süleyman ÖZAKIN<sup>1,3</sup>, Bilgin TAŞKIN<sup>2</sup>, Ebru İNCE BOSTANCI<sup>\*3</sup>

<sup>1</sup>Current address: Biem Pharmaceutical Research & Development Department Martek-Tübitak, İzmit, Turkey

<sup>2</sup>Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, 65080, Van, Turkey

<sup>3</sup>Dicle University, Faculty of Science, Department of Biology, 21280, Diyarbakır, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-9536-9852> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-9772-7438> <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-9048-5798>

\*Corresponding author e-mail: [ince@dicle.edu.tr](mailto:ince@dicle.edu.tr)

#### Article Info

Received: 26.06.2021  
Accepted: 22.11.2021  
Online Published: 15.12.2021  
DOI: 10.29133/yyutbd.957756

#### Keywords

16S rRNA,  
Actinobacteria,  
Antimicrobial activity,  
Molecular identification,  
Secondary metabolites.

**Abstract:** The search for novel antimicrobial compounds from the environment has been gaining momentum with the increase in resistance of pathogens. In the present study, the antimicrobial potential of 11 local isolates of Actinobacteria which were isolated from rhizosphere soils of the three local endemic plants in Turkey was evaluated against different pathogenic bacteria and *Candida albicans*. Antimicrobial activity was investigated by the disk diffusion agar method using the organic extracts obtained from the isolates grown in the modified Bennett's medium and Tryptic Soy Broth (TSB). Eight isolates were revealed to show remarkable antimicrobial activity against to pathogens. Study of the production of bioactive metabolites in two different culture media indicated that the higher antimicrobial activity was observed in modified Bennett's medium when compared to TSB. Also, partial 16S rDNA sequence analyses revealed that 10 of these local isolates belong to member of *Streptomyces* and one of them to member *Promicromonospora* genera.

### Lokal Endemik Bitki Rizosferinden İzole Edilen Aktinobakterilerin Tanımlanması ve Antimikrobiyal Aktivitesi

#### Makale Bilgileri

Geliş: 26.06.2021  
Kabul: 22.11.2021  
Online Yayınlanma: 15.12.2021  
DOI: 10.29133/yyutbd.957756

#### Anahtar kelimeler

16S rRNA,  
Aktinobakteriler,  
Antimikrobiyal aktivite,  
Moleküler tanımlama,  
İkincil metabolitler.

**Öz:** Patojenlerin direncinin artmasıyla birlikte yeni antimikrobiyal bileşik arayışı hız kazanmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye'deki üç yerel endemik bitkinin rizosfer topraklarından izole edilen 11 lokal Aktinobakteri izolatının farklı patojen bakterilere ve *Candida albicans*'a karşı antimikrobiyal potansiyeli değerlendirilmiştir. *In vitro* antimikrobiyal aktivite, modifiye Bennett's ve Tryptic Soy Broth (TSB) besiyerinde üretilen izolatların organik özütleri kullanılarak disk difüzyon agar yöntemiyle araştırılmıştır. Sekiz izolatın patojenlere karşı kayda değer antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Biyoaktif metabolitlerin üretimi üzerine iki farklı kültür ortamının incelenmesi sonucu, modifiye Bennett ortamında daha yüksek antimikrobiyal aktivitenin elde edildiği bulunmuştur. Ayrıca kısmi 16S rDNA dizi analizleri ile bu lokal suşların 10'unun *Streptomyces* ve birinin de *Promicromonospora* cinsine ait olduğu tespit edilmiştir.

## 1. Introduction

The phylum Actinobacteria are considered to be one of the top producers of secondary metabolites, such as antibiotics, immunosuppressors, antifungals and antitumoral, etc. (Ay, 2020; Kämpfer and Labeda, 2006). The *Streptomyces*, which is the largest genus of Actinobacteria, consists of almost 800 species with published names ([www.bacterio.net/streptomyces.html](http://www.bacterio.net/streptomyces.html)). In recent years, as a result of the new generation sequencing analyses into the Actinobacterial systematics, many reclassifications have been made within the genus *Streptomyces* (Nouioui et al., 2018). However, 16S rRNA sequence data still are valuable in the systematics of this genus (Fguira et al., 2005).

One of the important features of the *Streptomyces* genome is the presence of gene clusters responsible for the synthesis of crucial secondary metabolites (Nett et al., 2009). *Streptomyces* genus has been an important reservoir of medically important metabolites, particularly antibiotics. Since the first antibiotic discovery, many antibiotics have been isolated and described from various *Streptomyces* species (Berdy, 2005). The great importance of *Streptomyces* species is due to the urgent need to discover new antimicrobial compounds because of the rapid increase of multi-drug-resistant microbial pathogens (Bush et al., 2011). For this reason, *Streptomyces* has become the main focus of isolation and investigation from different habitats including plant root environment (Yilmaz et al., 2008). Moreover, the large amount of information gathered about *Streptomyces* species makes them more amenable to the application of -omic techniques to unlock their potential to produce potent bioactive metabolites (Nett et al., 2009). Therefore, systematic investigation of *Streptomyces* species becomes more important as they still have the potential to produce many undiscovered secondary metabolites.

This study aimed to determine the variety of Actinobacteria isolated from the rhizosphere soils of three endemic plants, *Aethionema dumanii*, *Salvia aytachii*, and *Achillea ketenoghui* from Beypazarı, Turkey, by 16S rRNA reading. Also, in vitro investigation of antimicrobial activities of isolates grown in two different test media by the disk diffusion agar method is another achievement of this study.

## 2. Material and Methods

### 2.1. Actinobacterial isolates and test organisms

Bacteria were previously isolated from the alkaline root surrounding soil of *A. dumanii*, *S. aytachii*, and *A. ketenoghui* endemic plants near Ayaş-Beypazarı (Ankara), Turkey (Yilmaz et al., 2008).

In the study of evaluation of antimicrobial properties of the ethyl acetate extracts obtained from the isolates grown in the modified Bennett's and Tryptic Soy Broth (TSB) media, *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Streptococcus pyogenes* (ATCC 19615), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) and *Candida albicans* (ATCC 10231) were used as the indicator microorganisms for antimicrobial activity assay. All strain cultures were grown either in Nutrient Broth (NB) broth (Difco, Detroit, MI, USA) or on Nutrient Broth agar plates at 25 °C. Sabouraud Dextrose Agar (SDA, Merck) or broth was used for *C. albicans* production.

### 2.2. Genomic DNA isolation and PCR

TSB medium with 0.5% maltose was used to grow the isolates using an orbital shaker (230 rpm) for 48 hours. 2 ml of it was transferred to a liquid medium containing TSB-YEME and left to incubate at 28 °C for 24 hours in the orbital shaker (230 rpm). 1.5 ml culture was centrifuged and washed twice using 10.3% (w/v) sucrose solution. Pellet was dissolved in 500 µl TSE buffer (25 mmol l<sup>-1</sup> Tris– HCl pH 8.0, 300 mmol l<sup>-1</sup> sucrose, 25 mmol l<sup>-1</sup> EDTA) supplemented with 2 mg ml<sup>-1</sup> lysozyme and 50 µg ml<sup>-1</sup> RNase and incubated at 37 °C for 30 min. 300 µl 2% (w/v) SDS was added and vortexed for 20 s. Phenol:chloroform:isoamyl alcohol (25:24:1, v/v/v) solution was used for extraction, and it was followed by another extraction step with an equal volume of chloroform:isoamyl alcohol (24:1, v/v). In the last step, the DNA in the supernatant was precipitated by standard precipitation method using sodium acetate (3M).

### 2.3. Genotypic characterization of the isolates

The isolates were identified by partial 16S rRNA gene sequencing. The genes were amplified in a polymerase chain reaction (PCR) using the chromosomal DNA as a template and universal bacterial primers, 8f (5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3') and 1492r (5'-GTTACCTTGTTACGACTT-3'). A 50 µl reaction mixture contained 2.5 U Taq polymerase (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA), 0.3 mM dNTPs, 25 mM MgCl<sub>2</sub>, 20 pmol of each primer, 5 µl of 10x reaction buffer (Thermo Fisher Scientific), and 100 ng of template DNA. The step-up PCR procedure included denaturation at 95°C for 5 min, followed by 30 cycles of 94°C for 1 min, 55°C for 1 min, and 72°C for 2 min, with a final extension at 72°C for 10 min. Amplification products were run on a 1 % agarose gel. DNA of the expected size was purified from the gel with the QIAquick gel extraction kit (Qiagen, Hilden, Germany).

16S rRNA gene regions were performed by İontek Biotechnology Company (Turkey) using the chain termination method with Thermo Sequenase II Dye Terminator Cycle Sequencing Kit (Amersham), using a Perkin Elmer-ABI Prism 377 automated sequencing platform. The sequences obtained were analyzed using the database on the website "https://www.ezbiocloud.net/", and then the sequences were logged in to the GenBank site and accessed accession numbers. The phylogenetic tree was constructed by the GGDC web server at <http://ggdc.dsmz.de/> using the phylogenomic data line DSMZ (German Collection of Microorganisms and Cell Cultures GmbH) adapted to single genes (Meier-Kolthoff et al., 2013). Multiple sequence alignment was done with "MUSCLE" (Edgar, 2004), and the phylogenetic tree was created using the Maximum Likelihood method (Stamatakis, 2014).

### 2.4. Extraction of crude metabolites

Each of 11 isolates was inoculated aseptically into 50 ml Bennett's medium in baffled flasks (1 g yeast extract (Fluka), 1 g beef extract (Acumedia), 2 g bacto casein (Difco), and 10 g glucose per l in tap water, pH 7.8) or TSB (Oxoid) media. They were incubated for 3–5 days at 28°C in a rotary shaker at 250 rpm. Then, 500 µl of liquid cultures were inoculated in 50 ml media again and then left for incubation for three days.

After three days of incubation, a press was used to separate the mycelium and supernatant of the culture. The supernatant was extracted with ethyl acetate (EtOAc) (2 x 100 ml). Both extracts were combined and dried with Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Crude extracts were obtained by evaporation to dryness under reduced pressure and weighed. Then they were dissolved in ethyl acetate (EtOAc) and used for antimicrobial screening.

### 2.5. In vitro antibacterial activity

The antibacterial activity of the extracts was evaluated using the disk diffusion method (NCCLS, 2002). Bacterial and *C. albicans* suspensions were prepared with the spectrophotometric method. The final bacterial and *C. albicans* concentration applied on the agar surface was approximated to 10<sup>7</sup> CFU and 10<sup>4</sup>, respectively. The disk diffusion method was performed using Nutrient Agar (NA, Oxoid) for bacteria and Sabouraud Dextrose Agar (SDA, Oxoid) for *C. albicans*. Sterile test discs (Bioanalyse Co., Ltd., Ankara, Turkey) were placed on the agar surface, which had been previously inoculated with 0.1 mL bacterial suspension at an equal distance from each other. 20 µL of each extract was directly applied onto the disks, and the plates were left for incubation at 37°C. Inhibition zones were measured after 24 hours for bacteria and 48 hours for *C. albicans*. Antibiotic discs (all from Oxoid) containing imipenem (10 µg disc<sup>-1</sup>), ofloxacin (5 µg disc<sup>-1</sup>), netilmicin (30 µg disc<sup>-1</sup>), amoxicillin (30 µg disc<sup>-1</sup>), erythromycin (15 µg disc<sup>-1</sup>), and Amphotericin B (20 µg disc<sup>-1</sup>) were used to test the antibiotic susceptibility. EtOAc was used as a negative control for each experiment in the disk diffusion method. The presence of a clear zone around the disks was considered as inhibition.

## 3. Result and Discussion

The rapid spread of antibiotic resistance among pathogens has created an urgent need for drugs. Bioactivity-guided screening of the novel secondary metabolites from microorganisms may provide the potential to overcome the antimicrobial drug-resistance, which is a great public health problem (WHO,

2014; Schein, 2020). In the present study, it was aimed to screen the rhizospheric Actinobacteria to determine the effective anti-microbial strains against pathogen organisms.

Partial (300-600 bp) 16S rRNA gene sequencing of isolates yielded 10 *Streptomyces* and 1 *Promicromonospora* genera according to homology search using the EZBioCloud database (Table 1). The full-length 16S rRNA gene contains nine variable regions (V1-V9) distributed throughout the highly conserved sequence. Our partial sequences (300-600 bp) cover the V1-V3 variable regions (Johnson et al., 2019). Since modern analysis sequencing methods provide an appropriate read of full-length of the 16S rRNA gene, they have the potential to give a better taxonomic analysis of bacterial communities at genus, species, and even strain levels. However, it was also shown that although the full V1-V9 region consistently produced the best results, some sub-regions sequencing produced very good results for classifying sequences for some genera. For example, the V1-V3 region gave satisfactory results for *Escherichia/Shigella* (Johnson et al., 2019). Taxonomic analysis based on the initial 120-bp sequences has been demonstrated in some previous studies to be useful for the identification of *Streptomyces* species (Kataoka et al., 1997). Also, Yilmaz et al., (2008) constructed phylogenetic trees by the neighbor-joining method in their study using both full length and partial 16S rRNA sequences of *Streptomyces* isolates and representative strains. They found that the general topologies of trees from both sequences were similar. On the other hand, genetic distance was more pronounced in the partial-sequence tree.

Table 1. Identification of isolates and GenBank accession numbers according to the results of sequence analysis using the EzBioCloud database

Code of the Isolates	Top-hit Taxon	Top-hit Strain	Similarity (%)	Completeness (%)	GenBank Accession Numbers
AR9	<i>Promicromonospora xylanilytica</i>	YIM 61515	99.50	27.7	MT741827
CS41	<i>Streptomyces chryseus</i>	NRRL B-12347	99.03	21.4	EF494233
CA12	<i>Streptomyces spiroverticillatus</i>	NBRC 12821	98.33	20.7	MT738695
BS32	<i>Streptomyces seymenliensis</i>	B1041	98.63	35.2	MT733233
BS29	<i>Streptomyces hypolithicus</i>	HSM10	99.71	23.3	MT733215
BA14	<i>Streptomyces peucetius</i>	JCM 9920	98.78	22.6	MT733216
BA12	<i>Streptomyces xiangluensis</i>	NEAU-LA29	99.03	21.3	MT733214
AS36	<i>Streptomyces narbonensis</i>	NBRC 12801	99.67	41.7	MT733200
AS28	<i>Streptomyces chryseus</i>	NRRL B-12347	99.73	25.7	MT733199
AR6	<i>Streptomyces flavofungini</i>	NBRC 13371	99.49	41.0	MT733185
AR4	<i>Streptomyces shaanxiensis</i>	CCNWHQ 0031	99.36	21.6	MT733183

The 16S rRNA gene sequencing results of all our isolates revealed 98-99.73% similarity rates (Table 1). Stackebrandt and Goebel, (1994) proposed the 97% 16S rRNA sequence similarity threshold to confirm that the two strains do not belong to the same species. Then, 98.7% sequence similarity ratio was suggested as an originality value, which is higher than the 97% threshold value (Stackebrandt and Ebers, 2006). After a few years, it was proposed that a 98.65% similarity ratio can be used as the threshold of distinguishing two species (Kim et al., 2014). Except for isolate BS32, the 16S rRNA gene sequencing results of all our isolates yielded a higher than 98.65% similarity rate. The similarity value of the isolate BS32 (98.63%) which was related to *Streptomyces seymenliensis* is very close to this threshold (Figure 1). Therefore, it can be stated that our partial 16S rRNA sequences did not yield a new species. It should be noted, however, that although the 16S rRNA gene sequence is a strong indicator, it may not be sufficient alone to identify a new species. A polyphasic approach that encompasses phenotypic and chemical characterizations as well as whole genome-based analysis should be adopted to precisely determine the taxonomic position of a strain (Tindall et al., 2010).

Antimicrobial activities of 11 identified isolates that were grown in modified Bennett's medium and TSB are shown in Table 2. Table 3 shows the results of the antibacterial test of some of the standard antibiotics against tested microorganisms. It was shown that the crude EtOAc extracts of 8 of the isolates had antimicrobial activity against different test organisms. Among them, extracts of CS41 isolate grown in modified Bennett's medium were found to have a strong inhibitory effect on Gram-positive organisms. BS29 grown in the same medium was the only isolate showing both antibacterial and antifungal activity. No antimicrobial effect of the majority of the extracts from isolates grown in TSB medium was observed against test microorganisms. On the other hand, EtOAc extracts of isolates grown in modified Bennett's medium showed remarkable antimicrobial activity (Table 2). According to the results, it was observed that the antibacterial effects of the extracts were more prominent on Gram-positive bacteria compared to Gram-negative bacteria. These findings are parallel to the observations made by the other researchers in their studies in the literature (Basilio et al., 2003; Saadoun and Gharaibeh, 2003; Sahin, 2005). This might be explained by the difference in cell wall compositions between the two groups. The more peptidoglycan structure in the cell wall of Gram-positive bacteria makes these bacteria more sensitive to antibacterial agents, especially antibiotics (Yilmaz et al., 2008).

Also, various factors such as pH, temperature, minerals, and culture media components affect secondary metabolite production. Some of the 11 isolates grown in Bennett+ Glucose medium had antimicrobial activity. On the other hand, they did not show any activity when they were grown in TSB medium. The difference in antimicrobial activity due to the factors mentioned above shows how important the medium is in this regard. The three isolates BA12, BA14, and BS29 were also found to have antimicrobial activity against *E. coli* and *C. albicans* when grown in modified Bennett's medium. Many studies have shown that the role of nutrients and the environment have very important effects on the amount and variety of secondary metabolite synthesis (Bills et al., 2008; VanderMolen et al., 2013). Different sources of carbon and nitrogen in the culture medium can increase or decrease the synthesis of a bioactive secondary metabolite through different ways, such as enzyme induction or inhibition. There are studies indicating that glucose is an effective and preferred carbon source for secondary metabolite synthesis by *Streptomyces* (Fguira et al., 2005). Also, Ouhdouch et al., (2001) stated that Bennett's medium was the best for antibiotic production among three media used in testing thirty-two strains of *Streptomyces*.

Table 2. Antimicrobial spectrum of the crude extracts of the isolates grown in Bennett's+Glucose and TSB media against several pathogens. The results represent the average mean zone diameters (in mm) of three replicates using the disk diffusion method

Isolates	Bennett's+Glucose					TSB				
	<i>E.</i>	<i>S.aure</i>	<i>S.pyogen</i>	<i>P.aerugino</i>	<i>C.albica</i>	<i>E.co</i>	<i>S.aure</i>	<i>S.pyogen</i>	<i>P.aerugino</i>	<i>C.albica</i>
AR4	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-
AR6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AR9	-	18	18	-	-	-	-	-	-	-
AS28	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-
AS36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BA12	8	12	16	-	5	-	-	-	-	-
BA14	10	18	12	-	5	-	-	-	-	-
BS29	12	18	20	-	7	-	-	-	-	-
BS32	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-
CA12	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
CS41	-	30	24	-	-	-	16	12	-	-



Table 3. The results of the disk diffusion method for antibiotic susceptibility testing using standard antibiotics. The results represent the average mean zone diameters (in mm) of three replicates

Tested Organism	Imipenem	Netilmicin	Amoxicillin	Ofloxacin	Erythromycin	Amphotericin B
<i>S. aureus</i>	18	11	15	14	15	-
<i>S. pyogenes</i>	20	12	13	13	13	-
<i>C. albicans</i>	-	-	-	-	-	10
<i>E. coli</i>	15	13	11	14	-	-
<i>P. aeruginosa</i>	10	9	-	10	-	-

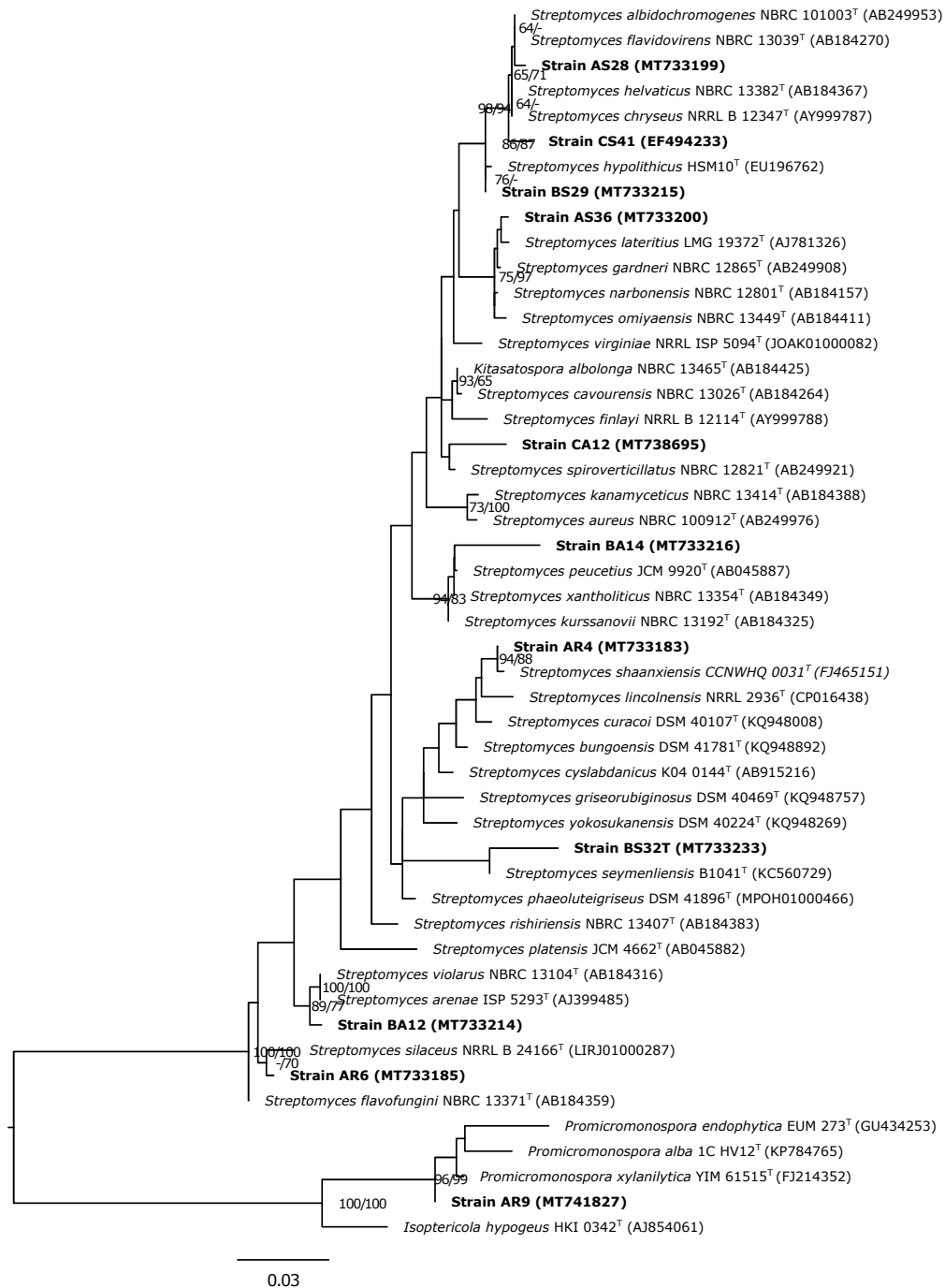


Figure 1. Phylogenetic tree based on the partial 16S rRNA gene analysis of the isolates. (The phylogenetic tree was constructed by the maximum likelihood method and rooted by midpoint-rooting. The branches are scaled in terms of the expected number of nucleotide substitutions per site. The numbers at nodes indicate the bootstrap support values when larger than 60% from maximum likelihood (left) and maximum parsimony (right) bootstrapping. GenBank accession numbers are given in brackets.)

Isolate AR9, our only isolate that does not belong to *Streptomyces* genus, was closely related to *Promicromonospora xylanilytica* (99.50%). There is a limited number of studies in the literature about this bacterium. It was a non-spore-forming and xylan-degrading bacterium that was isolated as endophytic actinomycete by Qin et al., (2012). In a recent study, the researchers discovered three new products from the *P. xylanilytica* YIM 61515. Their structures and cytotoxicity against five human cancer cell lines were elucidated (Wang et al., 2018). Therefore, chemical investigation of this isolate might open new windows to the discovery of new secondary metabolites.

The previous studies demonstrated the antimicrobial activity of secondary metabolites extracted from different *Streptomyces* strains against pathogens microorganisms. Kalyani et al., (2019) stated that the ethyl acetate extracts of *Streptomyces* sp. NLKPB45 isolated from mangrove soil samples showed antimicrobial activity against *Salmonella* sp., *S. aureus*, *E. coli*, and *B. subtilis* (Kalyani et al., 2019). Moreover, the researcher observed that the crude extract from the *Streptomyces* sp. possessed antimicrobial activity against *Bacillus cereus*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus*, *S. aureus* with the MIC values ranging from 5 to 50 µg/mL (Riahi et al., 2019).

The culture-dependent/independent approaches may contribute to the discovery of new bioactive secondary metabolites from different microbial sources. Bioactivity screening is the first and most important step in secondary metabolite studies to highlight novel metabolites. Recent secondary metabolite screening studies have revealed that novel antibiotics (teixobactin, lugdunin and formicamycins etc.) are being discovered with these strategies from environmental microbial strains (Ling et al., 2015).

#### 4. Conclusion

In this study, existing isolates were found to be involved in phylum Actinobacteria as a result of molecular diagnostic studies. Eight of them showed remarkable antimicrobial activity. The study about the effect of two different media on the production of bioactive metabolites indicated that using modified Bennett's medium provided higher antimicrobial activity when compared to TSB. Secondary metabolites of microbial origin are very important precursor compounds in studies conducted to investigate new drugs. The discovery of new compounds by screening bioactive metabolites in the *Streptomyces* genus with high secondary metabolite production potential is a possible situation.

#### Declarations

This study was supported by TÜBİTAK-107T502.

#### References

- Ay, H. (2020). Phylogeny of Plant Growth-Promoting Actinobacteria Isolated from Legume Nodules in Turkey. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30, 611-619.
- Basilio, A., Gonzales, I., Vicente, M. F., Gorrochategui, J., Cabello, A., Gonzales, A. & Genilloud, O. (2003). Patterns of antimicrobial activities from soil actinomycetes isolated under different conditions of pH and salinity. *Journal of Applied Microbiology*, 95, 814–823.
- Berdy, J. (2005). Bioactive microbial metabolites. *The Journal of Antibiotics*, 58, 1-26.
- Bills, G. F., Platas, G., Fillola, A., Jiménez, M. R., Collado, J., Vicente, F., Serrano, J. M., Gonzalez, A., Zimmermann, J. B., Tormo, J. R. & Peláez, F. (2008). Enhancement of antibiotic and secondary metabolite detection from filamentous fungi by growth on nutritional arrays. *Journal of Applied Microbiology*, 104, 1644-1658.
- Bush, K., Courvalin, P., Dantas, G., Davies, J., Eisenstein, B., Huovinen, P., Jacoby, G. A., Kishony, R., Kreiswirth, B. R., Kutter, E., Lerner, S. A., Levy, S., Lewis, K., Lomovskaya, O., Miller, J. H., Mobashery, S., Piddock, L. J. V., Projan, S., Thomas, C. M., Thomasz, A., Tulkens, P. M., Walsh, T. R., Watson, J. D., Witkowski, J., Witte, W., Wright, G., Yeh, P. & Zgurskaya, H. I. (2011). Tackling antibiotic resistance. *Nature Reviews Microbiology*, 9, 894-896.
- Edgar, R. C. (2004). MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput. *Nucleic Acids Research*, 32,1792-1797.

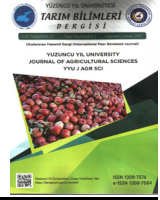
- Fguira, L. F. B., Fotso, S., Ameer-Mehdi, R. B., Mellouli, L. & Laatsch, H. (2005). Purification and structure elucidation of antifungal and antibacterial activities of newly isolated *Streptomyces* sp. strain US80. *Research in Microbiology*, 156, 341-347.
- Johnson, J. S., Spakowicz, D. J., Hong, B. Y., Petersen, L. M., Demkowicz, P., Chen, L., Leopold, S. R., Hanson, B. M., Agresta, H. O., Gerstein, M., Sodergren, E. & Weinstock, G. M. (2019). Evaluation of 16S rRNA gene sequencing for species and strain-level microbiome analysis. *Nature Communications*, 10:1-11.
- Kalyani, B. S., Krishna, P. & Sreenivasulu, K. (2019). Screening and identification of novel isolate *Streptomyces* sp., NLKPB45 from Nellore coastal region for its biomedical applications. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26, 1655-1660.
- Kämpfer, P. & Labeda, D. (2006). International committee on systematics of prokaryotes; Subcommittee on the taxonomy of the *Streptomycetaceae*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 56, 495.
- Kataoka, M., Ueda, K., Kudo, T., Seki, T. & Yoshida, T. (1997). Application of the variable region in 16S rDNA to create an index for rapid species identification in the genus *Streptomyces*. *FEMS Microbiology Letters*, 151, 249-255.
- Kim, M., Oh, H. S., Park, S. C. & Chun, J. (2014). Towards a taxonomic coherence between average nucleotide identity and 16S rRNA gene sequence similarity for species demarcation of prokaryotes. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 64, 346-351.
- Ling, L., Schneider, T., Peoples, A., Spoering, A. L., Engels, I., Conlon, B. P., Mueller, A., Schaberle, T. F., Hughes, D. E., Epstein, S., Jones, M., Lazarides, L., Steadman, V. A., Cohen, D. R., Felix, C. R., Fetterman, K. A., Millet, W. P., Nitti, A. G., Zullo, A. M., Chen, C. Lewis, K. (2015). A new antibiotic kills pathogens without detectable resistance. *Nature*, 517, 455-459.
- Meier-Kolthoff, J. P., Auch, A. F., Klenk, H. P. & Göker, M. (2013). Genome sequence-based species delimitation with confidence intervals and improved distance functions. *BMC Bioinformatics*, 14, 60.
- NCCLS, National Committee for Clinical Lab. Standards (). (2002). Performance standards for antimicrobial disk susceptibility test: approved standard 6th ed, M2-A6.
- Nett, M., Ikeda, H. & Moore, B. S. (2009). Genomic basis for natural product biosynthetic diversity in the actinomycetes. *Natural Product Reports*, 26, 1362-1384.
- Nouioui, I., Carro, L., García-López, M., Meier-Kolthoff, J. P., Woyke, T., Kyrpides, N. C., Pukall, R., Klenk, H. P., Goodfellow, M. & Göker, M. (2018). Genome-based taxonomic classification of the phylum Actinobacteria. *Frontiers in Microbiology*, 9, 2007.
- Ouhdouch, Y., Barakate, M. & Finance, C. (2001). Actinomycetes of Moroccan habitats: Isolation and screening for antifungal activities. *The European Journal of Soil Biology*, 37, 69-74.
- Qin, S., Jiang, J. H., Klenk, H. P., Zhu, W. Y., Zhao, G. Z., Zhao, L. X., Tang, S. K., Xu, L. H. & Li, W. J. (2012). *Promicromonospora xylanilytica* sp. nov., an endophytic actinomycete isolated from surface-sterilized leaves of the medicinal plant *Maytenus austroyunnanensis*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 62, 84-89.
- Riahi, K., Hosni, K., Raies, A. & Oliveira, R. (2019). Unique secondary metabolites of a *Streptomyces* strain isolated from extreme salty wetland show antioxidant and antibacterial activities. *Journal of Applied Microbiology*, 127, 1727-1740.
- Saadoun, I. & Gharaibeh, R. (2003). The *Streptomyces* flora of Badia region of Jordan and its potential as a source of antibiotics active against antibiotic-resistant bacteria. *Journal of Arid Environments*, 53, 365-371.
- Sahin, N. (2005). Antimicrobial activity of *Streptomyces* species against mushroom blotch disease pathogen. *Journal of Basic Microbiology*, 45, 64-71.
- Schein, C. H. (2020). Repurposing approved drugs on the pathway to novel therapies. *Medicinal Research Reviews*, 40, 586-605.
- Stackebrandt, E. & Goebel, B. M. (1994). Taxonomic note: A place for DNA-DNA reassociation and 16S rRNA sequence analysis in the present species definition in bacteriology. *The International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 44, 846-849.
- Stackebrandt, E. & Ebers, J. (2006). Taxonomic parameters revisited: Tarnished gold standards. *Microbiology Today*, 33, 152-155.

- Stamatakis, A. (2014). RAxML version 8: A tool for phylogenetic analysis and post-analysis of large phylogenies. *Bioinformatics*, 30, 1312-1313.
- Tindall, B. J., Rosselló-Móra, R., Busse, H. J., Ludwig, W. & Kämpfer, P. (2010). Notes on the characterization of prokaryote strains for taxonomic purposes. *The International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 60, 249-266.
- VanderMolen, K. M., Raja, H. A., El-Elimat, T. & Oberlies, N. H. (2013). Evaluation of culture media for the production of secondary metabolites in a natural products screening program. *AMB Express*, 3, 1-7.
- Wang, Z. X., Qin, S., Xu, L. H., Chen, H. P., Sun, H., Huang, R., Li, Z. H., Feng, T. & Liu, J. K. (2018). Xylanilyticolides A–C, three new compounds from cultures of the actinomycete *Promicromonospora xylanilytica* YIM 61515. *Natural Products and Bioprospecting*, 8, 91-95.
- WHO. (2014). Antimicrobial Resistance: Global Report on Surveillance. Geneva, Switzerland.
- Yilmaz, E. I., Yavuz, M. & Kizil, M. (2008). Molecular characterization of rhizospheric soil *streptomycetes* isolated from indigenous Turkish plants and their antimicrobial activity. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 24, 1461-1470.



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

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



Araştırma Makalesi (Research Article)

**Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bakteri Uygulamalarının Kuraklık Stresi Koşullarında Yetiştirilen Aynısafa (*Calendula officinalis* L.) Bitkisinin Bazı Büyüme Parametreleri ile Fizyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi**

**Ezelhan ŞELEM<sup>\*1</sup>, Lütfi NOHUTÇU<sup>2</sup>, Rüveyde TUNÇTÜRK<sup>3</sup>, Murat TUNÇTÜRK<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 65100, Van, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-4227-5013> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-2250-2645> <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-3759-8232>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-7995-0599>

\*Sorumlu yazar e-posta: ezelhanslem@hotmail.com

**Makale Bilgileri**

Geliş: 20.04.2021  
Kabul: 03.09.2021  
Online Yayınlanma: 15.12.2021  
DOI: 10.29133/yyutbd.922874

**Anahtar Kelimeler**

Fizyolojik değişim,  
Kuraklık stresi,  
PGPR,  
Stoma,  
Tıbbi bitki

**Öz:** Tıbbi özellikteki bitkiler arasında önemli bir yeri olan *Calendula officinalis* L. bitkisi farmakoloji, gıda, süs bitkisi ve kozmetik endüstrisinde değerlendirilmektedir. Son dönemlerde yapılan çalışmalarda aynısafa bitkisinin kullanım alanlarının gittikçe yaygınlaştığı fakat yaygın kullanımına rağmen ticari olarak üretiminin oldukça sınırlı olduğu bilinmektedir. Tarımsal üretimde önemli bir abiyotik stres faktörü olan kuraklık stresine karşın verim ve kalitede düşüşleri en aza indirmek amacıyla BGUB (bitki gelişimini uyarıcı kök bakterileri) uygulamaları ön plana çıkmıştır. Yapılan bu çalışmada, BGUB (B<sub>0</sub>: Bakterisiz ortam (kontrol), B<sub>1</sub>: *Azospirillum lipoferum*, B<sub>2</sub>: *Bacillus megaterium*, B<sub>3</sub>: *Chlorella saccharophila*) uygulamalarının, kuraklık stresi koşullarında (normal sulama (K<sub>1</sub>), ½ azaltılmış (K<sub>2</sub>) ve ¾ azaltılmış (K<sub>3</sub>)) yetiştirilen *C. officinalis* bitkisinin bazı büyüme parametreleri ile fizyolojik değişimleri üzerindeki etkilerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma 8/16 saatlik karanlık/aydınlık fotoperiyotta, 25 °C sıcaklık ve % 65 nemde sahip olan kontrollü şartlardaki iklim odasında yürütülmüştür. Tohumlar 28.05.2020 tarihinde ekilmiş olup tesadüf parselleri deneme deseninde ve 3x4 faktöriyel düzende varyans analizine tabi tutulmuştur. Çalışmada, BGUB (B<sub>0</sub>: Bakterisiz ortam (kontrol), B<sub>1</sub>: *Azospirillum lipoferum*, B<sub>2</sub>: *Bacillus megaterium*, B<sub>3</sub>: *Chlorella saccharophila*) uygulamalarının, kuraklık stresi koşullarında (normal sulama (K<sub>1</sub>), ½ azaltılmış (K<sub>2</sub>) ve ¾ azaltılmış (K<sub>3</sub>)) yetiştirilen *C. officinalis* bitkisinin bazı büyüme parametreleri ile fizyolojik değişimleri üzerindeki etkilerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. İncelenen parametreler göz önüne alındığında kuraklık uygulamalarının gövde uzunluğu (K<sub>1</sub>: 11.1 cm), kök yaş (K<sub>1</sub>: 1.06 g) ve kuru (K<sub>1</sub>: 0.17 g) ağırlığı, gövde yaş ağırlığı (K<sub>1</sub>: 7.26 g), yaprak alanı (K<sub>1</sub>: 7.81 cm<sup>2</sup>) ve sıcaklığı (K<sub>3</sub>: 27.7 °C), epidermal hücre sayısı (K<sub>1</sub>: 593.16 adet/mm<sup>2</sup>) ve stoma özelliklerinin tamamı istatistiksel olarak önemli görülmüştür. Bakteri uygulamalarında istatistiksel olarak gövde uzunluğu (B<sub>1</sub>: 11.0 cm), kök yaş (B<sub>1</sub>: 0.89 g) ağırlığı, gövde yaş (B<sub>1</sub>: 6.09 g) ağırlığı, epidermal hücre sayısı (B<sub>1</sub>: 672.88 adet/mm<sup>2</sup>), stoma boyu (B<sub>1</sub>: 32.71 µ), ve yoğunluğunun (B<sub>1</sub>: 11.06 adet/mm<sup>2</sup>) önemli olduğu belirlenmiştir.

## The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria Applications on Some Growth Parameters and Physiological Properties of Marigold (*Calendula officinalis* L.) Plant Grown under Drought Stress Conditions

### Article Info

Received: 20.04.2021  
Accepted: 03.09.2021  
Online Published: 15.12.2021  
DOI:10.29133/yyutbd.922874

### Keywords

Physiological change,  
Drought stress,  
PGPR,  
Stoma,  
Medicinal plant.

**Abstract:** *Calendula officinalis* L. species, which has an important place among medicinal plants, is used in the pharmacology, food, ornamental plant, and cosmetics industry. In recent studies, It is known that the usage areas of marigold have become increasingly widespread, but despite this widespread use, the species is quite limited of commercial production. Against drought stress, which is an important abiotic stress factor in agricultural production, BGUB (plant growth-promoting rhizobacteria) applications have come to the fore in order to minimize the decrease in yield and quality. In this study, it is aimed to determine the effects of PGPR (B<sub>0</sub>: Bacteria-free environment (control), B<sub>1</sub>: *Azospirillum lipoferum*, B<sub>2</sub>: *Bacillus megaterium*, B<sub>3</sub>: *Chlorella saccharophila*) applications on some growth parameters and physiological changes of *C. officinalis* plant grown under drought stress (normal irrigation (K<sub>1</sub>), reduced ½ (K<sub>2</sub>) ve reduced ¾ (K<sub>3</sub>)) conditions. The study was carried out in a controlled climate room with a temperature of 25°C and a humidity of 65% in a dark/light photoperiod of 8/16 hours. Seeds were sown on 28.05.2020 and were subjected to analysis of variance in randomized plot design and 3x4 factorial design. In this study, it is aimed to determine the effects of BGUKB (B<sub>0</sub>: Bacteria-free environment (control), B<sub>1</sub>: *Azospirillum lipoferum*, B<sub>2</sub>: *Bacillus megaterium*, B<sub>3</sub>: *Chlorella saccharophila*) applications on some growth parameters and physiological changes of *C. officinalis* plant grown under drought stress (normal irrigation (K<sub>1</sub>), reduced ½ (K<sub>2</sub>) ve reduced ¾ (K<sub>3</sub>)) conditions. Considering the parameters examined, drought applications were found to be statistically significant in terms of stem length (K<sub>1</sub>: 11.1 cm), root fresh (K<sub>1</sub>: 1.06 g) and dry (K<sub>1</sub>: 0.17 g) weight, stem fresh (K<sub>1</sub>: 7.26 g) weight, leaf area (K<sub>1</sub>: 7.81 cm<sup>2</sup>) and temperature (K<sub>3</sub>: 27.7 °C), epidermal cell number (K<sub>1</sub>: 593.16 number/mm<sup>2</sup>) and all stomatal characteristics. In conclusion, bacteria applications showed a significant impact on some of the characters like stem length (B<sub>1</sub>: 11.0 cm), root fresh (B<sub>1</sub>: 0.89 g) weight, stem fresh (B<sub>1</sub>: 6.09 g) weight, epidermal cell number (B<sub>1</sub>: 672.88 number mm<sup>-2</sup>), stoma length (B<sub>1</sub>: 32.71 µ) and density (B<sub>1</sub>: 11.06 number (mm<sup>2</sup>)).

### 1. Giriş

*Calendula* son dönemlerde ön plana çıkmış tıp ve kozmetik sektörünün önemli bitkileri arasına girmiştir. Aynısafa olarak da bilinen *Calendula officinalis* L. Asteraceae familyasından olup sarı-turuncu renkli çiçeklere sahip 30-70 cm boyunda tek yıllık otsu bir türdür. İlkbahar ayından sonbahara kadar çiçekte tür, bünyesinde flavonlar, müsilaj, saponinler, glikozitler, sapogenin, ksantofil, karatinoid, eterik yağlar ve organik asitleri bulundurmaktadır (Ebcioğlu, 2013). Kozmetik sanayisinde çiçeklerinin onarıcı, nemlendirici, yenileyici ve yatıştırıcı etkisinden kaynaklı diş macunu, bebek yağı, cilt bakım kremi ve şampuan olarak kullanıldığı bilinmektedir (Göktaş ve Gıdık, 2019). Ayrıca antibakteriyel, antifungal, iştah açıcı, sindirimi kolaylaştırıcı, tansiyonu düşürücü ve mide ülserinde etkili olduğu belirtilmiştir (Ebcioğlu, 2013).

Dünyada sürekli olarak artan gıda ve hammadde ihtiyacının karşılanabilmesi için su kaynaklarının etkin kullanılması gerekmektedir. Mevcut su kaynaklarının tükenmesine bağlı olarak kuraklık stresi tarımsal üretimi güçleştirmektedir (Samancıoğlu ve ark., 2016). Kısıtlı sulama tarımsal üretimde önemli bir abiyotik stres faktörü olarak görülmektedir. Yapılan çalışmalarda kuraklık stresi altındaki bitkilerde meydana gelen fizyolojik ve morfolojik zararların BGUB ile en aza indirilebileceği vurgulanmıştır (Samancıoğlu ve ark., 2016; Kutsal, 2017). BGUB uygulamalarında bitki gelişimi için önemli olan azot ve fosfor gibi besin elementlerinin bitkiye kazandırılması büyük önem taşımaktadır. Önemli azot bağlayıcı bakterilerden olan *Azospirillum lipoferum* 'un bitkilerde verim artışı, geniş kök sistemi, çimlenme ve gelişimi teşvik ettiği bilinmektedir (Jacoud ve ark., 1998). Proteince zengin olan mikroalgler ürettikleri bazı enzim ve hormonlar sayesinde bitki gelişimini teşvik ederken canlılığını

ytirenlerinde ayrışarak bitkilere inorganik maddeler sağladığı belirtilmiştir (Ergün ve ark., 2010). Açık sistemlerde en çok yetiştirilen mikroalglerden olan *Chlorella*'nın bazı meyve kalite parametrelerini arttırdığı, bitki gelişimi ve verimi teşvik ettiği ortaya konulmuştur (Özenç ve Şen, 2017). Bitki gelişimi ve veriminde önemli fosfat çözücü bakterilerden olan *Bacillus megaterium* ise organik ve inorganik fosfatı kullanılabilir forma dönüştürerek bitki tarafından alınımı artırmakta ve antibiyotik ile indol asetik asit gibi metabolitleri üreterek bitki gelişimini teşvik etmektedir (Yolcu ve ark. 2012; Öztekin ve ark., 2015).

Biyolojik gübre olarak tek veya kombine olarak kullanılan bu mikroorganizmaların bitki gelişimini teşvik ettiği yapılan araştırmalar ile ortaya konmuş ve stres altındaki bitkilerde oluşacak tahribatların en aza indirilmesi noktasında çözüm olabileceği öngörülmüştür. Ayrıca bitkisel üretimde üretkenliği ve fotosentezi sınırlayan kuraklık ile mücadelede bölgeye uygun tür ve çeşitlerin yetiştirilmesi önemlidir. Bu noktada seleksiyon kriteri olarak stoma boyutları ve yoğunluğunun bir belirteç olarak kullanılabilmesi ortaya konmuştur (Çınar ve ark., 2016). *C. officinalis* türünün anomositik stoma içerdiği, stomaların yaprağın her iki yüzeyinde de bulunduğu ve epiderma hücreleriyle aynı seviyede (mezomorf stoma) olduğu bildirilmiştir (Kalas, 2019).

Çalışma materyalini oluşturan *C. officinalis* türünün Türkiye florasında kültür formu olduğu, gen merkezinin bilinmediği belirtilmiş fakat mevcut literatürde türün kökeninin Akdeniz havzası olduğu ve bitkinin artık ülkemizde doğallaşmaya başladığı ortaya konmuştur (Kalas, 2016). Yapılan çalışmada farklı kuraklık uygulamalarına tabi tutulan *Calendula officinalis* L. bitkisinde BGUB uygulamalarının bazı büyüme ve fizyolojik parametreler üzerine olan etkisi araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın bitkisel materyalini oluşturan *Calendula officinalis* L. bitkisine ait tohumlar Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi (Van YYÜ) Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bahçesi'nden temin edilmiştir. Çalışma Van YYÜ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü İklim odası ve Fizyoloji laboratuvarında yürütülmüştür. *C. officinalis* L. türüne ait tohumlar 500 cc' lik saksılarda torf+perlit+toprak (1:1:2) ortamına 1-2 cm derinliğe dört tekerrürlü olarak ekilmiştir. Ekimden sonra bitkiler 8/16 saatlik karanlık/aydınlık fotoperiyotta, 25°C sıcaklık ve % 65 neme sahip olan kontrollü şartlardaki iklim odasında yetiştirilmiştir.

Çalışmada kullanılan toprak kumlu killi tın tekstür yapısında, kireçli (% 17.9), pH alkali reaksiyonlu (8.18) olup tuz oranı (% 0.021), organik madde (% 1.17), azot içeriği (0.049 me/100g) ve yarıyışlı fosfor içeriği (6.70 ppm) ile potasyum (488 ppm) miktarı belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan torfa ait özellikler; pH 6, 160-260 mg/L N, 180- 280 mg/L P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 200- 150 mg/L K<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 80- 150 mg/L Mg, % 0.8 N, % 70 organik madde, % 35 C şeklindedir.

Tohumlar 28.05.2020 tarihinde toprağa ekilmiş ve bitkilerin 5-6 yapraklı olduğu dönemde kısıtlı sulamaya başlanmıştır. Kısıtlı sulama uygulamalarına başlamadan önce saksı (tarla) kapasitesi Ünlükara ve ark. (2010)'na göre 130 cc olarak belirlenmiştir. Sulama suyu miktarı olarak 500 cc'lik saksılara üç farklı su rejimi uygulaması (normal (%100) sulama (K<sub>1</sub>), ½ azaltılmış (K<sub>2</sub>) ve ¾ azaltılmış (K<sub>3</sub>)) yapılmış ve bitkiler distile su ile sulanmıştır. Çalışmada bitki gelişimini teşvik edici bakterilerden N bakterisi olan *Azospirillum lipoferum* (1x10<sup>6</sup> kob/ml), P çözücü olarak bilinen *Bacillus megaterium* (1x10<sup>5</sup> kob/ml) ve tatlı su algi olan *Chlorella saccharophila* (2x10<sup>4</sup> kob/ml) kullanılmıştır. Kontrol grubunda herhangi bir bakteri uygulaması yapılmamıştır. *C. officinalis* tohumları hazırlanan karışımlarda 2 saat karanlıkta bekletilerek 500 cc'lik saksılara ekilmiştir. Ekimden 1 hafta sonra uygulamalar dikkate alınmak üzere saksılara 50 cc bakteri solüsyonu uygulanmıştır.

Kök ve gövde uzunluğu dijital kumpas yardımıyla cm olarak ölçülmüştür. Kök ile gövdenin yaş ve kuru ağırlığı hassas terazi (0.0001 g duyarlı) yardımıyla tartılmıştır. Yaş ağırlıkları belirlenen bitki ve kökler daha sonra 40°C'de 72 saat süreyle kurutulmuştur. Yaprak alanı Easy Leaf Area programı kullanılarak, yaprak yüzey sıcaklıkları taşınabilir infrared termometre yardımıyla ölçülmüştür. Bitkilerden alınan yaprak örnekleri stoma analizleri için Laboratuvara taşınmıştır. Stoma ölçümlerinde Leica DM500 ışık mikroskobu, mikroskoba bağlı Leica ICC50 HD kamera ile Leica LAS EZ (versiyon 3.0) yazılımı kullanılmıştır. Stoma yoğunluklarını belirlemek amacıyla bitkinin 2. yapraklarının alt kısmına tırnak cilası sürülmüş ve kuruduktan sonra alınıp lam üzerine konularak mikroskopta incelenmiştir. Ölçümler 3 bitkiden alınan yapraklardan toplamda 10 ölçüm olacak şekilde yapılmıştır. Alana düşen stoma sayısı mm<sup>2</sup>' lik alana düşen sayı olarak belirlenmiştir (Eriş ve Soylu, 1990).

Epidermal hücre sayısı  $\text{mm}^2$  alana düşen hücrelerin sayılması ile yapılmıştır. Stoma indeksinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır (Meidner ve Mansifield, 1968).

Stoma indeksi =  $\text{mm}^2$ 'deki stoma sayısı / ( $\text{mm}^2$ 'deki stoma sayısı +  $\text{mm}^2$ 'deki epidermis hücre sayısı) x100.

Çalışmanın sonucunda elde edilen veriler, Tesadüf Parselleri deneme deseninde ve 3x4 faktöriyel düzende varyans analizine tabi tutulmuştur. Elde edilen verilerin hesaplanması COSTAT (6.3 versiyonu) bilgisayar analiz programı kullanılarak yapılmış olup önemli çıkan uygulamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Yöntemi' ne göre karşılaştırılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

### 3. Bulgular ve Tartışma

Bitkilerde büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkileyen kuraklık stresinin biyokimyasal, morfolojik, fizyolojik ve moleküler değişikliklere sebep olduğu bilinmektedir. Yürütülen çalışmada farklı bakteri uygulamaları ve kuraklık uygulamalarına tabi tutulan *C. officinalis* türünde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Türde meydana gelen morfolojik ve anatomik değişimler Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir.

Çalışmada kuraklık uygulamaları (KU), bakteri uygulamaları (BU) ve KU x BU interaksiyonunun kök uzunluğu üzerinde istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür. Kuraklık stresinde kök uzunluğu değeri 14.9-16.8 cm ve bakteri uygulamalarına göre kök uzunluğu değeri 15.6-16.7 cm arasında değişmektedir. Kalas (2019), *C. officinalis*'in ana kök yapısının odunsu ve 5.2-21.9 cm uzunluğunda olduğunu vurgulamıştır. Çalışma sonucunda elde edilen kök uzunluğunun ilgili literatür ile paralellik gösterdiği görülmüştür. Ayrıca kurak şartlarda yetiştirilen çeltik bitkisine uygulanan BGUB'nin kök büyümesini ve saçak kök oluşumunu artırdığı ve bu gelişmenin glisinbetain, prolin gibi ozmolitlerin artışından kaynaklanabileceği görüşü savunulmuştur (Yuwono ve ark., 2005).

Çalışmada gövde uzunluğu bakımından kuraklık uygulamalarının etkisi % 1, bakteri uygulamalarının etkisi % 5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunurken, KU x BU interaksiyonunun etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Kuraklık uygulamalarına göre en uzun gövde boyu 10.7 cm ile K<sub>2</sub> uygulamasından elde edilirken, K<sub>1</sub> uygulaması ile aynı grup içerisinde yer almıştır. En az gövde uzunluğu (8.58 cm) değeri ise K<sub>3</sub> uygulamasından tespit edilmiştir. Bitkinin vejetatif aksamındaki gelişimde etkili olduğu bilinen N bakterisinin bulunduğu B<sub>1</sub> uygulamasından 11.0 cm ile en yüksek ortalama elde edilirken en düşük değer 9.34 cm ile B<sub>3</sub> uygulamalarından tespit edilmiştir. Kuraklık stresinin bitkilerde fotosentez oranında düşümlere neden olduğu, dolayısıyla bitki gelişimini olumsuz etkileyerek büyüme sınırlandırdığı ortaya konmuştur (Sayyari ve Ghanbari, 2012). Telek ve ark. (2019), rhizobakterilerin bitki boyu, sürgün kuru ve yaş ağırlığı özellikleri üzerine geliştirici etkisinin olduğunu rapor etmiştir. Deng ve ark. (2013), yaptığı çalışmada *Paenibacillus polymyxa* izolatının domates bitkisinin boyunda artış sağladığını saptamıştır. Çalışmanın sonucunda artan kuraklık uygulamalarına bağlı olarak büyüme ve gelişmede azalmalar görülürken bakteri uygulamalarında artışların olduğu ve literatürle benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Kök yaş ağırlığından elde edilen veriler incelendiğinde istatistiksel olarak kuraklık uygulamalarının % 1, bakteri uygulamalarının % 5 ve KU x BU interaksiyonunun da önemsiz olduğu görülmüştür. Artan kuraklık uygulamalarına bağlı olarak ortalamaların sırayla 1.06, 0.76 ve 0.58 g olduğu ve kuraklık stresindeki artışa paralel olarak ağırlıklarında azalmaların olduğu saptanmıştır. Bakteri uygulamaları ortalamasında ise en yüksek değer (0.89 g) B<sub>1</sub> uygulamalarından, en düşük değer ise (0.74 g) B<sub>0</sub> uygulamalarından elde edildiği tespit edilmiştir. Kontrol uygulamaları ile B<sub>2</sub> uygulamaları aynı grup içerisinde yer almıştır. Bat ve ark. (2020), ekinezya bitkisinde deniz yosunu uygulamalarının yaş kök ağırlığında artış sağlarken (5.93 g) en düşük yaş kök ağırlığının kontrol grubunda (4.26 g) olduğunu belirtmiştir. Telek ve ark. (2019), biberde bakteri uygulamalarının kök yaş ve kuru ağırlığı üzerinde olumlu etkileri olduğunu vurgulamıştır. Yapılan çalışmalar kurak koşullarda yetiştirilen bitkilerde bitki yaş ve kuru ağırlıklarında azalışların olduğunu ortaya koymuştur (Khorasaninejad ve ark., 2011). Elde ettiğimiz bulguların ilgili literatürler ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Araştırma sonucunda kök kuru ağırlığı, bakteri uygulamalarında istatistiksel olarak önemsiz iken kuraklık uygulamaları ve KU x BU interaksiyonunda istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli görülmüştür. Bakteri uygulamalarında en yüksek değer 0.16 g olarak B<sub>3</sub> uygulamalarından, en düşük değer ise 0.14 g ile B<sub>2</sub> uygulamalarından belirlenmiştir. Kuraklık uygulamalarında; kök kuru ağırlığı



bakımından en yüksek değer 0.17 g ile K<sub>1</sub> uygulamalarından, en düşük değer ise 0.13 g ile K<sub>3</sub> uygulamalarından tespit edilmiştir. K<sub>2</sub> ile K<sub>3</sub> uygulamaları arasında istatistiksel farklılığın olmadığı Çizelge 1' de görülmektedir. KU x BU interaksiyonunda en fazla kök kuru ağırlığı değeri K<sub>1</sub> x B<sub>1</sub> ile K<sub>2</sub> x B<sub>0</sub> interaksiyonlarından 0.19 g olarak tespit edilmiştir. Osakabe ve ark. (2014), yaptığı çalışmada kuraklık stresinin bitkilerde N alımını artırdığı ve P alımını azalttığını belirtmiştir. Çalışmamızda benzer şekilde en düşük kuru kök ağırlığının B<sub>2</sub> ortamında olduğu görülmüştür. Kuraklık stresine bağlı olarak bitkilerde kök uzaması, su alımında azalma, yaprakların kıvrılması, epidermal iletkenlik, kök ve gövdenin kuru-yaş ağırlıklarında azalmaların olduğu yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur (Tuteja ve ark., 2011).

Gövde yaş ağırlığı verilerine bakıldığında kuraklık uygulamalarının istatistiksel olarak % 1, bakteri uygulamalarının % 5 düzeyinde önemli olduğu, KU x BU interaksiyonunun ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Bakteri uygulamalarına göre; en yüksek değer 6.09 g ile B<sub>1</sub> uygulamalarından tespit edilirken B<sub>0</sub> ve B<sub>2</sub> uygulamaları ile aynı grupta yer almıştır. En düşük değer ise 4.80 g ile B<sub>3</sub> uygulamalarından belirlenmiştir. Gövde yaş ağırlığının artan kuraklık dozuna bağlı olarak azaldığı ve ortalamaların sırasıyla 7.26, 5.85 ve 3.91 g aralığında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek değer 7.26 g ile kontrolden, en düşük değer ise 3.91g ile K<sub>3</sub> uygulamalarından tespit edilmiştir. Kuşvuran ve Abak (2012), 31 kavun genotipi ile gerçekleştirdiği kuraklık çalışmasında ilk belirgin etkiler bitkilerin yeşil aksam ağırlığında azalma olduğunu ve kontrol bitkilerine kıyasla % 60-67 oranında gövde yaş ağırlığında azalma olduğunu vurgulamıştır. Samancıoğlu ve ark. (2016), kısıtlı sulama altında yetiştirdiği lahanada en yüksek gövde yaş ve kuru ağırlığının *Bacillus subtilis* rizobakterisinin uygulandığı bitkilerden elde edildiğini belirtmiştir.

Elde edilen veriler doğrultusunda kuru gövde ağırlığının kuraklık uygulamalarında istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli olduğu, bakteri uygulamaları ve KU x BU interaksiyonunda önemsiz olduğu belirlenmiştir. Kuru gövde ağırlığının artan kuraklık uygulamalarına paralel olarak azalış gösterdiği ve kuraklık dozu ortalamalarının sırasıyla 1.27, 1.11, 0.97 g olduğu tespit edilmiştir. Kuraklık stresine bağlı olarak büyümede azalma, bitki yaş ve kuru ağırlığı gibi parametrelerde azalma meydana geldiği bildirilmektedir (Kuşvuran ve ark., 2008). Sankar ve ark. (2008), kuraklık stresine maruz bırakılan bamyada kuru ağırlık kayıplarının % 78 oranında gerçekleştiğini bildirirken, Kuşvuran ve ark. (2007), *Cucumis* sp. genotiplerinde kuraklığın köklerde kuru ağırlığın azaldığını belirtmiştir.

Bakteri uygulamalarının yaprak alanı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunurken BU x KU interaksiyonu ile kuraklık uygulamaları istatistiksel olarak % 1 oranında önemli bulunmuştur. Kuraklık stresi şartlarında en fazla yaprak alanı 7.81 cm<sup>2</sup> ile kontrol uygulamalarından en düşük değer (5.43 cm<sup>2</sup>) ise K<sub>3</sub> uygulamalarından tespit edilmiştir. K<sub>2</sub> uygulamaları ile aynı grup içerisinde. En yüksek yaprak alanı K<sub>1</sub> x B<sub>0</sub> interaksiyonunda 9.85 cm<sup>2</sup> olarak, en düşük ise K<sub>2</sub> x B<sub>0</sub> interaksiyonunda 4.42 cm<sup>2</sup> olarak elde edilmiştir. K<sub>3</sub> x B<sub>0</sub> uygulamaları ile aralarında istatistiksel farklılığın olmadığı Çizelge 1'de görülmektedir. Azotun bitkilerde vejetatif aksamı geliştirdiği çeşitli çalışmalar ile tespit edilmiştir (Bolat ve Kara, 2017; Aşık, 2018). Samancıoğlu ve ark. (2016), kısıtlı sulama altında yetiştirdiği lahanada en yüksek yaprak alanının *Bacillus subtilis* rizobakterisinin uygulandığı bitkilerden elde edildiğini belirtmiştir. Bat ve ark. (2020), kuraklık stresinin bitkilerde yaprak alanının azalmasına neden olduğunu ortaya koymuştur. Yapılan çalışmalarda bitkilerde artan stres dozuna bağlı olarak yaprak alanının azaldığı vurgulanmış (Tuteja ve ark., 2011) ve bu sonuçların çalışmamız ile uyumlu olduğu görülmüştür. Dere (2021), sıvı bakteri biyogübresi (*Basillus subtilis* (1x10<sup>9</sup>), *Bacillus licheniformis* (2x10<sup>6</sup>), *Bacillus megaterium* (1x10<sup>9</sup>) ve *Pseudomonas putita* (1x10<sup>10</sup>)) kullanarak yaptığı çalışmada kuraklık stresi altında yetiştirilen Falcon domates çeşidinin bitki çapı, kök yaş ağırlığı ve yaprak alanı parametrelerinin, Tom-29 domates çeşidinde ise bitki yaş ağırlığı, yaprak yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve yaprak alanının olumlu etkilediğini, kuraklık stresinin bu parametrelere olan olumsuz etkisini azalttığını belirlemiştir.

Bitkide yaprak yüzey sıcaklıklarının, çevreden, bitkinin fenolojik durumundan ve topraktaki nem eksikliğinden etkilendiği bilinmektedir. Yaprak sıcaklığında meydana gelen değişimler bakteri uygulamalarında önemli farklılıklar göstermezken kuraklık uygulamalarında artan strese paralel olarak sıcaklık artışının istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli olduğu ve en yüksek yaprak sıcaklığının 27.8°C ile K<sub>3</sub> uygulamalarından, en düşük değer ise 26.7°C ile kontrolden sağlandığı tespit edilmiştir. Araştırmacılar artan stres dozlarına bağlı olarak bitkilerin yaprak sıcaklığında artışların olduğunu bilmişlerdir (Akçay ve Eşitken, 2016). Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlarda strese bağlı olarak sıcaklığın artış gösterdiği görülmüştür.

Çizelge 1. Farklı kuraklık uygulamalarına tabi tutulan *C. officinalis*' de meydana gelen bazı fizyolojik ve morfolojik değişimler

Kuraklık dozları	Bakteri Uygulamaları	Kök uzunluğu (cm)	Gövde uzunluğu (cm)	Kök yaş ağırlığı (g)	Kök kuru ağırlığı (g)	Gövde yaş ağırlığı (g)	Gövde kuru ağırlığı (g)	Yaprak alanı (cm <sup>2</sup> )
K <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>	19.8	11.5	0.94	0.17	7.02	1.10	9.85a
	B <sub>1</sub>	15.9	12.8	1.23	0.19	8.56	1.31	8.20a
	B <sub>2</sub>	17.0	10.0	1.05	0.18	7.46	1.39	7.03ab
	B <sub>3</sub>	14.5	10.0	1.02	0.16	6.01	1.28	6.15ab
Ort.		16.8	11.1a	1.06a	0.17a	7.26a	1.27a	7.81a
K <sub>2</sub>	B <sub>0</sub>	17.3	10.6	0.84	0.19	6.32	1.26	4.42b
	B <sub>1</sub>	17.0	10.9	0.75	0.13	5.58	1.14	7.51ab
	B <sub>2</sub>	15.0	11.2	0.64	0.12	6.61	1.10	6.11ab
	B <sub>3</sub>	17.2	9.90	0.81	0.17	4.90	0.92	6.00ab
Ort.		16.6	10.6a	0.76b	0.15b	5.85b	1.11b	6.01b
K <sub>3</sub>	B <sub>0</sub>	12.9	9.03	0.44	0.10	4.10	1.09	4.57b
	B <sub>1</sub>	15.5	9.30	0.68	0.15	4.13	0.87	5.73ab
	B <sub>2</sub>	14.8	8.96	0.56	0.13	3.91	0.89	5.73ab
	B <sub>3</sub>	16.3	8.13	0.65	0.15	3.48	1.04	5.70ab
Ort.		14.9	8.58b	0.58c	0.13b	3.91c	0.97b	5.43b
BU Ort.	B <sub>0</sub>	16.7	10.4ab	0.74b	0.15	5.81a	1.15	6.28
	B <sub>1</sub>	16.1	11.0a	0.89a	0.15	6.09a	1.11	7.15
	B <sub>2</sub>	15.6	10.0ab	0.75b	0.14	5.99a	1.13	6.29
	B <sub>3</sub>	16.0	9.34b	0.82ab	0.16	4.80b	1.08	5.95
VK(%)		17.69	10.29	13.69	17.12	15.15	14.71	15.94
KU		öd	**	**	**	**	**	**
BU		öd	*	*	öd	*	öd	öd
KU x BU		öd	öd	öd	**	öd	öd	**

Kuraklık uygulamaları: K<sub>1</sub>: normal sulama (Kontrol), K<sub>2</sub>: ½ azaltılmış, K<sub>3</sub>: 3/4 azaltılmış; Bakteri uygulamaları: B<sub>0</sub>: Bakterisiz ortam(Kontrol), B<sub>1</sub>: *Azospirillum lipoferum*, B<sub>2</sub>: *Bacillus megaterium*, B<sub>3</sub>: *Chlorella saccharophila*, BU: Bakteri uygulamaları, KU: Kuraklık uygulamaları, öd: önemli değil.

\*P<0.05 düzeyinde, \*\* P<0.01 düzeyinde önemli olup, ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma metoduyla P<0.05 seviyesinde değerlendirilmiştir.

Kuraklık stresinin bitkilerdeki en belirgin hasarının morfolojik gelişimindeki gerileme olduğu bilinmektedir. Kuraklık stresinin artması yapraklardaki stomaların boyutlarının küçülmesine ve yoğunluğunun azalmasına neden olmuştur. Şekil 1'de *C. officinalis*'e ait stoma ve epidermal hücrelerin mikroskopik çekimleri verilmiştir. Stomalar üzerinde kuraklık dozunun ve bakteri uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yapılan mikroskopik ölçümlerde KU x BU interaksiyonunda stoma boyunun önemsiz olduğu görülmüştür. Kuraklık uygulamaları bakımından en yüksek stoma boyu 32.8 µm ile kontrolden sağlanırken K<sub>1</sub> uygulamaları ile istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır. En düşük değer ise 28.6 µm ile K<sub>3</sub> uygulamalarından tespit edilmiştir. Stoma boyutlarının artan strese paralel olarak azaldığı belirlenmiştir. Bakteri uygulamalarına göre en fazla stoma boyu 32.7 µm ile B<sub>1</sub>' den elde edilirken, B<sub>2</sub> uygulamaları ile aynı grup içerisinde yer almıştır. En küçük stoma boyu ise 28.8 µm ile kontrolden sağlanmıştır. N elementinin bitki büyümesinde etkili olduğu ve özellikle yeşil aksamın gelişiminde önemli bir besin elementi görevi gördüğü bilinmektedir (Bolat ve Kara, 2017). Kara ve ark. (2018), İtalya üzüm çeşidinde kısıtlı sulamanın stoma eni ve boyunda artış meydana getirdiğini belirtmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre *C. officinalis* bitkisinin kuraklık stresine farklı tepkiler verdiği görülmüştür. Çınar ve ark. (2016), yer fıstığında en uzun stoma boyunun 28.10 µm ile % 100 sulamanın yapıldığı bitki yapraklarından, en kısa stoma boyunun ise 23.17 µm ile sulanmayan konu altında yetiştirilen bitki yapraklarından elde edildiğini ortaya koymuştur. Meng ve ark. (1999) çeltikte; HtayHtay ve ark. (2005) fasulyede; Karipçin (2009) karpuzda;

Özyurt (2011) mahlepde benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Elde edilen sonuçların çalışmamız ile paralellik gösterdiği görülmüştür.

Stoma eni üzerinde, kuraklık stresinin etkisi istatistiksel olarak % 1 ve KU x BU interaksyonunun etkisi % 5 düzeyinde önemli bulunurken, bakteri uygulamalarının etkisi önemsiz bulunmuştur. Kuraklık stresi bakımından en yüksek stoma eni 22.9 µm K<sub>1</sub> uygulamalarından elde edilirken, K<sub>2</sub> uygulamaları ile aynı grupta yer almıştır. En düşük stoma eni değeri ise 20.6 µm olarak K<sub>3</sub> uygulamalarından tespit edilmiştir. En yüksek stoma eni değeri 24.9 µm olarak B<sub>2</sub> x K<sub>2</sub> interaksyonundan, en düşük stoma eni değeri ise 19.4 µm B<sub>0</sub> x K<sub>3</sub> interaksyonundan elde edilmiştir. Yapraklardaki stoma yoğunluğu yüksek çeşitlerin stoma genişliklerinin daha dar olduğu bildirilmektedir (Mert ve ark., 2009). Çınar ve ark. (2016), yerbıstığında artan su stresinin stoma eninde azalmalara neden olduğunu bildirmiştir. Bahereh (2020), Zn stresinin artan dozlarında stoma eninin azalış gösterdiği ve 19.6 µm ± 0.5- 23.8 ± 0.8 µm aralığında değiştiğini belirtmiştir. Benzer şekilde Çınar ve ark. (2016), yerbıstığı bitkisinde su kısıtının stoma eninde azalmaya neden olduğunu vurgulamıştır. Türkiye florasında *Calendula* türünün kültür formu olduğu bilinmekte ve bu bitkilerin stoma yapıları ile yoğunluklarının bilinmesi bitki-su dengesinin kontrolü açısından önemli olduğu vurgulanmıştır (Çağlar ve ark., 2004). Stoma boyutlarının farklı türlerde hatta çeşitlerde değişiklik gösterdiği bilinmektedir (Şelem ve ark., 2020). Dolayısıyla bitkilerdeki stoma özellikleri yetiştiricilikte kuraklık direnci olan türlerin seçiminde önemli bir parametre olarak ön plana çıkmaktadır.

Yürütülen çalışmada elde edilen verilerde stoma yoğunluğunun kuraklık dozu, bakteri uygulaması ve bunların interaksyonlarının istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Stoma yoğunluklarının en yüksek K<sub>2</sub> x B<sub>3</sub> interaksyonunda 141.7 adet/mm<sup>2</sup>, en düşük K<sub>3</sub> x B<sub>2</sub> interaksyonunda 48.3 adet/mm<sup>2</sup> olduğu belirlenmiştir. Bakteri uygulamalarında ise en yüksek stoma yoğunluğu değeri 111.1 adet/mm<sup>2</sup> olarak B<sub>3</sub> uygulamalarından tespit edilirken, B<sub>0</sub> uygulamaları ile aynı grupta yer almıştır. En düşük değer ise 73.1 adet/mm<sup>2</sup> olarak B<sub>1</sub> uygulamalarından tespit edilmiş olup B<sub>2</sub> uygulamaları ile aynı grup içerisinde yer almaktadırlar. Stoma yoğunluklarının tür, uygulamalar hatta klonlar arasında dahi değişiklik gösterdiği bilinmektedir. Doğan ve ark. (2020), yaptıkları çalışmada yaprağın alındığı konumun stoma yoğunluğu üzerine olan etkisinin önemli olduğunu ancak yaprak yüzeyinin farklı bölgelerinden örnek almanın stoma yoğunluğu üzerine etkisinin önemsiz olduğunu tespit etmiştir. Kurt ve Doğan (2020), 11 fındık çeşidinde yaptıkları çalışmada stoma yoğunluklarının 90.00 ile 111.60 adet/mm<sup>2</sup> aralığında değiştiğini belirlemiştir. Marasali ve Aktekin (2003), sulanan ve sulanmayan bağ koşullarında yetiştirilen 17 üzüm çeşidinden iki tanesinin kurak şartlarda, dokuz tanesinin ise sulu şartlarda en yüksek stoma yoğunluğuna sahip olduğunu ortaya koymuştur. Kara ve ark. (2018), İtalya üzüm çeşidinde kısıtlı sulamanın stoma yoğunluğunda azalmalar meydana getirdiğini rapor etmiştir. Türün belirlenen kuraklık uygulamalarındaki strese toleranslı olduğu ve bundan kaynaklı stoma yoğunluklarında azalmaların olmadığı düşünülmektedir.

Epidermal hücre sayısının da tüm faktörler açısından istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Kuraklık stresi bakımından en fazla epidermal hücre sayısı 593.2 adet/mm<sup>2</sup> ile K<sub>1</sub>'den, en düşük değer ise 530.2 adet/mm<sup>2</sup> olarak K<sub>2</sub>'den tespit edilmektedir. Bakteri uygulamaları bakımından en yüksek değer 672.9 adet/mm<sup>2</sup> ile B<sub>3</sub> uygulamalarından elde edilirken, kontrol uygulaması ile aynı grupta yer almıştır. En düşük değer ise 445.1 adet/mm<sup>2</sup> ile B<sub>1</sub> uygulamalarından tespit edilmiştir. KU x BU interaksyonu bakımından en yüksek değer 795.8 adet/mm<sup>2</sup> ile K<sub>3</sub> x B<sub>0</sub> interaksyonundan tespit edilmiştir. Çınar ve ark. (2016), *Arachis hypogaea* L. bitkisinde su stresinin stomalar üzerindeki etkisini araştırmış sulanmayan bitkilerde 625.0 adet/mm<sup>2</sup> ile en fazla epidermal hücre sayısına sahipken en düşük epidermal hücre sayısına 471.9 adet/mm<sup>2</sup> ile buharlaşmanın tamamının uygulandığı bitki yapraklarından elde etmişlerdir. Çalışmamızda epidermal hücrelerin sayısının stres dozuna bağlı dalgalanmalar gösterdiği belirlenmiştir. Bakteri uygulamalarında B<sub>1</sub>'de bitkilerin en az epidermal hücre sayısına sahip olduğu görülmüş olup bu durumun bitkilerin vejetatif aksamlarını geliştiren N elementi ile alakalı olduğu sonucuna varılmıştır. *C. officinalis* türünün belirlenen kuraklık uygulamalarına toleranslı olduğu ve bu sebeple belirtilen parametrede artışların olmadığı görülmüştür. Elde edilen veriler ışığında türün özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde iyi bir adaptasyon sağlayacağı öngörülmektedir.

Stoma indeksinde ise kuraklık uygulamaları ile KU x BU interaksyonunun istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli olduğu bakteri uygulamalarının ise önemsiz olduğu belirlenmiştir. Kuraklık stresi uygulamaları bakımından en yüksek stoma indeksi değeri % 17.6 ile K<sub>2</sub>'den, en düşük değer ise % 10.7 ile K<sub>3</sub>'ten elde edilmiştir. En yüksek stoma indeksinin B<sub>2</sub> x K<sub>2</sub> interaksyonunda % 23.2, en düşük

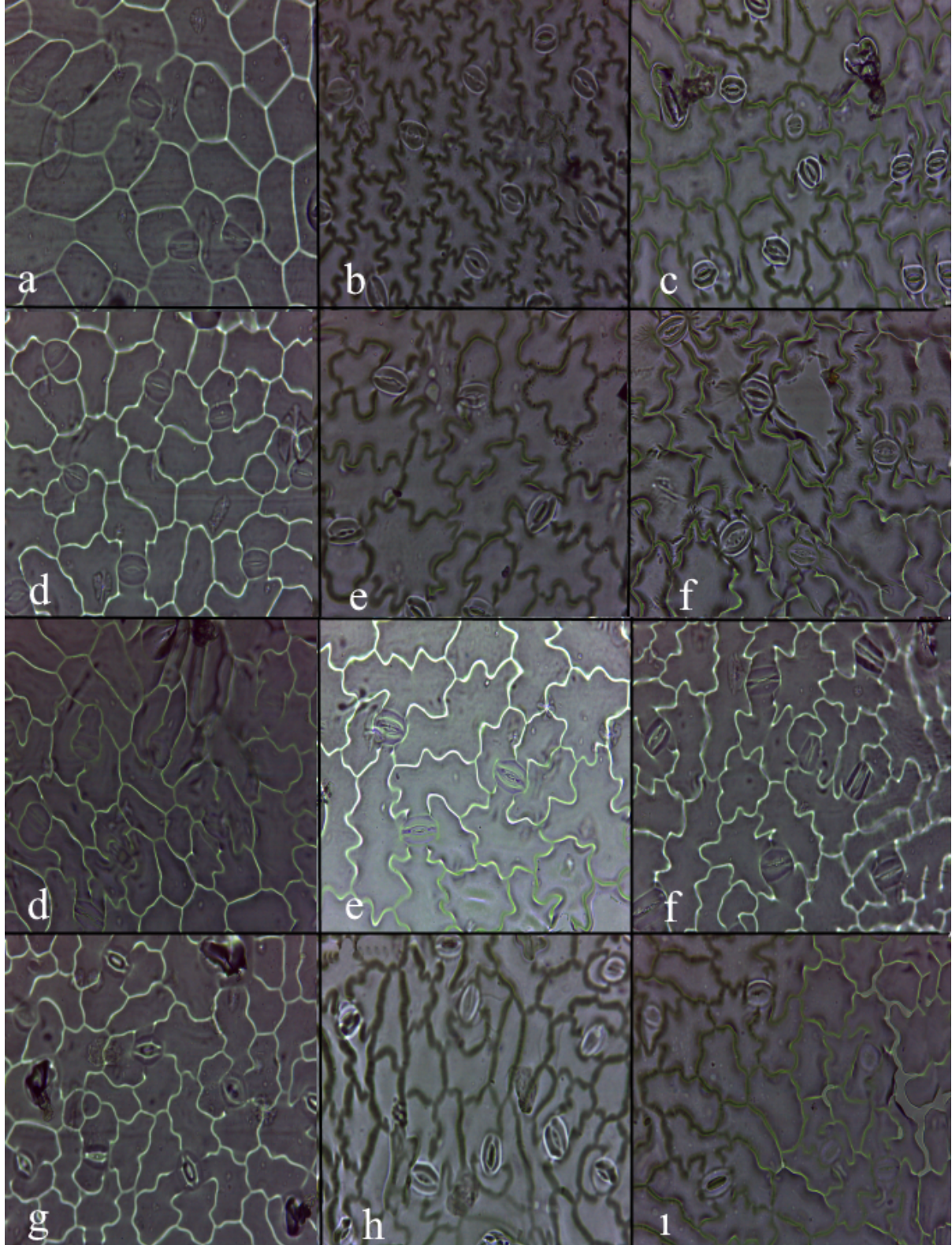
değerin ise B<sub>2</sub> x K<sub>3</sub> interaksiyonunda % 9.01 olduğu tespit edilmiştir. Çınar ve ark. (2016), *Arachis hypogaea* L. bitkisinde farklı sulama suyu seviyelerinin stoma indeksinde etkili olduğu ve artan kuraklığa bağlı olarak % 30.1 ile % 33.1 aralığında değişiklik gösterdiğini vurgulamışlardır. Sarker ve Hara (2011), patlıcan bitkisinde su stresi arttıkça epidermal hücre sayısı ve stoma indeksinin arttığını belirlemiştir. Yapılan çalışmadan farklı olarak bitkilerde stoma indeksinin uygulamalar arasında değişiklik gösterdiği görülmüştür. Bu farklılığın çalışma materyalini oluşturan türün belirlenen kuraklık uygulamalarına karşı toleranslı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 2. Farlı kuraklık uygulamalarına tabi tutulan *C. officinalis*'de meydana gelen bazı fizyolojik değişimler

Kuraklık uygulamaları	Bakteri Uygulamaları	Yaprak sıcaklığı (°C)	Stoma boyu (µm)	Stoma eni (µm)	Stoma yoğunluğu (adet/mm <sup>2</sup> )	Epidermal hücre sayısı (adet/mm <sup>2</sup> )	Stoma indeksi (%)
K <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>	26.3	31.12	23.68abc	115.88abc	470.83cd	19.71ab
	B <sub>1</sub>	26.7	34.17	22.59abc	98.66cd	579.16bc	14.51cde
	B <sub>2</sub>	26.6	31.41	21.13cd	101.68c	691.5b	12.44def
	B <sub>3</sub>	27.1	34.48	24.26ab	112.5bc	631.16b	15.28bcd
Ort.		26.7c	32.79a	22.91a	107.18a	593.16a	15.48b
K <sub>2</sub>	B <sub>0</sub>	26.9	28.67	20.16cd	125.53ab	643.66b	16.33bc
	B <sub>1</sub>	27.0	33.53	22.27bc	67.35ef	368.66de	15.5bc
	B <sub>2</sub>	27.4	36.06	24.88a	95.89cd	316.66e	23.22a
	B <sub>3</sub>	27.3	31.74	22.89abc	141.66a	791.66a	15.14cd
Ort.		27.17b	32.50a	22.55a	107.61a	530.16b	17.55a
K <sub>3</sub>	B <sub>0</sub>	27.8	26.67	19.42d	88.86cd	795.83a	10.11fg
	B <sub>1</sub>	27.8	30.42	20.26cd	53.32fg	387.5d	12.12ef
	B <sub>2</sub>	27.7	30.06	21.75c	48.33g	487.5c	9.01g
	B <sub>3</sub>	27.6	27.10	21.20c	79.01de	595.83bc	11.69ef
Ort.		27.7a	28.56b	20.66b	67.38b	566.66ab	10.73c
BU	B <sub>0</sub>	27.0	28.82b	21.09	110.09a	636.77a	15.38
	B <sub>1</sub>	27.2	32.71a	21.70	73.11b	445.11c	14.04
	B <sub>2</sub>	27.2	32.51a	22.59	81.97b	498.55b	14.89
	B <sub>3</sub>	27.3	31.10ab	22.79	111.06a	672.88a	14.04
VK(%)		1.11	7.75	7.27	11.28	7.94	10.02
KU		**	**	**	**	**	**
BU		öd	**	öd	**	**	öd
KU x BU		öd	öd	*	**	**	**

Kuraklık uygulamaları: K<sub>1</sub>: Normal sulama (kontrol), K<sub>2</sub>: ½ azaltılmış, K<sub>3</sub>: 3/4 azaltılmış; Bakteri uygulamaları: B<sub>0</sub>: Bakterisiz ortam(Kontrol), B<sub>1</sub>: *Azospirillum lipoferum*, B<sub>2</sub>: *Bacillus megaterium*, B<sub>3</sub>: *Chlorella saccharophila*, BU: Bakteri uygulamaları, KU: Kuraklık uygulamaları, öd: önemli değil.

\*P<0.05 düzeyinde, \*\* P<0.01 düzeyinde önemli olup, ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma metoduyla P<0.05 seviyesinde değerlendirilmiştir.



Şekil 1. *C. officinalis*'e ait stoma ve epidermal hücreler (a: B<sub>0</sub>K<sub>1</sub>, b: B<sub>0</sub>K<sub>2</sub>, c: B<sub>0</sub>K<sub>3</sub>, d: B<sub>1</sub>K<sub>1</sub>, e: B<sub>1</sub>K<sub>2</sub>, f: B<sub>1</sub>K<sub>3</sub>, g: B<sub>3</sub>K<sub>1</sub>, h: B<sub>3</sub>K<sub>2</sub>, i: B<sub>3</sub>K<sub>3</sub>).

Son dönemlerde yapılan araştırmalarda kuraklık sorununun görüldüğü bölgelerde giderek yayılan BGUB uygulamaları ile stresin olumsuz etkisine karşı antioksidan enzim aktivitesindeki artış ile toleransın sağlanabileceği kaydedilmektedir (Sarma ve Saikia, 2014). Çalışmada elde edilen veriler ile kuraklık stresine karşı kullanılan bakterilerin bitki gelişim parametrelerinde etkili olduğu görülmüştür.

#### 4. Sonuç

Küresel ısınma ve bu ısınmaya bağlı olarak meydana gelen kuraklık stresi dünyada tarımı olumsuz yönde etkilemekte ve bitkisel üretimde ciddi sorunlara sebep olmaktadır. Kuraklıkla oluşan bitkisel üretimdeki zararların önlenmesi açısından tedbirlerin alınması ve bitki gelişimini teşvik edici alternatif yöntemlerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Günümüzde biyolojik gübrelerin tek veya kombinasyonlarının uygulandığı çalışmaların ön plana çıktığı görülmektedir. Bitki geliştirici mikroorganizmaların çoğunlukla azot ve fosfor alımında etkili olduğu belirtile de diğer elementlerin de alımını artırdığı bilinmektedir. Dolayısıyla kuraklık stresine karşı bitkilerde meydana gelen morfolojik, ekolojik, fiziksel ve biyokimyasal değişimlerin ortaya konması ve strese dayanımı artırmak amacıyla bitki gelişimi teşvik edici uygulamaların meydana getirdiği değişimlerin belirlenmesi yetiştiricilik açısından ön açıcı olacaktır. Yapılan çalışmada farklı kuraklık uygulamalarına tabi tutulan *C. officinalis* bitkisinde bitki gelişimini teşvik edici bakterilerden N bakterisi olan *Azospirillum lipoferum*, P çözücü olarak bilinen *Bacillus megaterium* ve tatlı su algi olan *Chlorella saccharophila*'nın gelişim üzerine etkisi araştırılmış ve etkili sonuçlar elde edilmiştir. Bakteri uygulamalarında *Bacillus megaterium* bakterisinin gövde uzunluğu, kök yaş ağırlığı, gövde yaş ağırlığı, yaprak alanı, stoma boyu ve eninde en yüksek değerlere ulaştığı görülmüş ve kurak koşullarda *C. officinalis*'in gelişiminde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Çalışmanın sonucunda farklı kuraklık uygulamalarına tabi tutulan *C. officinalis* bitkisinin stres fizyolojisine bakıldığında oldukça dayanıklı olduğu görülmüştür. Kurak şartların hâkim olduğu bölgelerde alternatif bir tür olarak yetiştirilebileceği sonucuna varılmıştır. Farmakoloji, süs bitkileri, gıda ve kozmetik endüstrisinde değerlendirilme potansiyeli yüksek olan türün ülkenin her bölgesinde yetiştirilebileceği ve ekonomik olarak üretilme potansiyeli olduğu ön görülmektedir.

#### Kaynakça

- Acıbuca, & Budak D. B. (2018). Dünya'da ve Türkiye'de tıbbi ve aromatik bitkilerin yeri ve önemi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 33, 37-44.
- Akçay, E., & Eşitken, A. (2016). MM106 anacına ve üzerine aşılı golden delicious elma çeşidine tuz stresinin etkileri. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(2), 228-232.
- Aşık, F. F., & Arıoğlu, H. (2018). Ana ürün yerfistiği tarımında bakteri (*Rhizobium* sp.) ve azotlu gübre uygulamalarının bazı tarımsal ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 36-2.
- Bahereh, K. A. (2020). Çinko ( $Zn^{+2}$ ) toksisitesi koşullarında aynısafa (*Calendula officinalis*) bitkisinin morfolojik ve fizyolojik değişimlerinin ve fitoremediasyon potansiyelinin belirlenmesi. (Yüksek lisans tezi), Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Bat, M., Tunçtürk, R., & Tunçtürk, M. (2020). Ekinezya (*Echinacea purpurea* L.) bitkisinde kuraklık stresi ve deniz yosunu uygulamalarının bazı fizyolojik parametreler üzerine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 23(1), 99-107.
- Bolat, İ., & Kara, Ö. (2017). Bitki besin elementleri: Kaynakları, işlevleri, eksik ve fazlalıkları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 19(1), 218-228.
- Çağlar, S., Sütyemez, M., & Bayazıt, S. (2004) Seçilmiş bazı ceviz (*Juglan sregia*) tiplerinin stoma yoğunlukları. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 17(2), 169-174.
- Çımar, N., Aydınşakir, K., Dinç, N., Büyüктаş, D., & Işık, M. (2016). Yerfistiğinde (*Arachis hypogaea* L.) su stresinin stoma özellikleri üzerine etkisi. *Mediterranean Agricultural Sciences* 29(2).
- Dere, S. (2021). Kuraklık Stresi Koşullarında Bakteri Uygulamasının Domates Bitkileri Üzerine Etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi* 10(1), 52-62. DOI: 10.46810/tdfd.805789
- Doğan, A., Uyak, C., Akçay, A., Keskin, N., Gazioglu Şensoy, R. İ., Çelik, F., Kunter, B., Çavuşoğlu, Ş. & Özrenk, K. (2020). Hizan (Bitlis) Koşullarında Yetiştirilen Üzüm Çeşitlerinin Klorofil Miktarları ve Stoma Yoğunluklarının Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30 (4) , 652-665. DOI: 10.29133/yyutbd.698508
- Düzgüneş 0., Kesici, T., Koyuncu, O. & Gürbüz, F. (1987). *Araştırma ve deneme metotları*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1021.295-381.
- Ebcioğlu, N. (2013). "100 Şifalı Bitki 100 Şifalı İçecek," Omega Yayınları.

- Ergün, O., Daşgan, Y. H., & Işık, O. (2010). Su kültüründe yetiştirilen kıvırcık marul bitkisinde mikroalg (*Chlorella vulgaris*) uygulamasının etkileri. 9. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu, Bildiriler: 12-14 Eylül 2012, Konya, s. 330-334
- Eriş, A., & Soylu, A. (1990). Stomatal density in various Turkish grape cultivars. *Vitis*, Special Issue, 382-389.
- Göktaş, Ö., & Gıdık, B. (2019). Tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım alanları. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1), 145-151.
- HtayHtay, O., Takuya, A., & Fumitake, K. (2005). Effects of drought and flooding stresses on growth and photosynthetic activity of mungbean (*Vigna radiata* L.) wilczek, cultivars. *Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University*, 50(2), 533-542.
- Jacoud, C., Faure, D., Wadoux, P., & Bally, R. (1998). Development of a strain-specific probe to follow inoculated *Azospirillum lipoferum* CRT1 under field conditions and enhancement of maize root development by inoculation. *FEMS Microbiol. Ecol.*, 27, 43-51.
- Kalas, M. (2019). *Eskişehir çevresinde yetişen bazı Calendula l. türleri üzerinde farmasötik botanik ve fitokimyasal araştırmalar* (Yüksek Lisans tezi), Eskişehir Anadolu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Kara, Z., Doğan, O., Sabır, A., Özer, A., & Koç, F. (2018). İtalya (*Vitis Vinifera* L.) Sofralık üzüm çeşidinde kısıtlı sulamanın yaprak ve stoma özelliklerine etkileri. *Bahçe*, 47(Özel Sayı 1), 677-682.
- Karipçin, M. Z. (2009). *Yerli ve yabani karpuz genotiplerinde kuraklığa toleransın belirlenmesi* (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Kurt, H., & Doğan, A. (2020). Farklı Ekolojilerde Yetişen Fındık (*Corylus avellana* L.) Çeşit ve Genotiplerinin Stoma Yoğunluk ve Dağılımlarının Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(3), 544-552.
- Kusvuran, S., Ellialtıoğlu, S., Abak, K., & Yasar, F. (2007). Responses of some melon (*Cucumis* sp.) genotypes to salt stress. *Journal of Agricultural Sciences. Ankara University Faculty of Agriculture*, 13(4), 395-404.
- Kuşvuran, Ş., & Abak, K. (2012). Kavun genotiplerinin kuraklık stresine tepkileri. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28(5), 79-87.
- Kuşvuran, Ş., Daşgan, H. Y., & Abak, K. (2008). Farklı bamya genotiplerinin kuraklık stresine tepkileri. VII. Sebze Tarımı Sempozyumu, 26-29 Ağustos, Yalova.
- Kutsal, İ. K. (2017). *Bitki büyümesini arttırıcı bazı rhizobakteri türlerinin sulu ve susuz koşullarda yetiştirilen kavunlarda bitki gelişimi ve meyve kalitesi üzerine etkileri* (Yüksek lisans tezi), İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Liu, C., Liu, Y., Guo, K., Fan, D., Li, G., Zheng, Y., Yu, L., & Yang, R. (2011). Effect of drought on pigments, osmotic adjustment and antioxidant enzymes in six woody plant species in karst habitats of southwestern china, *Environmental and Experimental Botany*, 71(2), 174-183.
- Marasalı, B., & Aktekin, A. (2003). Sulanan ve sulanmayan bağ koşullarında yetiştirilen üzüm çeşitlerinde stoma sayısının karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 9(3), 370-372
- Meidner, H., & Mansfield, T. A. (1968). Physiology of stomata. *Physiology of stomata*. 179 pp. ref.Bibl. 177.
- Meng, L., Li, L., Chen, W., Xu, Z., & Liu, L. (1999). Effect of water stress on stomatal density, length, width and net photosynthetic rate in rice leaves. *Journal of Shenyang Agricultural University*, 30(5), 477-480.
- Mert, C., Barut, E., & Uysal, T. (2009). Farklı anaçlar üzerine aşılı elma çeşitlerinin stoma morfolojilerinin araştırılması. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2(2), 61-64.
- Obanda, M., & Owuor, P. O. (1997). Flavanol composition and caffeine content of green leaf as quality potential indicators of Kenyan black teas. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 74, 209-215.
- Özenç, D. B., & Şen, Ö. (2017). Farklı gelişim dönemlerinde uygulanan deniz yosunu gübresinin domates bitkisinin gelişim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6, 235-242.
- Öztekin, G., Tüzel, Y., Tüzel, Y., Ece, M., & Ece, M. (2015). Fosfat çözücü bakteri aşılamaalarının sera domates yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(2), 148-155. DOI: 10.29133/yyutbd.236367.

- Özyurt, İ. K. (2011). *Kuraklığa dayanıklı mahlep (Prunus mahaleb L.) klon anacı seçimi* (Doktora Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Samancıoğlu, A., Yıldırım, E., & Şahin, Ü. (2016). Bitki gelişimini teşvik eden rizo bakterileri uygulamalarının farklı sulama seviyelerinde yetiştirilen lahanada fide gelişimi, bazı fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkisi. *Tarım ve Doğa Dergisi* 19(3), 332.
- Sarma, R. K., & Saikia, R. (2014). Alleviation of drought stress in mung bean by strain *Pseudomonas aeruginosa* GGRJ21. *Plant Soil* 377, 111–126.
- Sarker, B. C., & Hara, M. (2011). Effects of elevated CO<sub>2</sub> and water stress on the adaptation of stomata and gas exchange in leaves of eggplants (*Solanum melongena* L.). *Bangladesh Journal of Botany* 40(1), 1-8.
- Şelem, E., Nohutçu, L., Tunçtürk, R., & Tunçtürk, M. (2020). Bazı Allium Türlerinin Morfolojik Ölçümleri, Stoma ve Polen Özellikleri ile Polen Canlılığının Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 30 (Ek sayı (Additional issue)), 882-889.
- Sharm, S., & Vig. P. A. (2013). Evaluation of in vitro antioxidant properties of methanol and aqueous extracts of *Parkinsonia aculeata* L. leaves, *The Scientific World Journal*, 1-7.
- Tanker, N., Koyuncu, M., & Coskun, M. (2007). Farmasötik Botanik. *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları* no:93.
- Telek, Ü., Akıncı, İ. E., & Küsek, M. (2019). Rhizobakteri İzolatlarının Kırmızı Biberin (*Capsicum annuum* L.) Verim ve Bitkisel Özellikleri Üzerine Etkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 22(1), 62-70.
- Tuteja, N., Gill, S. S., & Tuteja, R. (2011). Plant responses to abiotic stresses: shedding light on salt, drought, cold and heavy metal stress. *Omic and Plant Abiotic Stress Tolerance*, 39-64.
- Ünlükara, A., Kurunç, A., Kesmez, G. D., Yurtseven, E., & Suarez, D. L. (2010). Effects of salinity on eggplant (*Solanum melongena* L.) growth and evapotranspiration. *Irrigation and Drainage: The Journal of the International Commission on Irrigation and Drainage* 59(2), 203-214.
- Yolcu, H., Güneş, A., Güllap, M. K., & Çakmakçı, R. (2012). Effects of plant growth-promoting rhizobacteria on some morphologic characteristics, yield and quality contents of Hungarian vetch. *Turkish Journal of Field Crops* 17(2). 208-214.
- Yuwono, T., Handayani, D., & Soedarsono, J. (2005). The role of osmotolerant rhizobacteria in rice growth different drought conditions. *Australian Journal of Agricultural Research* 56, 715-721.





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



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

Araştırma Makalesi (Research Article)

**Mardin İlindeki Küçükbaş Hayvancılık İşletmelerinin Yapısal Durumu\*\***

**Veysi ACIBUCA<sup>1\*</sup>, Dilek BOSTAN BUDAK<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 47000 Mardin, Türkiye

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 01330 Adana, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-8478-7300> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-6318-698X>

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

**Makale Bilgileri**

Geliş: 21.04.2021

Kabul: 21.11.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.925141

**Anahtar Kelimeler**

Küçükbaş hayvancılık,  
Mardin,  
Sosyo-ekonomik durum.

**Öz:** Bu çalışma, Mardin ilinde küçükbaş hayvancılık üreticilerinin sosyo-ekonomik özellikleri, desteklemelerden faydalanma durumları, birliğe üye olma durumları, hayvan sağlığı uygulamaları ve sorunlarını tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Çalışma 2019 yılı Şubat ve Haziran ayları arasında yürütülmüş olup araştırma materyalini Mardin ilinin 4 ilçesinde tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemiyle seçilen 142 işletmede yapılan anket verileri oluşturmaktadır. Çalışmadan elde edilen veriler neticesinde işletmelerde ortalama 197.4 baş hayvan varlığı olduğu ve işletmelerin % 16.2'sinin hayvancılığı sadece ailenin hayvansal ürün ihtiyacını karşılamak amacıyla yaptığı tespit edilmiştir. İşletmelerde hayvan sayısı arttıkça bilgiye ulaşma isteği ve desteklemelerden faydalanma durumunda artış gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar neticesinde Mardin ilinde küçükbaş hayvancılık faaliyetlerinin gelişmesini önleyen en önemli faktörlerin başında yem giderlerinin yüksek olması ve çoban sıkıntısının geldiği belirlenmiş olup gençlerin hayvancılık faaliyetlerine yönlendirilmesi için çobanlık mesleğinin cazibeli hale getirilmesi önerilmiştir.

**Structural Situation of Small Ruminant Enterprises in Mardin Province**

**Article Info**

Received: 21.04.2021

Accepted: 21.11.2021

Online Published: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.925141

**Keywords**

Ovine livestock,  
Mardin,  
Socio-economic situation.

**Abstract:** The current study was undertaken to investigate the socio-economic characteristics, the situations of benefits from subsidies, the participation of union membership, and the animal care practices and problems of the small ruminants' farmers in Mardin. The study was conducted between February and June 2019 by analyzing self-reported questionnaire data involving 142 participant enterprises selected by stratified random sampling method in 4 districts of Mardin province. Analyzed data obtained from the study displayed that there was an average of 197.4 heads of animals in the enterprises, and 16.2% of the enterprises were engaged in livestock production only to meet their family needs. As the number of animals increased in the enterprises, the desire to reach the information and the situation of benefiting from the supports increased. Results obtained showed that the most important factors preventing the development of small ruminant farming activities in Mardin province were high feed costs and shepherd shortage. In line with this data, making the shepherding occupation attractive was suggested to tend young people to be employed in the small livestock-keeping activities.

\*\*Bu çalışma Veysi ACIBUDA'nın doktora tezinden üretilmiştir.

## 1. Giriş

Hayvancılık faaliyetlerinin alt sektörlerinden birisi olan küçükbaş hayvancılık; et, süt ve süt ürünleri ile deri, kıl ve yün üretimi gibi dünya ekonomisinde önemli bir yeri olan insanoğlunun en kadim ekonomik faaliyetlerinden birisidir. Koyun ve keçiler; düşük bakım gereksinimleri, beslenmede marjinal arazileri değerlendirebilmeleri ve yatırım maliyetlerinin düşük olması gibi avantajları nedeniyle hem kırsal kesimdeki yoksul insanların refah seviyelerinin yükseltilmesi hem de hayvansal ürün talebinin karşılanmasında önemli rol oynamaktadırlar. Gıda güvenliği, insan sağlığı ve ekonomik faydalarının yanında, küçükbaş hayvancılık özellikle Afrika ülkelerinde sosyal statünün belirlenmesinde de önemli bir faaliyet olarak görülmektedir (Thornton, 2010).

Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre 2019 yılında dünya genelindeki toplam koyun sayısı 1.238 milyon baş, keçi varlığı ise yaklaşık 1.094 milyon baştır (FAO, 2019). Aynı verilere göre Çin 163.5 milyon baş koyun varlığıyla birinci sırada yer alırken, Hindistan ise 148.9 milyon baş ile keçi varlığında ilk sırada yer almaktadır. Küçükbaş hayvan varlığının kıtalara dağılımında da Asya kıtası hem koyun hem keçi varlığı bakımından birinci sırada yer almaktadır. 2019 yılı Dünya toplam koyun varlığının % 42.6'sı (527.2 milyon baş), keçi varlığının ise % 52.6'sı (575.5 milyon baş) Asya kıtasında yer almaktadır (FAO, 2019). Dünya genelinde artan nüfus, kentleşme ve gelir artışı ile birlikte hayvansal ürünlere talep artmaktadır (Delgado et al., 2001). 2050 yılında hayvansal ürünlere olan talebin yaklaşık % 70.0 oranında artarak bütçenin 9.6 milyar Euro'ya ulaşması beklenmektedir (FAO, 2014).

Küçükbaş hayvancılık Türkiye'nin tüm bölgelerinde sürdürülen önemli bir faaliyet olup genellikle düşük verimli yerli ırklardan oluşan ve ağırlıklı olarak otlatmaya dayalı besleme koşulları ve sınırlı girdi ile üretimin hedeflendiği ekstansif bir yapıya sahiptir (Semerci ve Çelik, 2016). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2020 yılı verilerine göre Türkiye'nin küçükbaş hayvan varlığı toplamı 54.1 milyon baş olup koyun varlığı 42.12 milyon baş, keçi varlığı ise 11.98 milyon baştır (TÜİK, 2020). Doğu Anadolu Bölgesi toplam küçükbaş hayvan varlığının % 23.9'una (12.9 milyon baş) sahip olup birinci sırada, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ise 10.5 milyon baş (%19.5) ile ikinci sırada yer almaktadır. Koyun varlığı bakımından Güneydoğu Anadolu Bölgesi birinci sırada yer alırken, keçi varlığı bakımından ise Akdeniz Bölgesi birinci sırada yer almaktadır. Karadeniz Bölgesi hem koyun hem de keçi sayısı bakımından en düşük küçükbaş hayvan varlığına sahip bölgedir (TÜİK, 2020).

Son yıllarda tarımsal üretim değerlerindeki azalma tarımsal üretim artışını ve sektörün daraldığını göstermekle birlikte (Karaman, 2018) meydana gelen yüksek girdi maliyetleri hayvancılığın sürdürülebilirliğine önemli derecede etki etmiş (Güler ve Saner, 2021) ve buna bağlı olarak canlı hayvan ve karkas ithalatını artmıştır. Ülkemizdeki büyükbaş ve küçükbaş hayvan varlığı toplamı 2000 ile 2010 yılları arasında genel olarak 37-45 milyon baş arasında olup belirtilen dönemde 2005 ve 2006 yılları dışındaki tüm yıllarda hayvan varlığında bir önceki yıla göre azalma olmuştur. 2010 yılından sonra özellikle et fiyatlarının düşürülmesi amacıyla çoğunluğu besilik ve kasaplık olmak üzere canlı hayvan ithalatı hızlanmış ve 2010-2019 yılları arasında toplam 7.08 milyar dolar değerinde yaklaşık 8 milyon baş canlı küçükbaş/büyükbaş hayvan ithalatı yapılmıştır (ESK, 2019). 2010-2019 yılları arasında toplam 1.406 milyar dolar değerinde 296 487 ton kemikli/kemiksiz/karkas et ithalatı yapılmıştır (ESK, 2019).

Türkiye'de son on beş yılda hayvancılık sektörüne verilen hibe, kredi ve desteklemeler ile çoğunlukla büyük ölçekli işletmelerin faydalandığı bir yapı oluşturulmaya çalışılmış, böylece et ve süt verimliliğinin artırılarak ülkenin ihtiyacı olan hayvansal ürünlerin yurt içinden temin edilmesi, dolayısıyla ürün fiyatlarının yükselmesinin önlenmesi amaçlanmıştır. Hayvancılık ile ilgili desteklemeler özellikle 2005 yılından sonra çeşitlenmiş, yem bitkileri, süt teşvik primi, suni tohumlama ve buzağı destekleri en önemli destekleme araçları olmuştur (Ata ve Yılmaz, 2015).

Bu çalışma 2020 yılı verilerine göre Türkiye'nin toplam koyun varlığının % 1.5 (626 219 baş)'i ile keçi varlığının % 3.9 (462 139 baş)'una sahip olan Mardin ilinin küçükbaş hayvan varlığı potansiyeli, işletmelerin sosyo-ekonomik durumları ile desteklemelerden faydalanma durumları, hayvan sağlığı uygulamaları ve sorunlarının tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçların Mardin ilinde küçükbaş hayvancılık faaliyetlerinin geliştirilmesi ve ilgili kurumların yapabileceği proje, yatırım faaliyetleri ile stratejik planlamalara katkı sağlaması hedeflenmektedir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın ana materyalini Mardin ilinde küçükbaş hayvancılık faaliyeti yapan tarım işletmelerinden 2019 yılı Şubat ve Haziran ayları arasında anket yoluyla elde edilen veriler oluşturmaktadır. Ayrıca konuyla ilgili önceden yapılmış çalışmalar, kamu ve özel kuruluşlardan sağlanan bilgiler ve uzman görüşleri de çalışmada kullanılan ikincil veriler kullanılmıştır. Mardin ilinde toplam on ilçe bulunmakta olup zaman, maliyet ve bazı ilçelerin terör olaylarından dolayı güvenli olmaması nedeniyle tüm ilçelerde anket yapılmamıştır. Bu nedenle birinci aşamada koyun ve keçi yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı dört ilçe (Artuklu, Derik, Mazıdağı ve Savur) gayeli olarak seçilmiştir. Bu 4 ilçedeki üretici sayıları popülasyondaki işletme sayısını oluşturmuştur.



Şekil 1. Mardin ilinde çalışmanın yapıldığı ilçeler (Anonim, 2021).

Araştırma neticesinde elde edilecek bilgilerin doğruluğunu arttırmak ve ana kitledeki farklı büyüklükteki işletmelerin yeterli düzeyde temsil edilebilmesini sağlamak amacıyla tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemine göre belirlenen örnek hacmi aşağıdaki yöntemle belirlenmiştir (Esin ve ark. 2001).

$$n = \frac{(\sum N_h \cdot S_h)^2}{N^2 \cdot D^2 + \sum N_h \cdot S_h} \quad (1)$$

$$D^2 = \frac{d^2}{z^2} \quad (2)$$

n: Örnek hacmini

$N_h$ : h'inci tabakadaki işletme sayısını  $n$

$S_h$ : h'inci tabakanın standart sapmasını

$S_h^2$ : h'inci tabakanın varyansını

N: Populasyondaki işletme sayısını

d: Populasyon ortalamasından izin verilen hata payı,

z: Hata oranına göre standart normal dağılım tablosundaki z değerini ifade etmektedir.

Örnek hacmi % 95 güven aralığı ve % 5 hata payı ile 129 olarak hesaplanmıştır. Veri analizinde herhangi bir sorunla karşılaşmamak için örnek büyüklüğünün % 10 fazlası kadar anket yapılarak toplamda 142 anket yapılmıştır. İşletmelerin tabakalara ayrılmasında Damızlık Koyun Keçi Yetiştiricileri Birliği (DKKYB)'nden alınan ortalama hayvan varlığı esas alınmıştır. Buna göre 130 baş

altındaki hayvan varlığına sahip işletmeler I. tabaka, 130-260 baş arası II. tabaka ve 260 baş üzeri hayvan varlığına sahip işletmeler III. tabakada yer almıştır. Birinci tabakada 43, ikinci tabakada 47 ve üçüncü tabakadaki işletmelerde 52 işletme hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Tabakalara göre ilçelerde yapılan anket sayıları (adet)

Tabakalar	İlçeler				Toplam
	Artuklu	Savur	Derik	Mazıdağı	
<130 Baş	11	18	9	5	43
130-260 Baş	4	12	19	12	47
>260 Baş	9	10	16	17	52
<b>Toplam</b>	<b>24</b>	<b>40</b>	<b>44</b>	<b>34</b>	<b>142</b>

Anket çalışması neticesinde elde edilen veriler SPSS paket programına yüklenmiş ve araştırmanın amacına uygun istatistiksel yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir. Bu bağlamda üreticiler ve işletmeler ile ilgili tanımlayıcı istatistikler (frekans, yüzde, ortalama vb.) değerlerle ifade edilmiştir. Değişkenler arasındaki ilişkinin incelenmesi için parametrik olmayan testlerden Ki-kare analizi yapılmıştır. Ki-kare testi iki ya da daha çok grup arasında fark olup olmadığı test etmek için kullanılmakta olup temel amaç gözlenen ve beklenen frekanslar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığının tespit edilmesidir.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Üreticilerin sosyo-demografik özellikleri

Araştırma neticesinde üreticilerin % 97.8'inin erkek, % 2.2'sinin ise kadın olduğu, yaşlarının 19 ile 73 arasında değişmekte birlikte yaş ortalamalarının 44.1 olduğu tespit edilmiştir. Otuz yaş ve altındaki üreticiler ise toplam üreticilerin % 15.5'ini oluşturmaktadır. Üreticilerin % 85.9'u evli bireylerden oluşmakta olup ortalama hane halkı genişliği 6.6 kişi olarak saptanmıştır. Türkiye'de yapılan tarım faaliyetlerinde üreticilerin yaş ortalamalarının yüksek olduğu ve kırsal kesimlerde hane halkı ortalamasının ülke ortalamasından yüksek olduğu yapılan birçok araştırmada ortaya konulmuştur. Bakır ve Mikail (2019)'in Siirt ilinde küçükbaş hayvan yetiştiriciliği ile ilgili yaptıkları çalışmada işletmecilerin yaş ortalamasının 47.0 yıl, Şanlıurfa ilinde koyunculuk işletmelerinin yapısal analizinin yapıldığı çalışmada ise ortalama hane halkı büyüklüğü 7.9 kişi olarak bulunmuştur (Karadaş, 2018).

Üreticilerin % 12.0'ı hiç eğitim almamış olup % 37.3'ü ilkököl, % 18.3'ü ortaokul, % 27.5'i lise ve % 4.9'u önlisans eğitimi almış bireylerden oluşmaktadır. Karakaya ve Kızıloğlu (2014)'nin Bingöl ilinde yaptıkları çalışmada üreticilerin % 81.6'sının ortaokul ve altı eğitim seviyesine sahip olduğu belirtilmiştir. İncelenen üreticilerin % 43.0'ının sosyal güvencesinin, % 40.8'inin tarım dışı gelire sahip olduğu belirlenmiştir. Tarım dışı gelire sahip olanların % 38.6'sı kendine ait işyeri olduğunu, % 36.8'i kamuda çalıştığını (genellikle güvenlik korucusu), % 7.0'ı emekli olduğunu, % 7.0'ı özel sektörde çalıştığını ve % 10.6'sı diğer (yaşlılık, engelli maaşı..vs) gelirleri olduğu tespit edilmiştir. İncelenen işletme büyüklüklerine göre üreticilerin sosyal güvenceye ve tarım dışı gelire sahip olması açısından anlamlı bir farklılık olmadığı ( $p>0.05$ ) tespit edilmiştir.

#### 3.2. İşletmelerin genel özellikleri

İncelenen işletmelerde üreticilerin % 72.5'inin küçükbaş hayvancılık faaliyetini en az 10 yıldır sürdürdüğü belirlenmiştir. Hayvancılık deneyimi açısından incelenen işletme büyüklükleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Üreticilerin % 47.9'u ticari amaçla, % 28.9'u başka geliri olmadığı için, % 16.2'si ailenin hayvansal ürün ihtiyacını karşılamak amacıyla ve % 7.0'ı alışkanlıktan dolayı küçükbaş hayvancılık faaliyeti yaptığını belirtmiştir. Üreticilerin % 89.4'ünün DKKYB'ye üye olduğu bu oranının 130 baş hayvan sayısı altındaki işletmelerde % 69.8 olduğu belirlenmiştir. İncelenen işletme büyüklükleri arasında hayvancılığı yapma amacı bakımından 0.05, DKKYB üyeliği bakımından ise 0.01 düzeyinde anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir. İşletmelerde hayvan sayısı arttıkça birliğe

üye olma durumu artmakta ve hayvancılık ekonomik amaçlarla yapılmaktadır. Birliğe üye olan üreticilerin % 83.1'i desteklemelerden faydalanabilmek amacıyla birliğe üye olduğunu belirtmiştir.

Çizelge 2. İşletmelerde hayvancılık faaliyetini yapma amacı ve DKKYB üyeliği

İşletme Büyüklüğü	Hayvancılığı Yapma Amacı (%)*				DKKYB Üyeliği (%)**	
	Ticari	Başka geliri yok	Ailenin Hayvansal ürün ihtiyacı için	Alışkan	Evet	Hayır
<130 Baş	20.9	23.3	41.8	13.9	69.8	30.2
130-260 Baş	51.1	31.9	10.6	6.4	95.7	4.3
>260 Baş	67.3	30.7	0.0	1.9	100.0	0.0
<b>Ortalama</b>	<b>47.9</b>	<b>28.9</b>	<b>16.2</b>	<b>7.0</b>	<b>89.4</b>	<b>10.6</b>

\*p<0.05 düzeyinde anlamlıdır.

\*\* p<0.01 düzeyinde anlamlıdır.

İşletmelerde hayvan sayısı 17 ile 690 baş arasında değişmekte olup ortalama hayvan sayısı 197.4 baş olarak tespit edilmiştir. İncelenen işletmelerin % 13.4'ünde sadece koyunculuk, % 10.5'inde sadece keçicilik yapılırken % 76.1'inde hem koyun hem keçi yetiştiriciliği birlikte yapılmaktadır. Ortalama hayvan sayısının en düşük olduğu ilçe Savur (154.7 baş), en yüksek olduğu ilçe ise Mazıdağı (241.3 baş) olarak bulunmuştur. 130 baş altındaki hayvan varlığı en fazla Savur ilçesinde (% 44.4) bulunurken, 130-260 baş arası hayvan varlığı Derik İlçesinde (% 41.1) ve 260 baş üzeri hayvan varlığının da Mazıdağı ilçesinde (% 32.9) bulunduğu tespit edilmiştir. Karacadağ bölgesinde yer alan Derik ve Mazıdağı ilçelerinde hayvancılık faaliyetleri daha büyük sürüler halinde yapılmaktadır. Küçükbaş hayvancılık faaliyetleri ile ilgili yapılan çalışmalarda işletmelerdeki ortalama hayvan sayısını Ceyhan ve ark. (2015) Niğde ilinde 327.6 baş, Bilginturan ve Ayhan (2008) Burdur ilinde 112.8 baş olarak bulmuşlardır. Araştırma bölgesinde genel olarak sıcak ve kurak iklim koşullarına adapte olmuş İvesi koyunu yetiştiriciliği yapılırken, ilin Karacadağ bölgesinde bulunan Mazıdağı ve Derik ilçelerinde ise dağlık/taşlı araziler ile yöreye adapte olmuş Zom koyunu yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bölgede kıl keçisi yetiştiriciliğinin yaygın olarak sürdürüldüğü ancak modern ağıl tipine sahip bir işletmede ikizlik oranı yüksek Kilis keçisi yetiştiriciliği yapıldığı ve Savur ilçesindeki bazı işletmelerde tiftik keçisi yetiştiriciliği de yapıldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3. İlçe bazında küçükbaş hayvan işletmelerinin tabakalara göre dağılımı (%)

Tabaka	İlçeler				Toplam
	Savur	Artuklu	Derik	Mazıdağı	
<130 Baş	44.4	20.6	22.5	12.5	100.0
130-260 Baş	25.0	7.9	41.1	26.0	100.0
>260 baş	17.6	18.6	30.9	32.9	100.0

İşletmelerin % 92.3'ünde hayvanları otlatmak için köy ortak merası kullanılırken, % 4.2'si kendi arazisinde, % 2.1'i kiralık merada hayvanlarını otlatıldığını ifade etmiştir. Üreticilerin % 1.4'ü ise çobanlık yapacak kimseleri olmadığı için hayvanlarını otlatmadığını belirtmiştir. Tarımsal faaliyetlerde iş ve aile yaşantısının bir bütün olması ve kurumsallaşmanın olmaması nedeniyle, işletmelerde işgücü gerektiren faaliyetlerde genellikle çalışabilen aile fertlerinin tamamı uğraşmaktadır. İncelenen işletmelerde küçükbaş hayvancılık faaliyetlerinde tüm aile fertlerinin etkisi olduğu ve birden fazla faaliyette etkilerinin bulunduğu tespit edilmiştir. 7-14 yaş arasındaki kız çocukları en fazla ağıl temizliği (% 33.1) ve yemleme (% 16.9) faaliyetlerinde çalışırken, aynı yaşta erkek çocuklar ise en fazla otlatma (% 66.9) ve ağıl temizliği (% 48.6) işlerinde çalışmaktadır. Yapılan faaliyetlerde kadın ve çocukların etkisinin yüksek olduğu işletmeler ortalamasında yapılan faaliyetlerin % 57.6'sının kadın ve çocuklar tarafından yürütüldüğü tespit edilmiştir.

İncelenen işletmelerde küçükbaş hayvancılık desteklemelerinden faydalanma oranları araştırılmış ve üreticilerin % 98.6'sının hayvanlarının Tarım ve Orman İl/İlçe Müdürlüklerinde kayıtlı

olduğu ve % 89.4'ünün destekleme uygulamalarından faydalandığı tespit edilmiştir. Desteklemelerden faydalanamayanların % 33.3'ü bürokratik işlemlerin fazla olması, % 26.7'si destek miktarının az olması, % 20.0'ı nasıl alınacağını bilmediği için, % 6.7'si desteklerden haberi olmaması nedeniyle ve % 13.3'ü ise hayvanları kayıtlı olmadığı için destek alamadığını ifade etmiştir. İşletmelerin desteklemelerden faydalanması bakımından işletme büyüklükleri arasında anlamlı ( $p<0.01$ ) farklılık bulunmuştur. İşletmelerde hayvan sayısı arttıkça desteklemelerden faydalanma oranı da artmaktadır. Siirt ilinde yapılan çalışmada (Bakır ve Mikail 2019), küçükbaş hayvancılık desteklemelerinden faydalanan işletmelerin oranı % 86.0 Ögel (2018)'in Şırnak ilinde yaptığı çalışmada ise desteklemelerden faydalanan işletmelerin oranı % 76.1 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4. İşletmelerin desteklemelerden faydalanma durumları

İşletme Büyüklüğü	Desteklemelerden Faydalanma Durumu**			Faydalanılan Destekler			
	Destekleme Alan	Desteklem Almayan	Anaç Koyun-Keçi	Süt Desteği	Yem Bitkisi Desteği	Hibe destekleri (Kırsal Kalkınma)	
< 130 baş	N	30.0	13.0	29.0	1.0	0.0	0.0
	%	69.8	30.2	67.5	2.3	0.0	0.0
130-260 baş	N	45.0	2.0	40.0	3.0	2.0	0.0
	%	95.7	4.3	85.1	6.3	4.3	0.0
> 260 baş	N	52.0	0.0	39.0	6.0	4.0	3.0
	%	100.0	0.0	75.0	11.5	5.8	7.7
<b>Ortalama</b>	N	<b>127.0</b>	<b>15.0</b>	<b>108.0</b>	<b>10.0</b>	<b>6.0</b>	<b>3.0</b>
	%	<b>89.4</b>	<b>10.6</b>	<b>76.1</b>	<b>7.0</b>	<b>4.2</b>	<b>2.1</b>

\*\* $p<0.01$  düzeyinde anlamlıdır.

Küçükbaş hayvancılık faaliyetinde başarı ve sürdürülebilirliği etkileyen temel faktörlerden birisi de hayvan sağlığı uygulamalarıdır. Hayvan sağlığı uygulamalarının zamanında ve etkin bir şekilde yapılması, hayvanların hem beslenme hem de üreme kapasitesinin artmasına dolayısıyla yapılan faaliyetin kârlılığının artmasına önemli derecede katkı sağlamaktadır. İşletmelerde son bir yıl içerisinde % 70.4'ünde yavru atma, % 36.6'sında parazitler(kene, delibaş vs), % 34.5'inde ishal, % 31.0'inde ayak hastalıkları, % 8.4'ünde sarılık ve % 7.1'inde mastitis hastalığı görüldüğü bilgisi alınmıştır. İşletmelerde en fazla şap (% 76.1), çiçek (% 71.8) ve brucella (% 57.1) aşılmasının yapıldığı ve aşılama programı yapan işletmelerin % 39.4 olduğu tespit edilmiştir. Karakuş ve Akkol (2013)'un Van ilinde yaptıkları çalışmada küçükbaş hayvan işletmelerinde en fazla parazitler (% 65.4) ve solunum yolu hastalıklarının (% 52.2) görüldüğü bildirilmiştir.

Üreticilerin % 98.6'sı küçükbaş hayvancılık faaliyetleri ile ilgili bilgilere ihtiyaç duyduğunu ve en az bir kaynaktan bilgi aldıklarını ifade etmiştir. Türkiye'de başta Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı kurumlar olmak üzere, üniversiteler, sivil toplum kuruluşları, üretici örgütleri, özel tarımsal danışmanlık firmaları ile kamu/özel televizyon kanalları aracılığıyla tarımsal yayım faaliyetleri yürütülmektedir. İncelenen işletmelerde bilgi kaynağı olarak birinci sırada (% 95.7) İl/İlçe Tarım Müdürlüklerinin geldiği tespit edilmiştir. Türkiye'de tarımsal yayım faaliyetlerinin büyük oranda Tarım İl/İlçe Müdürlükleri tarafından yürütülmesi, üreticilerin eğitim düzeylerinin düşük ve yaş ortalamasının yüksek olması, desteklemeler için kamu kurumlarına başvurma zorunluluğu gibi etkenler söz konusu kurumun ilk bilgi kaynağı olmasına etki etmektedir. Daha sonra sırasıyla diğer üreticiler (% 80.9), piyasa (% 73.9), özel veterinerler (% 71.1), televizyon (% 64.7), internet (% 56.3), birlikler (% 39.4), radyo (% 15.4), eğitimler (% 14.1) ve üniversite/araştırma kuruluşları (% 10.5) gelmektedir (Çizelge 5). Türkiye'de yapılan birçok çalışmada da (Kır, 2010; Karakaya ve Kızıloğlu, 2014) üreticilerin teknik bilgi kaynağı olarak en fazla Tarım İl/ilçe müdürlükleri ve diğer üreticilere müracaat ettikleri tespit edilmiştir.

Çizelge 5. İşletmelerin bilgi edinme kaynakları (%)

Bilgi Kaynağı	İşletme Büyüklüğü			Ortalama	P
	<130 baş	130-260 baş	>260 baş		
İl/ilçe Tarım	93.0	95.7	98.1	95.7	0.343
Diğer Üreticiler	72.1	80.8	88.4	80.9	0.005
Pazar ve piyasa	58.1	80.8	80.7	73.9	0.018
Özel veterinerler	53.5	76.6	80.8	71.1	0.037
Televizyon	46.5	68.1	76.9	64.7	0.010
İnternet	46.5	51.0	63.4	56.3	0.418
Birlikler	18.6	36.2	59.6	39.4	0.001
Radyo	16.3	12.8	17.3	15.4	0.811
Eğitilmelere katılma	6.9	10.6	23.1	14.1	0.067
Üniversite/Araştırma kur.	9.3	12.8	9.6	10.5	0.834

### 3.3. İncelenen işletmelerdeki sorunlar

İncelenen işletmelerde en çok şikâyet edilen sorunların başında yem fiyatlarının yüksek (% 99.3) ve desteklemelerin yetersiz/az olması (% 94.3) gelmektedir. İşletme içi sorunlar olarak çoban bulamama (% 69.7), süt veriminin düşük olması (% 57.0), et veriminin düşük olması (% 53.5) ve küçükbaş hayvancılıkla ilgili bilgi eksikliği (% 51.4) gelmektedir. Hayvan sağlığı ile ilgili sorunların başında ise aşı/ilaç fiyatlarının yüksek olması (% 94.4) ve kuzu/oğlak ölümlerinin fazla olması (%70.4) gelirken kullanılan aşıların etki etmemesi de (% 33.8) önemli bir sorun olarak tespit edilmiştir. Söz konusu sorunlar dışında meraların yetersiz olması (% 78.9), birliklerin etkin olmaması (% 66.2) ve hayvan satışlarında aracılardan komisyon ücretleri (% 65.1) diğer önemli sorunlar olarak tespit edilmiştir.

Üreticiler hayvancılık faaliyetlerinde girdi fiyatlarının yüksek olması, bölgedeki güvenlik sorunları ve gençlerin köyde yaşamak istememesi nedeniyle çoban bulamama gibi sorunlar nedeniyle bölgede hayvancılık faaliyetlerinin giderek azaldığını düşünmektedir.

### 4. Sonuç ve Öneriler

Küçükbaş hayvancılık; dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi Türkiye'nin de ekonomik faaliyetleri içerisinde önemli bir yeri olan kadim faaliyetlerden biridir. Türkiye'nin tüm bölgelerinde yapılan küçükbaş hayvancılık faaliyetleri üreticilere işletmeye düzenli nakit akışı sağlaması, kırsal alanlardan göçü azaltması, bitkisel ürün artıklarının değerlendirilebilmesi gibi fayda sağlarken ülke ekonomisine de nüfusun yeterli ve dengeli beslenmesini sağlama, istihdama katkı, sanayiye girdi temin etme, dış ticarete katkı sağlamaktadır. Elde edilen sonuçlar neticesinde incelenen üreticilerin yaş ortalamalarının yüksek ve eğitim durumlarının düşük olması bölgede hayvancılık faaliyetlerinde yeniliklerin benimsenmesine olumsuz etki edebileceği, ülke genelinde hayvancılık faaliyetlerinin genç bireyler tarafından yapılması için uygulanan teşvik programları ve projelerde gençlere pozitif ayrımcılık yapılması fayda sağlayabilecektir.

Üreticilerin DKKYB üyeliği yüksek olmasına rağmen danışmanlık ve eğitim faaliyetlerinden yeterince faydalanmamaları, birliklerin etkinliği ve aktif çalışmalarını sağlayabilecek bir yapıya dönüşmelerini zorunlu kılmaktadır. Türkiye'nin birçok bölgesinde olduğu gibi Mardin ilinde de çoban bulma konusunda sıkıntı yaşandığı tespit edilmiş olup çobanların sosyal ve ekonomik haklarının garanti altına alındığı ve söz konusu mesleği sürdüren kişilerin sosyal statülerinin yükseltilebileceği eğitim olanaklarının sağlanması (örneğin bölgedeki meslek yüksekokullarında iş garantili sürü yöneticisi bölümlerinin açılması) çobanlık mesleğini özendirici hale getirebilecektir.

### Teşekkür

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi'nce desteklenen FDK-2018-10788 no'lu projeden üretilmiştir.

## Kaynakça

- Anonim, (2021). [https://tr.wikipedia.org/wiki/Mardin%27in\\_il%C3%A7eleri](https://tr.wikipedia.org/wiki/Mardin%27in_il%C3%A7eleri). Erişim Tarihi: 18.11.2021.
- Ata, N., & Yılmaz, H. (2015). Türkiye'de Uygulanan Hayvansal Üretimi Destekleme Politikalarının Süt Sığırcılığı İşletmelerine Yansımaları: Burdur İli Örneği. *Sdü Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1), 44-54.
- Bakır, G., & Mikail, N. (2019). Siirt İlindeki Küçükbaş Hayvancılık İşletmelerinin Yapısal Durumu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(1), 66-74.
- Bilginturan, S., & Ayhan, V. (2008). Burdur İli Damızlık Koyun Keçi Yetiştiricileri Birliği Üyesi Keçicilik İşletmelerinin Yapısal Özellikleri ve Sorunları Üzerine Bir Araştırma. *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 9(1), 24-31.
- Ceyhan, A., Şekeroğlu, A., Ünal, A., Çınar, M., Serbest, U., Akyol, E., & Yılmaz, E. (2015). Niğde İli Koyunculuk İşletmelerinin Yapısal Özellikleri ve Sorunları Üzerine Bir Araştırma. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 18(2), 60-68.
- Delgado, C., Rosegrant, M., Steinfeld, H., Ehui, S., & Courbois, C. (2001). Livestock to 2020: The next food revolution. *Outlook on Agriculture*, 30(1), 27-29.
- Esin, A., Bakır, M. A., Aydın, C., & Gürbüzsel, E. (2001). *Temel Örnekleme Yöntemleri* (Taro Yamane'den Çeviri). Literatür Yayınları, İstanbul.
- ESK, (2019). Et ve Süt Kurumu 2019 yılı Sektör Değerlendirme Raporu. [https://www.esk.gov.tr/upload/Node/10255/files/2019\\_Yili\\_Sektor\\_Degerlendirme\\_Raporu.pdf](https://www.esk.gov.tr/upload/Node/10255/files/2019_Yili_Sektor_Degerlendirme_Raporu.pdf). Erişim tarihi: 18.06.2020.
- FAO, (2014). Sustainable Livestock Production Systems. <http://www.fao.org/livestock-systems/en/>. Erişim tarihi: 16.09.2020.
- FAO, (2019). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Erişim tarihi: 03.12.2020.
- Güler, D., & Saner, G. (2021). Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Etkinlik Ölçümü: İzmir ve Manisa Örneği. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(2), 386-397.
- Karadaş, K. (2018). Şanlıurfa İlinde Koyunculuk İşletmelerinin Sosyo-Ekonomik Durumu: Siverek İlçesi Örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 268-279.
- Karakaya, E., & Kızıloğlu, S. (2014). Küçükbaş Hayvancılık İşletmelerinin Örgütlenme Yapısı Bingöl İli Örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(4), 552-560.
- Karakuş, F., & Akkol, S. (2013). Van İli Küçükbaş Hayvancılık İşletmelerinin Mevcut Durumu ve Verimliliği Etkileyen Sorunların Tespiti Üzerine Bir Araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 18(1-2), 9-16.
- Karaman, S. (2018). Türkiye Bitkisel ve Hayvansal Üretim Değerlerinin Bölgesel Düzeyde Panel Endeks ile Karşılaştırmalı Analizi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(2), 168-174.
- Kır, S. (2010). *Konya ili Karapınar ilçesi küçükbaş hayvancılık işletmelerinde çalışan kadınların bilgiye ulaşım düzeyleri ve yayım yaklaşımları* (Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ögel, H. (2018). *Şırnak İlinde Küçükbaş Yetiştiriciliğinin Ekonomik Yapısı ve Sorunları* (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Semerci, A., & Çelik, A. D. (2016). Türkiye'de Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliğinin Genel Durumu. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2), 182-196.
- Thornton, P. K. (2010). Livestock Production: Recent Trends, Future Prospects. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554), 2853-2867.
- TÜİK, (2020). Bitkisel ve Hayvansal Üretim Değerleri. <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>. Erişim tarihi: 04.03.2021.





## Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences

<https://dergipark.org.tr/en/pub/yyutbd>



Research Article

### Determination of Nut Characteristics and Biochemical Components of Some Pecan Nut Cultivars

Rabia YILMAZ<sup>1</sup>, Adnan Nurhan YILDIRIM<sup>\*2</sup>, Civan ÇELİK<sup>3</sup>, Yaşar KARAKURT<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 32200 Isparta, Turkey

<sup>3,4</sup>Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Agriculture Biotechnology, 32200 Isparta, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-0980-2619> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-2526-040X> <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-1696-5902>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0003-3914-0652>

\*Corresponding author e-mail: [adnanyildirim@isparta.edu.tr](mailto:adnanyildirim@isparta.edu.tr)

#### Article Info

Received: 19.03.2021

Accepted: 09.09.2021

Online Published: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.899879

#### Keywords

Antioxidant,  
*Carya illinoensis*,  
Kernel percentage,  
Total flavonoid,  
Total oil.

**Abstract:** This study was carried out to determine some fruit properties and biochemical (total oil, fatty acid composition, protein, total phenolic compounds, total antioxidant capacity, total flavonoids) characteristics of different pecan nut cultivars (Burkett, Choctaw, Mahan, Western, Wichita) grown in the Antalya Region (BATEM). It was determined that some fruit properties and biochemical contents of the cultivars used in the study. In the study, it was determined that the shelled fruit weight varied between 7.78 g (Burkett) and 11.40 g (Mahan), kernel weight between 3.45 g (Burkett) and 5.99 g (Mahan), and kernel percentage between 44.2% (Burkett) and 55.6% (Western). The total oil content of the cultivars ranged from 67.70% (Mahan) to 73.95% (Wichita), protein content from 7.45% (Mahan) to 9.76% (Western), total phenolic compounds from 115.29 mg GAE g<sup>-1</sup> (Choctaw) to 176.65 mg GAE/g (Burkett), total antioxidant capacity from 201.36 mg TEAC g<sup>-1</sup> (Choctaw) to 487.89 mg TEAC g<sup>-1</sup> (Burkett), and total flavonoids from 1.84 mg Catechin g<sup>-1</sup> (Western) to 2.24 mg Catechin/g (Mahan). In the study, oleic acid was determined as the major fatty acid, and the lowest ratio of unsaturated fatty acids was found in the Wichita cultivar (90.73%), but the highest ratio was determined in the Western cultivar (91.43%).

### Bazı Pikan Ceviz Çeşitlerinin Meyve Özellikleri İle Biyokimyasal İçeriklerinin Belirlenmesi

#### Makale Bilgileri

Geliş: 19.03.2021

Kabul: 09.09.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.899879

#### Anahtar Kelimeler

Antioksidan,  
*Carya illinoensis*,  
İç oranı,  
Toplam flavonoid,  
Toplam yağ.

**Öz:** Bu çalışma Antalya ekolojisinde (BATEM) yetişen pikan çeşitlerine ait (Burkett, Choctaw, Mahan, Western, Wichita) bazı meyve özellikleri ile bazı biyokimyasal özelliklerini (toplam yağ, yağ asitleri kompozisyonu, protein oranları, toplam fenolik madde içerikleri, toplam antioksidan kapasiteleri, toplam flavonoid içerikleri) belirlemek için yapılmıştır. Araştırmada kullanılan çeşitlerin bazı meyve özellikleri ile biyokimyasal içerikleri belirlenmiştir. Araştırmada kabuklu meyve ağırlıklarının 7.78 g (Burkett)-11.40 g (Mahan), iç meyve ağırlıklarının 3.45 g (Burkett)-5.99 g (Mahan), iç oranının % 44.2 (Burkett)-% 55.6 (Western) arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Çeşitlere ait toplam yağ içerikleri %67.70 (Mahan)-%73.95 (Wichita), protein oranı % 7.45 (Mahan)-% 9.76 (Western), toplam fenolik madde içeriği 115.29 mg GAE/g (Choctaw)-176.65 mg GAE/g (Burkett), toplam antioksidan kapasitesi 201.36 mg

TEAC/g (Choctaw)-487.89 mg TEAC/g (Burkett), toplam flavonoid içeriği ise 1.84 mg Catechin/g (Western)-2.24 mg Catechin/g (Mahan) arasında değişmiştir. Araştırmada oleik asit majör yağ asidi olarak öne çıkmış, doymamış yağ asitleri oranı en düşük Wichita çeşidinde (% 90.73), en yüksek Western çeşidinde (% 91.43) saptanmıştır.

## 1. Introduction

Although the homeland of Pecan nut [*Carya illinoensis* (Wangenheim.) K. Koch] is North America, it is cultivated nowadays in different regions of the world such as Mexico, South Africa, Australia, China, and Turkey (Gardea et al., 2011; Rosa et al., 2014). The amount of pecan nut production was 222 000 tons in the United States, which was the world's largest pecan nut producer in 2019, followed by Mexico (128 705 tons), South Africa (18 945 tons), Australia (2 900 tons), and Turkey (2 000 tons) (INC., 2018).

The studies related to the pecan nut were started with the introduction of 14 cultivars in 1969 by the Western Mediterranean Agricultural Research Institute (Tuzcu and Yildirim, 2000). Moreover, determining the tree growth, fruit characteristics, and biochemical contents of these cultivars have gained importance in terms of improving the cultivation of pecan nuts. Nowadays, the preference for products with high nutritional content by the consumers and products with high yields by the producers demonstrate that the demand for pecan nuts is increasing day by day. Thus, the widespread increasing cultivation of pecan nut in countries other than the USA is considered as an indicator that its production will increase in the coming years. In addition, the high internal yield, high internal quality, high adaptability to poor soils, the easily breakable characteristic of its crust by hand, the long time postharvest storage ability of its fruits and its ability to be cultivated with less cost in the subtropical climates as compared to the other fruit species are the most important characteristics of pecan nut which distinguish it from other hard-shelled fruit species (Ozdemir, 2013).

Pecan nut has also been reported in the previous studies that hard-shelled fruits reduce the risk of cardiovascular diseases due to their high content of unsaturated fatty acids, have effects such as lowering cholesterol and stress, give more calories than other hard-shelled fruits, and are richer in vitamin B1 and C and especially vitamin E (Ozer and Güven, 2008). In addition, the pecan nut has been reported as a fruit that has the ability to reduce the incidence of chronic diseases such as Alzheimer, Parkinson and some cancer diseases (Mertens-Talcott and Percival, 2005). Moreover, the pecan nut is rich in terms of sterols and tocopherols, which are described as bioactive molecules in hard-shelled fruits and is also considered as an alternative product due to its natural antioxidant activity (Prado et al., 2009). Natural antioxidants have the ability to protect against free radical damage to fats, proteins, carbohydrates, and even DNA (Robbins et al., 2015). It has also been stated in the previous studies that the criteria such as location, soil characteristics, cultivar, harvest maturity, cultural practices, and ecological factors have an effect on the biochemical contents of the fruits, such as fat content, phenolic compounds, and antioxidant activity (Rosa et al., 2011).

The aim of the current study was to determine some fruit properties and biochemical (total oil, fatty acid composition, protein, total phenolic compounds, total antioxidant capacity, total flavonoids) characteristics of different pecan nut cultivars (Burkett, Choctaw, Mahan, Western, Wichita) grown in the Antalya Region (BATEM).

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Materials

Some pecan nut cultivars (Burkett, Choctaw, Mahan, Western, Wichita) obtained from the Kayaburnu Fruit Production Station of Antalya Western Mediterranean Agricultural Research Institute that were planted at approximately 12 × 12 m intervals and collected from the trees of full yield age, were used in the study.

## 2.2. Methods

### 2.2.1. Physical Measurements

Within the scope of the study, the shell fruit weights and internal fruit weights of the selected pecan nuts were determined as "g" by weighing and averaging them on a sensitive electronic scale with a sensitivity of 0.01 g. The internal ratio was determined as "%" by dividing the internal weights of the nuts by the fruit weight and multiplying by 100 ( Sen, 1980).

### 2.2.2. Biochemical Analyses

The harvested nuts for analysis were shelled, the edible parts were dried in a laboratory-type hot air drying oven up to a constant weight at 40 °C and ground with the help of a knife grinder. In the study, the fruits of 30 years old and full-yield age trees of some pecan nut cultivars (Burkett, Choctaw, Mahan, Western, Wichita) grown in the Western Mediterranean (Antalya) ecology were used. The measurements examined were carried out on three fruits for each cultivar with three replications. The following biochemical analyzes were carried out on the fruits obtained from five pecan nut cultivars.

#### 2.2.2.1. Lipid Rate

The lipid analyses of the nut samples were performed by reading as % in a Nuclear Magnetic Resonance (NMR) device. The seeds were kept in the oven set at 70 °C for 48 hours, evaporated, and 2 g of moisture were weighed, and the average oil ratio was calculated by three readings in each parcel on the NMR device (Erbaş et al., 2016).

#### 2.2.2.2. Fatty Acids Composition

The fatty acid composition was determined by using the gas chromatography (Shimadzu GC-2025) device with flame ionization detector (FID) located at the Innovative Technologies Research and Application Center in Isparta. 2 g of dried ground pecan nuts were subjected to the cold extraction with hexane and the crude oil obtained after the solvent mixture was evaporated, was converted into methyl esters (FAME) with 0.5% Sodium Methylate (NaOMe) by the method recommended by AOAC. The % ratios of palmitic (C<sub>16:0</sub>), stearic (C<sub>18:0</sub>), oleic (C<sub>18:1</sub>), and linoleic (C<sub>18:2</sub>) fatty acids were determined by obtaining the fatty acids chromatograms. The operating conditions of the GC device were as follows; Column Teknokroma TR-CN100 (100 m × 0.25 mm, 0.20 μm), injector temperature 250 °C, detector temperature 250 °C, flow rate (psi) 10, carrier gas N (40 ml min<sup>-1</sup>), injector capacity 1.0 μl. After waiting 10 minutes at 140 °C, the oven temperature reached 240 °C with an increase of 3 °C per minute and incubated at this temperature for 10 minutes. The peaks obtained in the chromatograms were named according to the commercial standard fatty acid methyl ester mixture (Baydar and Erbaş, 2014).

#### 2.2.2.3. Protein Ratio

Protein ratio (%): The protein ratios in pecan nut fruits were obtained according to the nitrogen determination. Nitrogen determination was accomplished by the Kjeldahl distillation method. The basis of the Kjeldahl method in order to determine the total N content is to convert the nitrogen (N) in the wet-burned plant sample with H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> to the form of NH<sub>4</sub>-N. The amount of NH<sub>3</sub> released as a result of the distillation performed in an alkaline environment was captured with the boric acid (Bremner, 1965). According to the Kjeldahl method, 0.5 g of the samples were placed in a Kjeldahl flask, and 15 ml of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and 1 Kjeldahl tablet (a tablet containing selenium mixtures and K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) were added to the flasks. The balloons were placed in the nitrogen burning device, burned up to 405 °C, and allowed to cool after the burning process (Bayraklı, 1987). The amount of nitrogen (%) was determined by substituting the amount of acid used as a result of the titration in the formula (Kacar and Inal, 2008).

#### 2.2.2.4. Total Phenolics Content

Total phenolic content was determined using the Folin Ciocalteu method as reported by Singleton and Rossi (1965). The results were expressed as mg equivalent of gallic acid (GAE) per gram. The basic principle of this method is based on a redox reaction in which phenolic compounds degrade the Folin-Ciocalteu reagent in an alkaline environment and transform themselves into an oxidized form (Singleton and Rossi 1965). The results were calculated according to the gallic acid standard and expressed as mg/g. Three repetitive readings were done for each sample.

#### 2.2.2.5. Total Antioxidant Capacity

Total antioxidant capacity (mg TEAC g<sup>-1</sup>): It was made using DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) as reported by Kumaran and Karunakaran (2006). 2 grams of samples were ground and kept at -20 ° C for 2 hours in 20 mL of 80% ethanol. Then it was centrifuged at 2000 rpm for 5 minutes, and the supernatant portion was taken for the analysis. 2 mL of 0.1 mM DPPH dissolved in methanol was added to 100 µL of supernatant. After 30 minutes of incubation, readings were done against methanol at 517 nm. Three repetitions were made for each example.

#### 2.2.2.6. Total Flavonoid Content

Total flavonoid content was determined as described by Kim et al. (2003). For this purpose, 200 mg of nut sample was added to 10 ml of 80% methanol and homogenized with a homogenizer. Then it was mixed in a shaking incubator for 15 minutes at room temperature. After centrifugation at 4000×rpm for 10 minutes at 40 ° C, the supernatant was separated, and then 80 % methanol was added to the remaining pellet and mixed again in the shaking incubator for 10 minutes. After centrifuging at 9000×rpm for 10 minutes, the supernatant was filtered and kept at +4 °C in a refrigerator until it was used for the analysis. Each sample was taken into 1 mL glass tubes, and 0.3 mL of 5% NaNO<sub>2</sub> solution was added and mixed. After 5 minutes of incubation, the samples were centrifuged at 4000 rpm for five minutes, and the supernatant was separated, and 0.3 ml of 10% AlCl<sub>3</sub> has added again to the remaining pellet. After incubation for six more minutes, 2 ml of 1 M NaOH was added, mixed, and incubated for 2 minutes. Then, 4 mL of pure water was added and mixed thoroughly, and the absorbance values of the samples were read at 510 nm wavelength. The analyses were carried out with three replications for each sample.

#### 2.2.3. Statistical Analysis

The study was carried out on five pecan nut cultivars with three replications and two analyses per replication. Twenty fruits were used for each replication. The obtained data were subjected to the variance analysis using the SAS statistical package program (Version 6.12, SAS Institute, Cary, NC, USA). The differences between the means were determined using the Duncans multiple range test.

### 3. Results

In the study, significant differences were obtained between the cultivars in terms of nut weight, kernel weight, and kernel ratio. Mahan cultivar had the highest value as 11.40 g among the cultivars. This was followed by Choctaw with 10.54 g, Wichita with 8.24 g, and Western cultivars with 7.96 g. The lowest nut weight was obtained in the Burkett cultivar with 7.78 g. The highest kernel weight (5.99) was obtained from the Mahan cultivar, which was followed by Choctaw with 5.50 g, Wichita with 4.59 g, and Western cultivars with 4.43 g, respectively. The lowest kernel weight was obtained from Burkett cultivar with 3.45 g. The highest kernel ratio was obtained in the Western and Wichita cultivars as 55.60 %, followed by Mahan with 52.30 % and Choctaw with 52.20 %, respectively. In the study, the lowest kernel ratio was found in the Burkett cultivar as 44.20 % (Table 1).

Table 1. Pomological measurements of pecan nut cultivars

Cultivar	Nut Weight (g)	Kernel Weight (g)	Kernel Ratio (%)
Burket	7.78 <sup>b</sup>	3.45 <sup>c</sup>	44.17 <sup>b</sup>
Choctaw	10.54 <sup>a</sup>	5.50 <sup>ab</sup>	52.17 <sup>a</sup>
Mahan	11.40 <sup>a</sup>	5.99 <sup>a</sup>	52.33 <sup>a</sup>
Western	7.96 <sup>b</sup>	4.43 <sup>bc</sup>	55.63 <sup>a</sup>
Wichita	8.24 <sup>b</sup>	4.59 <sup>bc</sup>	55.63 <sup>a</sup>

\*The difference between the means shown by different letters in the same column is statistically significant (p≤0.05).

Some total fat content (TFC) and fatty acid composition, and biochemical contents of the pecan nut cultivars are given in Table 2 and Table 3. In the study, significant differences were found between the cultivars in terms of stearic acid, oleic acid, linoleic acid, protein ratios, and total antioxidant capacity, while there were no significant differences between the cultivars in terms of palmitic acid, saturated fatty acids, unsaturated fatty acid, total phenolics, and total flavonoid contents. The highest TFC was obtained in the Wichita cultivar (73.95%), which was followed by the Burkett (71.00%), Choctaw (70.45%) varieties, respectively. In the study, the highest stearic acid was obtained in Wichita (2.99) and Mahan (2.93) cultivars. The highest oleic acid was determined Choctaw (71.68), while the highest linoleic acid Western cultivar with 29.81. The highest protein content was obtained in the Western cultivar (9.76%), which was followed by the Wichita (9.72%), Choctaw (9.65%), and Burkett (9.64%) cultivars, respectively. The lowest protein ratio was obtained in the Mahan cultivar with 7.45%. In the study, the highest total phenolic substance content was obtained in the Burkett cultivar with 176.65 mg GAE g<sup>-1</sup>, which was followed by Wichita with 167.91 mg GAE g<sup>-1</sup>, Western with 140.89 mg GAE g<sup>-1</sup>, and Mahan with 130.75 mg GAE g<sup>-1</sup>, respectively. The lowest total phenolic substance content was obtained in the Choctaw cultivar with 115.29 mg GAE g<sup>-1</sup>. The highest total antioxidant capacity was obtained in the Burkett cultivar with 487.89 mg TEAC g<sup>-1</sup>, followed by the Wichita with 447.08 mg TEAC g<sup>-1</sup>, Western with 320.88 mg TEAC g<sup>-1</sup>, and Mahan cultivars with 273.57 mg TEAC g<sup>-1</sup>, respectively. The lowest total antioxidant capacity was obtained in the Choctaw cultivar with 201.36 mg TEAC/g. The highest total flavonoid content was obtained in the Mahan cultivar with 2.24 mg Catechin/g, which was followed by the Burkett (2.14 mg Catechin g<sup>-1</sup>), Wichita (1.91 mg Catechin g<sup>-1</sup>), and Choctaw (1.85 mg Catechin g<sup>-1</sup>) cultivars. The lowest total flavonoid content was obtained in the Western cultivar with 1.84 mg Catechin g<sup>-1</sup>.

Table 2. Total fat content and fatty acid composition of pecan nut cultivars

Cultivars	<sup>1</sup> TFC (%)	Palmitic acid (C <sub>16:0</sub> )	Stearic acid (C <sub>18:0</sub> )	Oleic acid (C <sub>18:1</sub> )	Linoleic acid (C <sub>18:2</sub> )
Burkett	71.00±0.1 <sup>b</sup>	5.54±0.1	2.41±0.08 <sup>c</sup>	69.63±0.50 <sup>b</sup>	21.48±0.63 <sup>c</sup>
Choctaw	70.45±0.7 <sup>c</sup>	5.69±0.1	2.45±0.10 <sup>c</sup>	71.68±0.43 <sup>a</sup>	18.87±0.39 <sup>d</sup>
Mahan	67.70±0.4 <sup>c</sup>	5.38±0.05	2.93±0.12 <sup>ab</sup>	66.35±0.40 <sup>c</sup>	23.94±0.18 <sup>b</sup>
Western	68.45±0.7 <sup>c</sup>	5.67±0.22	2.74±0.05 <sup>b</sup>	60.17±0.86 <sup>d</sup>	29.81±0.83 <sup>a</sup>
Wichita	73.95± 0.6 <sup>a</sup>	5.53±0.15	2.99±0.03 <sup>a</sup>	69.73±0.31 <sup>b</sup>	19.99±0.03 <sup>d</sup>

\*The difference between the means shown by different letters in the same column is statistically significant (p≤0.05).

<sup>1</sup>TFC (Total Fat Content).

Table 2. Total fat content and fatty acid composition of pecan nut cultivars (continued)

Cultivars	Linolenic acid (C <sub>18:3</sub> )	Saturated Fatty Acids (SFA)	Unsaturated Fatty Acids (UFA)	UFA/SFA
Burkett	0.31±0.02 <sup>b</sup>	7.95	91.42	11.49
Choctaw	0.51±0.08 <sup>b</sup>	8.14	91.06	11.18
Mahan	0.90±0.07 <sup>a</sup>	8.31	91.19	10.97
Western	1.15±0.19 <sup>a</sup>	8.41	91.13	10.83
Wichita	1.01±0.02 <sup>a</sup>	8.52	90.73	10.65

Table 3. Some biochemical properties of pecan nut cultivars

Cultivars	<sup>1</sup> PR (%)	<sup>2</sup> TPSC (mg GAE g <sup>-1</sup> )	<sup>3</sup> TAC (mg TEAC g <sup>-1</sup> )	<sup>4</sup> TFC (mg Catechin g <sup>-1</sup> )
Burkett	9.64±0.59 <sup>a</sup>	176.65±36.93	597.21±183.41 <sup>a</sup>	2.14±0.05
Choctaw	9.65±0.63 <sup>a</sup>	115.29±31.84	256.02±157.78 <sup>d</sup>	1.85±0.27
Mahan	7.45±1.36 <sup>b</sup>	130.75±35.76	455.77±41.97 <sup>b</sup>	2.24±0.22
Western	9.76±0.41 <sup>a</sup>	140.89±27.74	393.76±14.04 <sup>bc</sup>	1.84±0.22
Wichita	9.72±0.06 <sup>a</sup>	167.91±54.45	360.24±53.56 <sup>c</sup>	1.91±0.11

\*The difference between the means shown by different letters in the same column is statistically significant ( $p \leq 0.05$ ).

<sup>1</sup>PR (Protein Content), <sup>2</sup>TPSC (Total Phenolic Substance Content), <sup>3</sup>TAC (Total Antioxidant Capacity), <sup>4</sup>TFC (Total Flavonoid Content).

#### 4. Discussion

Similar to our results, Zhang and Duan et al. (2011) determined that although the protein contents of the Jinhua and Shaoxing cultivars varied over the years, the protein ratios varied between 8.50% -9.70% in the Jinhua cultivar and between 7.50%-8.30% in the Shaoxing cultivar. However, Wakeling et al. (2001) have found protein ratios of 4.91% and 5.08% in the Wichita and Western Schley cultivars, respectively, which are the prominent cultivars cultivated in Australia. Venkatachalam et al. (2007) reported that the protein contents of the cultivars varied between 6.00% and 11.29%, and the geographical differences (soil properties, altitude, etc.) in the growing regions had significant effects on the biochemical contents of the seeds. Poletto et al. (2020) stated that the protein ratios in pecan nut genotypes varied between 6.90% and 17.40%, and these differences might be caused by both the environmental effects and genetic differences. Ortiz-Quezada et al. (2011) have reported that pecan nut seeds are rich in proteins, mineral substances, oils, and vitamins, and they contain an average of 9.00% protein according to USDA. However, they have reported that pecan nuts seeds may exhibit allergic effects for sensitive people, and proteins with allergen effects are characterized by the genes A 2S albumin and Car i1 and that these genes can become more active during the storage period or under heat treatment. Elmore and Polles (1980) applied different doses of ammonium nitrate to trees in the desirable pecans cultivar in their study and found that it increased the amounts of glutamate and proline. In addition, they also reported that the treatments caused the differences in the enzyme sequences including lysine, arginine, aspartate, serine, alanine, cysteine, valine, isoleucine, leucine, and tyrosine.

Similar to our findings, Flores Estrada et al. (2020) reported that the total phenolic substance contents varied between 87.61 mg GAE g<sup>-1</sup> (Wichita) and 102.78 mg GAE/g (Western). Moreover, the researchers stated that the total amount of phenolic substances is one of the most important biochemical parameters determining the quality of pecan nuts. Similarly, Villarreal-Lozoya et al. (2007) found that the total phenolic substance contents ranged from 70.00 mg GAE g<sup>-1</sup> to 106.00 mg GAE g<sup>-1</sup>. They also stated that the cultivation methods have significant effects on the biochemical contents of the cultivars. Prado et al. (2009) reported that the total phenolic substance contents varied between 117 mg GAE g<sup>-1</sup> and 167 mg GAE g<sup>-1</sup>, which is higher than our results. In their study investigating the effects of different pruning methods on the bioactive substances contained in the seed, Heerema et al. (2014) arranged the crown heights to be 1.50-3.00 m, 3.00-4.50 m, and 4.50-6.00 m, and they obtained the highest total material content in the trees with a high crown. As a result, they reported that there was a positive relationship between the total phenolic substance content and exposure to light. Ortiz-Quezada et al. (2011) reported that the total amount of phenolic substances contained in the pecan nuts is higher than that of other hard-shelled fruits and has a protective effect against atherosclerosis, hypertension, cardiovascular diseases, cancer, and viral infections in the human body. Alasavar and Bolling (2015) have stated that the total phenolic content of pecans varied between 1284.00 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> and 2016 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>, and these differences may vary according to the factors such as cultural processes, ecological conditions, and genetic characteristics. The researchers have stated that these differences obtained in the total phenolic contents of the cultivars can vary according to the genetic characteristics of the cultivar, together with the ecological factors during the harvest years, especially the temperature, maturity, cultural processes, and breeding techniques. Jia et al. (2018) found that the total phenolic substance contents of the seeds changed in the different stages of the development and reached the highest values during the developmental stage of the seed, but rapidly decreased to the lowest value

when the seed reached a milky white color. Additionally, they also reported that the differences in the total phenolic contents of the cultivars might be caused by the ecological differences and breeding techniques. Rosa et al. (2011) have stated that the total phenolic substance contents vary according to the location, and the phenolic substances are generally more synthesized when the plants are exposed to the biotic and abiotic stress conditions, and therefore, their concentrations are mainly dependent on the environmental conditions and then cultural practices, including temperature and postharvest applications. Kornsteiner et al. (2006) stated that the total phenolic substance contents in hard-shelled fruits differed according to the species and varied between 32.00 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> fresh weight (pine nuts) and 1625.00 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> fresh weight. Researchers have reported that the hard-shelled fruits have an important place in human nutrition due to their high contents of fat, phenolic substances, energy, and antioxidants, and that pecan nuts and pistachios contain higher total phenolics than others. Turgut et al. (2020) reported that the total amount of phenolic substances varied between 372.94 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> (Tejas) and 1271.00 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> (Shoshomi).

Prado et al. (2013) stated that the total amount of antioxidants is 1467.90 μmol TEAC/g in the cultivars, and the differences between the cultivars may be due to the genetic characteristics, soil conditions, ecological characteristics, maturity period, and growing conditions. Similar to our findings, Lombardini et al. (2009) reported that the antioxidant capacities showed a great variation among pecan nut cultivars and ranged from 373.00 μmol TE g<sup>-1</sup> to 817.00 μmol TE g<sup>-1</sup>. Prado et al. (2009) reported that the antioxidant capacities varied between 385.00 mg TEAC g<sup>-1</sup> and 572 mg TEAC g<sup>-1</sup>. Medina-Juarez et al. (2018) stated that the total antioxidant capacities were between 243.45 μM TE g<sup>-1</sup> and 287.67 μM TE g<sup>-1</sup>, and the antioxidant capacities varied depending on the variation and concentration of phenolic compounds. Villarreal-Lozoya et al. (2007) stated that the antioxidant capacities ranged from 331.00 mg TE g<sup>-1</sup> (Kiowa) to 675.00 mg TE g<sup>-1</sup> (Kanza), and the variations between the cultivars might be affected by the genetic characteristics, maturity, ecological factors, and storage conditions. Robbins et al. (2015) reported that the antioxidant capacities varied between 13.50 mmol Trolox eq 100 g<sup>-1</sup> and 25.50 mmol Trolox eq 100 g<sup>-1</sup>, and this change might result from the harvest year, location, maturity, genetic characteristics, cultural practices, and especially fertilization. Heerema et al. (2014), arranged the crown heights to be 1.50-3.00 m, 3.00-4.50 m, and 4.50-6.00 m, and they did not determine significant differences between the crown heights and total antioxidant capacities and that there was no positive relationship between antioxidant capacity and crown height. Turgut et al. (2020) reported that their total antioxidant capacity ranged from 26.21 mmol TE g<sup>-1</sup> to 147.93 mmol TE g<sup>-1</sup>. However, they stated that the correlation between the phenolic and flavonoid contents of pecan nut and its antioxidant activity was high.

Rosa et al. (2011) found that the total flavonoid contents in the peel and fruit varied as 26.30 mg g<sup>-1</sup> fresh weight-36.10 mg g<sup>-1</sup> fresh weight, 5.80 mg g<sup>-1</sup> fresh weight-6.40 mg g<sup>-1</sup> fresh weight respectively, and they contained more total flavonoids in the peel as compared to the fruit. Moreover, the researchers stated that the total flavonoid concentrations could change with the cultural practices, temperature, and postharvest applications. Medina-Juarez et al. (2018) stated that the total flavonoid contents were between 13.34 mg CE g<sup>-1</sup> and 16.36 mg CE g<sup>-1</sup>, and the antioxidant capacity varied depending on the variation and concentration of intrinsic phenolic compounds. Jia et al. (2018) found that the total flavonoid content varied in the different growth stages of the seed, and the total flavonoid content reached the highest value at the stage when the seed reached a milky white color but decreased to the lowest value at the stage when the seed began to mature. The researchers reported that the total flavonoid content ranged from 0.10 mg CE g<sup>-1</sup> to 79.17 mg CE g<sup>-1</sup>. In addition, they also reported that the differences in the total flavonoid contents of the cultivars might be caused by the genetic characteristics, ecological differences, and breeding techniques. Similar to our finding, Turgut et al. (2020) reported that the total amount of flavonoids ranged from 137.03 mg CE 100 g<sup>-1</sup> to 575.32 mg CE 100 g<sup>-1</sup>. Tanwar and Modgil (2012) have stated that flavonoids constitute the most common group of plant polyphenols, and they give taste and color to fruits and vegetables. In addition, they reported that more than five thousand flavonoids had been identified so far, and they were separated into six sub-groups, including flavonols, flavanones, flavones, flavanols, flavone-3-ols, and isoflavones. In recent years, they have stated that flavonoids have aroused great interest due to their potential beneficial effects on human health, but they also have antiviral, anti-allergic, antiplatelet, anti-inflammatory, antitumor, and antioxidant effects.

As a result, the developmental and biochemical properties of some pecan nut cultivars that could have commercial importance in Turkey were determined with this study. With the results of the research, the importance of pecan nut, which is a food source that can reach significant levels in our country, has been emphasized. In the study, Burkett, Choctaw, Mahan, Western, and Wichita cultivars registered by the Western Mediterranean Agricultural Research Institute (BATEM) were emphasized, and the differences between the cultivars were revealed. In comparison to the other hard-shelled fruits, the high biochemical contents of pecan nuts, their high amount of calories, their easier cultivation, their better storage possibilities, and the increasing demands for them are considered as indicators that pecan nuts will gain more importance in our country. It is thought that this study will contribute to the missing literature knowledge in the pecan nut fruit.

## References

- Alasalvar, C., & Bolling, B. W. (2015). Review of nut phytochemicals, fat-soluble bioactives, antioxidant components and health effects. *British Journal of Nutrition*, 113(2), 68-78.
- Baydar, H., & Erbas, S. (2014). Yağ bitkileri bilimi ve teknolojisi. *SDÜ Yayınları, Yayın no: 97*, Isparta.
- Bayraklı, F. (1987). Toprak ve bitki analizleri. *On Dokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları* 133-134, Samsun.
- Bremner, J. M. (1965). Total nitrogen, inorganic forms of nitrogen. In: Black, C. A., Evans, D. D., White J. L. (Eds.), *Methods of Soil Analysis*. American Society of Agronomy, Madison, WI; *Agronomy*, 9 (2), 1149–1237.
- Rosa, L. A., Vazquez-Flores, A. A., Alvarez-Parrilla, E., Rodrigo-Garcia, J., Medina-Campos, O. N., Ávila-Nava, A., Gonzalez-Reyes, S., & Pedraza-Chaverri, J. (2014). Content of major classes of polyphenolic compounds, antioxidant, antiproliferative, and cell protective activity of pecan crude extracts and their fractions. *Journal of Functional Foods*, 7, 219- 228.
- Elmore, C. D., & Polles, S. G. (1980). Nitrogen fertilization effects on amino acid composition of pecan (*Carya illinoensis*) nutmeats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28(5), 902-904.
- Erbaş, S., Tonguç, M., & Şanlı, A. (2016). Variations in the agronomic and quality characteristics of domestic and foreign safflower *Carthamus tinctorius* L. genotypes. *Turkish Journal of Field Crops*, 21, 110-119.
- Flores-Estrada, R. A., Gámez-Meza, N., Medina-Juárez, L. A., Castellón-Campaña, L. G., Molina-Domínguez, C. C., Rascón-Valenzuela, L. A., & García-Galaz, A. (2020). Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and antiproliferative activities of wastes from pecan nut [*Carya illinoensis* (Wagenh) K. Koch]. *Waste and Biomass Valorization*, 11(7), 3419-3432.
- Gardea, A. A., Martínez-Téllez, M. A., & Yahia, E. M. (2011). Pecan (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch.). In *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits* (pp. 143-166e). Woodhead Publishing.
- Heerema, R. J., Wells, M. L., Lombardini, L., Nesbitt, M., Warren, C., Pegg, R. B., & Gong, Y. (2014). Pecan kernel antioxidant capacity and oil composition are affected by mechanical pruning and by nut position in tree canopy. In *XXIX International Horticultural Congress on Horticulture: Sustaining Lives, Livelihoods and Landscapes (IHC2014)* 1120 (pp. 499-506).
- INC, (2018). Pecan roundtable. *XXXVII World Nut and Dried Fruit Congress*. May 21-23, Spain. pp. 5.
- Jia, X., Luo, H., Xu, M., Zhai, M., Guo, Z., Qiao, Y., & Wang, L. (2018). Dynamic changes in phenolics and antioxidant capacity during pecan (*Carya illinoensis*) kernel ripening and its phenolics profiles. *Molecules*, 23(2), 435.
- Kacar, B., & Inal, A. (2008). Plant analysis. *Nobel Pres* 1241, 891.
- Kim, D. O., Jeong, S. W., & Leea, C. Y. (2003). Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry* 81, 321–326.
- Kornsteiner, M., Wagner, K. H., & Elmadfa, I. (2006). Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. *Food chemistry*, 98(2), 381-387.
- Kumaran, A., & Karunakaran, R. J. (2006). Antioxidant and free radical scavenging activity of an aqueous extract of *Coleusa romaticus*. *Food Chemistry*, 97, 109–114.
- Lombardini, L., Restrepo-Diaz, H., & Volder, A. (2009). Photosynthetic light response and epidermal characteristics of sun and shade pecan leaves. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 134(3), 372-378.

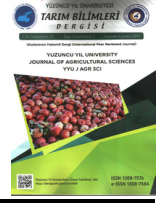


- Medina-Juarez, L. A., Molina-Quijada, D. M. A., Agustin-Salazar, S., Valenzuela, L. R., Molina-Domínguez, C. C., & Gamez-Meza, N. (2018). Chemical evaluation and antioxidant capacity of Western and Wichita pecan nut cultivars [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch]. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, 111-118.
- Mertens-Talcott, S. U., & Percival, S. S. (2005). Ellagic acid and quercetin interact synergistically with resveratrol in the induction of apoptosis and cause transient cell cycle arrest in human leukemia cells. *Cancer Letters* 218, 141-151.
- Ortiz-Quezada, A. G., Lombardini, L., & Cisneros-Zevallos, L. (2011). Antioxidants in pecan nut cultivars [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch]. In *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention* (pp. 881-889). Academic Press.
- Ozdemir, M. (2013). Pıkan cevizi yetiştiriciliğinin Dünya’da ve Türkiye’deki yeri önemi. [http://www.batem.gov.tr/haber/haftalar/ceviz/dunya\\_ve\\_turkiye.pdf](http://www.batem.gov.tr/haber/haftalar/ceviz/dunya_ve_turkiye.pdf). Erişim tarihi: 10.04.2013.
- Ozer, E. A., & Güven, A. (2008). *Sert kabuklu meyvelerin sağlık üzerine etkileri (Türkiye)*. Türkiye 10. Gıda Kongresi 21-23 Mayıs 2008, Erzurum, 325-326.
- Poletto, T., Poletto, I., Silva, L. M. M., Muniz, M. F. B., Reiniger, L. R. S., Richards, N., & Stefenon, V. M. (2020). Morphological, chemical and genetic analysis of southern Brazilian pecan (*Carya illinoensis*) accessions. *Scientia Horticulturae*, 261, 108863.
- Prado, A. C., Monalise Aragão, A., Fett, J. M., & Block, R. (2009). Antioxidant properties of pecan nut [*Carya illinoensis* (Wangenh.) C. Koch] shell infusion. *Grasas y Aceites*, 60(4), 330-335
- Prado, A. C. P., Manion, B. A., Seetharaman, K., Deschamps, F. C., Arellano, D. B., & Block, J. M. (2013). Relationship between antioxidant properties and chemical composition of the oil and the shell of pecan nuts [*Carya illinoensis* (Wangenh.) C. Koch]. *Industrial Crops and Products*, 45, 64-73.
- Robbins, K. S., Gong, Y., Wells, M. L., Greenspan, P., & Pegg, R. B. (2015). Investigation of the antioxidant capacity and phenolic constituents of US pecans. *J. of Functional Foods*, 15, 11-22.
- Rosa, L. A., Alvarez-Parrilla, E., & Shahidi, F. (2011). Phenolic compounds and antioxidant activity of kernels and shells of Mexican pecan (*Carya illinoensis*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(1), 152-162.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Sen, S. M. (1980). Studies on breeding by selection of walnuts of North East Anatolia and Black Sea Region. *Ataturk University Agricultural Faculty Erzurum* (In Turkish.)
- Tanwar, B., & Modgil, R. (2012). Flavonoids: Dietary occurrence and health benefits. *Spatula Dd*, 2(1), 59-68.
- Turgut, D. Y., Özdemir, M., Seçmen, T., & Çınar, O. (2020). Antalya ilinde yetiştirilen bazı pıkan cevizi [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] çeşitlerinin antioksidan özellikleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 35(3), 526-533.
- Tuzcu, Ö., & Yıldırım, B. (2000). Pecan (*Carya illinoensis* Koch) and breeding. *The Scientific and Technological Research Council of Turkey*, 29.
- Venkatachalam, M., Kshirsagar, H. H., Seeram, N. P., Heber, D., Thompson, T. E., Roux, K. H., & Sathe, S. K. (2007). Biochemical composition and immunological comparison of select pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(24), 9899-9907.
- Villarreal-Lozoya, J. E., Lombardini, L., & Cisneros-Zevallos, L. (2007). Phytochemical constituents and antioxidant capacity of different pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] cultivars. *Food Chemistry*, 102, 1241-1249.
- Wakeling, L. T., Mason, R. L., D'Arcy, B. R., & Caffin, N. A. (2001). Composition of pecan cultivars Wichita and Western Schley [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] grown in Australia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(3), 1277-1281.
- Zhang, C., & Duan, Y. (2011). Performances of two species of *Carya illinoensis* as "Jinhua", "Shaoxing" in the Red River Area, Yunnan Province. *Jiangxi Forestry Science and Technology*, (2), 7.



## Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences

<https://dergipark.org.tr/en/pub/yyutbd>



Research Article

### Red Meat Price Volatility and Its Relationship with Crude Oil and Exchange Rates in Turkey with the Approach of GARCH (p, q) Model

Melek AKAY\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agricultural Engineer, General Directorate of Agricultural Research and Policy, 06800 Ankara, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-8717-0699>

\*Correspondence author e-mail: melek.akay@tarimorman.gov.tr

#### ArticleInfo

Received: 18.08.2021  
Accepted: 25.10.2021  
Online Published: 15.12.2021  
DOI: 10.29133/yyutbd.984277

#### Keywords

Crude Oil,  
Exchange Rates,  
GARCH (p, q) models,  
Red Meat Prices,  
Volatility,  
Turkey.

**Abstract:** Turkey's agricultural commodity prices are volatile while they have steadily increased over time. A substantial amount of research has been done on the variations in these prices by looking at other commodities like energy. As a result, the connections between agricultural and energy markets have been widely explored. There is a great concern about how red meat prices in Turkey are getting increasingly fluctuating. On the other hand, we may assume that ups and downs movement in the prices of crude oil and exchange rates are connected to veal and lamb carcass prices and that volatility is transmitted to those meat prices. This study uses the generalize all period unconstraint volatility model, which generalizes the GARCH (p, q) model, to examine the veal and lamb prices volatilities in Turkey and their relationship with crude oil as well as exchange rates (data are weekly covering from May 2006 to February 2017). According to findings, red meat prices have been volatile over the previous decade, notably between 2009 and 2012. Furthermore, crude oil prices have an important impact on the prices of veal and lamb and their prior times statistically. Also exchange rates at t-2 and t-4 time have an impact on lamb prices but none at all on veal prices. Subsequently, red meat price rise and volatility are becoming an important problem for Turkey, and the policies made in this area need to be evaluated.

### Türkiye'de Kırmızı Et Fiyatı Oynaklığı ve Kırmızı Et Fiyatlarının Ham Petrol ve Döviz Kurları ile İlişkisi, GARCH (p, q) Modeli Yaklaşımı

#### Makale Bilgileri

Geliş: 18.08.2021  
Kabul: 25.10.2021  
Online Yayınlanma: 15.12.2021  
DOI: 10.29133/yyutbd.984277

#### Anahtar Kelimeler

Ham Petrol,  
Döviz Kuru,  
GARCH (p, q) Modeli,  
Kırmızı Et Fiyatları,  
Volatilité,  
Türkiye.

**Öz:** Türkiye'nin tarımsal ürün fiyatlarında genel olarak bir yükselme ile birlikte zaman içerisinde oynaklıklar görülmektedir. Fiyatlarda görülen bu oynaklıklar önemli çalışma konularından biridir. Özellikle, sıkça değişen enerji fiyatları ile tarımsal ürünlerin fiyatları arasındaki ilişki bilimsel olarak incelenmiştir. Türkiye'de kırmızı et fiyatlarının nasıl giderek dalgalandığı konusu ise önem arz etmektedir. Ayrıca, ham petrol fiyatlarındaki ve döviz kurlarındaki iniş çıkışların kırmızı et fiyatlarına bağlı olduğunun yanı sıra ham petrol ve döviz kurlarındaki oynaklığın kırmızı et fiyatlarına yansıdığını varsayabiliriz. Genel olarak, normal doğrusal regresyon analizi ile GARCH (p, q) model kullanılarak dana ve kuzu karkas, ham petrol ve döviz kuru fiyatları arasındaki ilişki ve kırmızı et fiyatı volatilitesi son on yıllık veriler dikkate alınarak incelenmiştir (veriler haftalık veriler olup Mayıs 2006 ve Şubat 2017 periyodunu kapsamaktadır). Analiz sonuçlarına bakıldığında, dana ve kuzu karkas fiyatlarının son on yıllık süreçte oynaklık gösterdiği, özellikle 2009- 2012 yılları (ithalatın yüksek oranda yapıldığı dönem) arasında yüksek oynaklık tespit edilmiştir. Aynı zamanda, petrol fiyatları ile çok önemli bir ilişkiye sahip olduğu belirlenmiş ve t-2, t-4 zamandaki döviz kuru fiyatı kuzu karkas fiyatını etkilerken dana karkas ile önemli bir ilişkisi bulunmamıştır. Sonuç olarak, kırmızı et fiyat yükselişi ve

oyunaklıkları Türkiye için önemli bir problem haline gelmekte ve bu alanda yapılan politikaların değerlendirilmesi gerekmektedir.

## 1. Introduction

Livestock is an essential sector for consumers and producers in Turkey since it offers a well-balanced diet and income source. The government has made concerted efforts to encourage agricultural productivity improvement at all levels through various programs, with consideration of the livelihood of the rural population. One of the main objectives of the policies, particularly those of the central government, is to minimize and stabilize the continuously rising costs of red meat, which have grown exorbitant in recent years (USDA, 2016). Therefore, livestock is regarded as one of Turkey's most crucial sub-sectors.

It is fact that many countries' economies are heavily reliant on livestock production. In Turkey, its share in the entire agricultural sector is 36.3 percent (TIM, 2017). Red meat prices have risen steadily in recent years with fluctuation, and they have trebled in the previous decade (TUIK, 2017). It is observed that the prices of veal carcass per kilogram climbed from roughly 8 TL to 24 TL between 2006 and 2016, while lamb carcass prices increased within the same proportion. Agricultural commodity price rises and volatility, according to Hayenga and Dipietre (1982), have an impact on all market sectors. As a result, the feasibility of red meat prices is to be a heated issue among consumers, producers, and politicians, as predicted.

Chadwick and Baştan (2017) study the volatility of beef prices in Turkey and recommend that agricultural price volatility be studied using a range of factors. Yavuz et al. (2013) have discussed the implications of policies in Turkey's red meat sector. They suggest that Turkey has moved to help producers more and import more red meat as live animal or products to decrease the prices and maintain market prices stability. The factors that influence red meat prices, as well as the links between red meat and other commodity prices, have received a lot of attention in this context. We selected crude oil prices and exchange rates to determine the possible link between those and red meat prices.

Because a country heavily imports crude oil, which is an input factor in agriculture, volatility transfer from the prices of red meat to exchange rates or the exact opposite is possible. According to the Republic of Turkey Ministry of Foreign Affairs (2017), the indigenous energy supplies are limited, so Turkey's energy imports are becoming increasingly reliant on gas as well as oil. In this context, Nazloglu et al. (2012) suggest that the exchange rate is connected to the indirect effect of crude oil prices on agricultural commodity prices. Thus, the value of the dollar in relation to the local currency (TL) may be linked to the expenses of feeding livestock, along with transportation and processing. Furthermore, imported red meat and live animals have been allowed since 2010, and it is currently being questioned if exchange rate prices are being transferred to the meat market. In conclusion, crude oil and the exchange rate are predicted to be exogenous variables in the model. As shown in Fig. 1, there may be a relationship between red meat and the oil market, and the red meat market and exchange rates, although this research does not acquire import data to support our hypothesis. We'll look at the prices in Turkish Lira (₺) against US dollars (\$). (note that Figure 1 is given based on the assumption of this study).

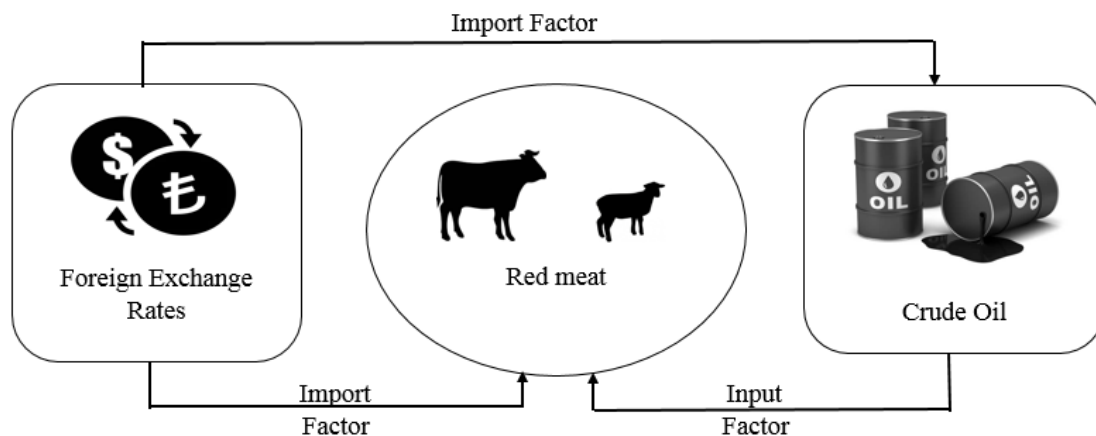


Figure1. Possible link between red meat, crude oil, and exchange rates in Turkey.

## 1.1. Research objectives

In a temporal dimension, the variation of red meat prices may not be constant, and rather it may exhibit fluctuation. As a result, it is hypothesized that there can be a link between this shift and changes in the exchange rate and crude oil price variables, and this study seeks to uncover this presumed link. The primary goal of this study is to determine if veal and lamb prices are volatile, as well as the relation between red meat prices and exchange rates, crude oil prices.

## 2. Literature Review

A considerable number of studies have been done on the volatility of agricultural prices. These studies were conducted from various perspectives and approaches in relation to certain commodity prices in agriculture and energy markets, such as maize, soybeans, crude oil, and biofuel. To assess the fluctuation of prices and to describe the influence of oil prices as an input cost on the agricultural sector, this literature has used a range of statistical approaches or models to illustrate the link between the agricultural commodities and energies empirically in a manner of economic sense. Furthermore, a significant number of researches have been published in the case of the association with the relationship of the agricultural and energy commodities as well as price volatility transmission between those commodities.

Table 1 shows the literature of econometrics models utilized in our research for volatility and price transmission.

Table 1. Summary of literature surveyed

Authors	Data	Methodologies*	Variables	Main Result
Serra and Goodwin (2003)	July 1994 to December 2000 (monthly)	The multivariate TVECMs	dairy prices	A part of the raw milk processed is conspicuously affected by asymmetries although asymmetries do not exist in the price transmission of daily products that is highly perishable.
Hassan and Malik (2007)	January 1, 1992 to June 6, 2005 (daily)	VECH, and BEKK parameterizations.	financial, industrial, consumer (services), health, energy (oil and gas), and technology sectors indexes	An important shock and volatility transmission is present among several sectors
Harri et al., (2009)	January 2000 to September 2008 (monthly)	The co-integration model	corn, soybeans, soybean oil, cotton and wheat, exchange rates, and oil prices	There is a linkage between oil and agricultural commodity prices, but not wheat and exchange rates have a role in prices.
Kaltahoglu (2010)	January-1998 to February-2009 (monthly)	The co-integration tests, VAR model	maize, wheat, soybean, rice, and oil spot prices	There is a relationship between oil returns and agricultural commodity returns in the case of volatility spillover.
Hassounch et al. (2010)	January 1996 to December 2005 (monthly)	VECM	beef prices	Beef producers and retailers are differently affected by BSE scares.
Nazlioglu & Soydas, (2012)	January 1980 to February 2010 (monthly)	A panel co-integration, causality analysis	24 agricultural commodities, oil, and exchange rates	The changes in the world oil prices affect the agricultural commodity prices, and exchange rates had a weak effect on agricultural prices.
Nazlioglu et al. (2013)	01 January 1986 to 21 March 2011 (daily)	Causality test	spot prices of world oil, corn, soybeans, wheat, and sugar	The food price crisis has an effect on the changes in the dynamic of volatility transmission.
Serra & Gil (2013)	01 January 1990 to 01 January 2011 (daily)	Multivariate GARCH model	corn and ethanol prices	There is a price volatility transmission between ethanol and corn markets
Gardebroek & Hemordez (2013)	1997 and 2011 (annually)	BEKK-GARCH model, DCC-GARCH model	oil, ethanol, and corn prices	There is a significant interaction between ethanol and corn prices
An et al. (2016)	January 2005 to June 2013 (weekly)	Multivariate GARCH model, asymmetric VECBEKK-GARCH	wheat and flour prices	Export has a role in the decrease in the transmission elasticity by 25% in flour and wheat markets
Bergman et al. (2016)	January 1995 to December 2015 (monthly)	VAR model, Multivariate GARCH	Butter, crude oil, and crude palm oil prices from	The effects of price and volatility transmission are present between EU and World butter prices
Çınar & Hushmat (2016)	1995 to 2015 (monthly)	GARCH models are	world oil and Turkey's food prices	Volatility spillover between oil and auto, power, and finance sectors, but it is not significant in case of Indian stock markets
Chadwick and Bastan (2017)	January 2003 to November 2016 (monthly)	Univariate GARCH and Multivariate DCC-GARCH	producer prices for cattle, consumer prices for the veil, and cattle imports prices	The food prices in Turkey are significantly affected by the global oil prices, and also, the food price volatility is affected by the oil price shocks.
Damba et al. (2017)	January 1990 to September 2015 (monthly)	Multivariate BEKK-GARCH model	the world meat, dairy, cereal, edible oil, sugar	The effect of import on beef prices is captured by Univariate GARCH models as well as multivariate GARCH model

\*Where TVECMs: Threshold Vector Error Correction Models, VECH: Vector Error Correction Model, BEKK-GARCH: Baba, Engle, Kraft and Kroner GARCH Model, VAR: Vector Autoregressive Model, MGARCH: Multivariate GARCH Model, DCC-GARCH: Dynamic Conditional Correlation in GARCH Model.

### 3. Methodology and Data Source

Prices of veal carcass, lamb carcass, exchange rates, and crude oil in Turkey are utilized weekly for the analysis by obtaining the period from May 2006 to February 2017. All variables are expressed in Turkish Lira (TL), and we exclude international oil prices since the world oil prices are somewhat different than the local oil prices -most probably, this is because of taxes-. Furthermore, the data is collected on a daily basis, but it is transformed to a week by averaging the values of each week from Monday to Friday. These red meat prices data come from the Turkish Commodity Exchanges Information Systems (TOBB), while exchange rates and crude oil prices come from the Turkish Central Bank (TMB) and the Republic of Turkey Energy Market Regulatory (EPDK), respectively.

The variables data are nominal, but they are changed to real prices which are deflated by dealing with consumer price indices (CPI) considering the variables in February 2017 (TUIK, 2017) which is the last period of data. The dataset obtains 562 observations. A few missing values of variables exist in data, but those are settled by getting the average of the previous and next one values.

#### 3.1. Augmented Dickey-Fuller Unit root tests

Dickey & Fuller (1979) created the Augmented Dickey-Fuller (ADF) unit root tests to determine if the regression is stationary or non-stationary. While it is widely acknowledged that the unit root tests are a legitimate test for confirming stationarity in time series analysis (Enders, 2015), it is a useful test for analyzing stationarity structure and lag length choices. The equation of ADF tests are given below,

$$\Delta Y_t = \alpha + \theta Y_{(t-1)} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta Y_{(t-i)} + u_t, \quad (1)$$

$$\Delta Y_t = t + \alpha + \theta Y_{(t-1)} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta Y_{(t-i)} + u_t \quad (2)$$

where  $Y_t$  indicates a time series investigating at time  $t$ , and  $\Delta Y_t$  denotes  $Y_t$ 's differences, and the error term is  $u_t$ . The deterministic intercept is included in equation (1), but the deterministic trend is also included in equation (2). The error term's mean is assumed to be zero, and the white noise is applied as the error term, which does not have a constant variance throughout the time series. Dickey and Fuller (1979) indicate that if  $|\theta|$  is equal and more than 1, non-stationary occurs for the variable, but if  $|\theta|$  is greater than 1, the variable is stationary. Furthermore, if a unit root occurs in the time series, it is non-stationary, or vice versa (Harris and Sollis, 2003). The following conditional is going to be examined.

Null Hypothesis ( $H_0$ ): The variable includes unit root

Alternative Hypothesis ( $H_1$ ): Variable is stationary

Furthermore, when the probability value(p-value) is evaluated, the variables in the equation are stable at significant levels (it is less than at least 0.1 significant level), then the null hypothesis by using the p-value in the model will be rejected. If the model is not stationary, the first step is to take the initial differences of the variable in a manner of the model stationary for volatility estimates.

After that, the lag number for each variable will be considered as the value of each variable in the previous period. As seen in the ADF test equations (1) and (2), lag length can range from  $p = 1, 2, 3, \dots, n$ . The selection of lag length, on the other hand, is dependent on various criteria, but the AIC is used to determine the lag length.

#### 3.2. ARCH effects tests

The ARCH effects test is used to look at the estimation of residuals in a model. The heteroscedasticity of the regression is examined using this test. In theory, the ARCH effect is tested in two ways. First, we must do a standard linear regression and then store the residuals ( $\hat{u}_t$ ). Second, the residuals are squared and regressed using the ARCH (q) models' q own lags, before running the regression in equation (3).

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \beta_3 x_{3t} + u_t \tag{3}$$

$$\hat{u}_t^2 = \gamma_0 + \gamma_1 \hat{u}_{t-1}^2 + \gamma_2 \hat{u}_{t-2}^2 + \dots + \gamma_q \hat{u}_{t-q}^2 + \varepsilon_t \tag{4}$$

Following this equation, we should calculate  $R^2$ , and  $TR^2$  -the test statistic-, where the number of observations is T. Lastly, we examine the null hypothesis in comparison to the alternative hypothesis listed below.

$H_0: \gamma_0 = 0, \gamma_1 = 0$  and  $\gamma_2 = 0 \dots$  and  $\gamma_q = 0$       There are no ARCH effects  
 $H_1: \gamma_0 \neq 0$  or  $\gamma_1 \neq 0$  or  $\gamma_2 \neq 0 \dots$  or  $\gamma_q \neq 0$       There are ARCH effects

In consequence, if the critical value of the Chi-square distribution ( $\chi^2$ ) is smaller than  $TR^2$  in the ARCH effects test, the null hypothesis will be rejected, which it indicates that the ARCH effect exists in the regression. We may use the GARCH model for our regression after determining the presence of ARCH effects.

### 3.3. GARCH (p, q) model tests

The conditional variance in the GARCH model is dependent on own prior lags and squared error in prior periods of time. When comparing the GARCH and ARCH models, it appears that the GARCH models are widely used and more convenient than others, since the GARCH is more frugal and avoids overfitting. The rationale for being parsimonious may be explained in the way that taking the equation of conditional variance and subtracting one from each time subscript in the GARCH (1, 1) in equation (5), then subtracting 1 from all-time subscripts repeatedly. Afterward,  $\sigma_{t-1}^2$  is substituted into equation (5), and the same procedure is followed for  $\sigma_{t-2}^2, \sigma_{t-3}^2$ , and so on, until the model can accommodate an infinite number of replacements in this manner.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \tag{5}$$

$$\sigma_{t-1}^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-2}^2 + \beta_1 \sigma_{t-2}^2 \tag{6}$$

As a result, the GARCH (1, 1) model may be expressed in terms of an infinite number of observations, as given

$$\sigma_t^2 = \gamma_0 + \gamma_1 u_{t-1}^2 + \gamma_1 u_{t-2}^2 + \dots, \tag{7}$$

For the q order ARCH model, this is a limitation. Therefore, the GARCH (1, 1) model is known as a parsimonious model that allows an infinite amount of prior squared errors to influence current conditional variances. Furthermore, the model has limited parameters in the conditional variance equation, as Bera and Haggins (1993) suggest.

Essentially, the GARCH (1, 1) model can be enlarged to the GARCH (p, q) model, which is defined as the conditional variance at time t parameterized using part information from the squared error (q delays) and previous conditional variance information (p lags).

The GARCH (p, q) is used to investigate price volatility for variables in this study. By including exogenous variables such as their p delays, crude oil, and exchange rates with q lags. It is important to know that this model may be used to predict the volatility of veal and lamb. For veal and lamb prices, two major conditional variance equations are basically created as endogenous variables in the model called the GARCH (p, q) model. Consequently, the equations are as follows:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 \tag{8}$$

Where;

$\sigma_t^2$ : The conditional variance of the errors

$u_{t-i}^2$ : The previous value of the squared errors

$p$ : The lags of the conditional variance

$q$ : The lags of the squared error

$\sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2$ : The ARCH terms

$\sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2$ : The GARCH terms

#### 4. Empirical Results

Table 2 presents the fundamental statistical information on real and log prices for veal, lamb, crude oil, and exchange rates, as well as a brief description of the variables' distribution characteristics. Lamb prices have a considerably greater standard deviation than veal prices, indicating a considerable variation, but both meat prices have a higher standard deviation than crude oil and exchange rates.

Table 2. Descriptive Statistics of the real and log price series

	Veal	Lamb	Oil	Exchange Rates
<b>Real price series</b>				
Mean	24.38955	27.46450	6.725718	1.778953
Median	23.97411	26.88483	6.978948	1.642200
Maximum	32.68018	40.60116	8.824677	3.561602
Minimum	19.63453	18.40775	4.393204	1.086995
Std. Dev.	2.690336	4.964737	0.947019	0.555659
Skewness	0.617241	0.525494	-0.643230	1.121364
Kurtosis	2.797843	2.775577	2.725329	3.474563
<b>Logarithm of real price series</b>				
Mean	1.384646	1.43185	0.823	0.2315
Median	1.379743	1.429507	0.844	0.215426
Maximum	1.514284	1.608538	0.946	0.551645
Minimum	1.29302	1.265001	0.643	0.036228
Std. Dev.	0.046861	0.077353	0.065404	0.123987
Skewness	0.394992	0.134567	-0.910266	0.640962
Kurtosis	2.511656	2.475756	2.944889	2.519591

Table 3 shows the temporal trends for the Augmented Dickey-Fuller (ADF) unit root test in our empirical research. The ADF test gives the result of the non-stationarity situation because, for all variables in the model for the values of real and log prices, the null hypothesis cannot be rejected at the 1%, 5%, or 10% significant level.

The first difference for the time series, on the other hand, is stationarity at a significant level. Thus the  $H_0$  is rejected in which means that there is a unit root. Furthermore, the absolute critical values are smaller than the absolute value of the ADF test statistic at the 1%, 5%, and 10% levels, which indicates that the test statistic is stationary.

The hypothesis is basically given as follows

$H_0$ : The variable includes unit roots

$H_1$ : The variable is stationary

Time series lag lengths are chosen using the Akaike Information Criterion (AIC). In terms of stationary, we must examine the lag number. Indifference, both real and log variables are stable, and the lags lengths for real and log prices in levels and differences are given in Table 3. For veal, crude oil, and exchange-rate prices, there is just one lag, but for lamb prices, three lags exist. For veal, lamb, crude oil, and exchange rates in terms of the log prices in differences, respectively, the lags number are two, three, one, and two.



Table 3. ADF unit root tests result for real and log prices

Series	Real prices				Log price in log			
	In levels		In first difference		In levels		In first difference	
	Test statistic	Lags	Test statistic	Lags	Test statistic	Lags	Test statistic	Lags
<b>Veal</b>	-2.91	2	-15.58***	1	-2.69	0	-13.88***	2
<b>Lamb</b>	-2.56	4	-10.15***	3	-2.49	4	-10.33***	3
<b>Oil</b>	-2.68	2	-17.06***	1	-2.61	1	-16.80***	1
<b>Exchange Rates</b>	-0.91	1	-15.70***	1	0.76	3	-12.54***	2

\*\*\* show the significance at the 1%, 5%, and 10% significant level for the stationary test. The selection of Lags is based on the Akaike information criterion (AIC).

The ARCH effects test for residual estimation is depicted in Table 4. Firstly, a normal linear model (Eq. (9, 10)) of real prices and log prices for both red meat products is run as given crude oil prices and exchange rates in either levels or differences into the right-hand side of equations. Secondly, we preserve the residuals, then square them, and regress them on “q” own lags to test the null hypothesis that there are no ARCH effects. The null hypothesis of no ARCH effects in both levels and differences is rejected as the findings reveal that time series of veal and lamb prices exhibit ARCH effects at the 5% significant level.

$$\begin{aligned}
 Y_{\text{veal}} &= \beta_0 + \beta_1 X_{\text{oil}} + \beta_2 X_{\text{exchange\_rates}} \\
 \Delta Y_{\text{veal}} &= \beta_0 + \beta_1 X_{\text{oil}} + \beta_2 X_{\text{exchange\_rates}}
 \end{aligned}
 \tag{9}$$

$$\begin{aligned}
 Y_{\text{lamb}} &= \beta_0 + \beta_1 X_{\text{oil}} + \beta_2 X_{\text{exchange\_rates}} \\
 \Delta Y_{\text{lamb}} &= \beta_0 + \beta_1 \Delta X_{\text{oil}} + \beta_2 \Delta X_{\text{exchange\_rates}}
 \end{aligned}
 \tag{10}$$

Table 4. ARCH effects test result for the real and log prices

Series	Real prices		Real price in logarithms	
	In levels	In first differences	In levels	In first differences
	Test Statistic	Test Statistic	Test Statistic	Test Statistic
<b>Veal</b>	4084.23 (<0.001)	46.86 (<0.001)	4629.19 (<0.001)	37.11 (<0.001)
<b>Lamb</b>	6730.71 (<0.001)	52.10 (<0.001)	6625.64 (<0.001)	45.87 (<0.001)

Note: the p-value for each equation is presented in the brackets, shows the null hypothesis is rejected at a 5% significant level.

The estimated parameters for the generalize GARCH(p, q) model are presented in Table 5. As regarding the result, we can see the coefficients estimate of the crude oil and exchange rates prices, and their lags are given as  $\beta$ , and the coefficients of an estimate of the lags of veal and lamb are given. We separately estimate the veal and lamb time series. The equations for veal and lamb are given as follows;

$$\begin{aligned}
 \text{Veal: } y_{1t} &= c + \alpha_1 y_{1t-1} + \alpha_2 y_{2t-1} + \alpha_3 y_{1t-2} + \alpha_4 y_{2t-2} + \alpha_5 y_{1t-3} + \alpha_6 y_{2t-3} + \\
 &\alpha_7 y_{1t-4} + \alpha_8 y_{2t-4} + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \beta_3 x_{1t-1} + \beta_4 x_{2t-1} + \beta_5 x_{1t-2} + \beta_6 x_{2t-2} + \\
 &\beta_7 x_{1t-3} + \beta_8 x_{2t-3} + \beta_9 x_{1t-4} + \beta_{10} x_{2t-4}
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lamb: } y_{2t} &= c + \alpha_1 y_{1t-1} + \alpha_2 y_{2t-1} + \alpha_3 y_{1t-2} + \alpha_4 y_{2t-2} + \alpha_5 y_{1t-3} + \alpha_6 y_{2t-3} + \alpha_7 y_{1t-4} + \\
 &\alpha_8 y_{2t-4} + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \beta_3 x_{1t-1} + \beta_4 x_{2t-1} + \beta_5 x_{1t-2} + \beta_6 x_{2t-2} + \beta_7 x_{1t-3} + \beta_8 x_{2t-3} + \beta_9 x_{1t-4} + \\
 &\beta_{10} x_{2t-4}
 \end{aligned}
 \tag{12}$$

In the case of veal prices, the crude oil prices at time  $t$ ,  $t-1$ , and  $t-3$  have a significant effect at a 1% significance level, and crude oil at time  $t-4$  is significant at a 5% significance level. The veal prices are significantly affected by its previous periods ( $t-1$ ,  $t-2$ , and  $t-3$ ).

On the other hand, for the lamb time series, the crude oil prices at time  $t$ ,  $t-1$ , and  $t-3$  have a significant effect on lamb prices at a 1% significance level. Additionally, exchange rates at times  $t-2$  and  $t-4$  have a significant effect on lamb prices at 1% and 5% significance levels, respectively. The lamb prices are significantly affected by its previous periods ( $t-1$ ,  $t-2$ , and  $t-3$ ) and the previous period of veal prices ( $t-1$  and  $t-2$ ).

Table 5. Estimated parameters for the generalize GARCH model

Dependent variables	Independent variables	Coefficient	The Estimate $\hat{\beta}$ and $\hat{\alpha}$	Std. error	t-statistics
Veal	$oil_t$	$\beta_{1,1}$	1.056	0.119	*** 8.874
	$exch_t$	$\beta_{2,1}$	0.084	0.422	0.200
	$oil_{t-1}$	$\beta_{3,1}$	-1.445	0.168	*** -8.603
	$exch_{t-1}$	$\beta_{4,1}$	-1.037	0.667	-1.555
	$oil_{t-2}$	$\beta_{5,1}$	0.149	0.142	1.046
	$exch_{t-2}$	$\beta_{6,1}$	0.465	0.654	0.710
	$oil_{t-3}$	$\beta_{7,1}$	0.420	0.160	*** 2.626
	$exch_{t-3}$	$\beta_{8,1}$	0.940	0.684	1.375
	$oil_{t-4}$	$\beta_{9,1}$	-0.182	0.091	** -2.001
	$exch_{t-4}$	$\beta_{10,1}$	-0.415	0.436	-0.952
	$veal_{t-1}$	$\alpha_{1,1}$	0.954	0.026	*** 36.027
	$lamb_{t-1}$	$\alpha_{2,1}$	0.024	0.017	1.479
	$veal_{t-2}$	$\alpha_{3,1}$	0.133	0.033	*** 4.028
	$lamb_{t-2}$	$\alpha_{4,1}$	-0.024	0.022	-1.112
	$veal_{t-3}$	$\alpha_{5,1}$	-0.152	0.035	*** -4.413
	$lamb_{t-3}$	$\alpha_{6,1}$	-0.007	0.019	-0.379
	$veal_{t-4}$	$\alpha_{7,1}$	0.037	0.023	1.605
$lamb_{t-4}$	$\alpha_{8,1}$	0.018	0.014	1.338	
	constant	c	0.335	0.254	1.318
Lamb	$oil_t$	$\beta_{1,2}$	1.341	0.128	*** 10.495
	$exch_t$	$\beta_{2,2}$	-0.056	0.449	-0.126
	$oil_{t-1}$	$\beta_{3,2}$	-1.776	0.176	** -10.097
	$exch_{t-1}$	$\beta_{4,2}$	-1.033	0.692	-1.493
	$oil_{t-2}$	$\beta_{5,2}$	-0.082	0.148	-0.552
	$exch_{t-2}$	$\beta_{6,2}$	1.928	0.681	*** 2.831
	$oil_{t-3}$	$\beta_{7,2}$	0.510	0.191	*** 2.665
	$exch_{t-3}$	$\beta_{8,2}$	-0.062	0.661	-0.093
	$oil_{t-4}$	$\beta_{9,2}$	-0.045	0.109	-0.413
	$exch_{t-4}$	$\beta_{10,2}$	-0.832	0.415	** -2.004
	$veal_{t-1}$	$\alpha_{1,2}$	0.105	0.029	*** 3.598
	$lamb_{t-1}$	$\alpha_{2,2}$	0.973	0.020	*** 49.281
	$veal_{t-2}$	$\alpha_{3,2}$	-0.075	0.039	* -1.940
	$lamb_{t-2}$	$\alpha_{4,2}$	0.093	0.025	*** 3.675
	$veal_{t-3}$	$\alpha_{5,2}$	-0.041	0.036	-1.153
	$lamb_{t-3}$	$\alpha_{6,2}$	-0.056	0.021	*** -2.650
	$veal_{t-4}$	$\alpha_{7,2}$	0.001	0.027	0.036
$lamb_{t-4}$	$\alpha_{8,2}$	-0.013	0.016	-0.808	
	constant	c	0.807	0.258	*** 3.129

Note: \*\*\*, \*\*, \* show the significance at the 1%, 5% and 10% level respectively.

The model is selected by considering the highest logarithm marginal likelihood as well as the highest R-square value (Table 6). The condition number of the design matrix, which is defined as a

measure of the sensitivity of a function in terms of changes and errors, and an indication of multicollinearity.

Table 6. The logarithm of the marginal likelihood

The condition number of the design matrix	6398.518
R-square	0.972
Logarithm of the marginal likelihood	-1564.326

The volatility report for veal from the preferred model estimated is displayed in Figure 2. The horizontal axis reports the weekly time period between 2006, May, and 2017, Feb. The vertical axis reports the veal variance value of the estimation with a weekly time period ranging from 1 to 558. The figure clearly shows that veal prices are somewhat volatile during the period, and the highest volatility is estimated in period number 205 that exists in 2010. The veal prices are mostly volatile between the period number of 200<sup>th</sup> week and 300<sup>th</sup> week consisting at the year 2010 and 2011.

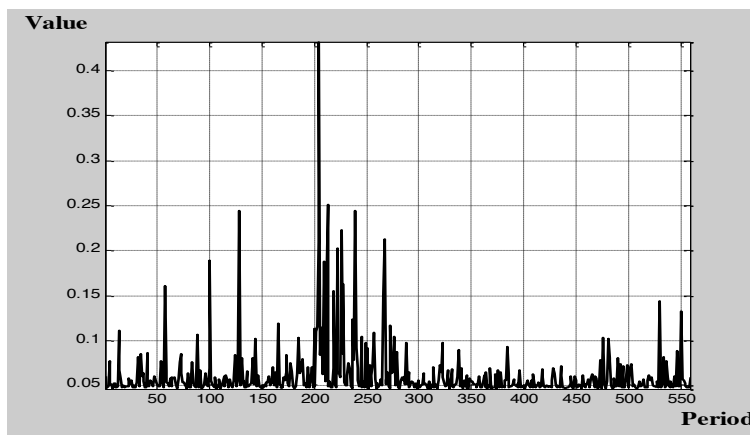


Figure 2. Volatility plot of veal variance.

The volatility report for lamb from the preferred model estimated is given in Figure 3. The horizontal axis reports the weekly time period ranging from 1 to 558, and the vertical axis reports the value of the estimate. The figure explicitly indicates that lamb prices are volatile during the period, and the highest volatility is estimated in period number 322 that exists in 2012. The lamb prices are mostly volatile between the period number of 150 and 350 in 2009 and 2012.

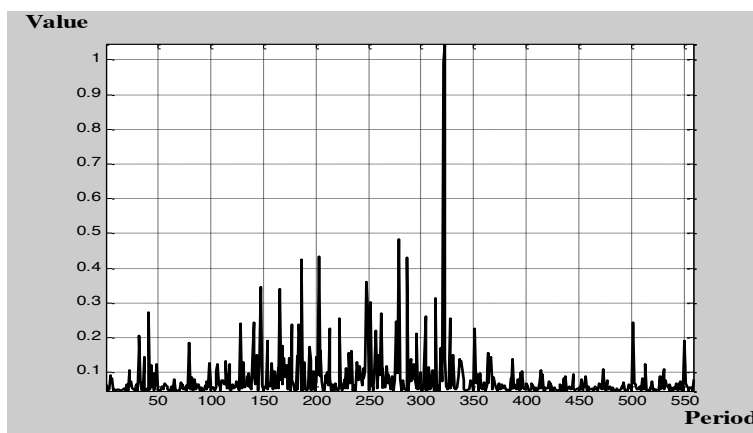


Figure 3. Volatility plot of lamb variance.

The volatility report for cross-correlation between veal and lamb is given in Figure 4. The horizontal axis reports the weekly time period ranging from 1 to 558, and the vertical axis reports the

value of the estimate. The correlation between veal and lamb is strong, as we can see in Figure 4. The veal prices have a negative and positive correlation with lamb prices during the given periods.

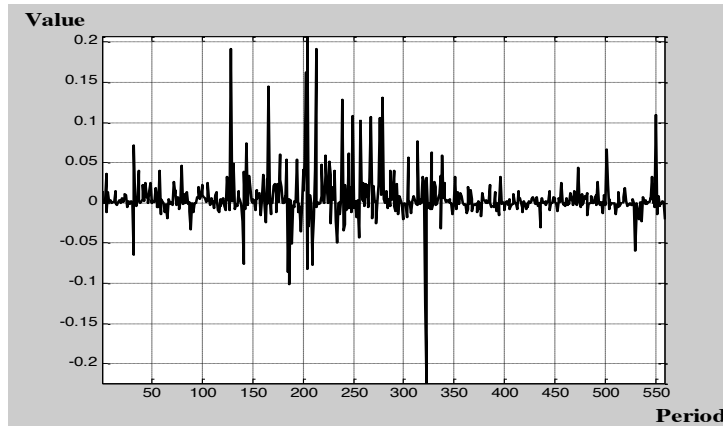


Figure 4. Volatility plot of cross correlation between veal and lamb time series.

## 5. Conclusion

Red meat production and prices have been an important issue in Turkey because of many reasons, such as the increase in red meat prices, insufficient production, and speculation in red meat markets. Another issue is that the demand for red meat is not entirely met by the local supply, which fundamentally causes an increase in red meat prices. In actual fact, even though the Turkish government has continued to support red meat producers in order to increase production and reduce costs, prices have not declined.

With the increase in red meat prices, it has mainly demonstrated fluctuation over time. The changes are affected by many linear or non-linear factors. The literature on the effects of agricultural prices focuses mostly on the linear aspect by frequently embracing price determination. However, we investigate two relationships. First, the link between crude oil and red meat prices; second, the link between exchange rates and red meat prices in Turkey. With respect to this relationship, we review many studies associated with the volatility transmission between agricultural and energy commodity prices because energy commodities are likely to affect at least some agricultural commodities.

Previous empirical research has shown that agricultural and energy commodity prices move in lockstep in the short and long term. The change in crude oil prices and its volatility has a significant role in economic and financial markets. On the other hand, the linkage between crude oil and exchange rates in Turkey occurs since Turkey depends on importing oil, which is related to the transportation and processing of red meat products as a significant input. Therefore, we assume there might be a linkage between exchange rates and red meat prices because Turkey depends on importing crude oil and has started to import red meat products, especially after 2010 with the abrogation of tax on red meat import.

Volatility in commodity prices movements is defined as embracing change either low or high levels over time. This might cause a clustering behaviour that is explained as the large or small changes followed by large or small changes in the time series (Engle et al., 1990). The study also uses ADF tests. The results show that the variables in real and log prices are stationary in first differences. The ADF test is also used to select lag lengths exhibiting different numbers for each time series. For volatility modeling, the GARCH (p, q) model is one of the more practical ways to assess volatilities. We find, however, that the GARCH (p, q) model does not slightly dominate and fixes the data as much as the simple linear model with vector auto-regressions. Additionally, the ARCH effects in the model are found to be significant compared to the null hypothesis of no ARCH effects. Although the presence of the ARCH effects provides evidence to construct GARCH models, from an empirical point of view, we generalize the GARCH (p, q) model to one embracing different variance effects on the equal of all time periods.

One of the study's major findings is that both veal and lamb prices are subject to substantial volatility, particularly between 2009: 200 (year: week) and 2012: 350, and that crude oil prices have a

significant influence on veal and lamb prices, as well as prices in earlier times. Furthermore, exchange rate lags have a substantial impact on lamb prices but not on veal prices.

Another key finding of our results is that they might be important to examine the relationship between prices and policy and permit policymakers to put policy implementation into efficient practice. Finally, as related previous studies during the literature review, the author has examined increases in food price volatilities and related that policy follow-up has primarily been useful in advancing the prices of agricultural production and their volatilities.

## References

- An, H., Qiu, F., & Zheng, Y. (2016). How do export controls affect price transmission and volatility spillovers in the Ukrainian wheat and flour markets? *Science Direct*, 142–150.
- Bergmann, D., O'Connor, D., & Thümmel, A. (2016). An analysis of price and volatility transmission in butter, palm oil and crude oil markets, *Agricultural and Food Economics*, DOI 10.1186/s40100-016-0067-4
- Chadwick, M. G., & Baştan, E. M. (2017). Beef price volatility in Turkey : can import policy affect the price and its uncertainty ? (17/09), *Central Bank of the Republic of Turkey*, Ankara.
- Çınar, G., & Hushmat, A. (2016). Impact of volatility of world oil prices on Turkey's Food Prices: Garch Approach, *Global Journal of Economics and Business Studies*, 9(5), 1–8.
- Damba, O. T., Bilgic, A., & Aksoy, A. (2017). Estimating price volatility transmission between world crude oil and selected food commodities. *A BEKK approach*, 48(1), 41–49.
- Dickey A. D., & Fuller W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of American Statistical Association*, 74(366), 427–431.
- Engle, R. F., Ng, V. K., & Rothschild, M. (1990). Asset pricing with a factor-ARCH covariance structure: Empirical estimates for treasury bills. *Journal of econometrics*, 45(1-2), 213-237.
- FAO, (2010). Price volatility in agricultural markets: evidence, impact on food security and policy responses. <http://www.fao.org/docrep/013/am053e/am053e00.pdf>.
- FAO, (2017). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Internatinal Crude Oil Prices. <http://www.fao.org/giews/food-prices/indicators/detail/en/c/235344/>. Access date: 26 July 2017.
- Gardebroek, C., & Hernandez, M. A. (2013). Do energy prices stimulate food price volatility? Examining volatility transmission between US oil, ethanol and corn markets. *Energy Economics*, 40, 119–129.
- Harri, A., Nalley, L., & Hudson, D. (2009). The relationship between oil, exchange rates, and commodity prices. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 501–510.
- Harris, R., & Sollis, R. (2003). Applied Time series modelling and forecasting, West Sussex, England, *John Wiley and Sons*, p. 41.
- Hassan, S. A., & Malik, F. (2007). Multivariate GARCH modelling of sector volatility transmission, *Quarterly Review of Economics and Finance*, 47(3), 470–480.
- Hassounh, I., Serra, T., & Gil, J. M. (2010). Price transmission in the Spanish bovine sector: the BSE effect. *Agricultural Economics*, 41(1), 33-42.
- Hayenga, M. L., & Dipietre, D. D. (1982). Hedging wholesale meat prices: Analysis of basis risk. *Journal of Futures Markets*, 2(2), 131–140.
- Kaltalıoğlu, M. (2010). *Price transmissions between food and oil. M.B.A., in partial fulfilment of the requirements for the degree of master of business administration in the Department Of Business Administration.*
- Nazlıoğlu, S., & Soytas, U. (2012). Oil price, agricultural commodity prices, and the dollar: A panel cointegration and causality analysis. *Energy Economics*, 34(4), 1098-1104.
- Nazlıoğlu, S., Erdem, C., & Soytas, U. (2013). Volatility spillover between oil and agricultural commodity markets. *Energy Economics*, 36, 658–665.
- Republic of Turkey Ministry of Foreign Affairs, (2017). Retrieved from 2017, May <http://www.mfa.gov.tr/turkeys-energy-strategy.en.mfa>.
- Serra, T., & Goodwin, B. K. (2003). Price transmission and asymmetric adjustment in the Spanish dairy sector. *Applied economics*, 35(18), 1889-1899.

- TİM. (2017). Türkiye İhracatçılar Meclisi (Turkish Exporters Assembly), *Agricultural Sector and Policy in Turkey (380-384)*. İstanbul. Retrieved from [http://www.tim.org.tr/files/downloads/Raporlar/Tarim\\_Raporu\\_2017.pdf](http://www.tim.org.tr/files/downloads/Raporlar/Tarim_Raporu_2017.pdf).
- TUIK, (2017). Turkish Statistical Institutes, Foreign Trade Statistics Database, Product-Partner Countries in Trade, <http://rapory.tuik.gov.tr/22-07-2017-15:20:34-1365891871791902376266888507.html?>.
- USDA, (2016). Turkey Livestock and Products Report. [http://agriexchange.apeda.gov.in/marketreport/Reports/Livestock\\_and\\_Products\\_Annual\\_Ankara\\_Turkey\\_8-31-2016.pdf](http://agriexchange.apeda.gov.in/marketreport/Reports/Livestock_and_Products_Annual_Ankara_Turkey_8-31-2016.pdf). Retrieved May, 2017.
- Yavuz, F., Bilgic, A., Terin, M., & Guler, I. O. (2013). Policy implications of trends in Turkey's meat sector with respect to 2023 vision. *Meat science*, 95(4), 798-804.



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



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

Araştırma Makalesi (Research Article)

**Malatya Ekolojisinde Farklı Rakımlarda Yetişen Bazı Üzüm Çeşitlerinin Kalite ve Biyokimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması**

**Atilla ÇAKIR<sup>\*1</sup>, Fırat İŞLEK<sup>2</sup>, Ezgi DOĞAN<sup>3</sup>, Gülistan BAZANCIR<sup>4</sup>**

<sup>1,3</sup>Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü/ BİNGÖL

<sup>2</sup>Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü/ MUŞ

<sup>4</sup>Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-9732-9272> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-3157-3680> <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-0854-7134>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-7750-3672>

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

**Makale Bilgileri**

Geliş: 07.04.2021

Kabul: 01.11.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.910640

**Anahtar Kelimeler**

Biyokimyasal Özellikler,

Malatya,

Pomoloji,

Rakım,

*Vitis Vinifera* L.

**Öz:** Bu araştırma, rakımın üzümde bazı kalite parametreleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla, 2017 yılı vegetasyon döneminde Malatya ilinin 3 farklı rakımında (800 m, 1000 m ve 1200 m) bulunan çiftçi bağlarında, yürütülmüştür. Söz konusu rakımlarda bulunan 4 sofralık, 3 şaraplık ve 3 kurutmalık olmak üzere toplam 10 üzüm çeşidi değerlendirmeye alınmıştır. İlgili üzüm çeşitlerine ait salkım ve tanelerin pomolojik özellikleri ile yine bu çeşitlere ait meyvelerin bazı biyokimyasal özellikleri incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda; ortalama salkım ağırlığı 77.6-693.27 g, salkım eni-boyu sırasıyla 6.67-15.70 cm ve 9.47-24.97 cm aralıklarında değiştiği tespit edilmiştir. Tane ağırlığı, tane eni-boyu ve tane eti sertliğinin de yine sırasıyla 2.19-5.49 g, 12.66-19.66-15.31-29.51 mm ve 1.39-5.22 N gibi ortalama değerlere sahip olduğu saptanmıştır. Çeşitler arasında pH 3.45 ile 4.56 değişiklik göstermiş olup sadece rakımlar bazında Ağın Beyazı çeşidindeki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Meyve biyokimyasal özelliklerinden Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) ve Titre Edilebilir Asitlik (TA) değerlerinin yükselti artışı ile pozitif korelasyona sahip olduğu tespit edilmiştir.

**Performance Evaluation of Some Grape Varieties Growing in Different Altitude Groups**

**Article Info**

Received: 07.04.2021

Accepted: 01.11.2021

Online Published: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.910640

**Keywords**

Biochemical Properties,

Malatya,

Pomological,

Altitude,

*Vitis Vinifera* L.

**Abstract:** This study was carried out in 3 different altitude groups (800 m, 1000 m, and 1200 m) under farmer vineyards in Malatya province in 2017 in order to determine the effect of altitude on some quality parameters of grapes. In all of the mentioned altitude groups, 4 table grape, three wine grape, and three raisins grape, a total of 10 grape varieties were evaluated. The pomological and some biochemical properties of the clusters and grains of the related grape varieties were investigated. As a result of the analysis, although it changes according to the grape variety and altitude group average bunch weight 77.6-693.27 g, bunch width-length 6.67-15.70 cm and 9.47-24.97 cm respectively. Grain weight, grain width, and flesh hardness were found to have average values such as 2.19-5.49 g, 12.66-19.66-15.31-29.51 mm, and 1.39-5.22 N, respectively. The pH varied between 3.45 and 4.56 cultivars, and the difference in the Ağın Beyazı cultivar was statistically significant only on the basis of altitude. It has been determined that fruit WSDM (Water Soluble Dry Matter) and TA (Titratable Acid), which are among the biochemical properties values have a positive correlation with the increase in altitude.

## 1. Giriş

Asma; hem birçok değerlendirme şekli hem de geniş iklim kuşağında yetişebilmesinden dolayı dünya üzerinde çok geniş bir yayılım alanı göstermiştir. Bu özelliklerinin yanı sıra, üzüm verimi bakımından ekonomik, çeşit zenginliği bakımından da genetik materyal açısından yurdumuzun önemli bir bitkisidir (Çelik ve ark., 1998). Asma gen potansiyelimizdeki bu zenginlik gerek ıslah çalışmalarında gerekse ekonomik öneme sahip yerel tiplerin ortaya konmasında önemli bir kaynak oluşturmaktadır.

Ülkemiz, 2019 yılı verilerine göre toplam 4 054 387 da alanda 4 100 000 ton üzüm üretimi ile dünyanın önemli bağcı ülkeleri arasında yer almaktadır. Modern bağcılık tekniklerinin ülkemizde yaygınlaşması, bağcılıkta verimi ve üretim miktarını arttırmaktadır (TÜİK 2020).

Malatya ili merkez nüfus artışı ile artan şehirleşme baskısına rağmen, kırsal çevresinde bağcılık faaliyetleri önemli bir ölçüde devam etmektedir.

Malatya'da bağcılığın yapıldığı alanlara bakıldığında susuz ve kireçli tarım arazileri olduğu görülmektedir. Bölgede anaç seçimi yapıldığında genel olarak kurağa ve kirece dayanıklı Amerikan asma anaçları tercih edilmektedir (Koç ve ark., 2015).

Dünyada üretimi sofralık, şaraplık ve kurutmalık olarak değerlendirilebilen nadir meyve türlerinden biri olan üzüm meyvesinin ticari anlamda getirisinin yanında; insan sağlığı bakımından büyük önem arz etmekte olduğu son yıllarda yapılan çalışmalar ile ispatlanmış durumdadır. Fakat insan sağlığı açısından önemli olan ve hatta taksonomik sınıflandırmada bile etkili olabilen üzüm meyvelerinin biyokimyasal özelliklerinin profili çevre koşullarına göre farklılık gösterebilmektedir. Söz konusu bu çevre koşullarından biri de rakımdır.

Bir yerin deniz seviyesine göre yüksekliğini ifade eden "rakım" terimi, tarımsal üretim açısından da büyük önem taşımaktadır. Rakımın yüksek ya da düşük olması, sıcaklık, yağış miktarı ve şekli, basınç, güneşlenme, yetiştirilen ürünün vegetasyonu, biyoaktif bileşenleri gibi birçok özelliğe etki etmektedir. Yüksek rakım; solar radyasyonu tutma, gece-gündüz sıcaklık farkındaki artış, daha düşük bağıl nem, bölgeye göre değişmekle birlikte daha az ya da daha çok bitki tarafından alınabilir su miktarı yönüyle de etkili olabilmektedir (Korkutal ve ark., 2012). Bitki-su ilişkisi bitkilerin verimliliği, ürün kalitesi, adaptasyon yetenekleri ve fizyolojik faaliyetleri üzerine etkili olan faktörlerden biridir (Doğan ve ark., 2020)

Üzüm çeşitlerin yetiştirilmekte olduğu çevresel faktörlerden etkilendiği daha önce yapılmış çalışmalar ile belirlenmiştir. Bu çalışmada ise, özellikle yükselti gruplarının (rakım), bazı üzüm çeşitlerine ait pomolojik ve biyokimyasal özellikler ile profiline etkisini belirlemek amacı ile yürütülmüştür. Elde edilen verilerin bundan sonraki çalışmalara ışık tutabilecek nitelikte olabileceği umut edilmektedir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, 2017 yılında Malatya ili çiftçi bağları ve Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü araştırma ve uygulama laboratuvarlarında yürütülmüştür.

Bitkisel materyal olarak; Malatya ilinde yoğun olarak yetiştirilmekte olan 4 sofralık (Ağın Beyazı, Kış Kırmızısı, Şilfoni, Tahannebi), 3 şaraplık (Boğazkere, Kabarcık, Öküzgözü) ve 3 kurutmalık (Banazı Karası, Besni, Köhnu) olmak üzere toplam 10 üzüm çeşidi kullanılmıştır. 3 farklı (800m, 1000m ve 1200m) rakımlarda bulunan omcalar aşısız olup, goble terbiye şekli uygulanmış, 30-40 yaşlarında, herhangi bir telli terbiye sistemi olmayan ve susuz yetiştiricilik yapılan üretici bağ alanlarıdır.

Tüm rakımlarda bulunan üzüm çeşitlerine ait salkım örneklerinin olgunluk tarihleri periyodik olarak takip edilmiş olup; olgunluk dönemleri belirlenmiştir. Salkım örnekleri Rankine ve ark. (1962)'larının belirttiği gibi her bir omcadan, omcayı temsil edecek şekilde üç tekerrürden örnek üzüm salkımları alınarak laboratuvara getirilmiştir. Pomolojik ve meyve kalitesi ile ilgili analizler yaş meyvede yapılmıştır.



## 2.1. Pomolojik Analizler

### 2.1.1. Salkım Boyu (cm) ve Salkım Eni (cm)

Her tekerrürden tesadüfi olarak alınan 10 salkım cetvel ile ölçülerek ortalama salkım boyu, en geniş ve en dar bölümleri cetvel ile ölçülerek ortalama salkım eni belirlenmiştir

### 2.1.2. Salkım Ağırlığı (g)

Her tekerrürden tesadüfi olarak alınan 10 salkım dijital terazide tartılarak ortalama salkım ağırlığı bulunmuştur. Salkım ağırlığı OIV'in O-502 no'lu özellik koduna göre sınıflandırılmıştır (Anonim 1997).

### 2.1.3. Tane Boyu (mm) ve Tane Eni (mm)

Her tekerrürdeki omcalardan rastgele alınan 10 salkımdan seçilen 20 adet tanenin boyu ve eni dijital kumpas ile ölçülerek ortalama tane boyu ve eni bulunmuştur.

### 2.1.4. 100 Tane Ağırlığı (g)

Her tekerrürdeki omcalardan rastgele alınan 10 salkımdan seçilen 100 adet tane dijital terazide tartılarak 100 tane ağırlığı belirlenmiştir. Tane ağırlığı tartım sonuçlarının 100'e bölünmesi ile belirlenmiştir. Tane ağırlığı OIV'in O-503 no'lu özellik koduna göre sınıflandırılmıştır (Anonim 1997).

## 2.2. Meyve Kalitesi ile İlgili Analizler

### 2.2.1. Titre Edilebilir Asit Miktarı

Titre edilebilir asitliği belirlemek için Amerine ve Cruses (1960) metoduna göre örnekler toplanarak, örneklere ait tanelerin meyve suyu çıkarılmıştır. Elde edilmiş meyve suyu 0.1 N NaOH ile pH = 8.1 değeri elde edilinceye kadar titrasyona tabi tutularak titre edilebilir asit miktarı belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2010).

### 2.2.2. pH Değeri

Her tekerrürdeki salkımlardan rastgele seçilen tane örneklerinden elde edilen homojen sırada pH metre yardımıyla pH değeri kaydedilmiştir (Çavuşoğlu ve ark., 2020).

### 2.2.3. Suda Çözünebilen Kuru Madde (SÇKM)

Denemede kullanılan çeşitlere ait meyve sularındaki SÇKM değerleri el refraktometresi ile belirlenerek sonuçlar brix olarak ifade edilmiştir (Çavuşoğlu ve ark., 2020).

### 2.2.4. Tane Eti Sertliği

Örneklere ait tane eti sertliği; her tekerrürdeki salkımlardan rastgele alınan 10 tane meyvenin tekstür analiz cihazıyla ölçmesi ile elde edilmiştir.

### 2.2.5. Olgunluk İndisi

Elde edilen Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) değerinin titrasyon asitliğine (TA) bölünmesi ( $^{\circ}$ Brix/TA) ile olgunluk indisi belirlenmiştir.

## 2.3. İstatistik Analiz

Üzerinde durulan özellikler için tanımlayıcı istatistikler; ortalama ve standart olarak ifade edilmiştir. Bu özellikler bakımından; çeşitler ve rakımlar arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla faktöriyel düzende tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizini takiben çeşitler ve rakım ortalamaları arasındaki farkı belirlemede Duncan testi kullanılmıştır. Hesaplamalarda istatistik anlamlılık düzeyi % 5 olarak alınmış ve hesaplamalar için “SPSS version 13.0” istatistik paket programı kullanılmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Denemede kullanılan üzüm çeşitlerine ait ortalama salkım ağırlığı (g), Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemede kullanılan üzüm çeşitlerine ait ortalama salkım ağırlığı (g)

Üzüm Çeşitleri	800m rakım	1000 m rakım	1200 m rakım	P değerleri:
Köhnü	203.13 ± 5.77 D-ab	173.40 ± 11.55 EF-b	214.67 ± 11.55 B-a	0.06
Kabarcık	133.80 ± 4.62 EF	199.93 ± 28.87 CDE	130.07 ± 17.32 A	0.07
Öküzgözü	348.60 ± 17.32 B-a	190.57 ± 17.32 CDE-b	345.63 ± 25.98 BC-a	0.01
Ağın Beyazı	332.47 ± 18.48 B-c	534.43 ± 17.32 A-a	448.43 ± 23.09 A-b	0.01
Kış Kırmızısı	156.73 ± 15.01 DE-b	232.53 ± 17.32 C-b	362.20 ± 34.07 B-a	0.01
Şilfoni	200.73 ± 23.09 D-a	233.63 ± 11.55 C-ab	288.97 ± 17.32 C-b	0.04
Tahannebi	98.80 ± 5.77 F-b	153.37 ± 11.55 F-a	77.60 ± 5.77 A-b	0.01
Banazı Karası	274.50 ± 17.32 C-b	214.80 ± 8.08 CD-a	326.00 ± 15.01 BC-c	0.01
Besni	172.23 ± 6.93 DE	237.67 ± 23.09 C	200.93 ± 28.87 B	0.18
Boğazkere	693.27 ± 23.09 A-a	336.10 ± 17.32 B-b	321.83 ± 12.12 BC-b	0.01
P değerleri:	0.01	0.01	0.01	
P rakım: 0.04				
P çeşit: 0.01				
P rakım x çeşit interaksyonu: 0.01				

→ a. b. c: Aynı satırda farklı küçük harfi alan “Rakımlar” arası fark önemlidir (p<0.05).

↓ A. B. C: Aynı sütunda (aynı rakımda) farklı büyük harfi alan “Çeşitler” arası fark önemlidir (p<0.05).

Çizelge 1 incelendiğinde, salkım ağırlıkları bakımından hem rakım hem de çeşitler arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. 800 m, 1000 m ve 1200 m rakımları baz alındığında; en yüksek salkım ağırlığı yukarıda verilen rakım sırasına göre Boğazkere üzüm çeşidi (693.27 ve 336.10 g) ve Ağın beyazı üzüm çeşidi (448.43 g)’inde elde edilmiştir. Her 3 rakımdaki salkım ağırlığı bakımından en düşük değerler Tahannebi üzüm çeşidinde (98.80, 153.37 ve 77.60 g) tespit edilmiştir.

Yükselti grubu arttıkça sadece Kış Kırmızısı ve Şilfoni üzüm çeşitlerinde salkım ağırlığında düzenli bir artış olduğu, diğer üzüm çeşitlerinin salkım ağırlıklarının yükselti gruplarına göre dalgalanma göstermiş olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Bu durum çeşitler arasındaki özellik farklılığından, çeşitlerin yıllara göre oluşan farklı salkım gelişimlerinden, toprak özellikleri ve farklı yükselti gruplarından dolayı değişen iklim özelliklerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Tangolar ve ark. (2007)’ın Şanlıurfa (rakım 510-550 m) ilinde Çiloreş üzüm çeşidi üzerine yaptıkları bir çalışmada salkım ağırlığının 141.2 ile 270 g arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Özdemir ve Bayhan (2018) Diyarbakır (rakım 650-700 m) ilinde 11 çeşit üzüm üzerine yaptıkları bir çalışmada salkım ağırlıklarının 90 ile 293 g arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Uzun ve Kılınc (2020) Kahramanmaraş ilinin Göksü ilçesi (1420 m) yapmış oldukları çalışmada kabarcık üzüm çeşidinde ait ortalama salkım ağırlığını 583.99 g olarak saptamışlardır. Yapılan çalışmalar çeşit ve bölge farklılıklarından dolayı salkım ağırlıklarında değişkenlik olduğunu dolayısıyla yaptığımız çalışmaya benzerlik gösterdiği söylenebilmektedir.

Denemede kullanılan tüm çeşitlerin salkım ağırlığı O-502, Anonim (1997)’ye göre tüm yükselti gruplarında “çok küçük” ve “büyük” sınıflarında yer aldığı görülmüştür.

Salkım eni bakımından gerek çeşitler gerekse yükselti grupları (Boğazkere hariç) arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Yükselti grupları karşılaştırıldığında; en yüksek ve en düşük salkım eni değerleri 800m’de bulunan Ağın beyazı (16.30 cm) ve Tahannebi (6.67 cm) üzüm çeşitlerinde

olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Nitekim Özdemir ve Bayhan (2018) yaptıkları çalışmada salkım eni uzunluklarını 6.78 ile 12.47 cm arasında bulmuştur. Ayrıca Yılmaz ve Dardeniz (2009) yaptıkları bir çalışmada 2 çeşit üzümün salkım enini 8.89 ile 12.14 arasında tespit etmişlerdir. Uzun ve Kılınç (2020) Kahramanmaraş ilinin Göksü ilçesi (1420 m) yapmış oldukları çalışmada kabarcık üzüm çeşidine ait ortalama salkım enini 15.17 mm olarak saptamışlardır. Yapılan çalışmalar ile çalışmamız uyum içerisinde olmakla birlikte ilgili dalgalanmaların kültürel uygulamalar ile hastalık ve zararlılar ile mücadele ile alakalı olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 2. Denemede kullanılan üzüm çeşitlerine ait ortalama salkım eni (cm)

Üzüm Çeşitleri	800m rakım	1000 m rakım	1200 m rakım	P değerleri:
Köhnü	12.50 ± 0.29 B-a	11.13 ± 0.08 C-b	11.13 ± 0.06 D-b	0.01
Kabarcık	9.27 ± 0.58 D-b	12.07 ± 0.29 B-c	7.90 ± 0.23 F-a	0.01
Öküzgözü	13.37 ± 0.35 B-b	11.47 ± 0.16 C-a	14.67 ± 0.12 B-c	0.01
Ağın Beyazı	16.30 ± 0.58 A-a	15.23 ± 0.13 A-b	15.70 ± 0.09 A-ab	0.04
Kış Kırmızısı	11.00 ± 0.12 C-b	11.43 ± 0.25 C-b	15.17 ± 0.06 AB-a	0.01
Şilfoni	10.20 ± 0.17 CD-c	11.63 ± 0.17 BC-b	12.23 ± 0.12 C-a	0.01
Tahannebi	6.67 ± 0.58 E-b	10.00 ± 0.23 D-a	7.33 ± 0.17 F-b	0.01
Banazı Karası	12.87 ± 0.19 B-b	10.53 ± 0.06 D-c	14.43 ± 0.08 B-a	0.01
Besni	13.33 ± 0.58 B-b	15.10 ± 0.29 A-a	11.83 ± 0.58 CD-c	0.01
Boğazkere	9.83 ± 0.49 CD	8.23 ± 0.05 E	9.67 ± 1.00 E	0.15
P değerleri:	0.01	0.01	0.01	
P rakım: 0.01				
P çeşit: 0.01				
P rakım x çeşit interaksyonu: 0.01				

→ a. b. c: Aynı satırda farklı küçük harfli alan "Rakımlar" arası fark önemlidir (p<0.05).  
 ↓ A. B. C: Aynı sütunda (aynı rakımda) farklı büyük harfli alan "Çeşitler" arası fark önemlidir (p<0.05).

Salkım boyu incelendiğinde çeşitler arası fark istatistiki olarak anlamlı. yükselti grupları arasındaki fark ise bazı çeşitlerde istatistiki olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Yükselti gruplarına göre çeşitler karşılaştırıldığında en yüksek değer 1000 m'de bulunan Köhnü (24.97 cm) üzüm çeşidinde, en düşük değer ise 1200 m yükselti grubunda bulunan Öküzgözü (9.47 cm) üzüm çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Denemede kullanılan üzüm çeşitlerine ait ortalama salkım boyu (cm)

Üzüm Çeşitleri	800m rakım	1000 m rakım	1200 m rakım	P değerleri:
Köhnü	20.33 ± 0.58 A-b	24.97 ± 1.15 A-a	16.23 ± 0.13 BC-c	0.01
Kabarcık	10.23 ± 0.12 C-b	18.93 ± 0.58 C-a	9.47 ± 0.17 E-b	0.01
Öküzgözü	14.43 ± 0.23 B-a	13.97 ± 0.23 EF-a	12.20 ± 0.58 D-b	0.01
Ağın Beyazı	19.53 ± 0.23 A-b	22.13 ± 1.15 B-a	18.20 ± 0.29 A-b	0.02
Kış Kırmızısı	17.37 ± 0.58 A-a	13.07 ± 0.29 F-b	17.23 ± 0.13 AB-a	0.01
Şilfoni	18.40 ± 0.23 A-a	16.07 ± 0.17 D-b	15.80 ± 0.46 C-b	0.01
Tahannebi	12.93 ± 0.58 BC	13.43 ± 0.23 F	12.63 ± 0.47 D	0.58
Banazı Karası	17.83 ± 1.73 A	17.33 ± 0.58 CD	17.10 ± 0.17 AB	0.88
Besni	14.63 ± 1.15 B	15.60 ± 0.35 DE	16.07 ± 0.58 BC	0.45
Boğazkere	13.17 ± 1.73 B	13.93 ± 0.23 EF	12.77 ± 0.58 D	0.75
P değerleri:	0.01	0.01	0.01	
P rakım: 0.01				
P çeşit : 0.01				
P rakım x çeşit interaksyonu: 0.01				

→ a. b. c: Aynı satırda farklı küçük harfli alan "Rakımlar" arası fark önemlidir (p<0.05).  
 ↓ A. B. C: Aynı sütunda (aynı rakımda) farklı büyük harfli alan "Çeşitler" arası fark önemlidir (p<0.05).

Salkım uzunluğu/Salkım genişliğine bakıldığında bu oran tüm yükselti gruplarındaki üzüm çeşitlerinin 1'den büyük olduğu ve bu orandaki üzümlerin salkım şeklinin uzun konik şekilli olduğu

söylenilmektedir. Hasat döneminde elde edilen, salkımların eni, boyu ve ağırlığının farklı olduğu yönündeki tespitlerimiz, Smart ve ark. (1985), Delice ve Çelik (2002) ile Yılmaz ve Dardeniz (2009)'in bulgularıyla uyum içerisindedir. Ayrıca Uzun ve Kılınç 2020 Kahramanmaraş ilinin Göksü ilçesi (1420m) yapmış oldukları çalışmada kabarcık üzüm çeşidine ait ortalama salkım boyunu 20.83mm olarak tespit etmişlerdir. Söz konusu farklılıkların rakımların yanı sıra çeşit ve yetiştirme koşulları ile alakalı olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4. Denemede kullanılan üzüm çeşitlerine ait ortalama 100 tane ağırlığı (g)

Üzüm Çeşitleri	800m rakım	1000 m rakım	1200 m rakım	P değerleri:
Köhnü	317.17 ± 17.32 C-c	561.50 ± 17.32 A-a	427.83 ± 11.55 BC-b	0.01
Kabarcık	265.60 ± 14.43 CD-b	391.70 ± 23.09 BC-a	292.93 ± 23.09 E-b	0.01
Öküzgözü	549.13 ± 23.09 A-a	305.53 ± 41.06 E-b	448.73 ± 23.09 AB-a	0.01
Ağın Beyazı	316.27 ± 26.56 C	343.07 ± 11.55 CDE	356.90 ± 28.87 D	0.50
Kış Kırmızısı	219.47 ± 10.97 D-b	450.93 ± 28.87 B-a	464.30 ± 11.55 AB-a	0.01
Şilfoni	526.77 ± 11.55 A-a	314.90 ± 11.55 DE-b	393.97 ± 17.64 D-b	0.01
Tahannebi	261.50 ± 11.55 CD-b	455.57 ± 14.43 B-a	230.87 ± 17.32 F-b	0.01
Banazı Karası	294.43 ± 23.09 C-b	329.03 ± 11.55 CDE-ab	368.66 ± 11.55 CD-b	0.05
Besni	268.13 ± 0.00 CD-b	368.03 ± 17.32 CD-a	228.97 ± 17.32 F-b	0.01
Boğazkere	430.77 ± 17.32 B	462.63 ± 34.64 B	500.10 ± 28.87 A	0.29
P değerleri:	0.01	0.01	0.01	
P rakım: 0.01				
P çeşit: 0.01				
P rakım x çeşit etkileşimi: 0.01				

→ a. b. c: Aynı satırda farklı küçük harfli alan "Rakımlar" arası fark önemlidir (p<0.05).  
 ↓ A. B. C: Aynı sütunda (aynı rakımda) farklı büyük harfli alan "Çeşitler" arası fark önemlidir (p<0.05).

100 tane ağırlıkları bakımından hem çeşitler hem de yükselti grupları (Boğazkere ve Ağın Beyazı hariç) arasındaki fark istatistik olarak anlamlı bulunmuştur. Çizelge 4'e göre en yüksek 100 tane ağırlığı 1200 m'de bulunan Boğazkere (561.5 g) üzüm çeşidinde, en düşük değer ise 800m'de bulunan Kış Kırmızısı (219.4 g) üzüm çeşidinde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4). Tane ağırlıkları bakımından tespit ettiğimiz sonuçlar Tangolar ve ark. (2007) ile Yılmaz ve Dardeniz (2009)'in yaptıkları çalışmayı destekler niteliktedir. Ayrıca Uzun ve Kılınç (2020) Kahramanmaraş ilinin Göksü ilçesi (1420 m) yapmış oldukları çalışmada kabarcık üzüm çeşidine ait ortalama tane ağırlığını 3.21 g olarak tespit etmişlerdir. İlgili çalışmada da görülebileceği gibi rakımlara ek olarak bölgenin de aynı çeşidinin tane ağırlığı üzerinde etkili olabileceği görülmektedir. Falcao ve ark. (2010), Cabernet Sauvignon üzüm çeşidinin rakımlara göre performans değerlerini belirlemek için yapmış oldukları çalışmada tane ağırlığının yıllara ve rakımlara göre değişkenlik göstermiş olduklarını bildirmişlerdir.

Çizelge 5. Denemede kullanılan üzüm çeşitlerine ait ortalama tane eni (mm)

Üzüm Çeşitleri	800m rakım	1000 m rakım	1200 m rakım	P değerleri:
Köhnü	16.78 ± 0.58 AB-b	19.55 ± 0.29 A-a	18.05 ± 0.58 ABCD-ab	0.02
Kabarcık	16.54 ± 1.15 ABC	17.82 ± 0.12 ABC	17.06 ± 0.29 BCD	0.46
Öküzgözü	17.61 ± 0.17 A-a	13.28 ± 0.58 D-b	18.36 ± 0.21 ABC-a	0.01
Ağın Beyazı	14.51 ± 0.29 BCD-a	17.59 ± 1.15 ABC-b	16.58 ± 0.12 CD-ab	0.05
Kış Kırmızısı	12.66 ± 1.15 D-b	19.61 ± 0.44 AB-a	19.66 ± 1.15 A-a	0.01
Şilfoni	17.86 ± 0.58 A-a	16.59 ± 0.06 C-b	16.25 ± 0.14 D-b	0.04
Tahannebi	14.53 ± 0.31 BCD-b	16.55 ± 0.58 C-a	13.00 ± 0.29 E-c	0.01
Banazı Karası	14.00 ± 1.15 CD-b	17.02 ± 0.58 C-a	17.83 ± 0.58 ABCD-a	0.04
Besni	14.02 ± 1.15 CD-ab	17.46 ± 1.15 BC-a	13.26 ± 1.15 E-b	0.09
Boğazkere	14.11 ± 0.58 CD-b	17.88 ± 0.06 ABC-a	18.80 ± 0.58 AB-a	0.01
P değerleri:	0.01	0.01	0.01	
P rakım: 0.01				
P çeşit: 0.01				
P rakım x çeşit etkileşimi: 0.01				

→ a. b. c: Aynı satırda farklı küçük harfli alan "Rakımlar" arası fark önemlidir (p<0.05).  
 ↓ A. B. C: Aynı sütunda (aynı rakımda) farklı büyük harfli alan "Çeşitler" arası fark önemlidir (p<0.05).

Tane eni bakımından hem çeşitler hem de yükselti grupları (Kabarcık hariç) arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. En yüksek değer Kış Kırmızısının 1200 m yükselti grubunda (19.66 mm), en düşük değer ise yine aynı çeşidin 800 m yükselti grubunda (12.66 mm) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 6. Denemede kullanılan üzüm çeşitlerine ait ortalama tane boyu (mm)

Üzüm Çeşitleri	800m rakım	1000 m rakım	1200 m rakım	P değerleri:
Köhnü	20.05 ± 0.58 BC	21.29 ± 0.69 BC	19.08 ± 0.58 ABC	0.13
Kabarcık	16.72 ± 0.12 DE-c	19.64 ± 0.17 CD-a	18.40 ± 0.23 BC-b	0.01
Öküzgözü	22.32 ± 1.15 B-a	15.51 ± 0.29 F-b	20.38 ± 0.58 AB-a	0.01
Ağın Beyazı	15.31 ± 0.58 E-b	18.65 ± 0.58 CDE-a	17.11 ± 0.06 CD-a	0.01
Kış Kırmızısı	17.06 ± 1.15 DE	20.79 ± 1.15 BC	21.02 ± 1.73 A	0.15
Şilfoni	25.44 ± 1.15 A-a	17.67 ± 0.12 DEF-b	19.45 ± 0.00 ABC-b	0.01
Tahannebi	18.37 ± 1.15 CD-b	22.04 ± 0.18 B-a	19.50 ± 0.87 ABC-ab	0.04
Banazı Karası	18.26 ± 0.58 CD-ab	16.77 ± 0.58 EF-b	19.13 ± 0.08 ABC-a	0.03
Besni	17.54 ± 0.30 CDE-b	22.75 ± 1.15 B-a	15.80 ± 0.58 D-b	0.01
Boğazkere	19.09 ± 0.29 CD-b	29.51 ± 1.73 A-a	18.65 ± 0.58 ABC-b	0.01
P değerleri:	0.01	0.01	0.01	
P rakım: 0.01				
P çeşit: 0.01				
P rakım x çeşit etkileşimi: 0.01				

→ a. b. c: Aynı satırda farklı küçük harfli alan "Rakımlar" arası fark önemlidir (p<0.05).  
 ↓ A. B. C: Aynı sütunda (aynı rakımda) farklı büyük harfli alan "Çeşitler" arası fark önemlidir (p<0.05).

Tane boy bakımından hem çeşitler hem de yükselti grupları (Kış Kırmızısı hariç) arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. En uzun tane boyu 1000 m rakımda bulunan Besni çeşidinde tespit edilirken en kısa tane boyu 800 m rakımda Ağın Beyazı çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 6).

Farklı rakımlarda üretilen üzüm çeşitlerinin ortalama tane en ve boylarına bakıldığında Şilfoni 800m rakımlı bölgede, Köhnü, Kabarcık, Ağın beyazı, Tahannebi, Besni, Boğazkere 1000 m rakımlı bölgede, Öküzgözü Kış Kırmızısı, Banazı Karası 1200 m rakımlı bölgede daha iri tanelere sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 5 ve Çizelge 6).

Üzümlerde tane büyümesi ilk olarak hücre bölünmesi ve ardından da hücre genişlemesiyle gerçekleşmektedir (Conde ve ark., 2007). Tane hacmini artırma bakımından özellikle generatif dönemde yapılan kültürel uygulamalar oldukça önemlidir. Çalışmamızdaki çeşitlerin farklı tane büyüklüklerini yükselti bölgelerindeki farklılıklardan kaynaklı olduğu söylenebilirken bunun yanında uygulanan farklı kültürel uygulamalardan (toprak işleme, budama, sulama, gübreleme, büyümeyi düzenleyici maddeler kullanımı, hastalık ve zararlılarla mücadele) kaynaklanabileceği söylenebilir.

Çizelge 7. Denemede kullanılan üzüm çeşitlerine ait ortalama tane eti sertliği (N)

Üzüm Çeşitleri	800m rakım	1000 m rakım	1200 m rakım	P değerleri:
Köhnü	1.39 ± 0.17 F-b	2.93 ± 0.24 CD-a	2.74 ± 0.12 C-a	0.01
Kabarcık	3.70 ± 0.29 AB-b	5.22 ± 0.13 A-a	3.74 ± 0.58 AB-b	0.05
Öküzgözü	2.34 ± 0.18 DE-b	4.30 ± 0.58 AB-a	3.08 ± 0.29 BC-ab	0.03
Ağın Beyazı	3.79 ± 0.58 AB	4.44 ± 0.25 AB	4.18 ± 0.06 A	0.49
Kış Kırmızısı	2.31 ± 0.17 DE-b	4.30 ± 0.46 AB-a	3.08 ± 0.29 BC-b	0.01
Şilfoni	1.40 ± 0.23 F-c	4.03 ± 0.29 B-a	2.32 ± 0.18 C-b	0.01
Tahannebi	1.58 ± 0.29 EF-b	2.01 ± 0.12 D-b	2.92 ± 0.23 BC-a	0.01
Banazı Karası	2.69 ± 0.17 CD-b	2.35 ± 0.20 CD-b	4.31 ± 0.17 A-a	0.01
Besni	4.28 ± 0.12 A-a	2.22 ± 0.13 CD-b	1.45 ± 0.06 D-c	0.01
Boğazkere	3.28 ± 0.16 BC	3.09 ± 0.29 C	3.70 ± 0.23 AB	0.24
P değerleri:	0.01	0.01	0.01	
P rakım: 0.01				
P çeşit: 0.01				
P rakım x çeşit etkileşimi: 0.01				

→ a. b. c: Aynı satırda farklı küçük harfli alan "Rakımlar" arası fark önemlidir (p<0.05).  
 ↓ A. B. C: Aynı sütunda (aynı rakımda) farklı büyük harfli alan "Çeşitler" arası fark önemlidir (p<0.05).

Tane eti bakımından hem çeşitler hem de yükselti grupları (Ağın Beyazı ve Boğazkere hariç) arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur (Çizelge 7).

Denemede kullanılan üzüm çeşitlerinin yükselti grubuna göre değerlendirilmesinde, en yüksek meyve eti sertliğinin 5.22 N'lik değer ile 1000 m'de bulunan Kabarcık üzüm çeşidi tanelerinde olduğu tespit edilmiştir. En düşük meyve eti sertliği ise 1.39 N'lik değerle 800 m'de bulunan Köhnü üzüm çeşidinde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 7).

Meyvelerde solunum ve biyokimyasal olaylar, meyve olgunluğunun ilerlemesine dolayısı ile hücre çeperindeki pektin ve hemiselüloz parçalanarak meyve eti sertliğinin azalmasına neden olmaktadır (Wills ve ark., 1998; Karaçalı, 2012). Farklı yükseltilerdeki üzüm çeşitlerinin meyve eti sertliklerinin birbirinden farklı olmasının sebebi üzüm çeşitlerinin sofralık, şaraplık-şıralık, kurutmalık üzüm gruplarından kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca söz konusu çalışma üretici bağlarında gerçekleştirilmiş olduğu için ve periyodik olarak olgunluğun takip edilmesine rağmen istenilen dönemde hasat edilememesi riskinden de kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 8. Denemede kullanılan üzüm çeşitlerine ait ortalama SÇKM değeri (%)

Üzüm Çeşitleri	800m rakım	1000 m rakım	1200 m rakım	P değerleri:
Köhnü	17.87 ± 0.58 A-a	15.73 ± 0.58 BC-b	14.03 ± 0.58 CD-b	0.01
Kabarcık	12.53 ± 0.58 D-b	14.73 ± 0.42 CD-a	14.60 ± 0.35 CD-a	0.03
Öküzgözü	18.80 ± 0.58 A-a	14.07 ± 0.58 D-c	16.13 ± 0.07 BCD-b	0.01
Ağın Beyazı	13.50 ± 0.29 CD-b	12.17 ± 0.10 E-c	15.70 ± 0.40 BCD-a	0.01
Kış Kırmızısı	17.70 ± 0.40 A-a	13.50 ± 0.29 DE-b	14.73 ± 0.58 CD-b	0.01
Şilfoni	15.57 ± 0.58 B-a	12.30 ± 0.17 E-b	18.00 ± 1.15 B-a	0.01
Tahannebi	16.13 ± 0.58 B-ab	17.20 ± 0.40 A	13.03 ± 1.30 D	0.04
Banazı Karası	12.70 ± 0.40 D-b	17.00 ± 0.29 AB-a	16.83 ± 0.58 BC-a	0.01
Besni	7.17 ± 0.10 E-c	10.33 ± 0.58 F-b	14.13 ± 0.58 CD-a	0.01
Boğazkere	14.90 ± 0.52 BC-b	15.43 ± 0.58 C-b	23.30 ± 2.31 A-a	0.01
P değerleri:	0.01	0.01	0.01	
P rakım: 0.01				
P çeşit: 0.01				
P rakım x çeşit etkileşimi: 0.01				

→ a. b. c: Aynı satırda farklı küçük harfli alan "Rakımlar" arası fark önemlidir (p<0.05).

↓ A. B. C: Aynı sütunda (aynı rakımda) farklı büyük harfli alan "Çeşitler" arası fark önemlidir (p<0.05).

Suda çözünür kuru madde bakımından hem çeşitler hem de yükselti grupları arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. En yüksek SÇKM ortalama değeri % 23.30 değer ile 1200m'de bulunan Boğazkere üzüm çeşidinde olduğu belirlenmiştir. En düşük SÇKM değeri ise 800m'de bulunan ve % 7.17 değerle Besni üzüm çeşidinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 8). Uzun ve Kılınç (2020) Kahramanmaraş ilinin Göksü ilçesi (1420 m) yapmış oldukları çalışmada kabarcık üzüm çeşidine ait ortalama SÇKM değerini 13.1 olarak tespit etmişlerdir. Falcao ve ark. (2010), Cabernet Sauvignon çeşidinin 5 farklı rakımdaki (774 m, 960 m, 1160 m, 1350 m ve 1415 m) performansını belirlemek için yapmış olduğu çalışmada ilgili çeşidin SÇKM değerinde değişkenlik 1160m'ye kadar artış göstermiş olduğunu ve daha sonra tekrar düşmekte olduğunu bildirmişlerdir. Söz konusu çalışmalar ile çalışmamız paralellik arz etmektedir.

Çalışmadaki farklı SÇKM oranlarının farklılık göstermesi, üretici bağlarının farklı yüksekliklerde olmasının ve farklı yönlere bakmasının yanında, üretimin gerekliliklerinin değil de üreticilerin imkânları doğrultusunda yetiştiricilik yapmaları; sulamanın az yapılması ya da hiç sulama yapılmamasının, bir önceki üretim sezonunda dolu, kar, şiddetli yağmur gibi abiyotik stresler gibi dış etmenler dolayısıyla hastalık ve zararlanmanın çok olması nedeniyle erken hasat yapmak istemelerinden kaynaklandığı söylenebilir.

Çizelge 9. Denemede kullanılan üzüm çeşitlerine ait ortalama TA değeri (%)

Üzüm Çeşitleri	800m rakım	1000 m rakım	1200 m rakım	P değerleri:
Köhnü	0.49 ± 0.03 A	0.45 ± 0.01 AB	0.40 ± 0.01 B	0.07
Kabarcık	0.43 ± 0.02 AB-a	0.40 ± 0.01 CD-a	0.27 ± 0.01 C-b	0.01
Öküzgözü	0.45 ± 0.03 AB-a	0.45 ± 0.01 AB-a	0.27 ± 0.01 C-b	0.01
Ağın Beyazı	0.48 ± 0.05 A-a	0.45 ± 0.01 AB-a	0.35 ± 0.01 B-b	0.04
Kış Kırmızısı	0.33 ± 0.02 CD-b	0.48 ± 0.01 A-a	0.52 ± 0.01 A-a	0.01
Şilfoni	0.25 ± 0.03 D-b	0.37 ± 0.02 CD-a	0.27 ± 0.01 C-b	0.01
Tahannebi	0.41 ± 0.03 ABC	0.41 ± 0.01 BC	0.50 ± 0.06 A	0.23
Banazı Karası	0.45 ± 0.03 AB	0.39 ± 0.02 CD	0.39 ± 0.03 B	0.27
Besni	0.40 ± 0.01 ABC-b	0.41 ± 0.01 BC-b	0.49 ± 0.01 A-a	0.01
Boğazkere	0.36 ± 0.01 BC-b	0.36 ± 0.01 D-b	0.48 ± 0.02 A-a	0.01
P değerleri:	0.01	0.01	0.01	
P rakım: 0.07				
P çeşit: 0.01				
P rakım x çeşit interaksyonu: 0.01				

→ a. B. C: Aynı satırda farklı küçük harfi alan “Rakımlar” arası fark önemlidir (p<0.05).

↓ A. B. C: Aynı sütunda (aynı rakımda) farklı büyük harfi alan “Çeşitler” arası fark önemlidir (p<0.05).

Titrasyon asitliği bakımından hem çeşitler hem de yükselti grupları (Köhnü, Tahannebi ve Banazı Karası hariç) arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur (Çizelge 9). Titre edilebilir asitlik üzüm suyundaki tartarik asit içeriğidir. Genel olarak asitlik değerleri üzüm gruplarına göre değişkenlik göstermektedir. En yüksek TA değeri 1200 m’de bulunan Kış kırmızısı üzüm çeşidinde (% 0.52), en düşük değer ise 800 m’de bulunan Şilfoni (% 0.25) üzüm çeşitlerinde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 9). Üzümün tadında hissedilen ekşi tat, serbest ve yarı bağlı organik asitlerden ileri gelmektedir. Asitlik, tadın oluşumu üzerindeki bu rolü nedeniyle sofralık üzümlerin yeme kalitesini etkileyen öğeler içerisinde öne çıkmaktadır. Yapılan bir çalışmada 10 beyaz sofralık üzüm çeşidinin titrasyon asitliği bulguları 4.5 g/l–14.5 g/l’a kadar değiştiği bildirilmiştir. Yine 11 beyaz sofralık üzüm çeşidinin organik asit içeriklerini inceledikleri farklı bir araştırmada, çeşitlerin titrasyon asitlikleri ise 3.08 g/l –6.37 g/l arasında, 16 sofralık ve şaraplık üzüm çeşidinde yapışan başka bir araştırmada titrasyon asitliği değeri 3.31 g/l ile 9.53 g/l değiştiği bildirilmiştir (Soyer ve ark. 2003; Orak, 2007; Rolle ve ark. 2010). Araştırmamızın bulguları ile yapılan literatür çalışmalarıyla paralellik gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 10. Denemede kullanılan üzüm çeşitlerine ait ortalama pH değeri

Üzüm Çeşitleri	800m rakım	1000 m rakım	1200 m rakım	P değerleri:
Köhnü	4.22 ± 0.06 B- b	4.56 ± 0.12 A-a	3.64 ± 0.06 C-c	0.01
Kabarcık	3.54 ± 0.12 C	3.58 ± 0.05 DE	3.55 ± 0.03 C	0.93
Öküzgözü	3.45 ± 0.06 C	3.55 ± 0.09 E	3.72 ± 0.07 C	0.10
Ağın Beyazı	4.03 ± 0.02 B-a	3.86 ± 0.06 CD-b	4.03 ± 0.02 B-a	0.02
Kış Kırmızısı	4.01 ± 0.01 B	4.11 ± 0.06 BC	4.08 ± 0.05 B	0.35
Şilfoni	3.99 ± 0.01 B	4.10 ± 0.06 BC	4.07 ± 0.04 B	0.22
Tahannebi	4.09 ± 0.05 B	3.80 ± 0.17 DE	4.10 ± 0.06 B	0.17
Banazı Karası	4.21 ± 0.12 B	4.25 ± 0.14 B	4.32 ± 0.07 A	0.80
Besni	4.49 ± 0.12 A	4.19 ± 0.02 B	4.42 ± 0.07 A	0.08
Boğazkere	3.65 ± 0.12 C	3.61 ± 0.06 DE	3.70 ± 0.12 C	0.82
P değerleri:	0.01	0.01	0.01	
P rakım: 0.98				
P çeşit: 0.01				
P rakım x çeşit interaksyonu: 0.01				

→ a. b. c: Aynı satırda farklı küçük harfi alan “Rakımlar” arası fark önemlidir (p<0.05).

↓ A. B. C: Aynı sütunda (aynı rakımda) farklı büyük harfi alan “Çeşitler” arası fark önemlidir (p<0.05).

pH değerleri bakımından çeşitler arası fark anlamlı bulunurken rakımlar arası fark ise sadece Köhnü ve Ağın Beyazı çeşitlerinde anlamlı bulunmuştur. Çeşitler arasında pH 3.45 ile 4.56 değişiklik göstermiştir. Rakımlara göre bakıldığında Köhnü üzümünde 1000 m yükseklikte pH 4.56 ile en yüksek değerde görülürken, en düşük pH ise 800 m’de Öküzgözünde (3.45) görülmüştür (Çizelge 10). Sofralık üzümlerde pH, tadın oluşumuna katkıda bulunmaktadır. Yapılan birçok çalışmada farklı üzüm

çeşitlerinde olgunluk döneminde pH değerinin 3.09-3.92 arasında değiştiği bildirilmiştir (Cliff ve ark. 1996, Soyer ve ark. 2003, Orak, 2007).

Üzüm Tanelerindeki şeker miktarı, asit içeriği ve pH' daki değişiklikler bağın alanın bulunduğu yer, rakım yöney, iklim faktörlerinden sıcaklık değişimlerinden, yağış şekli ve miktarına, nem ve güneşlenme süresine, çeşitlerin genetik yapısına, kullanılan anaç (Fidan ve Eriş, 1974; İltter, 1977; Çelik, 1996; Uzun, 1996) ve kültürel uygulamalara yani sulama, budama, gübreleme, toprak işlemeye göre değişiklik gösterebilmektedir (Reynolds ve ark., 1996).

Çizelge 11. Denemede kullanılan üzüm çeşitlerine ait ortalama olgunluk indisi değeri (°Brix/TA)

Üzüm Çeşitleri	800m rakım	1000 m rakım	1200 m rakım	P değerleri:
Köhnü	36.47 ±1.42 C	34.96 ±0.22 BC	35.08 ±.94 F	0.38
Kabarcık	29.14 ±0.17 D-c	36.83 ±2.12 B-b	54.07 ±1.04 C-a	0.01
Öküzgözü	41.78 ±4.02 C-b	31.27 ±0.88 CD-c	59.74 ±1.03 B-a	0.01
Ağın Beyazı	28.13 ±2.18 D-b	27.04 ±0.48 DE-b	44.86 ±0.42 DE-a	0.01
Kış Kırmızısı	53.64 ±1.61 B-a	28.13 ±0.08 DE-b	28.33 ±0.48 G-b	0.01
Şilfoni	62.28 ±5.12 A-a	33.24 ±2.04 BC-b	66.67 ±1.43 A-a	0.01
Tahannebi	39.34 ±1.39 C-a	41.95 ±0.20 A-a	26.06 ±0.54 G-b	0.01
Banazı Karası	28.22 ±0.93 D-b	43.59 ±3.36 A-a	43.15 ±1.36 E-a	0.01
Besni	17.93 ±0.27 E-b	25.20 ±2.12 E-a	28.84 ±1.52 G-a	0.01
Boğazkere	41.39 ±0.12 C-b	42.86±0.92 A-ab	48.54 ±3.07 D-a	0.08
P değerleri:	0.01	0.01	0.01	
P rakım: 0.01				
P çeşit: 0.01				
P rakım x çeşit interaksyonu: 0.01				

→ a. b. c: Aynı satırda farklı küçük harfi alan "Rakımlar" arası fark önemlidir (p<0.05).

↓ A. B. C: Aynı sütunda (aynı rakımda) farklı büyük harfi alan "Çeşitler" arası fark önemlidir (p<0.05).

Olgunluk indisi değerleri bakımından hem çeşitler arası fark hem de rakımlar arası (Köhnü ve Boğazkere çeşitleri hariç) fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Çalışmamızda olgunluk indisi değerleri 17.93 ile 66.67 arasında değişmiştir. En yüksek değer 1200m rakımlı Şilfonide görülürken. en düşük değer 800m rakımlı Besni üzüm çeşidinde görülmüştür (Çizelge 11). Olgunluk indisi üzümlerin tadını ekşiden tatlıya doğru belirlerken dolayısı ile yeme kalitesine belirleyen parametredir (Winkler, 1932). Yapılan bir çalışmada sofralık üzümlerde olgunluk indisinin 34.6 ile 47.3 arasında değiştiği bildirilmiştir (Cangi ve Altun, 2015). Uzun ve Kılınç (2020). yüksek rakım (1420 m) yapmış olduğu çalışmada en düşük olgunluk indisi değerini 14.24 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda kullanılan çeşitlerde elde edilen olgunluk indisi değerlerinin tüm yükseltilerde optimum hasat için uygun olduğu düşünülmektedir. Deniz seviyesinden yükseldikçe denemde kullanılan kurutmalık çeşitlerin olgunluk indislerinde düzenli bir artış söz konusu olmak ile birlikte sofralık ve şaraplık çeşitlerdeki olgunluk indisi değerinde dalgalanmalar göze çarpmaktadır. Söz konusu bu değişimlerin üzümün değerlendirme şekli ile birlikte bulunduğu bölgenin rakımına göre de değişim gösterebildiği söylenebilmektedir. Falcao ve ark. (2010). Cabernet Sauvignon çeşidinin 5 farklı rakımdaki (774 m. 960 m. 1160 m. 1350 m ve 1415 m) performansını belirlemek için yapmış olduğu çalışmada ilgili çeşidin olgunluk indisi değerinin 1350m'de en yüksek değerde olduğunu; rakımın azalması ile birlikte olgunluk indisi değerinin de paralel olarak düşmüş olduğunu bildirmişlerdir.

Yaptığımız çalışmada bulduğumuz (SÇKM. olgunluk indisi. pH. tane en. tane boy. salkım en. salkım boy) sonuçlar Özdemir ve ark. (2006). Tangolar ve ark. (2007). Yılmaz ve Ardeniz (2009) ile Özdemir ve Bayhan (2018)'in yaptıkları çalışmaya uyum göstermiş olduğu söylenebilmektedir.

#### 4. Sonuç

Araştırma sonucunda Malatya koşullarında farklı yükselti gruplarında yetişmekte olan bazı üzüm çeşitlerine ait meyvelerinin bazı pomolojik ve biyokimyasal özellikleri ile ilgili elde edilmiş olan veriler incelendiğinde; gerek çeşitler ve gerekse yükselti gruplarının yukarıda bahsi geçen özellikler üzerinde etkili olduğu; çeşitler ve uygulamalar arasındaki farkın istatistiki olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Üzümlerde meyve kalitesi salkım. tane büyüklüğü ve tane içeriğine bağlıdır. Salkım ve tane



büyüklüğü özellikle sofralık çeşitler için aranan bir özellik iken şaraplık çeşitlerde ise küçük salkım ve küçük taneler şarabın tanen ve antosiyanin içeriğini arttırdığı yapılmış olan çalışmalar ile saptanmıştır. Yükselti artışı ile birlikte özellikle sofralık çeşitlerinin hem salkım hem de tane büyüklüklerinde artış olduğu tespit edilmiş olmasından dolayı. Sofralık yetiştiricilik için Malatya koşullarında yüksek yükselti gruplarının seçilmesinin daha uygun olabileceği kanısına varılmıştır. Meyve kalitesi kriterlerinin başında gelen yüksek SÇKM ve TA ile düşük pH değerleri ise gerek sofralık ve gerekse şaraplık-şıralık üzüm çeşitlerinde yükselti gruplarının artışı ile paralel olarak artış göstermiş olduğu tespit edilmiştir. Denemede incelenmeye alınmış başlıca bazı kalite kriterlerinin değişkenliğinin kullanılan üzüm çeşidi, üzümün değerlendirme şekli, iklim, kullanılan anaç, toprak, bakı, kültürel işlemler ve yükselti gruplarının yanı sıra yıldan yıla da değişkenlik gösterebildiği unutulmamalıdır. Araştırma kapsamında incelenen çeşitlerin Malatya ilindeki performanslarına ilişkin önerilerde bulunulabilmesi için bu çalışmanın uzun yıllar devam ettirilmesi ve elde edilecek sonuçlara göre bir sonuca varılması doğru olacaktır kanısındayız.

## Teşekkür

Bu çalışma, Ahtamara I. Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar Kongresi 25-26 Ağustos 2018 Gevaş-Van'da özet/sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

## Kaynakça

- Amerine, M. A., & Cruess, M. V. (1960). The technology of wine making. *The Avi Publishing Comp. Inc.* Westport. Connecticut. U.S.A.709p
- Anonim, (1997). Descriptors for Grapevine (*Vitis* spp.). *International Plant Genetic Resources Institute.* Rome. 62p
- Cangi, R., & Altun, A. A. (2015). Bazı Önemli Sofralık Üzüm Çeşitlerinin Sakarya/Taraklı Ekolojisine Adaptasyonu. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8(2): 35-39
- Cemeroğlu, B. (2010). Gıda analizlerinde genel yöntemler. Gıda Analizleri. Editör: Cemeroğlu B. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, 34, 1-85.
- Cliff, M. A., Dever, M. C., & Reynolds, A. G. (1996). Descriptive profiling of new and commercial British Columbia table grape cultivars. *Am. J. Enol. Vitic.* 47(3), 301-308.
- Conde, C., Silva, P., Fontes, N., Dias, A. C. P., Tavares, R. M., Sousa, M. J., Agasse, A., Delrot, S., & Gerós, H. (2007). Biochemical Changes through out Grape Berry Development and Fruit and Wine Quality. *Global Science Books*, 1(1), 1-22.
- Çavuşoğlu, Ş., İşlek, F., Yılmaz, N., & Tekin, O. (2020). Kayısıda (*Prunus Armeniaca* L.) Metil Jasmonate. Sitokin ve Lavanta Yağı Uygulamalarının Hasat Sonrası Fizyolojisi Üzerine Etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(1), 136-146.
- Çelik, H. (1996). Bağcılıkta Anaç Kullanımı ve Yetiştiricilikte Önemi. *Anadolu. J. of Aarı.*, 6(2), 127-148.
- Çelik, H., Ağaoğlu, Y. S., Fidan, Y., Marasalı, B., & Söylemezoğlu, G. (1998). *Genel Bağcılık.unfıdan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi*, 1, 253.
- Delice, A., & Çelik, S. (2002). Guyot + T terbiye şekli verilmiş Italia üzüm çeşidinde sürgün gelişimi ile üzüm kalitesi arasındaki ilişkiler. *Türkiye V. Bağcılık ve Şarapçılık Sempozyumu* (5-9 Ekim, Nevşehir), 214-220.
- Doğan, A., Uyak, C., Akçay, A., Keskin, N., Gazioglu Şensoy, R. İ., Çelik, F., Kunter, B., Çavuşoğlu, Ş. & Özrenk, K. (2020). Hizan (Bitlis) Koşullarında Yetiştirilen Üzüm Çeşitlerinin Klorofil Miktarları ve Stoma Yoğunluklarının Belirlenmesi . *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* , 30 (4) , 652-665 . DOI: 10.29133/yyutbd.698508
- Falcao, L. D., Burin, V. M., Chaves, E. S., Vieira, H. J., Brighenti, E., Rosier, J. P., & Bordignon-Luiz, M. T. (2010). Vineyard altitude and mesoclimate influences on the phenology and maturation of Cabernet-Sauvignon grapes from Santa Catarina State. *Oeno One*, 44(3), 135-150.
- Fidan, Y., & Eriş, A. (1974). Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Hafızalı ve Karagevrek Üzüm Çeşitlerinin Olgunluk Zamanlarının Tespiti Üzerine Bir Araştırma. *A.Ü. Ziraat Fak. Yıllığı*, 24(3-4), 324-339
- İlter, E. (1977). Bornova ve Mordoğan' da Yetiştirilen Erkenci Sofralık Üzümlerde Kuru Madde Birikimi ve Genel Asit Azalışının Zamana Bağlı Değişimi. *Bitki*, 4(1).

- Karaçalı, İ. (2012). Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 494.
- Koç, H., Sağlam, H., Yağcı, A., Ernim, C., Çalkan Sağlam, Ö., Yılmaz, M., & Kebeli, F. (2015). Banazı karası üzüm çeşidinde klon seleksiyonu (I. Aşama). *Selçuk Üniversitesi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 27, 1309-0550.
- Korkutal, İ., Bahar, E., & Özge, K. (2012). Rakımın Üzüm Kalitesi Üzerine Etkileri. *Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13, 17-29.
- Orak, H. H. (2007). Total antioxidant activities. phenolics. anthocyanins. polyphenoloxidase activities of selected red grape cultivars and their correlations. *Scientia Hort.*, 111(3), 235-241.
- Özdemir, G., & Bayhan, Y. D. (2018). Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinin Diyarbakır Ekolojik Koşullarındaki Salkım. Tane ve Şıra Özelliklerinin Belirlenmesi. In International Congress on Agriculture and Animal Sciences (ICAGAS 2018) (pp. 7-9). Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Diyarbakır, Türkiye
- Özdemir, G., Tangolar, S., & Bilir, H. (2006). Bazı sofralık üzüm çeşitlerinin fenolojik dönemleri ile salkım ve tane özelliklerinin saptanması. *Alatarım*, 5(2), 37-42.
- Rankine, B. C., Cellier, K. M., & Boehm, E. W. (1962). Studies on grape variability and field sampling. *American Journal of Enology and Viticulture*. 13(2), 58-72.
- Reynolds, A. G., Wardle, D. A., & Dever, M. (1996). Vine Performance. Fruit Composition and Wine Sensory Attributes of Gewürztraminer In Response to Vineyard Location and Canopy Manipulation. *Am. J. Enol. Vitic.*, 47(1), 77-92.
- Rolle, L., Giacosa, S., Gerbi, V., & Novello, V. (2010). Comparative study of texture properties. color characteristics and chemical composition of ten white table-grape varieties. *Am. J. Enol. Vitic.*, 62, 49-56.
- Smart, R. E., Robinson, J. B., Due, G. R., & Brien, C. J. (1985). Canoph microclimate modification for the cultivar Shiraz. II. Effects on Must and Wine Composition. *Vitis*, 24, 119-128.
- Soyer, Y., Koca, N., & Karadeniz, F., (2003). Organic acid profile of Turkish White grapes and grape juices. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16, 629-636.
- Tangolar, S., Özdemir, G., Gürsöz, S., Çakır, A., & Tangolar, S. G. (2007). Bazı organik gübre uygulamalarının asmanın (*Vitis vinifera* L. çiloreş) fenolojik gelişmesi ile salkım. tane ve şıra özellikleri üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2), 319-325.
- TÜİK, (2020). Türkiye İstatistik Kurumu, Erişim tarihi: 19.12.2020.
- Uzun, H. İ. (1996). Fercal Anacına Aşılı Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Araş - tırmalar. *Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Der.*, 9(9), 40-60.
- Uzun, H. İ., & Kılınç, B. (2020). Yüksek rakımda yetiştirilen bazı sofralık üzüm çeşitlerinin fenolojik ve kalite özellikleri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33(3), 303-308.
- Wills, R., McGlasson, B., Graham, D., & Joyce, D. (1998). Postharvest an introduction to the physiology & handling of fruit. vegetables & ornamentals. 4th edition. UNSW Press. Sydney. Australia.
- Winkler, A. J. (1932). Maturity tests for table grapes. *California Agr. Exp. Sta. Bul.*. 529p. I-3S
- Yılmaz, E., & Dardeniz, A. (2009). Bazı üzüm çeşitlerindeki salkım ve sürgün pozisyonunun üzüm verim ve kalitesi ile vejetatif gelişime etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(2), 1-7.



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



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

Araştırma Makalesi (Research Article)

**Yerel Pazı (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*) Genotiplerinin Agronomik Özelliklerinin Belirlenmesi\*\***

**Emre DEMİREL<sup>1</sup>, M. Kadri BOZOKALFA<sup>\*2</sup>**

<sup>1,2</sup>Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 35100 Bornova, İzmir, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-6762-1483> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-5607-2308>

\*Sorumlu yazar e-posta: mehmet.kadri.bozokalfa@ege.edu.tr

**Makale Bilgileri**

Geliş: 15.04.2021  
Kabul: 18.11.2021  
Online Yayınlanma: 15.12.2021  
DOI: 10.29133/yyutbd.916691

**Anahtar Kelimeler**

Bitki genetik kaynakları,  
Ön ıslah çalışmaları,  
Seleksiyon,  
Varyabilite.

**Öz:** Pazı (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*) yetiştiriciliği kolay, zengin besin içeriğine sahip, yaprakları sebze olarak değerlendirilen bir türdür. İklim ve toprak isteği yönünden fazla seçici olmaması, hastalık ve zararlılara dirençli genlere sahip olması ve içerdiği önemli besin bileşikleri nedeniyle ıslah programları açısından değerli bir bitkidir. Ülkemizde çok geniş alanlarda yetiştiriciliği yapılmamasına karşın üretimde farklı bölgelere yayılmış yerel populasyonlar yoğun olarak kullanılmaktadır. Çalışmada, Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanmış 3 yerli ve 1 yabancı orijinli çeşit olmak üzere toplam 53 pazı genotipi agronomik özellikler bakımından değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar bitkisel materyali oluşturan gen havuzundaki genotipler arasında yaprağın agronomik özellikleri yanında; bitki başına yaprak sayısı, yaprak ağırlığı, yaprak alanı gibi verim komponentleri yönünden de yüksek düzeyde varyasyonun varlığını ortaya koymaktadır. İncelenen yerel genotipler arasında özellikle üretici ve tüketici tercihlerinin odak noktasında yer alan, yüksek yaprak alanı, kısa yaprak sapı, koyu yeşil yaprak rengi ve verim komponentleri yönünden mevcut ticari çeşitlerden çok daha üstün genotipler belirlenmiştir. Pazı koleksiyonunda agronomik özellikler yönünden yüksek çeşitliliğin görülmesi, bu materyalin ıslahta kullanılarak yeni pazı çeşitlerinin geliştirilebilme potansiyeline katkı sağlamakta ve gen kaynaklarının korunmasının önemine vurgu yapmaktadır. Ayrıca elde edilen sonuçlar, istenilen agronomik özelliklere sahip ve yüksek verimli pazı çeşitlerinin geliştirilmesi için ıslah programlarına önemli bilgiler sunmaktadır.

**Determination of Agronomic Properties of Local Swiss Chard (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*.) Genotypes**

**Article Info**

Received: 15.04.2021  
Accepted: 18.11.2021  
Online Published: 15.12.2021  
DOI: 10.29133/yyutbd.916691

**Keywords**

Plant genetic resources,  
Pre-breeding studies,  
Selection,  
Variability.

**Abstract:** Swiss chard (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*) is a vegetable that is easy to grow, has rich nutritional values, and its leaves are used. It is a valuable plant for breeding programs due to its low selectivity in terms of climate and soil properties, resistance genes to diseases and pests contains the important nutrient compounds. Although it is not cultivated in very large areas in Turkey, local populations spread over different regions are used intensively for production. In this study, 53 Swiss chard genotypes including three local cultivars and one foreign genotype were examined for agronomic properties. The research revealed a high level of agronomic diversity in terms of evaluated agronomic leaf traits particularly yield components such as the number of leaves per plant, leaf weight, and leaf area among the genotypes. In addition, compared to the commercial cultivars, there are superior genotypes were determined among the population for consumer and farmer preferred traits for large leaf area, short petiole, dark green leaf color, and yield. Identification of the agronomic diversity among the present Swiss chard collection may contribute to knowledge on valuable scientific information in terms of breeding new Swiss chard varieties and the importance of conservation of

genetic material. In addition, the obtained results contribute to the use of this collection in breeding programs aiming to develop high-yielding Swiss chard varieties with desired agronomic characteristics.

\*\* Bu makale Emre DEMİREL'in yüksek lisans tez çalışmasının sonuçlarından düzenlenmiştir.

## 1. Giriş

M.Ö. 300'den günümüze yabancı pazı köklerinin halk tarafından ilaç olarak kullanıldığı ve pazı yetiştiriciliği yapıldığı bilinmektedir. Linne tarafından 1753 yılında ilk defa bir sebze türü olarak sınıflandırılan (Lange ve ark., 1999) pazının anavatanı; genel olarak Akdeniz ülkeleri olarak belirtilmesine karşın, Kafkas ülkeleri, Anadolu ve Yakınoğu ülkelerinin batı kesimleri de orijini içinde bulunmaktadır. Frese ve ark. (2001) Kuzey Avrupa'da yetiştirilen pancarın Fırat-Dicle havzasında ilk kültüre alındığını bildirmiştir. Fakat Cheng ve ark. (2011) ilk kültüre alınma merkezi olarak Avrupa ve Akdeniz bölgesi olduğunu belirtmiştir. Oyen (2004) yabancı pancarın 9. yüzyılda Mezopotamya'da yaprakları için yetiştirildiği görüşünü desteklemiştir. Sun (1994), kültüre alınan pazının Çin'de 5. yüzyıldan beri var olduğunu ve Avrupa'da antik zamanlardan beri yetiştirilmekte olduğunu bildirmiştir. Pazının (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*) yer aldığı "*Chenopodiaceae*" familyası dünya üzerinde tanımlanmış 103 cins ve 1400 kadar tür içerirken, Türkiye'de 33 cinse ait 129 tür bulunmaktadır (Gürsul, 2015; Yıldırım, 2003). *Beta* cinsi hem yabancı hem de kültüre alınmış formları içeren dört bölümden oluşur (Letschert ve ark., 1994). Bunlar: *beta*, *corollinae*, *nanae* ve *procumbentes*'dir (Shen ve ark., 1998). Dünyada yetiştiriciliği yapılan formları; şeker pancarı, yem pancarı ve pazıyı kapsayan *Beta vulgaris*'i içerir (Shen ve ark., 1998). *Beta* cinsinin yerel dağılımı esas olarak Avrupa'da iken, *nanae* kategorisi Yunanistan'da yayılım gösterir ve *procumbentes* Kanarya Adaları'nda bulunmaktadır. Türkiye'de *beta* ve *corollinae* daha geniş coğrafi dağılıma sahiptir (Frese ve ark., 2001).

Günümüzde pazı küresel olarak, Kuzey Hindistan, Güney Amerika, Amerika Birleşik Devletleri ve Akdeniz Ülkeleri'nde yetiştirilmektedir (Bozokalfa ve ark., 2011). Almanya'da 19. yüzyılda pancar bitkisinde yürütülen ıslah çalışmalarının ardından pazı bitkisinin ticari önemi artmıştır (Ninfali ve Angelino, 2013).

Pazı, yabancı ve kültüre alınmış *Beta* türleri arasında nispeten değerli bir türdür. Çünkü genetik yapısı itibarıyla hastalık ve zararlılara karşı direnç gösteren genleri sayesinde ıslah için değerli bir kaynaktır (Goldman ve Navazio, 2003). Pazının (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*) *B. procumbens* ve *B. webbiana* ile ayrı ayrı çaprazlanmasıyla elde edilen melezleri, şeker pancarında verimli hibritler üretilmesinde köprü görevi görmektedir (Gaskill, 1954; Goldman ve Navazio, 2003; Bozokalfa ve ark., 2016).

Arazi açmaları, yerli çeşitlerin yerine ıslah edilmiş ticari çeşitlerin kullanılması, doğal afetler, şehirleşme ve endüstrileşme, üretmeden doğadan sökerek tüketme gibi nedenlerle mevcut bitkisel çeşitlilik hızla azalmakta ve hatta kaybolmaktadır. Bu nedenlerden dolayı, XIX. yüzyılın başlarında mevcut tehlikenin bilincine varan pek çok ülkede bitki genetik kaynaklarının çeşitlilik düzeyleri tespit edilmeye ve muhafaza altına alınmaya başlanmıştır (Balkaya ve Yanmaz, 2001). Pazı gen kaynaklarının tanımlanması, sağlık açısından önemli bileşiklerin geliştirilmesi ve hedeflenen agronomik özelliklere ulaşılması için yürütülecek yeni ıslah programlarına temel oluşturacak bilimsel bilgiye katkı sağlayabilir. Ayrıca istenen karakterlerin eldesi için şeker pancarı ıslah programlarında değerli bir gen kaynağı olarak kabul edilebilir (Baranski ve ark., 2001). Gen kaynaklarının tanımlanması, genotipler arasındaki taksonomik ilişkilerinin belirlenmesi, bitki genetik kaynaklarının değerlendirilmesi, ıslahçılara genetik materyal sağlamak yönünden önemlidir.

Uzun yıllardan beri yetiştirilen yerel populasyonların en büyük avantajı, yetiştirildiği bölgenin koşullarını adapte olması ve bu özelliğini koruyabilmesidir. Bu bağlamda farklı bölgelere ve ekolojilere adapte olmuş yerel populasyonların ıslah programlarındaki önemi artmaktadır. Dünya'da kültürü yapılan birçok türde yerel populasyonlar toplanarak ıslah materyali olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda pazı ıslahında farklı sap rengine sahip (turuncu, mor, kırmızı), erken hasat olgunluğuna gelen, dik yaprak geliştiren ve gevrek yapılı çeşitler geliştirilmesine yönelik çalışmalar yürütülmektedir. Diğer yandan biotik ve abiotik stress koşullarına dayanıklılık kazandırılması için *Beta* cinsine giren türler arasında yapılan melezlemelerde başarı oranının yüksek olması, bu yönüyle pazı genotiplerinin gen kaynağı olarak değerini artırmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye'nin farklı lokasyonlarından toplanmış yerel populasyonlardan elde edilen pazı genotiplerinin agronomik özelliklerinin belirlenmesi ve ıslah programlarında doğrudan veya genitör olarak değerlendirilebilecek umutvar genotiplerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Araştırmada bitkisel materyal olarak Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanmış 49 yerel pazı genotipi ile birlikte karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla 1 yabancı ve 3 yerli çeşit olmak üzere toplam 53 pazı genotipi kullanılmıştır (Çizelge 1). Çalışmada kullanılan yerel pazı genotiplerine ait tohumlar Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalından temin edilmiştir.

Çizelge 1. Genotiplerin aksesyon numarası/isimleri, toplandığı yer ve ülke

Genotip	Toplandığı yer	Ülke	Genotip	Toplandığı yer	Ülke
TR 30741	Gaziantep	Türkiye	TR 55689	Trabzon	Türkiye
TR 35012	Çanakkale	Türkiye	TR 55756	Rize	Türkiye
TR 35065	Bursa	Türkiye	TR 55767	Rize	Türkiye
TR 35137	Tokat	Türkiye	TR 55778	Rize	Türkiye
TR 35164	Kayseri	Türkiye	TR 55787	Rize	Türkiye
TR 35180	Sivas	Türkiye	TR 55800	Rize	Türkiye
TR 35278	Şanlıurfa	Türkiye	TR 55821	Rize	Türkiye
TR 35821	Mardin	Türkiye	TR 55832	Artvin	Türkiye
TR 35289	Mardin	Türkiye	TR 55848	Artvin	Türkiye
TR 35316	Hakkari	Türkiye	TR 55866	Artvin	Türkiye
TR 35354	Muğla	Türkiye	TR 55879	Artvin	Türkiye
TR 35355	Muğla	Türkiye	TR 55889	Artvin	Türkiye
TR 35393	Hatay	Türkiye	TR 55931	Rize	Türkiye
TR 40459	Siirt	Türkiye	TR 55983	Trabzon	Türkiye
TR 43621	Sakarya	Türkiye	TR 55993	Trabzon	Türkiye
TR 46354	Kayseri	Türkiye	TR 55999	Trabzon	Türkiye
TR 51154	Hatay	Türkiye	TR 56010	Trabzon	Türkiye
TR 51160	Adana	Türkiye	TR 56017	Giresun	Türkiye
TR 51169	Mersin	Türkiye	TR 56046	Ordu	Türkiye
TR 51170	Mersin	Türkiye	TR 71077	Kayseri	Türkiye
TR 51194	Muğla	Türkiye	TR 73437	Türkiye	Türkiye
TR 51199	İzmir	Türkiye	TR 73438	Türkiye	Türkiye
TR 52424	Erzurum	Türkiye	Yerli Çeşit	Pinaper seed	Türkiye
TR 52488	Artvin	Türkiye	Yabancı çeşit	Freya	Almanya
TR 55632	Giresun	Türkiye	Zümrüt	İstanbul Tohum	Türkiye
TR 55633	Giresun	Türkiye	Tuna	Balıkesir Tohum	Türkiye
TR 55664	Giresun	Türkiye			

### 2.2. Yöntem

Araştırma Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Uygulama ve Araştırma alanları ve laboratuvarlarında yürütülmüştür. Ege Bölgesi ova koşullarında pazı yetiştiriciliğine uygun olarak 20 Eylül 2017 tarihinde doğrudan toprağa elle tohum ekimleri yapılmış ve deneme sıralarına damla sulama boruları çekilmiştir. Deneme tesadüf blokları deneme desenine uygun olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak dizayn edilmiş, sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 30 cm ekim mesafeleri uygulanmıştır. Tohumlar çimlenip toprak yüzeyine çıktıktan sonra seyreltilerek her ocakta tek bitki kalması sağlanmış ve her parselde 10 bitki olacak şekilde deneme yürütülmüştür.

Bitki gelişme dönemi içerisinde yabancı otlar ile mücadele ve toprağın havalandırılması için 15 Ekim ve 10 Kasım 2017 tarihlerinde elle çapa işlemi yapılmıştır. Tohum ekiminden vejetasyon süresi sonuna kadar tüm kültürel işlemler düzenli olarak yürütülmüştür (Vural ve ark., 2000). Bitki besleme

amacıyla toprak analiz sonuçlarına uygun olarak 14 kg/da Mono Amonyum Fosfat ve 12 kg/da Mono Potasyum Fosfat damla sulama yöntemiyle uygulanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Deneme alanı toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri ile makro ve mikro element içerikleri

İncelenen Özellikler	Birimi	Miktarları	
pH		7.3	
Elektriksel İletkenlik (EC)	mS cm <sup>-1</sup>	0.5	
Kireç (CaCO <sub>3</sub> )	%	2.86	
Kum	%	61.5	
Kil	%	19.6	
Mil	%	18.9	
Bünye		Kumlu-Tım	
Organik Madde	%	1.06	
Toplam Azot (N)	%	0.081	
Yarayışlı	Fosfor (P)	mg kg <sup>-1</sup>	1.6
	Potasyum (K)	mg kg <sup>-1</sup>	398
	Kalsiyum (Ca)	mg kg <sup>-1</sup>	377
	Magnezyum (Mg)	mg kg <sup>-1</sup>	450
	Sodyum (Na)	mg kg <sup>-1</sup>	19
	Demir (Fe)	mg kg <sup>-1</sup>	14
	Bakır (Cu)	mg kg <sup>-1</sup>	9
	Çinko (Zn)	mg kg <sup>-1</sup>	5
	Mangan (Mn)	mg kg <sup>-1</sup>	59

### 2.3. İncelenen agronomik özellikler ve verim parametreleri

Agronomik özelliklerin belirlenmesi için her parselde hasat olgunluğuna ulaşmış 10 farklı bitkiden yapraklar elle hasat edilmiş ve bunlar arasında tesadüfen seçilen 10 adet yaprak örneğinde aşağıda belirtilen özellikler incelenmiştir. Lamina uzunluğu (cm): sapın bitişinden laminanın ucuna kadar cetvel ile ölçüm yapılmıştır. Lamina genişliği (cm): laminanın en geniş kısmından cetvel ile ölçüm yapılmıştır. Ortalama yaprak ağırlığı (g): bir parselden hasat edilen yaprakların toplam ağırlığı tartılmış hasat edilen yaprak sayısına bölünerek hesaplanmıştır. Yaprak rengi (L\*, Hue, Kroma): Her bir genotipin yapraklarının rengi Minolta-CR 300 renk ölçer ile belirlenmiş, buradan elde edilen a ve b değerleri kullanılarak: kroma (renk doygunluğu) =  $\sqrt{a^2 + b^2}$  ve hue (renk niteliği) =  $\tan^{-1}[b/a]$  değerleri hesaplanmıştır. Yaprak alanı (cm<sup>2</sup>): her parselde hasat olgunluğuna ulaşmış beş farklı bitkiden 1'er adet yaprak örneği hasat edildikten hemen sonra tarayıcıda "Leaf Scan" bilgisayar programı ile taranarak yaprak alanı hesaplanmıştır. Yaprak sapı çapı (cm), yaprak sapının en geniş kısımdan dijital kumpas ile ölçülmüştür. Yaprak sapı kalınlığı (mm), yaprak sapının en kalın kısmından dijital kumpas ile ölçülmüştür. Bitki başına yaprak sayısı (adet/bitki), bir parselden elde edilen toplam yaprak sayısının hasat yapılan bitki sayısına bölünmesi ile hesaplanmıştır. Verim (kg/da), bitki başına elde edilen verimin bir dekar alanda yer alan bitki sayısı ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır.

### 2.4. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesi

Tarla ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen agronomik özelliklere ait veri seti kullanılarak varyans analizi yapılmış ve genotipler arasındaki farklar SPSS (v22.0) istatistik programında Tukey's-b testi ile belirlenmiştir.

## 3. Bulgular

### 3.1. Yaprığın agronomik özellikleri

Taze yaprakları sebze olarak tüketilen pazı genotiplerine ait ölçülen ve hesaplanan agronomik özellikler ele alındığında, incelenen genotipler arasında tüm özellikler yönünden istatistiksel önem düzeyinde farklılıklar olduğu gözlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Pazı genotiplerinin yaprakların agronomik ve renk özellikleri

Genotip	Yaprak sap uzunluğu (cm)	Yaprak sap kalınlığı (mm)	Yaprak sapı çapı (cm)	L*	Kroma	Hue
TR 30741	19.99 b-g	14.27 c-l	2.08 a-g	33.04 s-v	20.68 c-n	122.12 mn
TR 35012	19.61 b-h	12.72 e-n	1.98 a-h	32.53 t-v	21.34 c-i	126.10 a-j
TR 35065	16.89 c-h	11.79 j-o	1.69 c-h	34.10 m-u	18.05 p-t	126.72 a-h
TR 35137	21.11 b-g	17.20 a-c	2.27 a-e	36.92 c-k	20.45 d-p	126.67 a-h
TR 35164	19.66 b-h	15.52 b-g	2.31 a-e	37.89 b-g	19.12 h-s	127.48 a-f
TR 35180	18.53 b-h	16.84 a-d	2.15 a-f	33.49 p-v	20.91 c-l	125.24 d-l
TR 35278	15.89 c-h	13.20 e-n	1.96 a-h	35.37 g-s	18.00 r-t	128.73 a
TR 35821	19.56 b-h	12.20 f-o	1.95 a-h	36.44 d-m	18.87 j-s	127.50 a-f
TR 35289	18.73 b-h	13.15 e-n	1.66 c-h	36.04 e-o	18.78 j-t	126.70 a-h
TR 35316	15.55 c-h	11.87 h-o	1.90 a-h	36.07 e-o	20.28 d-r	125.04 d-l
TR 35354	21.19 b-g	13.71 c-m	1.94 a-h	37.78 b-h	21.02 c-k	125.42 c-k
TR 35355	15.14 c-h	13.19 e-n	1.65 c-h	36.46 d-m	21.63 c-g	122.99 k-n
TR 35393	15.49 c-h	13.37 d-n	1.76 b-h	32.29 uv	17.32 st	124.91 e-l
TR 40459	14.79 e-h	15.42 b-h	2.25 a-f	35.29 h-s	18.42 m-t	126.18 a-j
TR 43621	22.55 a-e	12.90 e-n	1.94 a-h	36.22 d-n	18.46 l-t	128.20 a-c
TR 46354	15.44 c-h	8.97 o	1.19 h	37.42 b-j	21.06 c-j	124.47 g-m
TR 51154	11.83 h	17.84 ab	2.60 a	39.14 bc	24.25 b	122.43 l-n
TR 51160	13.26 gh	14.31 c-l	1.96 a-h	37.10 b-k	21.03 c-k	126.16 a-j
TR 51169	14.73 e-h	14.91 b-k	2.33 a-e	36.75 c-l	21.45 c-h	125.72 b-k
TR 51170	13.92 f-h	14.41 b-l	2.47 a-c	37.51 b-j	22.10 c-e	124.47 g-m
TR 51194	20.80 b-g	10.52 m-o	1.44 f-h	38.62 b-d	24.41 b	121.50 n
TR 51199	19.14 b-h	11.95 g-o	1.87 a-h	38.25 b-e	21.35 c-i	125.25 d-l
TR 52424	15.54 c-h	13.50 d-n	2.11 a-f	37.58 b-i	21.06 c-j	124.10 h-m
TR 52488	19.80 b-g	13.76 c-m	2.03 a-g	35.95 e-p	20.72 c-m	124.50 g-m
TR 55632	18.85 b-h	13.47 d-n	2.44 a-d	35.57 f-r	19.75 e-s	128.18 a-c
TR 55633	16.58 c-h	11.47 k-o	1.60 e-h	33.35 r-v	21.60 c-g	124.24 h-m
TR 55664	17.76 b-h	14.23 c-l	2.12 a-f	37.64 b-i	23.04 bc	123.51 i-n
TR 55689	21.49 b-f	13.76 c-m	2.01 a-g	36.43 d-m	19.40 g-s	124.52 g-m
TR 55756	21.67 b-f	14.73 b-k	2.19 a-f	36.86 c-l	19.21 g-s	127.18 a-g
TR 55767	20.46 b-g	15.85 b-e	2.02 a-g	34.66 k-u	19.36 g-s	123.35 j-n
TR 55778	18.75 b-h	13.46 d-n	1.96 a-h	31.61 v	16.43 t	128.52 ab
TR 55787	24.96 ab	14.36 c-l	2.04 a-g	35.26 h-s	19.61 f-s	125.73 b-k
TR 55800	16.30 c-h	9.99 no	1.27 gh	36.15 d-o	17.40 st	127.81 a-d
TR 55821	29.26 a	14.23 c-l	2.00 a-g	36.18 d-o	21.09 c-j	125.11 d-l
TR 55832	23.12 a-c	11.74 j-o	1.74 b-h	35.19 i-s	18.27 n-t	126.12 a-j
TR 55848	20.07 b-g	16.18 b-e	2.01 a-g	36.50 d-m	18.88 j-s	126.83 a-h
TR 55866	13.97 f-h	13.08 e-n	1.96 a-h	39.21 bc	20.82 c-m	126.17 a-j
TR 55879	19.67 b-h	10.87 l-o	1.60 e-h	35.41 g-s	22.40 b-d	124.26 h-m
TR 55889	22.92 a-d	14.27 c-l	1.85 a-h	35.39 g-s	18.59 k-t	127.20 a-g
TR 55931	19.33 b-h	14.92 b-k	2.24 a-f	34.32 l-u	18.66 j-t	125.17 d-l
TR 55983	20.84 b-g	14.11 c-l	1.98 a-g	33.66 o-v	19.00 i-s	124.79 f-m
TR 55993	17.81 b-h	13.97 c-m	1.81 a-h	38.13 b-f	21.99 c-f	125.67 b-k
TR 55999	17.13 b-h	12.27 f-o	1.65 c-h	39.56 b	21.64 c-g	124.91 e-l
TR 56010	18.19 b-h	11.98 g-o	1.62 d-h	36.24 d-n	20.49 d-o	126.12 a-j
TR 56017	20.54 b-g	14.42 b-l	1.83 a-h	35.00 j-s	18.68 j-t	127.73 a-e
TR 56046	21.75 b-f	15.39 b-i	1.96 a-h	36.55 d-m	20.72 c-m	126.70 a-h
TR 71077	17.56 b-h	13.85 c-m	1.71 c-h	34.12 m-u	17.49 st	127.17 a-g
TR 73437	20.25 b-g	14.98 b-k	1.91 a-h	35.09 i-s	20.05 d-r	126.28 a-i
TR 73438	14.94 d-h	11.84 i-o	1.58 e-h	33.81 n-v	17.41 st	128.86 a
Pinaper seed	15.75 c-h	15.57 b-f	2.29 a-e	35.99 e-p	20.80 c-m	126.18 a-j
Yabancı çeşit	14.38 f-h	15.06 b-j	1.94 a-h	43.91 a	32.55 a	116.97 o
Zümrüt	14.25 f-h	11.75 j-o	2.55 ab	34.78 k-t	18.18 o-t	127.28 a-g
Tuna	17.88 b-h	19.44 a	2.34 a-e	36.17 d-o	20.36 d-r	127.93 a-d
<b>Ortalama</b>	<b>18.41</b>	<b>13.75</b>	<b>1.96</b>	<b>36.06</b>	<b>20.28</b>	<b>125.64</b>

<sup>a-z</sup> Genotipler arasındaki farkın istatistikî düzeyde ( $P < 0.05$ ) önemli olduğunu ifade eder.

Genotiplerin yaprak sapı uzunluk değerleri incelendiğinde en uzun yaprak sapı değeri 29.26 cm ile TR 55821 genotipinde bulunurken en kısa yaprak sapı değeri 11.83 cm ile TR 51154 genotipinde ölçülmüştür (Çizelge 3). Yaprak sap kalınlıkları incelendiğinde en kalın yaprak sapı 19.44 mm ile Tuna genotipinde ölçülmüş en ince yaprak sapı ise 8.97 mm ile TR 46354 genotipinde ölçülmüştür. Yaprak sapı çapı incelendiğinde ise genotipler arasında en yüksek değer 2.60 cm ile TR 51154 genotipinde ölçülürken en düşük değer 1.19 cm ile TR 46354 genotipinde bulunmuştur.

Yaprağı tüketilen sebze türlerinde tüketiciyi etkileyen kalite parametreleri arasında yaprağın canlı ve türe ait koyu yeşil rengi göstermesi kalite ile ilişkilendirilmektedir. Bu kapsamda incelenen yaprak renk özellikleri arasında istatistiksel olarak farklılıklar görülmüş, yaprak parlaklığını ifade eden L\* değerleri en yüksek (43.91) yabancı çeşitte ölçülmüş, yerel genotiplerin parlaklık değerleri genel olarak daha düşük seviyede yer almış ve en düşük yaprak L\* değeri ise 31.61 ile TR 55778 genotipinde ölçülmüştür. Yaprak renk doygunluğunu ifade eden kroma renk değerleri incelendiğinde hesaplanan kroma değeri geniş bir değer (16.43-32.55) aralığında yer alırken yaprakların soluk yeşilden canlı yeşil renge kadar geniş renk skalasında dağılım gösterdiği hesaplanmıştır. En düşük kroma değeri TR 55778 genotipinden en yüksek kroma ise yabancı çeşitte hesaplanmıştır. İncelenen bir diğer renk parametresi olan yaprak hue değeri yeşil rengin koyuluğunu ifade ederken yüksek hue değerine sahip genotiplerin yapraklarının daha koyu yeşil renge sahip olduğunu göstermektedir. Genotiplerin hue renk değerleri göz önünde bulundurulduğunda en yüksek yaprak hue renk değeri 128.86 ile TR 73438 genotipinde hesaplanmış, en düşük yaprak hue renk değeri ise 116.97 ile yabancı çeşitte belirlenmiştir.

Yaprak alanını oluşturan lamina uzunluğu ve genişliği bakımından yapılan değerlendirmede genotiplerin lamina uzunluğu 22.30-38.30 cm arasında değişkenlik göstermiş en uzun lamina TR 51154 genotipinde, en kısa lamina ise TR 35355 genotipinde ölçülmüştür. Lamina genişliğine bakıldığında ise en yüksek lamina genişliği 21.72 cm ile TR 55993 genotipinde, en düşük lamina genişliğinin 13.64 cm ile TR 46354 genotipinde ölçüldüğü belirlenmiştir. Pazıda sebze olarak değerlendirilen kısım büyük oranda laminadır, bu nedenle lamina alanı olarak kabul edilebilecek yaprak alanı değeri önemli bir seleksiyon kriteri olarak karşımıza çıkmaktadır. Yaprak alanı yönünden yüksek düzeyde varyabilite görülürken en geniş yaprak alanı 736.33 cm<sup>2</sup> ile TR 35354 genotipinde, en düşük yaprak alanı ise 208.81 cm<sup>2</sup> ile TR 46354 genotipinde hesaplanmıştır.

### 3.2. Verim ve verim komponentleri

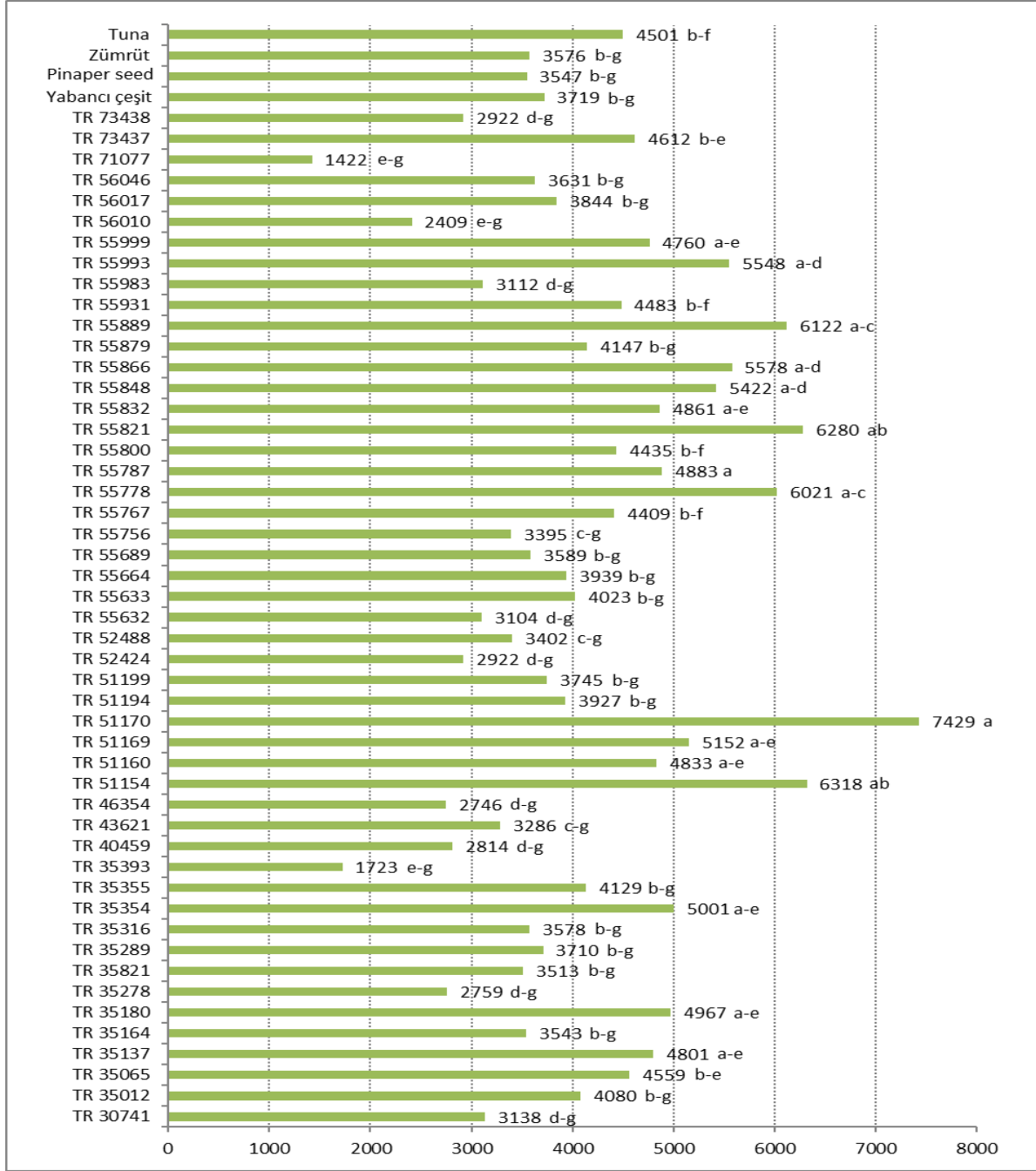
Pazı ıslahında verim komponentleri arasında ortalama yaprak ağırlığı ve bitki başına yaprak sayısı ilk sırada gelmektedir. Bu yönüyle genotipler incelendiğinde bitki başına en yüksek yaprak sayısının 25.04 adet ile TR 55866 genotipinde olduğu saptanmıştır, bitki başına en düşük yaprak sayısı ise 6.06 adet ile TR 71077 genotipinde bulunmuştur (Çizelge 4). Bitki başına yaprak sayısı bakımından genotipler arasında yüksek varyabilite görülürken benzer durum yaprak ağırlığı değerlerinde de görülmektedir. Yaprak ağırlığı yönünden yapılan değerlendirmede en yüksek yaprak ağırlığının 100.78 g ile TR 35354 genotipinden, en düşük yaprak ağırlığının ise 26.62 g ile TR 46354 genotipinden elde edildiği görülmektedir. Pazı ıslahında yaprağın agronomik özellikleri yanında verim önemli bir unsurdur, incelenen genotiplerin verim değerleri oldukça geniş bir aralıkta dağılım göstermiş ve istatistiksel düzeyde farklılık belirlenmiştir. En yüksek dekar verimi 7429 kg/da ile TR 51170 genotipinden, en düşük verim ise 1422 kg/da ile TR 71077 genotipinden sağlandığı tespit edilmiştir (Şekil 1). İncelenen bitkisel materyal arasında en verimli ticari çeşidin Tuna (4501 kg/da) olduğu görülmüş yerel genotipler arasında ise çok daha yüksek verim değerine sahip genotiplerin varlığı göze çarpmaktadır. Tarafımızdan elde edilen bulgular değerlendirildiğinde agronomik özelliklere ait verilerin geniş bir aralıkta değişim gösterdiği belirlenmiş, bu varyasyonun temelinde ise genotipler arasında genetik farklılığın yer aldığı, ayrıca ekolojik koşulların yaprağın agronomik özellikleri ve buna bağlı verim komponentlerinde farklılıklara neden olduğu düşünülmektedir.



Çizelge 4. Pazı genotiplerinin bazı agronomik özellikleri ve verim komponentleri

Genotip	Lamina uzunluğu (cm)		Lamina genişliği (cm)		Yaprak alanı (cm <sup>2</sup> )	Bitki başına yaprak sayısı (adet)		Ortalama yaprak ağırlığı (g)		
TR 30741	29.28	b-e	18.43	b-j	281.88	f-m	15.22	b-h	43.80	d-f
TR 35012	27.53	c-e	20.37	a-e	310.13	d-m	17.70	a-h	48.93	b-f
TR 35065	24.95	de	17.60	d-m	361.52	b-j	17.84	a-h	51.37	b-f
TR 35137	30.10	a-e	19.97	a-g	332.6	b-l	19.08	a-h	53.69	b-f
TR 35164	25.99	c-e	21.23	ab	292.03	e-m	12.58	g-i	64.17	b-e
TR 35180	30.62	a-e	19.13	a-i	389.89	b-g	18.70	a-h	57.55	b-f
TR 35278	27.31	c-e	17.68	c-m	350.29	b-k	10.28	h-i	71.04	a-d
TR 35821	29.07	b-e	14.67	m-o	265.34	h-m	13.41	d-i	60.66	b-f
TR 35289	26.53	c-e	17.71	c-m	266.28	h-m	17.32	a-h	65.97	b-e
TR 35316	28.31	c-e	16.68	h-n	327.69	b-m	16.15	b-h	70.38	a-d
TR 35354	26.40	c-e	18.71	a-j	736.33	a	12.67	g-i	100.78	a
TR 35355	22.30	e	17.47	e-m	329.06	b-l	17.44	a-h	65.36	b-e
TR 35393	25.83	c-e	15.75	k-o	308.95	d-m	12.52	g-i	37.92	d-f
TR 40459	29.31	b-e	20.06	a-d	248.3	i-m	13.27	e-i	44.33	d-f
TR 43621	30.10	a-e	17.87	c-l	366.84	b-i	13.08	e-i	53.92	b-f
TR 46354	22.67	e	13.64	o	208.81	m	21.33	a-g	26.62	f
TR 51154	38.30	a	20.77	a-d	370.9	b-h	19.93	a-g	81.94	a-c
TR 51160	31.27	a-e	16.70	g-n	308.55	d-m	18.02	a-h	56.71	b-f
TR 51169	31.37	a-e	19.78	a-h	312.55	d-m	16.65	a-h	68.63	a-d
TR 51170	29.09	b-e	18.24	b-k	421	b-d	21.89	a-f	84.63	ab
TR 51194	22.97	e	17.81	c-m	254.04	h-m	16.26	a-h	51.94	b-f
TR 51199	29.14	b-e	16.07	i-n	282.91	f-m	21.02	a-g	37.84	d-f
TR 52424	30.77	a-e	18.68	a-j	308.2	d-m	12.48	g-i	50.74	b-f
TR 52488	30.18	a-e	19.49	a-h	292.35	e-m	12.96	f-i	56.54	b-f
TR 55632	29.94	a-e	19.10	a-i	245.87	i-m	14.06	c-i	46.17	c-f
TR 55633	27.84	c-e	15.92	j-n	296.93	e-m	16.31	a-h	51.27	b-f
TR 55664	28.91	b-e	19.52	a-h	336.92	b-l	14.94	b-h	56.06	b-f
TR 55689	25.77	c-e	16.84	f-m	265.22	h-m	14.28	c-i	55.88	b-f
TR 55756	29.45	b-e	18.56	a-j	253.75	h-m	16.04	b-h	51.76	b-f
TR 55767	30.14	a-e	16.61	h-n	344.66	b-l	17.02	a-h	54.99	b-f
TR 55778	32.51	a-d	19.03	a-j	405.86	b-e	18.30	a-h	69.50	a-d
TR 55787	29.32	b-e	19.17	a-i	362.11	b-j	19.41	a-g	54.66	b-f
TR 55800	23.88	de	14.46	no	225.09	lm	22.65	a-c	45.22	d-f
TR 55821	24.11	de	19.68	a-h	393.53	b-f	23.24	ab	56.61	b-f
TR 55832	27.70	c-e	17.13	f-m	368.05	b-i	23.48	ab	45.44	d-f
TR 55848	30.39	a-e	16.82	g-n	264.06	h-m	22.29	a-d	61.31	b-f
TR 55866	28.80	b-e	16.03	i-n	316.2	c-m	25.04	a	46.14	c-f
TR 55879	28.07	c-e	16.52	i-n	341.32	b-l	17.09	a-h	51.40	b-f
TR 55889	30.66	a-e	20.95	a-c	349.53	b-k	21.99	a-e	58.66	b-f
TR 55931	29.44	b-e	18.56	a-j	346.11	b-k	18.17	a-h	52.75	b-f
TR 55983	29.36	b-e	18.91	a-j	342.12	b-l	12.86	g-i	51.12	b-f
TR 55993	31.06	a-e	21.72	a	432.36	bc	16.71	a-h	71.89	a-d
TR 55999	26.88	c-e	17.66	d-m	239.71	k-m	20.67	a-g	45.91	d-f
TR 56010	26.63	c-e	17.94	c-l	272.09	g-m	13.60	d-i	37.63	d-f
TR 56017	30.25	a-e	17.27	e-m	351.32	b-k	16.17	b-h	50.70	b-f
TR 56046	29.19	b-e	20.62	a-d	339.68	b-l	16.15	b-h	51.02	b-f
TR 71077	29.19	b-e	17.69	c-m	334.64	b-l	6.06	i	47.98	c-f
TR 73437	32.81	a-d	19.00	a-j	314.13	c-m	15.62	b-h	62.72	b-e
TR 73438	25.06	de	14.75	l-o	317.58	c-m	19.49	a-g	31.52	ef
Pinaper seed	34.44	a-c	18.03	b-l	317.58	c-m	15.31	b-h	51.33	b-f
Yabancı çeşit	34.50	a-c	20.69	a-d	439.87	b	12.56	g-i	61.77	b-f
Zümrüt	26.85	c-e	18.53	b-j	289.81	e-m	13.12	e-i	60.01	b-f
Tuna	37.38	ab	19.68	a-h	308.84	d-m	15.75	b-h	60.71	b-f
<b>Ortalama</b>	<b>28.87</b>		<b>18.15</b>		<b>327.2</b>		<b>16.72</b>		<b>55.61</b>	

<sup>a-z</sup> Genotipler arasındaki farkın istatistiki düzeyde ( $P < 0.05$ ) önemli olduğunu ifade eder.



Şekil 1. Pazı genotiplerinin verim değerleri (kg/da) ve çoklu karşılaştırma testinde yer aldıkları istatistik gruplar.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde incelenen bitki özelliklerinde yaprak ağırlığı, yaprak sapı genişliği, yaprak sapı kalınlığı, yaprak sapı uzunluğu, lamina uzunluğu ve lamina genişliği varyasyon gösteren karakterler arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Yüksek düzeydeki bu varyasyon ıslah açısından farklı karakterlere sahip çeşitlerin geliştirilmesinde doğrudan veya genitor olarak kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Nitekim uzun yıllar süresince üreticiler tarafından tüketim talepleri ve yetiştirildiği bölgenin ekolojik koşullarına uygunluğu göz önünde bulundurularak yapılan seleksiyonlar kültürü yapılan bitki türlerinin çeşitliliğine katkı sağlamaktadır. Bozokalfa ve ark. (2011) pazı gen kaynaklarının çeşitliliği üzerine yaptıkları çalışmada farklı coğrafi konumlardan toplanan pazı örnekleri arasında agromorfolojik özellikler bakımından geniş bir varyabilite olduğunu bildirmektedir.

Tarafımızdan yapılan çalışmadan elde edilen bulgular yaprak sapı genişliği (0.89-1.94 cm) ve yaprak sapı kalınlığı (0.64-2.22 cm) değerleri, Pokluda ve Koben (2002) tarafından bildirilen petiol genişliği (1.19-2.60 cm) ve yaprak sapı kalınlığı (1.36-3.55 cm) değerleri ile uyum içerisinde yer almıştır. Aynı araştırmacılar bitki ağırlığı, bitki yüksekliği, yaprak sayısı ve verimin çeşitlere göre değiştiğini vurgulamış, pazı genotipleri arasında bitki başına yaprak sayısının 6.7-15.8 adet arasında değiştiğini belirtmişlerdir, tarafımızdan elde edilen bitki başına yaprak sayısı 6.06-25.4 ise bu değerler ile uyum içerisinde. Genotiplerin yaprak sapı uzunlukları 11.83-29.26 cm arasında değiştiği belirlenmiş ve Eşiyok ve ark. (2011)'nin yaptıkları çalışmadan elde ettiği 5.46-18.28 cm yaprak sap uzunluk değerleri ile uyum içerisinde olduğu görülmüştür.

Pazı ıslahında yaprağın agronomik karakterleri yanında verim özellikleri çeşidin pazar şansını artıran önemli bir unsurdur. Genotiplerin verim değerleri incelendiğinde verim değerinin en yüksek 7429 kg/da ile TR 51170 genotipinden, en düşük verimin 1422 kg/da ile TR 71077 genotipinden sağlandığı tespit edilmiştir. Pokluda ve Kuben (2002) yaptığı çalışmada pazı genotipleri arasında bitki başına verim değerlerini 161-519 g aralığında olduğunu bildirmiş en düşük verim değerinin 1.6 t/da en yüksek verim değerinin 5.2 t/da ve olduğunu belirtmiştir. Ayrıca genotipler arasında verim farklılığına dikkat çekmişlerdir. Tarafımızdan elde edilen verim değerleri geniş bir aralıkta yer alırken incelenen birçok yerel genotipin verim değerlerinin yetiştiricilikte kullanılan çeşitlerden çok daha yüksek verim değerine sahip olması bu genotiplerin çeşit ıslahında doğrudan veya genitör olarak kullanılabilme potansiyelinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Pazı populasyonlarının agromorfolojik özellikler yönünden değerlendirilmesine yönelik çalışma sayısı oldukça sınırlı iken yapılan çalışmalarda; genetik çeşitliliğin sadece agromorfolojik özellikler yönünden değil aynı zamanda mineral madde konsantrasyonu ve besin içeriği yönünden de yüksek olduğu vurgulanmaktadır. Genellikle populasyonların genetik özelliklerinin farklı olmasıyla açıklanabilen genetik çeşitlilik, kültürü yapılan türlerin uzun yıllar süresince yetiştirildiği bölgenin ekolojik ve edafik koşullarına adaptasyonu ile de oluşmaktadır. Çeşitler arasında besin kompozisyonu için gözlenen varyabilite özellikle hibrit ve yabani çeşitleri arasında yüksek iken ayrıca, beyaz ve kırmızı kök pazı çeşitleri içindeki C vitamini konsantrasyonu ve fenolik bileşikler arasında çeşitler yönünden farklılıklar bildirilmektedir (Rozycki ve ark., 1997; Gil ve ark., 1998; Pyo ve ark., 2004). Bozokalfa ve ark. (2016) uzun süreli ekim denemelerinde bile pazının genetik çeşitliliğinin dağılımı veya bu dağılımın agromorfolojik çeşitlilikle ilişkisi hakkında somut bir karara varmanın güç olduğunu belirtmiş ve pazı genotipleri arasında yüksek varyabiliteyi vurgulamıştır.

Bu çalışmada incelenen farklı coğrafi lokasyonlara ait genotiplerin agronomik özelliklerinde geniş varyasyon gözlemlenmiştir. Yaprak ağırlığı, yaprak sapı genişliği, yaprak sapı kalınlığı, yaprak uzunluğu, yaprak sapı uzunluğu ve yaprak genişliği incelenen bitki özellikleri arasında en ayırt edici karakterler olduğu belirlenmiştir. Frese (1991) *Beta* grubunda yer alan yaprağı tüketilen populasyonları incelemiş temel bileşen analizi sonucunda yaprak rengi yönünden aksesyonlar arasında farklılıklar bulunduğunu bildirmiş ayrıca yaprak uzunluğu, yaprak genişliği, petiol uzunluğu ve genişliği gibi özelliklerin aksesyonların gruplandırılmasında kullanılabileceğini bildirmektedir.

Araştırmaya konu olan pazı aksesyonları ile yürütülen bir diğer çalışmada aksesyonlar besin içerikleri yönünden incelenmiş ve incelenen besin elementleri miktarları bakımından aksesyonlar arasında büyük farklılıklar belirlenmiştir (Bozokalfa ve ark., 2011). Ayrıca pazı çeşitleri arasında C vitamini yönünden (Gil ve ark., 1998), Pyo ve ark. (2004) ise antioksidan ve toplam fenol içeriği yönünden kırmızı ve beyaz gövde rengine sahip genotipler arasında varyabilite görüldüğünü bildirmektedir.

Pazı ülkemizde uzun yıllardır tüketilen, günümüzde ise sağlığa yararlı bileşikler bulundurması, yüksek vitamin ve mineral içeriği ve düşük kalorili bir besin olması nedeniyle dünyada popülerliği her geçen gün artan olan bir sebzedir. Türkiye'de de pazı üretimi son yıllarda artış göstermektedir. İklim ve toprak isteği yönünden fazla seçici olmaması, uygun ekolojilerde uzun vejetasyon süresince hasat edilebilmesi nedeniyle yetiştiriciliği tercih edilmektedir. Diğer yandan hastalık ve zararlılara dirençli genlere sahip olması, türler arası melezlemeye imkan vermesi ve içerdiği önemli besin bileşikleri nedeniyle ıslah programları için değerli bir bitkidir. Uzun yıllardan beri yetiştirilen yerel populasyonların en büyük avantajı yetiştirildiği bölgenin koşullarına adapte olması ve bu özelliğini koruyabilmesidir. Bu bağlamda farklı bölgelere ve ekolojilere adapte olmuş yerel populasyonların ıslah programlarındaki önemi her geçen gün artmaktadır (Binici ve Bozokalfa, 2020). Dünya'da kültürü yapılan birçok türde yerel populasyonlar toplanarak ıslah materyali olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan yerel pazı genotiplerinin belirlenen agronomik özellikleri incelendiğinde bazı parametrelerde ticari çeşitlerden üstün nitelikler gösterdiği veya farklı karakterlere sahip oldukları görülmüştür. Pazıda verimi oluşturan başlıca iki agronomik parametre yaprak ağırlığı ve bitki başına yaprak sayısı incelendiğinde genotipler arasında istatistiksel düzeyde ciddi farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Yüksek verim komponentleri göz önünde bulundurulduğunda; yaprak ağırlığı yönünden TR 35354 ve TR 51170 genotipleri, bitki başına yaprak sayısı olarak incelendiğinde ise TR 55866, TR 55821 ve TR 55832 genotipleri umutvar olarak değerlendirilebilir. Ayrıca verim bazında ciddi farklar olduğu gözlemlenmiş özellikle TR 51170, TR 51154 ve TR 55821 genotiplerinin yüksek verim değerlerine sahip olduğu görülmüştür.

## Kaynakça

- Baranski, R., Grzebelus, D., & Frese, L. (2001). Estimation of genetic diversity in a collection of the Garden Beet Group. *Euphytica*, 122, 19-29.
- Binici, A. B., & Bozokalfa M. K. (2020). Yerel Börülce (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) Populasyonlarının Bakla ve Danelerinin Agronomik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Özel Sayı, 51-60.
- Bozokalfa, M. K., Yağmur, B., Aşçıoğlu, T. K., & Eşiyok, D. (2011). Diversity in nutritional composition of Swiss chard (*Beta vulgaris* subsp. L. var. *cicla*) accessions revealed by multivariate analysis. *Plant Genetic Resources*, 9(4), 557-566.
- Bozokalfa, M. K., Eşiyok, D., & Aşçıoğlu, T. K. (2016). Diversity pattern among agromorphological traits of the Swiss chard (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*) genetic resources of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40(5), 684-695.
- Cheng, D., Yoshida, Y., Kitazaki, K., Negoro, S., Takahashi, H., Xu, D., & Kubo, T. (2011). Mitochondrial genome diversity in *Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* (Leaf and Garden Beet Groups) and its implications concerning the dissemination of the crop. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 58(4), 553-560.
- Eşiyok, D., Bozokalfa, K. M., & Kaygisiz-Aşçıoğlu, T. (2011). Variability, heritability and association analysis in plant traits of swiss chard (*Beta vulgaris* subsp. *cicla*). *Genetika*, 43(2), 239-252.
- Frese L., Desprez B., & Ziegler D. (2001). Potential of genetic resources and breeding strategies for base-broadening Beta. In: Broadening the Genetic Base of Crop Production. Wallingford (Eds: H.D. Cooper, C. Spillane and C. Hodgkin), UK, CABI Pub. pp. 295-309.
- Gaskill, J. O. (1954). Viable hybrids from matings of chard with *Beta procumbens* and *B. webbiana*. *American Society of Sugar Beet Technologist*, 8, 5.
- Gil M. I., & Tomas-Barberan F. A. (1998). Effect of modified atmosphere packaging on the flavonoids and vitamin C content of minimally processed Swiss chard (*Beta vulgaris* ssp. *cicla* L.). *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 46, 2007-2012.
- Goldman I. L., & Navazio J. P. (2003). History and breeding of table beet in the United States. *Plant Breeding Review*, 22, 357-388.
- Gürsul, H. (2015). *Yabani pancar (Beta maritima L. var. pilosa Del.) bitkisinin sekonder metaboliklerinin yapı tayini ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi* (Doktora Tezi), İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Lange, W., Brandenburg, W. A., & De Bock, T. S. (1999). Taxonomy and cultonomy of beet (*Beta vulgaris* L.). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 130(1), 81-96.
- Letschert, J. W., Lange, W., Frese, L., & Van Den Berg, R. G. (1994). Taxonomy of Beta section Beta. *Journal of Sugar Beet Research*, 31(1-2), 69-85.
- Oyen, L. P. A. (2004). Vegetables *Beta vulgaris* L. In: Plant Resources of Tropical Africa 2. Vegetables, PROTA Foundation, In Grubben G. J. H. and O. A. Denton (Eds.), *Backhuys Publishers, Lieden, Netherlands CTA* (pp 110-113), Wageningen, Netherlands.
- Pokluda, R., & Kuben J. (2002). Comparison of selected Swiss chard (*Beta vulgaris* ssp. L *cicla*) varieties. *Horticultural Science*, 29, 114-118.
- Pyo, Y. H., Lee, T. C., Logendra, L., & Rosen, R. T. (2004). Antioxidant activity and phenolic compounds of Swiss chard (*Beta vulgaris* subspecies *cycla*) extracts. *Food Chemistry*, 85(1), 19-26.

- Rozycki, V. R., Baigorria, C. M., Freyre, M. R., Bernard, C. M., Zannier, M. S., & Charpentier, M. (1997). Nutrient content in vegetable species from the Argentine Chaco. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 47(3), 265-270.
- Shen, Y., Ford-Lloyd, B. V., & Newbury, H. J. (1998). Genetic relationships within the genus *Beta* determined using both PCR-based marker and DNA sequencing techniques. *Heredity*, 80(5), 624-632.
- Sun, Y. C. (1994). *Beta* germplasm collection and its application status in China, In: International Beta Genetic Resources Network. A Report on the 3rd International Beta Genetic Resources Workshop and World Beta Network Conference, In Frese L. and D.L. Doney (Eds.), North Dakota State University, Fargo, USA, 4-6 August 1994. International Crop Network Series 11. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, pp 27-29.
- Vural, H., Eşiyok, D., & Duman İ. (2000). *Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme)*, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Yıldırım, Ş. (2003). The chorology of the Turkish species of *Chenopodiaceae*, *Cistaceae*, *Convolvulaceae*, *Cornaceae* and *Corylaceae* families. *The Herb Journal Systematic Botanic*, 10, 203-15.



Research Article

**Molecular identification of ‘*Candidatus Phytoplasma solani*’ using *SecY* and *Vmpl* Genes in Tomato Plants from Van province**

**Mustafa USTA<sup>1</sup>, Abdullah GÜLLER<sup>2</sup>, Serap DEMİREL<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 65000, Van, Turkey

<sup>2</sup>Bingöl University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 12000 Bingöl, Turkey

<sup>3</sup>Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and Genetic, 65000, Van, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-3940-2774> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-3887-4208> <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-3102-4924>

\*Corresponding author e-mail: serap\_comart@hotmail.com

**ArticleInfo**

Received: 09.06.2021

Accepted: 15.11.2021

Online Published: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.950047

**Keywords**

‘*Ca. P. solani*’,  
Phylogeny,  
*SecY*,  
Tomato,  
Turkey,  
*Vmpl*.

**Abstract:** Tomato (*Solanum lycopersicum*) is one of the most financially important vegetable crops. It is a species belonging to the *Solanaceae* family and is cultivated in many countries, including Turkey. The natural presence of ‘*Candidatus Phytoplasma solani*’ (‘*Ca. P. solani*’) from the Stolbur group (16SrXII) in tomato plants is extensively characterized based on the 16S rRNA gene worldwide. Tomato plants displaying abnormality and sterility of flower, purpling, and bushy appearance were observed in the Van province, Turkey. DNA extraction from tomato leaves was performed, and the extracted DNA was used to amplify 16S rRNA sequences using universal primer pairs by double PCR assays. After confirming the presence of the probable agent (‘*Ca. P. solani*’), nested PCR testing was performed using an appropriate primer set amplifying the *SecY* and *Vmpl* genes of the same DNAs. Amplified PCR yields were then cloned into a pGEM T-Easy vector and sequenced by New Generation System (NGS). Sequenced 1438 bp nucleotides for *Vmpl* gene (MN104838) and 905 bp nucleotides for *SecY* gene (MN125054) revealed 97.38% and 100% maximum nucleotide similarity with formerly published *Vmpl* and *SecY* gene sequences of ‘*Ca. P. solani*’ species belonged to the Stolbur group (16Sr-XII), respectively. According to the phylogenetic tree created using our gene sequences from ‘*Ca. P. solani*’, *Vmpl*, and *SecY* gene sequences showed a highly phylogenetic affinity with the same sequences of the same agent from Serbia and France, respectively. To the best of our knowledge, this study is the first report to reveal the phylogenetic relationships of ‘*Ca. P. solani*’ in stolbur group (16Sr XII-A) using *SecY* and *Vmpl* genes in the tomato plant in Turkey based on the non-ribosomal genes.

**Van’dan Domates Bitkilerinde *SecY* ve *Vmpl* Genlerini Kullanarak ‘*Candidatus Phytoplasma solani*’nin Moleküler Tanımlanması**

**Makale Bilgileri**

Geliş: 09.06.2021

Kabul: 15.11.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.950047

**Öz:** Domates (*Solanum lycopersicum*) finansal olarak en önemli sebze bitkilerinden biridir. Solanaceae familyasına ait olan domates Türkiye’nin de içerisinde bulunduğu bir çok ülkede kültürü yapılmaktadır. Domates bitkilerinde Stolbur gruptan ‘*Candidatus Phytoplasma solani*’nin doğal varlığı dünya genelinde geniş ölçüde 16S rRNA geni üzerine dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Çiçekte anormallik ve kısırlık, morluk ve gür görünüm sergileyen domates bitkileri Türkiye’nin Van ilçesinde gözlemlendi. Domates yapraklarından DNA izolasyonu gerçekleştirildi. İzole edilen DNA’lar evrensel primer çiftleri çift PCR

## Anahtar Kelimeler

'*Ca. P. solani*',  
Filogeni,  
*SecY*,  
Domates,  
Türkiye,  
*Vmp1*.

teknikiyle 16S rRNA sekansını çoğaltmak için kalıp olarak kullanıldı. Muhtemel ajanın varlığının doğrulanmasının ardından, Nested PCR tekniği aynı DNA'ların *SecY* ve *Vmp1* genlerini amplifiye eden uygun primer çiftleri kullanılarak gerçekleştirildi. Çoğaltılan PCR ürünleri daha sonra pGEM T-Easy vektöre klonlandı ve yeni nesil sekanslama teknolojisi ile sekanslandı. 1438 bp'lik *Vmp1* geni ve 905 bp'lik *SecY* genine ait nükleotid dizileri Stolbur gruba ait '*Ca. P. solani*'nin daha önceleri yayımlanan *Vmp1* ve *SecY* geni ile sırası ile 97.38% and 100% maximum nükleotid benzerliği göstermiştir. '*Ca. P. solani*'ye ait bizim gen sekanslarımız ile oluşturulan filogenetik ağaca göre *Vmp1* ve *SecY* geni sekansları sırasıyla Sırbistan ve Fransa'dan aynı ajanın aynı genleri ile yüksek filogenetik ilişki göstermiştir. Bizim bilgimize göre bu çalışma ribosomal olmayan genlere dayalı Türkiye'de domates bitkilerinde *SecY* and *Vmp1* genlerini kullanarak stolbur grupta (16Sr XII-A) '*Ca. P. solani*'nin filogenetik ilişkisini ortaya koyan ilk rapordur.

## 1. Introduction

Tomato (*Solanum lycopersicum*), which is of South American origin in the *Solanaceae* family, and cultivated in 175 countries, is a commercial vegetable crop grown in almost every part of the world due to its wide range of uses. China is the leading country in the production of tomatoes; thereafter comes India and the USA. According to FAO data, Turkey ranks third among the world countries with a tomato production of approximately 13 million tons (Faostat, 2019). Tomato is one of the main vegetables in Van province, with a yield of 15017 tons in 566.3 hectares (Anonymous, 2016).

Phytoplasmas are one of the major plant parasites that limit solanaceous crops, including tomatoes. Phytoplasmas were firstly discovered in 1960 (Bai et al. 2006). Phytoplasmas, formerly known as mycoplasma-like organisms (MLO), have a wide-host range, Gram<sup>+</sup>, without cell walls, hardly cultured, pleomorphic prokaryotes 8–10 nm in size, with minimal size DNA genome (Sugio et al., 2011; Contaldo et al., 2012). In extensive evolutionary research, phytoplasmas are included in the *Mollicutes* class. It is difficult to classify phytoplasmas according to the criteria applied to *Mollicutes* taxonomy since it is proved impossible to obtain pure cultures of any phytoplasma and the lack of accessible phenotypic principle (Vandamme et al., 1996; Razin et al., 1998). The 16S rRNA gene has fairly conserved sequences and is mostly used for phylogenetic research of prokaryotes. The sequence of this gene has been used in the recent phytoplasma taxonomy as the primary phylogenetic parameter (Lee et al., 1993; Seemüller et al., 1998). Therefore, a 2.5% uniqueness threshold in the 16s rRNA gene is still applied as a guideline for accepting a new species (IRPCM, 2004). Different phytoplasma strains biologically and ecologically fail to meet the requirement of sharing < 97.5% sequence similarity with current '*Candidatus Phytoplasma*' but warrant designation of a new taxon can't be easily classified. In this case, extra unique properties like host types and insect vectors or additional molecular markers need to be included for finer speciation and differentiation of phytoplasmas (Martini et al., 2007).

Recently, more than 100 phytoplasma species have been defined from edible crops, weeds, ornamental plants, woody and fruit trees, parasite plants, and insects (Bertaccini and Duduk, 2009). Phytoplasmas are biotrophic microorganisms that spread with aphids sucking phloem sap in a persistent manner and parasitic plants (Suzuki et al., 2006; Shimizu and Aoki, 2019). '*Ca. P. solani*' belonging to 16SrXII-A subgroup (Stolbur group) infect the crops with economic significance from the family of both *Solanaceae* and *Apiaceae*, causing severe crop loss (Carraro et al., 2008; Navrátil et al., 2009).

The *SecY* gene is a promising marker gene for finer separation in the successful differentiation of biologically and ecologically close phytoplasma strains. The *SecY* (*prIA*) gene, which codes for the protein translocase subunit, is one of the main subunits of the cytoplasmic membrane, which is necessary for translocation of the exo-cytoplasmic proteins through the cell membrane (Akiyama and Ito, 1987; Lee et al., 2010). The *SecY* gene located in the operator-distal part of the SPC ribosomal protein operon is most likely composed of six cytoplasmic and five periplasmic parts and ten transmembrane segments (Ito, 1990). The PCR-RFLP assays of variable membrane protein-1 amplicons (formerly termed as *stolIH10* and now named *vmp1*) were also studied to elucidate the epidemiology and fine differentiation of the phytoplasma disease (Murolo and Romanazzi, 2015). The *vmp1* gene possesses a high degree of genetic variability and is in direct contact with the host cells. Because of this feature, *Vmp1* is used as a notable marker gene for molecular detection and epidemiological research of bacteria. It also provides

a broad perspective on the monitoring of pathogen movements, revealing the history of the disease and understanding their spreading routes in uncultivable organisms (Kakizawa et al., 2006; Li et al., 2009; Cimerman et al., 2009; Baric et al., 2011).

Stolbur phytoplasma is an infectious agent in edible plants such as solanaceous vegetables (pepper, eggplant, and tomato), vine, sugar beet, strawberry, and celery in Europe, Asia, America, Africa, and Australia (Garnier, 2000). It also affects economically important different fruit crops, including peach (Allahverdi et al., 2018), blackberry (Kuzmanović et al., 2011), and avocado (Laviña et al., 2002), and causes their product loss or even death. In addition to being extensively seen in solanaceous vegetables, its presence has also been reported in different ornamental and wild plants such as marigold (Alp et al., 2016), petunia (Chung et al., 2013), evening primrose (Adamovic et al., 2014) and chicory (Pavlovic et al., 2014). Symptoms of stolbur infection observed in tomatoes are leaf rolling, leaf discoloration, floral distortion, sepal hypertrophy, angular fruit, big bud, and stunting (Çağlar et al., 2010).

The aim of this study is to detect the phytoplasmic agent restricting tomato production by PCR assays using *SecY* and *Vmp1* genes in phytoplasma-suspected tomato plants and assess the molecular and phylogenetic analysis of both genes.

## 2. Material and Methods

### 2.1 Plant samples

Leaf samples from 13 tomato plants displaying phytoplasma-specific symptoms were collected from Van province (Turkey) in the autumn season of 2020. The leaves were quickly brought to the laboratory and stored at -20 until used. For molecular analysis, 0.1 g of frozen sample was subjected to DNA extraction using GeneJET Genomic DNA Purification Kit (Thermo Scientific). Eluted DNA of 35µl was preserved at -80°C until processed.

### 2.2. Amplification of *SecY* and *Vmp1* genes from 'Ca. P. solani'

Firstly, phytoplasmic agent, 'Ca. P. solani', was identified by PCR-RFLP analysis performed using R16F2/R16mR1 and R16F2n/R16R2 primer pairs. Later, primer sets designed by Fialová et al. (2009) based on *SecY* and *Vmp1* gene sequences were utilized in two step PCR amplification, direct PCR, and nested PCR (Table 1). The 50 µl volume PCR-mix containing 5 µl extracted DNA (25ng) consisted of 5µl 10X PCR Buffer, 1µl 10mM dNTP mix, 36.6 µl RNase free water, 3µl MgCl<sub>2</sub> (25 mM), 1µl (20 pmol) forward and reverse primer pairs, with the addition of 0.4 µl Taq DNA polymerase enzyme (5U µl<sup>-1</sup>) (Thermo Scientific, USA). PosecF1/PosecR1 (direct PCR) and then PosecF3/PosecR3 primers (nested PCR) was used for *SecY* amplification, StolH10F1/StolH10R1 (direct PCR) followed by TYPH10F/TYPH10R primer sets (nested PCR) was used for *Vmp1* gene amplification (Table 1). Direct PCR products diluted 30-fold by distilled water were used as a template for nested PCR. Mix without DNA template was used as a negative control. Amplified yields were assessed on agarose gel (1%) using a 10 kb DNA ladder under a UV trans-illuminator device.

Table 1. The primer sets and temperature cycles utilized in the PCR tests. PD: pre-denaturation, D: denaturation, A: annealing, E: extension

Gene	Primer name	Primer sequence	PCR type	PCR cycle conditions and durations
<i>SecY</i>	PosecF1	TCTGCTTTGCCCTTTGCCCTTT	Direct	PD: 94°C- 4m (1 cycle)
	PosecR1	ATTAGTAAACTAGTTCCTCC		D: 94°C-30s
	PosecF3	GGATTGATAGATGCTGCCCC	Nested	A: 52°C-30s (55°C for nested)
	PosecR3	GCCCTATAACGGTGATTTTGA		E: 72°C-2m (1.5m for nested) (35 cycles)
<i>Vmp1</i>	StolH10F1	AGGTTGTAATAATCTTTTATGT	Direct	PD: 95°C- 3m (1 cycle)
	StolH10R1	GCGGATGGCTTTTCATTATTTGAC		D: 95°C-30s
	TYPH10F	AACGTTTCATCAACAATCAGTC	Nested	A: 54°C-30s (62°C for nested)
	TYPH10R	CACTTCTTTCAGGCAACTTC		E: 72°C-1m (35 cycles)



### 2.3. Cloning of PCR amplicons and nucleotide sequencing of *SecY* and *VmpI* genes

In order to reveal the nucleotide sequences, the 100 µl of nested PCR-amplified products were loaded into 1% agarose gel, cut DNA fragments purified with GeneJet agarose gel extraction kit (Cat. No. K0691, Thermo). The purified DNA fragments were cloned directly into the proper prokaryotic cloning vector (pGEM T-Easy) using a competent cell (*E. coli* JM 109 strain). Recombinant plasmids containing the inserted gene were determined by blue-white selection and propagated in a liquid LB medium. And then, six plasmid purification was performed with GeneJet Plasmid Miniprep Kit (Cat. No. K0503, Thermo). After recombinant plasmid containing the gene of interest verified by PCR using gene-specific primers, one plasmid, including each gene, sent for nucleotide sequencing (Sentebiolab/ANKARA). All kits were used according to the manufacturer's instructions. The nucleotide sequences of the *SecY* and *VmpI* genes were stored with accession numbers (MN125054 and MN104838) in the GenBank (NCBI)

### 2.4. Phylogenetic analysis of *SecY* and *VmpI* Sequences

Based on *SecY* and *VmpI* sequences, the phylogenetic inter-relationships among strains of the stolbur group and other phytoplasma groups were evaluated. Partial sequences of members of the 16SrXII group and other phytoplasma strains deposited in GenBank were aligned by using CLC Main Workbench Software version 6.2.2. A phylogenetic tree was created using Mega 7 software, with 1000 bootstrap values based on the neighbor-joining method. For the phylogenetic tree generated for *SecY* genes, *SecY* sequences from different phytoplasmic groups were included as well as the STOL group, but not included for *VmpI* gene duo to lack the other *VmpI* gene sequences from the STOL group in GenBank.

### 3. Results and Discussion

Phytoplasmas interfere with the host's hormone regulation, resulting in remarkable symptoms such as witches' broom, yellowing, reddening and purpling, phyllody, dieback, upward rolling, infertility, woody, and tasteless fruit formation, and stunting (Duduk and Bertaccini, 2011). In our study, Stolbur-diseased tomato plants exhibited striking symptom development such as elongated calyx, infertility and flower deformities, and scrub (Fig 1), which are consistent with those previously reported by many researchers (Pracros et al., 2006; Azza and Eman, 2016; Sakalieva, 2020). The occurrence of stolbur phytoplasma of tomato in Turkey was first known in 1953 and subsequently from potatoes in 1965 (Tanrikut, 1953, Sahtiyancı, 1966). Moreover, the current study revealed the presence of 'Ca. P. solani' in tomato plants in Van province of Turkey by molecular analysis.



Figure 1. Various types of symptoms triggered by stolbur infection on tomato plants.

Phytoplasmas are basically divided into 33 groups according to the RFLP-based grouping of the largely evolutionarily conserved ribosomal 16S rRNA gene (Dickinson and Hodgetts, 2013; Bertaccini

et al., 2014). However, epidemiological studies have shown that different phytoplasma strains which have very close genetic affinity are not easily discriminated by analysis of the 16S rRNA gene sequence only (Martini et al., 2007). In the classification of phytoplasmas, several bacterial genetic markers are also used as supporting tools for more detailed differentiation. Lee et al. (2010) showed that finer differentiation of strains into subgroups of 'Candidatus Phytoplasma' was provided by the *sec Y* gene rather than the 16S rRNA gene. Davis et al. (2013) also signified *SecY* gene could be used in the taxonomy of phytoplasma. Markers based on 23S rRNA and *SecA* gene successfully discriminated candidate species of 'Candidatus Pyhtoplasma' (Hodgetts et al. 2008). Several genetic markers such as *imp*, *tuf*, *Vmp1*, *rp*, *cpn60UT*, *rpoB*, AY-WB, and SAP11 has been used in phylogenetic analyses for detailed separation of phytoplasma strains (Martini et al., 2007; Kakizawa et al., 2009; Sugio et al., 2010; Wu and Baldwin, 2010; Sugawara et al., 2012; Alvarez et al., 2014; Pérez-López et al., 2014; 2018; Rashid et al., 2018).

In our study, two tomato plants showing phytoplasma-like symptoms were PCR-positive. Based on PCR-RFLP analysis of 16S rRNA gene using universal primer sets, we confirmed the presence of 'Ca. P. solani' from the stolbur group in diseased tomato plants. One of the stol-infected DNAs was randomly selected, and their *SecY* and *Vmp1* genes were successfully amplified using related primer sets (Table 1). Nested PCR amplification resulted in 1438 bp for the *Vmp1* gene and a 905 bp DNA fragment for the *SecY* gene (Fig 2). Related sequences of 'Ca. P. solani' were recorded in the GenBank with Acc. No. MN104838 and MN125054, respectively. Interestingly, although the same primer sets were used, DNA fragments of distinct length were obtained in PCR amplification studies performed by various researchers separately, indicating that the *SecY* and *Vmp1* genes have a high degree of variability in terms of DNA fragments with different lengths (Fialová et al., 2009; Lee et al., 2010).

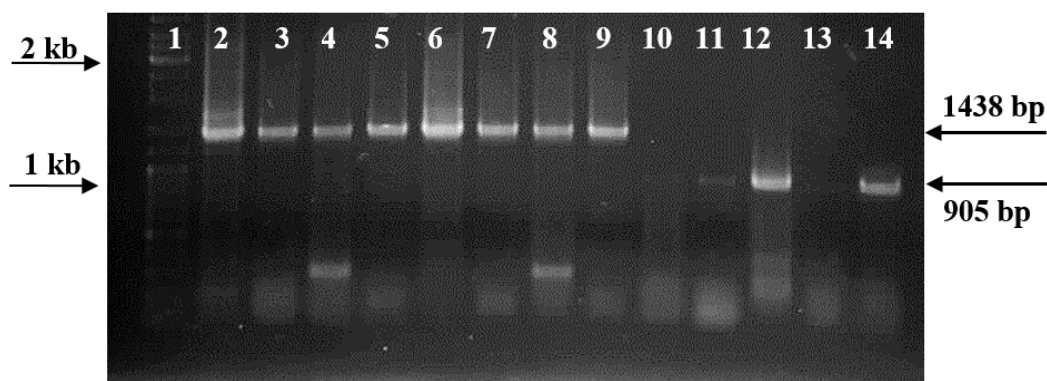


Figure 2. Agarose gel profile of *Vmp1* and *SecY* genes obtained from 'Ca. P. solani' by Nested-PCR assay from suspected tomato plants, 1: Marker (10 kb); 2-9: DNA fragments of *Vmp1* gene of infected tomato; 12 and 13: DNA fragments of *SecY* gene of infected tomato.

According to BLAST analysis, the sequence identity obtained from TYPH10F/TYPH10R primers for *Vmp1* amplicons ranged from 97.38% to 91.80%. The *SecY* gene sequence amplified by PosecF3/PosecR3 primers showed sequence identity in the range of 99.01%-100%. These data indicate that the *secY* gene is more stable than the *Vmp1* gene of 'Ca. P. solani'. PosecF3/PosecR3 primed *SecY* sequences, and TYPH10F/TYPH10R primed *Vmp1* sequences were aligned with the same sequences from 'Ca. P. solani' from different origins and their phylogenetic relationships were revealed. As shown in Fig 3, we determined that the 905 base *SecY* sequence obtained from 'Ca. P. solani' from tomato plants in Van province (Turkey) showed a phylogenetic affinity with the 841 base French isolates (AM992083) from the tomato plant. In the phylogenetic tree, our *SecY* sequence (MN125054) is clustered with 'Ca. P. solani' isolates from the STOL group, although there are *SecY* gene sequences from different 16Sr groups/subgroups (16SrI, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, X, XIII), which indicate that *SecY* gene sequences from the same 16Sr group are more compatible with each other. Unlike the *SecY* gene, the *Vmp1* gene exhibited greater host-independent gene similarity based on the phylogenetic tree generated using 'Ca. P. solani' isolates isolated from different hosts. As seen in Fig. 3, our *Vmp1* sequence (1438 bp, MN104838) showed a phylogenetic affinity with Serbia isolate (1053 bp, KC703030) from the insect *Reptalus quinquecostatus*.

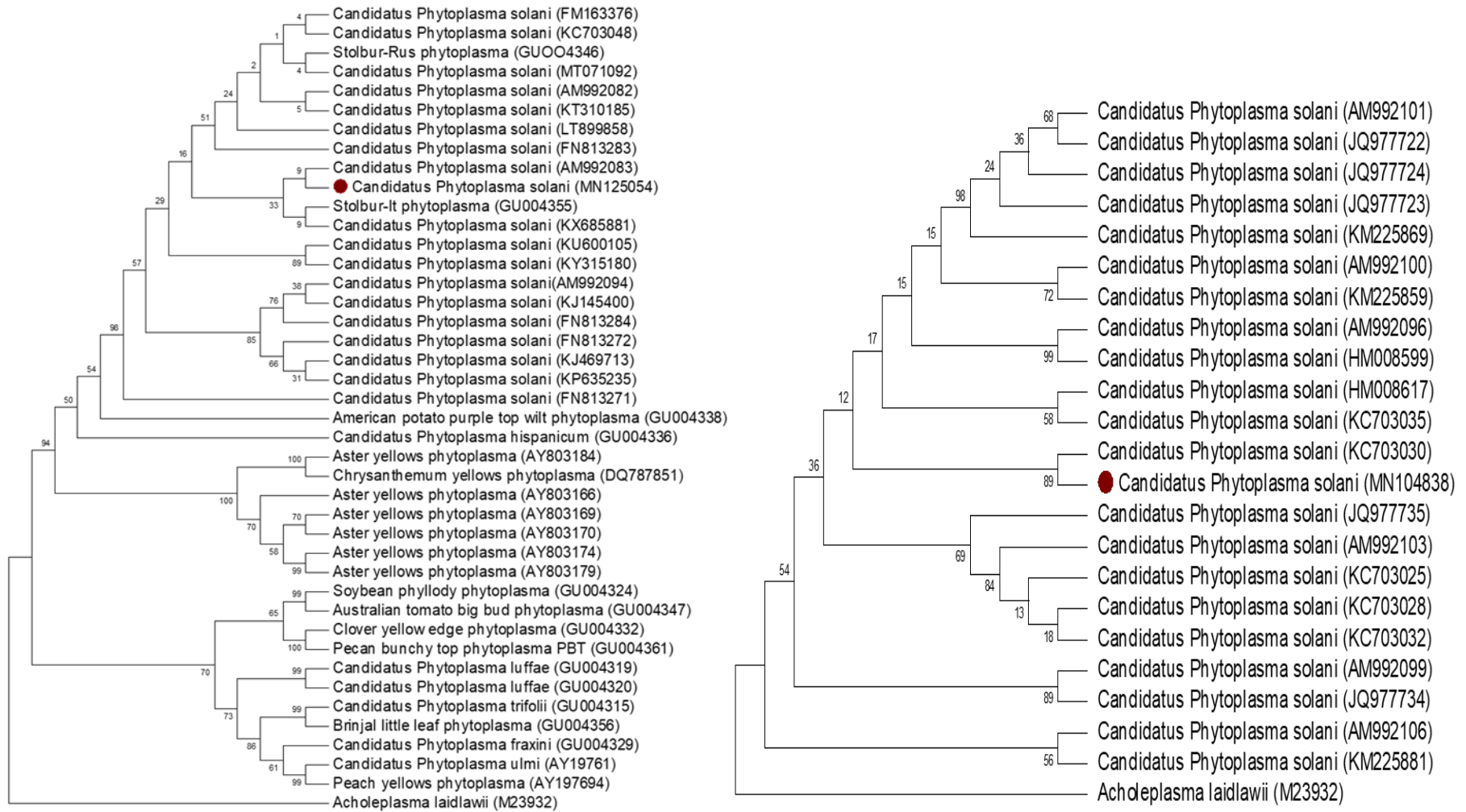


Figure 3. Phylogenetic trees created by using Neighbor-Joining method based on the *SecY* gene sequences consisting of 10 16Sr subgroups and numerous subgroups (left) and *VmpI* gene sequences (right). Bootstrap scores are displayed on the main branches. *A. laidlawii* was assigned as outgroup.

In the world, '*Ca. P. solani*' in the 16 SrXII-A group commonly affects solanaceous crops worldwide, as well as in Turkey (Mitrovic et al., 2016; Ember et al., 2011). In addition to the 16Sr ribosomal genes, other non-ribosomal genes have begun to be widely used in phytoplasma taxonomy. In Turkey, there are many studies reporting the presence of '*Ca. P. solani*' agent based on 16SrRNA gene using universal primer sets related to phytoplasma epidemics in many agro-economic products (Oksal et al., 2017; Usta et al., 2017; Usta et al., 2018; Oksal, 2020). Güller and Usta (2020) detected both *Ca. P. solani* (16SrXII) and *Ca. P. trifolii* (16SrVI-A) in tomato plants from Turkey. However, there are no records revealing the phylogenetic relationship of the related agent using different marker genes such as *SecY* and *VmpI*. To our knowledge, this research is the first phylogenetic investigation of '*Ca. P. solani*' belonging to 16SrXII-A group infecting tomatoes in Turkey based on these genes. Phylogenetic information of any organism provides insight into our understanding of its biodiversity, distribution, origin, evolutionary history, and relationship with others. Therefore, this study is significant in terms of the first phylogenetic report using *SecY* and *VmpI* genes in tomatoes and providing a source for other studies to be carried out in the future.

## References

- Adamovic, D., Djalovic, I., Mitrovic, P., Kojic, S., Starovic, M., Purar, B., & Josic, D. (2014). First report of 16SrXII-A subgroup Phytoplasma (Stolbur) associated with reddening of *Oenothera biennis* in Serbia. *Plant disease*, 98(6), 841-841.
- Ahrens, U., & Seemüller, E. (1992). Detection of DNA of plant pathogenic mycoplasma-like organisms by a polymerase chain reaction that amplifies a sequence of the 16 S rRNA gene. *Phytopathology*, 82(8), 828-832.
- Akiyama, Y., & Ito, K. (1987). Topology analysis of the SecY protein, an integral membrane protein involved in protein export in *Escherichia coli*. *The EMBO Journal*, 6(11), 3465-3470.
- Aksoy, A., & Kaymak, H. Ç. (2016). Türkiye Domates Sektörüne Genel Bakış. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 121-129.
- Allahverdi, T., Rahimian, H., & Rastgou, M. (2018). Peach and nectarine affected with 16SrXII and 16SrIX phytoplasma groups in Northern provinces of Iran. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Journal of Agricultural Sciences*, 28 (Special Issue), 150-158.
- Alp, Ş., Usta, M., Sipahioğlu, H. M., & Güller A. (2016). "First report of "Candidatus Phytoplasma solani" on a new host marigold (*Tagetes erecta* L.)". *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40, 311-318.
- Al-Subhi, A. M., Hogenhout, S. A., Al-Yahyai, R. A., Al-Sadi, & A. M. (2017). Classification of a new phytoplasma subgroup 16SrII-W associated with *Crotalaria witches'* broom diseases in Oman based on multigene sequence analysis. *BMC Microbiology*, 17(1), 221.
- Alvarez, E., Mejía, J. F., Contaldo, N., Paltrinieri, S., Duduk, B., & Bertaccini, A. (2014). 'Candidatus Phytoplasma asteris' strains associated with oil palm lethal wilt in Colombia. *Plant Disease*, 98, 311-318.
- Anonymous (2016). Van with selected indicators. [www.tuik.gov.tr/provinceIndicators/provinces/VAN.pdf](http://www.tuik.gov.tr/provinceIndicators/provinces/VAN.pdf). Access date: 15.03.2017.
- Azza, G. F., & Eman, A. H. M. (2016). Detection of stolbur phytoplasma in tomato by a specific DNA hybridization. *Research Journal Biotechnology*, 11(6), 30-34.
- Bai, X., Zhang, J., Ewing, A., Miller, S.A., Radek, A.J., Shevchenko, D.V., Tsukerman, K., Walunas, T., Lapidus, A., Campbell, J.W., & Hogenhout, S. A. (2006). Living with genome instability: the adaptation of phytoplasmas to diverse environments of their insect and plant hosts. *Journal of Bacteriology*, 188, 3682-3696.
- Baric, S., Berger, J., Cainelli, C., Kerschbamer, C., & Dalla Via, J. (2011). Molecular typing of 'Candidatus Phytoplasma mali' and epidemic history tracing by a combined T-RFLP/VNTR analysis approach. *European Journal of Plant Pathology*, 131, 573-84.
- Bertaccini, A., & Duduk, B. (2009). Phytoplasma and phytoplasma diseases: a review of recent research. *Phytopathologia mediterranea*, 48, 355-378.
- Bertaccini, A., Duduk, B., Paltrinieri, S., & Contaldo, N. (2014). "Phytoplasmas and Phytoplasma Diseases: A Severe Treat to Agriculture". *American Journal of Plant Sciences*, 5(12), 1763-1788.

- Carraro, L., Ferrini, F., Martini, M., Ermacora, P., & Loi, N. (2008) A serious epidemic of Stolbur on celery. *Journal Plant Pathology*, 90, 131–135.
- Chung, B. N., Jeong, M. I., Choi, S. K., Joa, J. H., San Choi, K., & Choi, I. M. (2013). Occurrence of stolbur phytoplasma disease in spreading type *Petunia hybrida* cultivars in Korea. *The plant pathology journal*, 29(4), 465.
- Cimerman, A., Pacifico, D., Salar, P., Marzachi, C., & Foissac, X. (2009). Striking diversity of *vmp1*, a variable gene encoding a putative membrane protein of the stolbur phytoplasma. *Applied and Environmental Microbiology*, 75, 2951–7.
- Contaldo, N., Bertaccini, A., Paltrinieri, S., Windsor, H. M., & Windsor G. D. (2012). “Axenic culture of plant pathogenic phytoplasmas”. *Phytopathologia Mediterranea*, 51, 607-617.
- Çağlar, B.K., Elbeaino, T., Küsek, M., Pehlivan, D., Fidan, H., & Portakaldalı, M. (2010). Stolbur Phytoplasma Infections in Potato and Tomato Plants from Different Locations in Turkey. *The Journal of Plant Pathology*, 39, 1-3.
- Davis, R., Zhao, Y., Dally, E.L., Lee I.-M., Jomantiene, R., & Douglas, S. M. (2013). ‘Candidatus Phytoplasma pruni’, a novel taxon associated with X-disease of stone fruits, *Prunus* spp.: multilocus characterization based on 16S rRNA, *secY*, and ribosomal protein genes. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 63, 766-776.
- Deng, S.J., & Hiruki, C. (1991). Genetic relatedness between two non-culturable mycoplasma-like organisms revealed by nucleic acid hybridization and polymerase chain reaction. *Phytopathology*, 81, 1475–1479.
- Dickinson, M., & Hodgetts, J. (2013). *Phytoplasma methods and protocols*, New York: Humana Press, The University of Nottingham, Nottingham, United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland.
- Doi Y., Teranaka, M., Yora, K., & Asuyama, H. (1967). Mycoplasma or PLT group-like microorganisms found in the phloem elements of plants infected with mulberry dwarf, potato witches’ broom, aster yellows or pawlonia witches’ broom. *Annals of Phytopathological Society Japan*, 33, 259–266.
- Duduk, B., & Bertaccini, A. (2011). Phytoplasma Classification: Taxonomy Based on 16S Ribosomal Gene, Is It Enough? *Phytopathogenic Mollicutes*, 1, 1-13.
- Ember, I., Acs, Z., Munyaneza, J. E., Crosslin, J. M., & Kolber, M. (2011). Survey and molecular detection of phytoplasmas associated with potato in Romania and southern Russia. *European Journal of Plant Pathology*, 130(3), 367-377.
- Fao, (2019). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>. Accession date: 01.11.2021
- Fialová, R., Válková, P., Balakishiyeva, G., Danet, J. L., Šafářová, D., Foissac, X., & Navrátil, M. (2009). Genetic variability of stolbur phytoplasma in annual crop and wild plant species in south Moravia. *Journal of Plant Pathology*, 411-416.
- Ganaie, M.M., Raja, V., Reshi, Z.A., & Verma, V. (2018). Family Solanaceae: Taxonomy and modern trends. *Annals of plant science*, 7(9), 2403-2414.
- Garnier, M. (2000). The stolbur phytoplasma: an ubiquitous agent. *C. R. Acad. Agric. France*, 86, 27–33.
- Güller, A., & Usta, M. (2020). Stolbur and Clover Proliferation Phytoplasma Infections in Tomato from Bingöl province, Turkey. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(4), 855-866.
- Hodgetts, J., Boonham, N., Mumford, R., Harrison, N., & Dickinson, M. (2008). Phytoplasma phylogenetics based on analysis of *secA* and 23S rRNA gene sequences for improved resolution of candidate species of ‘Candidatus Phytoplasma’. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 58(8), 1826-1837.
- IRPCM, (2004). ‘Candidatus Phytoplasma’, a taxon for the wall-less, non-helical prokaryotes that colonize plant phloem and insects. *Int J Syst Evol Microbiol*, 54, 1243–1255.
- Ito, K. (1990). Structure, Function, and Biogenesis of *SecY*, an Integral Membrane Protein Involved in Protein Export. *Journal of Bioenergetics and Biomembranes*, 22(3), 353-367.
- Kakizawa, S., Oshima, K., Ishii, Y., Hoshi, A., Maejima, K., Jung, H.-Y., Yamaji, Y., & Namba, S. (2009). Cloning of immunodominant membrane protein genes of phytoplasmas and their in planta expression. *FEMS Microbiol Letter*, 293, 92–101.
- Kakizawa, S., Oshima, K., & Namba, S. (2006). Diversity and functional importance of phytoplasma membrane proteins. *Trends in Microbiology*, 14, 254–256.

- Kuzmanović, S., Starović, M., Pavlović, S., Gavrilović, V., Aleksić, G., Stojanović, S., & Jošić, D. (2011). Detection of Stolbur phytoplasma on blackberry: A new natural host in Serbia. *Genetika*, 43(3), 559-568.
- Laviña, A., Batlle, A., Faraco, J.G., & Herrera, C.L. (2002). First report of stolbur phytoplasma in avocado in Spain. *Plant disease*, 86(6), 692-692.
- Lee, I. M., Bottner-Parker, K. D., Zhao, Y., Davis, R. E., & Harrison, N. A. (2010). Phylogenetic analysis and delineation of phytoplasmas based on *secY* gene sequences. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 60(12), 2887-2897.
- Lee, I. M., Hammond, R. W., Davis, R. E., & Gundersen, D. E. (1993). Universal amplification and analysis of pathogen 16S rDNA for classification and identification of mycoplasma-like organisms. *Phytopathology*, 83(8), 834-842.
- Li, W., Raoult, D., & Fournier, P. E. (2009). Bacterial strain typing in the genomic era. *FEMS microbiology reviews*, 33(5), 892-916.
- Martini, M., Lee, I. M., Bottner, K. D., Zhao, Y., Botti, S., Bertaccini, A., Harrison, N.A., Carraro, L., Marcone, C., Khan, A.J., & Osler, R. (2007). Ribosomal protein gene-based phylogeny for finer differentiation and classification of phytoplasmas. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 57(9), 2037-2051.
- Mitrovic, M., Jakovljevic, M., Jovic, J., Krstic, O., Kosovac, A., Trivellone, V., Jermini, M., Toševski, I., & Cvrkovic, T. (2016). 'Candidatus Phytoplasma solani' genotypes associated with potato stolbur in Serbia and the role of *Hyalesthes obsoletus* and *Reptalus panzeri* (Hemiptera, Cixiidae) as natural vectors. *European Journal of Plant Pathology*, 144(3), 619-630.
- Murolo S., & Romanazzi G. (2015). Molecular epidemiology of 'Candidatus Phytoplasma solani' by multilocus sequence analysis. *Proceedings of the 18th Congress of ICVG*, Ankara, TURKEY 7-11 September 2015.
- Musetti, R., & Favali, M. A. (2004). Microscopy techniques applied to the study of phytoplasma diseases: traditional and innovative methods. *Curr Issues Multidisciplinary Microsc Res Educ* 2, 72-80.
- Navrátil, M., Válková, P., Fialová, R., Lauterer, P., Šafařová, D., & Starý, M. (2009). The incidence of stolbur disease and associated yield losses in vegetable crops in South Moravia (Czech Republic). *Crop Protection*, 28(10), 898-904.
- Oksal, H. D. (2020). Natural phytoplasma infections on fruit, vegetable and weed plants at the same agroecosystem and their molecular properties. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(2), 615-625.
- Oksal, H. D., Apak, F. K., Oksal, E., Tursun, N., & Sipahioglu, H. M. (2017). Detection and molecular characterization of two 'Candidatus Phytoplasma trifolii' isolates infecting peppers at the same ecological niche. *International Journal of Agriculture and Biology*, 19(6), 1372-1378.
- Pavlovic, S., Starović, M., Stojanovic, S.D., Kojic, S., Marinkovic, J., & Josic, D. (2014). First report of stolbur phytoplasma affecting *Cichorium intybus* in Serbia. *Plant disease*, 98(6), 839-839.
- Pérez-López, E., Dumonceaux, T.J., Olivier, C.Y., & Luna-Rodríguez, M. (2014). Identification of 'Candidatus phytoplasma phoenicium' in periwinkle from Cuba. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 32, S47.
- Pérez-López, E., Omar, A.F., Al-Jamhan, K.M., & Dumonceaux, T.J. (2018). Molecular identification and characterization of the new 16SrIX-J and cpn60 UT IX-J phytoplasma subgroup associated with chicory bushy stunt disease in Saudi Arabia. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 68(2), 518-522.
- Pracros, P., Renaudin, J., Eveillard, S., Mouras, A., & Hernould, M. (2006). Tomato flower abnormalities induced by stolbur phytoplasma infection are associated with changes of expression of floral development genes. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 19(1), 62-68.
- Rashid, U., Bilal, S., Bhat, K.A., Shah, T.A., Wani, T.A., Bhat, F.A., & Nazir, N. (2018). Phytoplasma effectors and their role in plant-insect interaction. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(2), 1136-1148.
- Razin, S., Yogevev, D., & Naot, Y. (1998). Molecular biology and pathogenicity of mycoplasmas. *Microbiology and molecular biology reviews*, 62(4), 1094.
- Sahtiyancı, Ş. (1966). Patates Stolbur virüsü ve Türkiye'de İlk müşahadesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 1(6), 24.

- Sakalieva, D. (2020). Molecular characterization of stolbur phytoplasmas in pepper and tomato from Bulgaria. *BIO Web of Conferences 18*, 00025 IV All-Russian Plant Protection Congress.
- Seemüller, E., Marcone, C., Lauer, U., Ragozzino, A., & Göschl, M. (1998). Current status of molecular classification of the phytoplasmas. *Journal of Plant Pathology*, 3-26.
- Shimizu, K., & Aoki, K. (2019). Development of parasitic organs of a stem holoparasitic plant in genus *Cuscuta*. *Frontiers in plant science*, 10, 1435.
- Sugawara, K., Himeno, M., Keima, T., Kitazawa, Y., Maejima, K., Oshima, K., & Namba, S. (2012). Rapid and reliable detection of phytoplasma by loop-mediated isothermal amplification targeting a housekeeping gene. *Journal of general plant pathology*, 78(6), 389-397.
- Sugio, A., Kingdom, H. N., Nicholls, V. M., & Hogenhout, S. A. (2010). The phytoplasma effector protein *SAP11* improves vector fitness. Congr. Int. Org. Mycoplasmol., 18th, Cianciano Terme, 47, 82.
- Sugio, A., MacLean, A. M., Grieve, V. M., & Hogenhout, S. A. (2011). Phytoplasma protein effector *SAP11* enhances insect vector reproduction by manipulating plant development and defense hormone biosynthesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(48), E1254-E1263.
- Suzuki, S., Oshima, K., Kakizawa, S., Arashida, R., Jung, H. Y., Yamaji, Y., Nishigawa, H., Ugaki M., & Namba, S. (2006). Interaction between the membrane protein of a pathogen and insect microfilament complex determines insect-vector specificity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(11), 4252-4257.
- Tanrıku, S. (1953). Domates yetiştiriciliği için tehlikeli bir hastalık. *Bitki Koruma Bülteni*, 5, 22-28.
- Usta, M., Güller, A., & Sipahioğlu, H. M. (2017). Detection and Characterization of two Phytoplasma lineages on Cucumber (*Cucumis sativus* L.) with Same Symptomatology based on Virtual RFLP and Nucleotide Sequence Analysis of 16S rDNA. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 27, 299-308.
- Usta, M., Güller, A., & Sipahioğlu, H. M. (2018). Molecular analysis of Candidatus *Phytoplasma trifolii* and Candidatus *Phytoplasma solani* associated with phytoplasma diseases of tomato (PDT) in Turkey. *International Journal of Agriculture and Biology*, 20(9), 1991-1996.
- Vandamme, P., Pot, B., Gillis, M., De Vos, P., Kersters, K., & Swings, J. (1996). Polyphasic taxonomy, a consensus approach to bacterial systematics. *Microbiological reviews*, 60(2), 407.
- Woese, C. R., Kandler, O., & Wheelis, M. L. (1990). Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 87(12), 4576-4579.
- Wu, J., & Baldwin, I. T. (2010). New insights into plant responses to the attack from insect herbivores. *Annual review of genetics*, 44, 1-24.



Research Article

**Multivariate Analysis Revealed the Morphological Variability Among *Crataegus* Species\*\***

**Ferhad MURADOĞLU<sup>\*1</sup>, Saime GÜRSOY<sup>2</sup>, Emrah GÜLER<sup>3</sup>**

<sup>1,3</sup>Department of Horticultural, Faculty of Agriculture, Bolu Abant İzzet Baysal University, Turkey

<sup>2</sup>Ministry of Food Agriculture and Livestock, Söke, Aydın, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-6595-7100> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-5147-4447> <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-3327-1651>

\*Corresponding author e-mail: muradoglu@ibu.edu.tr

**Article Info**

Received: 27.07.2021

Accepted: 29.09.2021

Online Published: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.974538

**Keywords**

Clustering analysis,  
Color diversity,  
*Crataegus*,  
Morphological diversity,  
Multivariate analysis.

**Abstract:** The *Crataegus* genus has many species growing as wild that have positive effects on human health. The information about the phenotypic diversity of this species is rather inadequate. Phenotypic diversity among forty-four genotypes belonging to four *Crataegus* species (*C. monogyna*, *C. orientalis*, *C. astrosanguinea*, and *C. meyeri*) was determined based on morphological and physicochemical characteristics. Significant differences were observed among the species in terms of studied characteristics. Fruit weight ranges from 1.60 to 2.50 g for *C. orientalis*, 1.53 to 2.33 g for *C. meyeri*, 1.26 to 2.41 g for *C. astrosanguinea*, and 0.38 to 1.98 g for *C. monogyna*. The highest fruit length (15.19 mm) and width (17.58 mm) were determined in *C. orientalis*. The heights color values, L\*, a\*, and hue° values were highest in *C. meyeri*, while b\* value was highest in *C. monogyna* and Chroma\* was in *C. orientalis*. The highest TSS and pH were found in *C. monogyna* as 3.99% and 4.33%, respectively. TA was highest in *C. monogyna* with 1.83 mg L<sup>-1</sup>. Seed size ranged from 1.36 (*C. monogyna*) to 4.33 (*C. orientalis*), while seed weight ranged from 0.23 g to 0.45 g in *C. monogyna* and *C. astrosanguinea*, respectively. The correlation analysis indicated significant correlations between morphological characters. The principal component and clustering analyses revealed high phenotypic variety among and within the species, showing that the studied characters were useful for describing *Crataegus* species. The results provided valuable insights for morphological and colorimetric characterization of hawthorn species and their utilization.

***Crataegus* Türleri Arasındaki Morfolojik Değişkenliğin Çok Değişkenli Analizle Belirlenmesi**

**Makale bilgileri**

Geliş: 27.07.2021

Kabul: 29.09.2021

Online Yayınlama: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.974538

**Anahtar kelimeler**

Kümeleme analizi,  
Renk çeşitliliği,  
*Crataegus*,  
Morfolojik çeşitlilik,  
Çoklu değişkenli analiz.

**Öz:** İnsan sağlığı üzerinde olumlu etkileri olan ve yabani olarak yetişen *Crataegus* cinsinin birçok türü mevcuttur. Bu türlerin fenotipik değişkenlikleri ile ilgili bilgiler oldukça yetersizdir. Morfolojik ve fizikokimyasal özellikler bakımında dört *Crataegus* türüne (*C. monogyna*, *C. Orientalis*, *C. astrosanguinea* ve *C. meyeri*) ait kırk dört genotipte fenotipik değişkenlikler incelenmiştir. İncelenen özellikler açısından türler arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir. İncelenen türlerin meyve ağırlığı 1.60-2.50 g (*C. orientalis*), 1.53-2.33 g (*C. meyeri*), 1.26-2.41 g (*C. astrosanguinea*) ve 0.38-1.98 g (*C. monogyna*) arasında değişmiştir. En yüksek meyve boyu (15.19 mm) ve genişliği (17.58 mm) *C. orientalis* türünde tespit edilmiştir. En yüksek L\*, a\*, ve hue° değerleri *C. meyeri* türünde bulunurken, en yüksek b\* değeri *C. monogyna* ve Chroma\* değeri ise *C. orientalis* türünde belirlenmiştir. En yüksek ŞÇKM ve pH sırasıyla %3.99 ve 4.33



ile *C. monogyna*'da tespit edilmiştir. Toplam Asitlik ise 1.83 mg L<sup>-1</sup> ile *C. monogyna*'da en yüksek belirlenmiştir. Tohum sayısı 1.36 adet (*C. monogyna*) ile 4.33 adet (*C. orientalis*) arasında değişirken, tohum ağırlığı sırasıyla *C. monogyna* ve *C. astrosanguinea*'da 0.23 g ile 0.45 g arasında belirlenmiştir. Morfolojik karakterler arasında önemli ilişkilerin olduğu korelasyon analiziyle belirlenmiştir. Temel bileşen ve küme analizi, çalışılan tür içinde ve türler arasında yüksek fenotipik çeşitliliğin olduğu ve bu karakterlerin *Crataegus* türlerinin tanımlanması için yararlı olduğunu göstermiştir. Çalışma sonuçları, alıc türlerinin morfolojik karakterleri, renk karakterizasyonun belirlenmesinin ve kullanımları hakkında faydalı bilgiler ortaya çıkarmıştır.

\*\*This article was produced from some part of the MSc thesis of Saime Gürsoy.

## 1. Introduction

The consumption of colorful and native species increases day by day thanks to beneficial effects on health. Hawthorn is one of these species that contain high amounts of bioactive compounds such as organic acid, sugars, antioxidants, phenolic constituents, and vitamin C (Edwards et al., 2012; Gonzalez-Jimenez et al. 2018; Alirezalu et al., 2018; Muradoğlu et al., 2019). Its fruits are rich in vitamins, carbohydrates, and sugar. Besides, hawthorn fruits consist of energy, cellulose, oil, ash, acidity, and TSS (Özcan et al., 2005; Edwards et al., 2012). Therefore, various parts of hawthorn species, including flowers, leaves, and fruits, have been used in many traditional and modern medical applications such as resisting oxidation, promoting digestion, constipation, stomachache anti-inflammatory properties, reducing blood pressure, preventing cardiovascular diseases, and against type II diabetes (Zhang et al. 2002; Chang et al. 2006; Tassell et al., 2010; Aierken et al., 2017).

*Crataegus* species belongs to the *Rosaceae* family and are widely spread primarily in Central Asia, East Asia, North America, and Europe. Hawthorn is a deciduous tree and naturally grows as multibranched large shrubs or small trees that can reach a height of 10 m, while the average height is between 2 to 5 m. The bushes or trees produce dense clusters of white flowers often with a characteristic trimethylamine scent (Zhao and Tian 1996; El-Sayed 2011; Bor et al. 2012). The hawthorn grows not only in forests, hedges, edge of railways, and roads but also in parks and gardens (Phipps, 1998). Hawthorns are used for very different purposes. Plants are used as ornamentals, windbreakers, rootstock for pome fruit species, and forestation zone in the arid regions, while the fruits are usually eaten fresh or processed to vinegar, marmalades, jams, desserts, candies, and canned fruits. Its leaves are used both in folk medicine and as a tea replacement (Baytop, 1984; Cao et al., 1995; Phipps et al. 2003; Hummer and Janick, 2009).

*Crataegus* species bears small fruits that ripen during harvest with fruit colors ranging from yellow to bright red and black (Phipps et al., 2003). Browicz (1972) described fruit colors of *Crataegus* species as yellow facing with red (*C. tanacetifolia*), reddish-orange (*C. orientalis*), black or blackish-purple (*C. pentagyna*), dark purple (*C. curvisepala*), yellow to orange (*C. pontica*), red (*C. stevenii*), bright red (*C. microphylla*), dark red (*C. atrosanguinea*) and red or brownish-red (*C. monogyna*). The high diversity of fruit colors of *Crataegus* species distributed in Turkey represents that Turkey is one of the gene centers of *Crataegus* (Christensen, 1992) resulting in very rich hawthorn genetic resources spontaneously grown and extensively spread.

Some *Crataegus* genotypes or species were identified in different countries (Bektaş et al., 2017; Khadivi et al., 2019; Stoenescu and Cosmulescu, 2020; Yalçın-Dokumacı et al., 2021). But the studies generally focused on the determination of morphological features of genotypes or only one species of the *Crataegus* genus. Currently, the studies on characterization and revealing the differences among species are insufficient. This research aimed to identify and evaluate the morphological, physiochemical, and color characteristics of fruits of four *Crataegus* species.

## 2. Material and Methods

### 2.1. Plant Material

This research was conducted on 44 hawthorn accessions belong to four species: *C. monogyna* subsp. *Monogyna* Jocq (24 accessions), *C. orientalis* var. *Pallasex* Bieb (8 accessions) *C. astrosanguinea* Pojark (9 accessions) and *C. meyeri* pojark (3 accessions). The fruits and seeds of studied species are presented in Figure 1. Samples were taken from native hawthorn population of Bahçesaray region from Eastern Turkey (Figure 2).



Figure 1. The appearance of whole fruit, fruit flesh, and seeds of the hawthorn species.

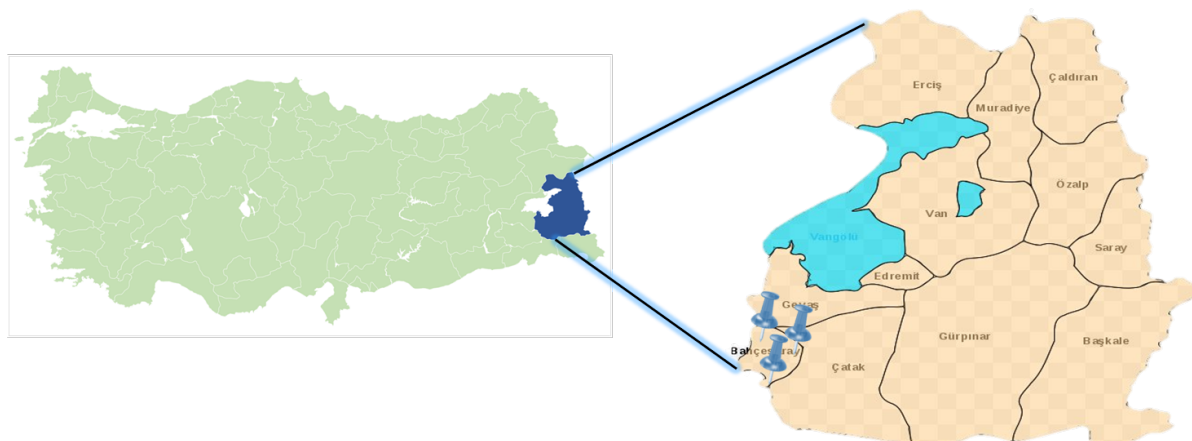


Figure 2. A visual presentation of the research area and sampling territory.

## 2.2. Method

Samples were randomly taken from hawthorn trees of different populations in the middle and late September. In total, twelve morphological characters were evaluated for two consecutive years. Thirty fruits were measured for each accession in each year. Fruit size characters such as fruit length (FL) and fruit width (FWD) were measured using a caliper with an accuracy of 0.1 mm. Fruit weight (FWT) and seed weight (SW) were measured with an electronic scale with a 0.01 g precision. The color parameters (L\*, a\*, b\* Chrome\* and hue°) were determined by using a hand-type colorimeter (Minolta Co., model CR-400, Tokyo, Japan). pH was determined by pH a table type pH-meter (Thermo Science, Orion star A 111). Total soluble solids (TSS) was determined using a hand reflectometer (ATC, NTRM01). TA was measured by titration method as adding 0.1 N NaOH to fruit juice (5 ml) until final pH reaches 8.10.

## 2.3. Statistical analysis

The data were subjected to analysis of variance using SPSS 23.0 statistical software. The minimum (Min.), maximum (Max.), mean, standard deviation values (SD), and coefficient of variations (CV%; SD/mean×100) of the properties were determined. Moreover, the relationship among characteristics was determined by Pearson's correlation analysis using R Studio software by the package of 'corrplot' (Wei et al., 2017). The principal component analysis (PCA) was performed to clarify the relationships of features with each other and accessions using R Studio software by the package of 'ggplot2' (Wickham, 2016). Clustering analysis (CA) was utilized to create a dendrogram showing the hierarchical distribution of accessions in terms of studied characteristics.

## 3. Results and Discussions

A wide variation was determined amongst the studied characters and all variations were highly significant ( $p < 0.05$ ). The b\* and L\* showed the highest CVs (68.55 and 65.48%, respectively), while pH (3.51%) and total soluble solids (12.39%) had the lowest CVs. Nine out of thirteen features had higher than 30.00% CVs (Table 1). The high CV of traits is the indicator of dissemblance. Therefore, there is no significant difference between the species in FL, FWD, and pH, which show very low CVs. Using these features as separators are considered not appropriate in the differentiation of the 4 studied species.

Table 1. Overall descriptive statistics of the hawthorn species

Characters	Abbreviations	Unit	Min	Max	Mean	SE	CV %
Fruit Length	FL	mm	9.79	16.02	13.29	0.25	12.61
Fruit Width	FWD	mm	8.23	18.62	13.82	0.40	19.44
Fruit Weight	FWT	g	0.38	2.50	1.45	0.08	40.60
Seed Size	SS	Piece	1.00	4.83	2.35	0.19	53.55
Seed Weight	SV	g	0.10	0.61	0.33	0.01	39.32
L*	L	Lightness	19.83	75.43	40.13	2.23	36.87
a*	a	Greene/redness	-1.78	44.95	31.68	2.04	42.76
b*	b	Blueness/yellowness	2.12	50.43	22.65	2.34	68.55
Chroma	C	Chroma	14.27	61.97	41.43	2.21	35.51
hue°	h°	Lightness angle	8.22	92.23	31.70	3.13	65.48
Total Soluble Solids	TSS	%	2.8	4.16	3.73	0.06	12.39
pH	pH	H <sup>+</sup> ions	3.89	4.53	4.23	0.02	3.51
Titrateable Acidity	TA	%	0.76	2.23	1.15	0.06	34.66

High fruit dimensions and weight are among the most desirable fruit characteristics for *Crataegus* species in breeding programs. These characters mostly depend on the genotype and ecological conditions. Significant variations were observed in fruit dimensions between species and within species (Figure 3). Fruit length ranged from 9.79 mm to 15.25 mm in *C. monogyna*, 13.21 mm to 15.94 mm in *C. astrosanguinea*, 14.15 mm to 16.02 mm in *C. orientalis*, and 12.53 mm to 15.25 mm in *C. meyeri*. The highest mean fruit width was determined in *C. orientalis* (17.58 mm) followed by *C. meyeri* (16.39 mm), *C. astrosanguinea* (14.44 mm), and *C. monogyna* (12.01 mm). Fruit weights of species were determined 2.13 g in *C. orientalis*, 1.89 g in *C. meyeri*, 1.69 g in *C. astrosanguinea*, and 1.01 g in *C. monogyna* as mean. Yanar et al., (2011) reported fruit dimensions (length and width) and weights of *Crataegus* species between 10.06-18.07 mm, 9.88-20.39 mm, and 0.65-4.19 g, respectively. In another study carried out in Romania, fruit length, width, and weight of *C. monogyna* have been reported from 6.41 to 12.64, from 5.75 to 13.94, and 0.18 to 1.15 g, respectively (Stoenescu and Cosmulescu, 2020). Khavidi et al. (2019) reported fruit length of *C. monogyna* between 8.29-15.4 mm and *C. pentagyna* between 8.52-12.69 mm, while ten-fruit weight ranged from 3.08 g to 12.80 g and 2.75 to 7.80 g, respectively. Bektaş et al. (2017) studied *Crataegus* genotypes to identify their fruit characteristics and reported fruit length, width, and weight as 8.27-19.56 mm, 8.27-19.56 mm, and 0.98-6.76 g, respectively. When the differences and similarities with the previous studies are examined, the results of the studies in the same longitudinal zone in which this study took place are similar, but the fruit sizes in different zones are different. This shows that different hawthorn species spread naturally in different longitudes, and the ecology of the territory is one of the main factors determining the spreading of species.

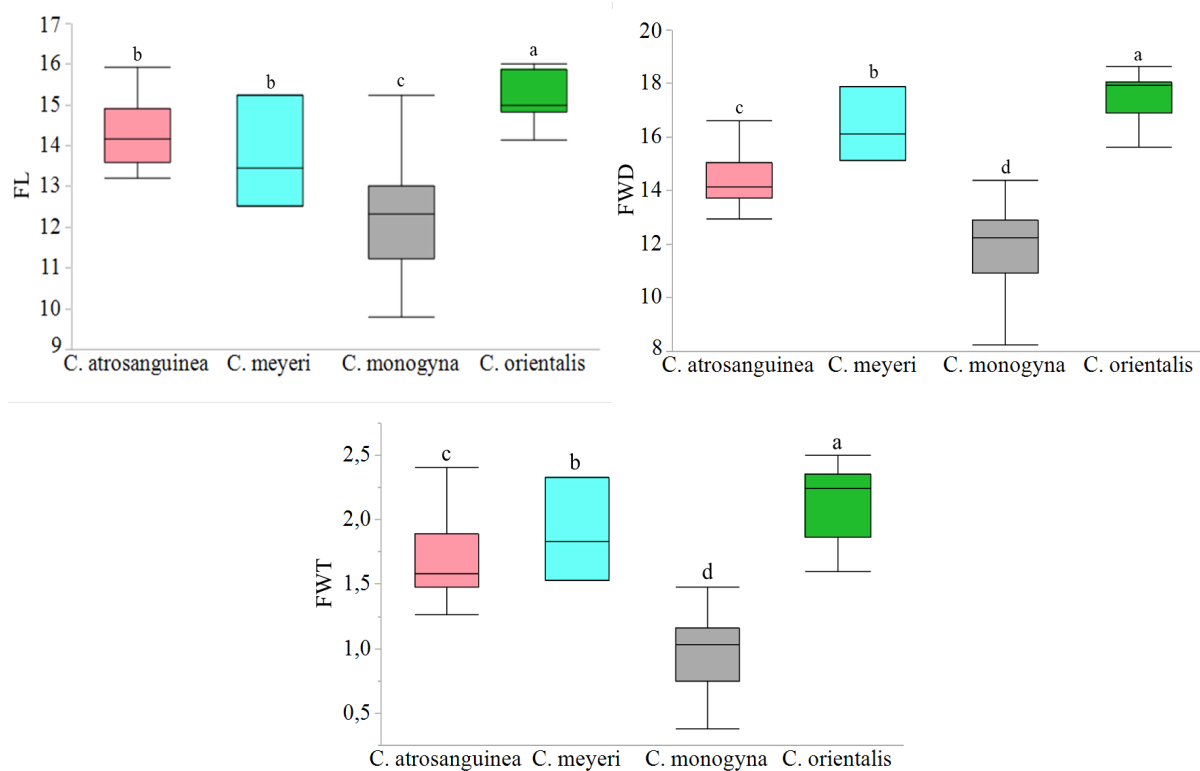


Figure 3. Fruit dimension features of *Crataegus* species.

Hawthorn seeds are often thought of as a discarded material, like many other fruit seeds, in the food industry. But recent studies showed hawthorn seeds have a variety of pharmacological properties on analgesic, hypolipidemic, anti-inflammatory, and antioxidant with rich flavonoids (Can et al., 2010; Peng et al., 2016). Therefore, the determination of seed characteristics became more crucial in breeding programs. Seed size of hawthorn species ranged from 2.99 to 4.33. The highest mean seed size was determined as 4.33 in *C. orientalis* followed by 3.07 (*C. meyeri*), 1.36 (*C. monogyna*), and 2.99 (*C. astrosanguinea*). The highest seed weight was 0.45 g in both *C. orientalis* and *C. astrosanguinea*, while

the lowest was ranged from 0.20 g to 0.38 g in *C. monogyna* and *C. meyeri* respectively (Fig. 4). The seed size and seed weight of hawthorn species were previously reported ranging from 2.40 to 2.50 and 0.6 g to 0.8 g, respectively (Çalışkan, et al., 2018). Khavidi et al. (2019) also declared the seed number and 10 seed weight of *C. pentegynea* and *C. monogyna* as between 4.17-1.00 g and 0.42 g - 1.74 g, respectively. Besides the results of the present study supporting some of the previous researches, some substantial phenomenon were also discovered. One of the remarkable inferences was the high variation of the SWT, although there were very low CVs of fruit size characteristics. This circumstance clearly indicates SWT is one of the foremost distinctive traits for hawthorns and should not be omitted in future selection studies. The other striking result was the discordance of SWT and SS. While the SWTs of *C. atrosanguinea* and *C. orientalis* were completely equal, there was a clear separation of SS. This proves the fact that hawthorns have unique seed density, which can be used as a good identifier in future studies.

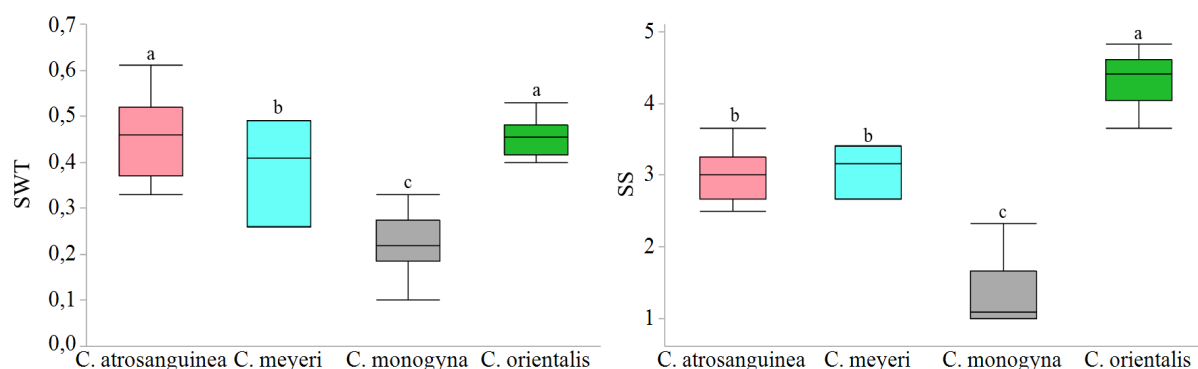


Figure 4. Seed weight and size features of the hawthorn species.

Color is one of the important qualities features that prefer consumer's choice in fresh consumption and food processing technology. Besides, peel color is related to the antioxidant compounds and their levels. Therefore, describing the peel color of the fruit is highly significant for breeding programs. Peel colors of species showed significant variability among species. The color of t varied from yellow to black (yellow, orange, red, and black). The highest  $L^*$ ,  $b^*$ , and  $hue^{0*}$  were determined from 73.96 to 75.43, from 47.43 to 50.43, and from 88.44 to 92.23, respectively in *C. meyeri*, while the highest  $a^*$  and  $Chroma^*$  were determined from 28.84 to 44.95 and from 54.95 to 61.96, respectively in *C. orientalis* (Figure 5). In similar studies, the color values ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $hue^{0*}$ , and  $Chroma^*$ ) of *C. monogyna* were determined as 29.27, 27.76, 8.19, 16.19, and 28.94, respectively (Yalçın-Dokumacı et al., 2021). Bektaş et al. (2017) also mentioned that the peel color of *Crataegus spp.* was observed as yellow, orange, and red in the Malatya region. Yanar et al., (2011) suggested that the colors also could be seen as yellow, orange, light orange, light green, red, and dark red, observing *Crataegus* species of the same region. Color characterization of fifteen *Crataegus* species from seven provinces of Iran reported by Alirezalu et al., (2020) ranging from yellow to black (yellow, yellow-orange, red, orange-red, purple, purple-black, and black). They also reported the highest  $a^*$  was found in *C. atrosanguinea*, while  $b^*$ ,  $L^*$ ,  $Chroma^*$ , and  $hue^{0*}$  were highest in the extracts of *C. azarolus var. aronia*. The results of the present study mostly contradict previous reports. *C. atrosanguinea* had the least  $a^*$  values, and it was the darkest species being almost pure black. Discordant reports may be due to early harvesting of the species preventing it from reaching the final color and the difference in sunning duration period of the studied territories. Sunning duration and period also affect anthocyanin contents, and being one of the anthocyanins, proanthocyanins are mostly responsible for the occurrence of black color in plants (Khoo et al., 2017).

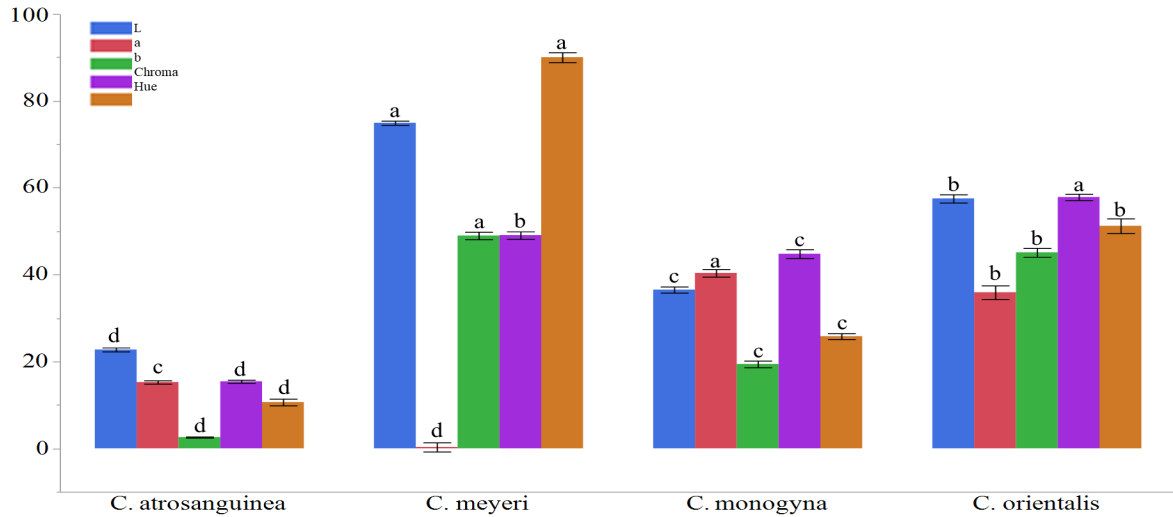


Figure 5. Peel color features of four hawthorn species.

The pH levels were recorded in the range of 4.07 – 4.33. the pH was at the highest level in *C. monogyna*, while the lowest was in *C. meyeri*. The highest (3.99 Brix) and the lowest (2.90 Brix) TSS were observed in *C. monogyna* and *C. meyeri*, respectively. Both the lowest and highest TA were observed in red and black-fruited hawthorns. The TA was at its lowest (0.95 mg L<sup>-1</sup>) in *C. monogyna*, whereas the highest value (1.83) was observed in *C. astrosanguinea* (Figure 6). Yalçın-Dokumacı et al. (2021) reported the pH and acidity of hawthorn fruits (*C. monogyna*) were 4.08 and 1.56%, respectively. Alirezulea et al., (2020) reported the pH (3.03-4.35), TA (0.75-1.17%), and TSS (15.15-23.43 °Brix) features of *Crataegus* species of Iran. In a study from Turkey, pH and TSS were stated between 2.82-6.40 and 6.40-16.00 % (Yanar et al., 2011). Our results were in line with the previous findings, but little differences may be caused by especially lighting, maturity, harvest time, soil, and climatic conditions.

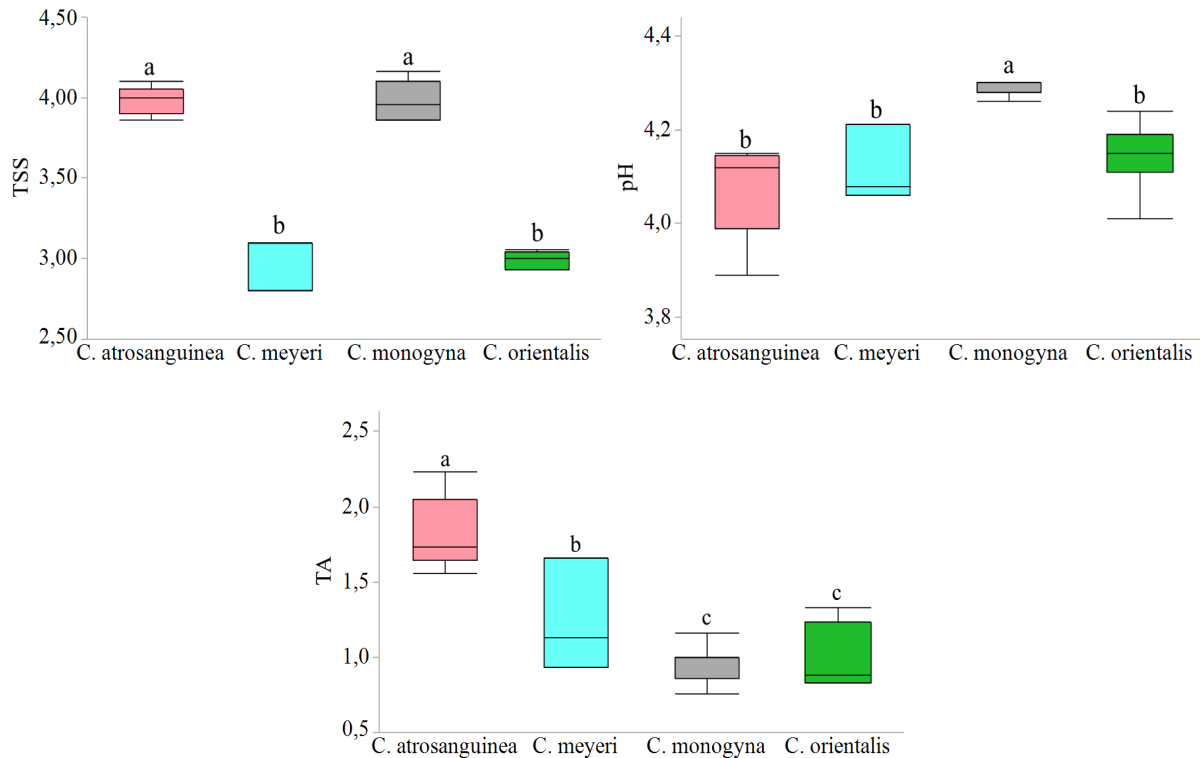


Figure 6. Some chemical features of *Crataegus* species.

Strong correlations ( $P < 0.05$ ) were monitored amongst studied characteristics (Figure 7). The high correlations among fruit characters such as FL, FWD, FWT, SS, SW, TSS, pH, TA, and chromatic parameters were correlated with each other and fruit traits and agreed with previous reports about hawthorn (Khadivi et al., 2019; Stoenescu and Cosmulescu, 2020). On the contrary,  $a^*$  and TSS were negative with FL, FWD, FWT, SS, and SW, indicating that big-fruited hawthorns have less TSS and red color tones. A completely negative relationship between pH and TA both with each other and in their effects on other properties were proof of a well-known phenomenon. Both pH and TA measure total  $H^+$  ions in the medium, and the change of their values is related to the alteration of these ions. If the concentration of  $H^+$  ions in the medium rises pH decreases, while TA increases. The  $h^o$  was highly and positively correlated with  $L^*$ ,  $b^*$ , and  $C^*$ .

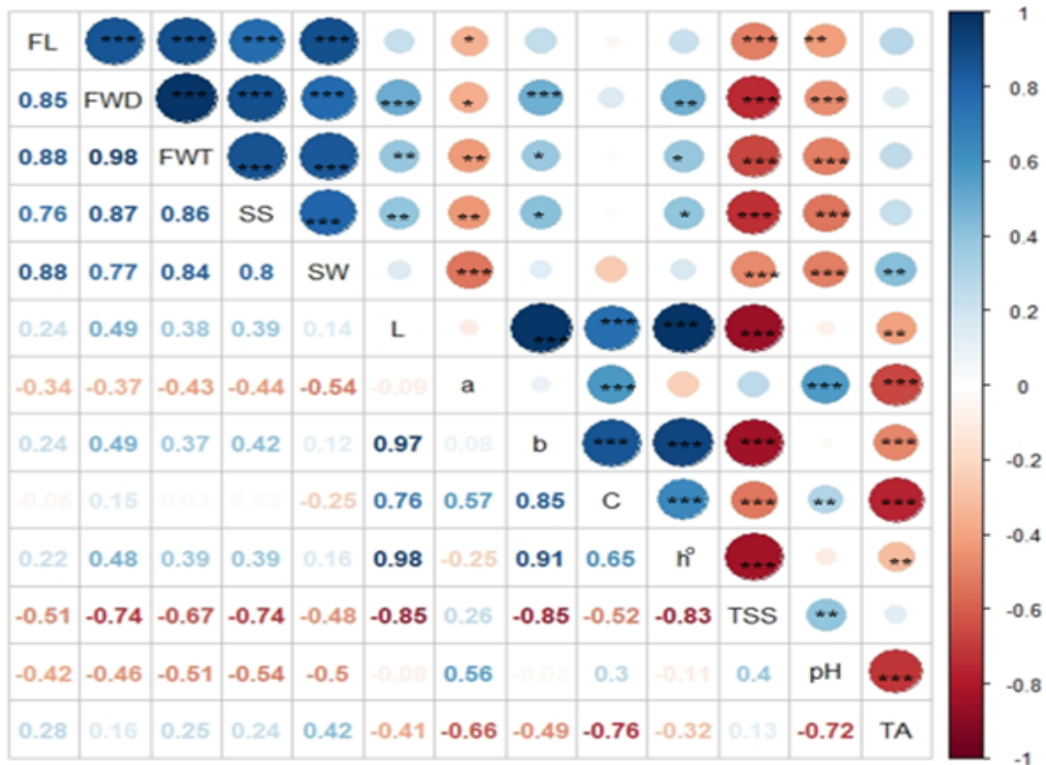


Figure 7. Pearson's pairwise correlations among studied characteristics of the hawthorn species.

The principal component analysis (PCA) and cluster analyses (CA) were grouped the hawthorns into four depending on their species. As a result of PCA that performed on all variables studied to assess and distinguish each of the four hawthorn species, nine principal components were significant ( $p < 0.05$ ), and 99.80% of the total variance was explained by them. The correlation between studied variables and the first and second principal components is shown in Figure 7. The first component (PC1) constituted 49.4% of the total variance and was positively correlated with FL, FWD, FWT, SS, and SW. The second component (PC2) constituted 31.95% of the total variance and was positively correlated with chroma, while was negatively correlated with TA. The third component (PC3) accounted for 9.17% of the total variance and had positive correlations with  $a^*$  and pH. The remaining components also contained other variables and explained less variability (9.46% of total variance), and corresponded with other results (Alirezalu et al., 2018; Khadivi et al., 2019; Stoenescu and Cosmulescu, 2020).

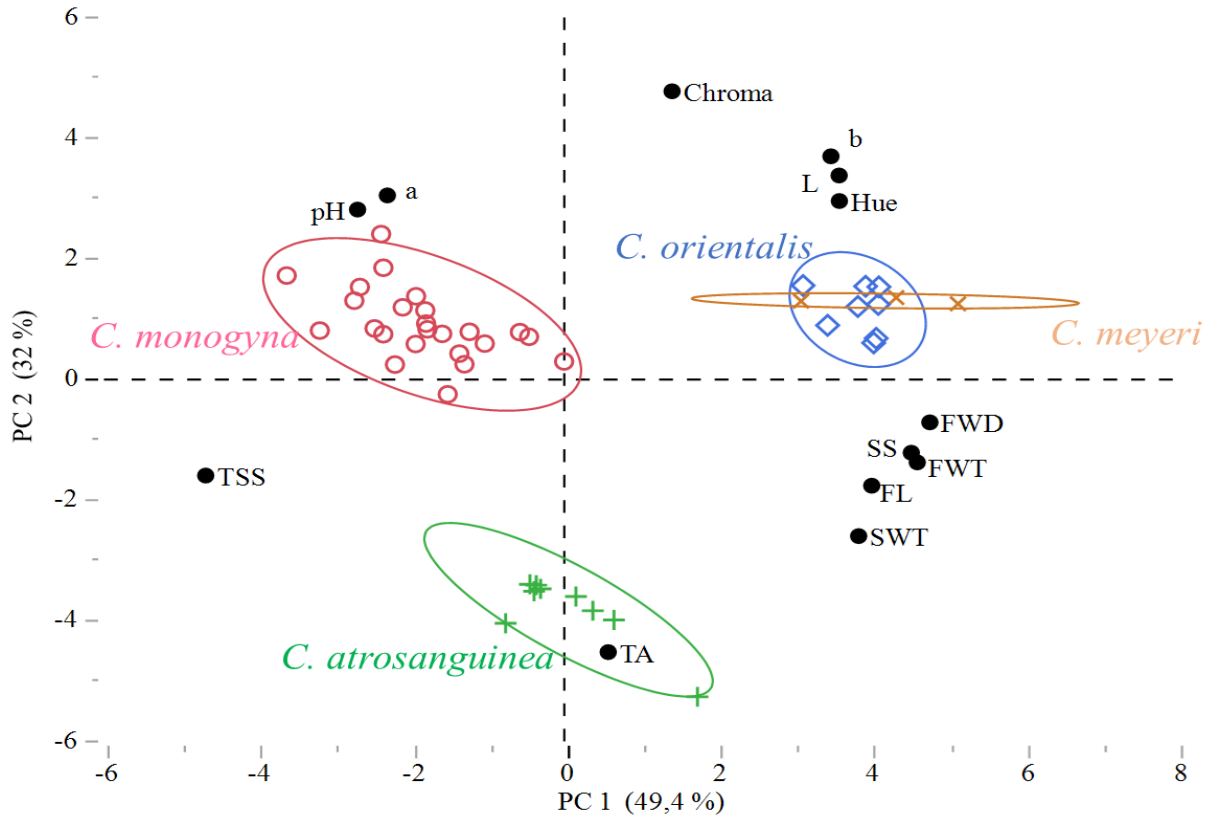


Figure 7. Distribution of the species and traits on the biplot.

Group ellipses were created by a significance level of  $p < 0.05$ .

Clustering analysis was used to define the similarity degree of genotypes that belong to hawthorn species, and shown in Fig 9. Accordingly, the dendrogram was separated into four main clusters. The highest similarity was between 01 and 03 genotypes included in *C. meyeri* species, while the farthest distance was observed between 01 numbered genotypes of *C. monogyna* and *C. orientalis*. Cluster I included *C. monogyna* and was characterized by low values of  $a^*$ , total soluble solids, and pH. Cluster II included *C. atrosanguinea* that was characterized by high values of color parameters. Cluster III and IV also included respectively *C. orientalis* and *C. meyeri* and characterized by FL, FWD, FWT, and SS for *C. orientalis* while *C. meyeri* was characterized by low values of  $L^*$ ,  $b^*$ , and  $\text{hue}^{0*}$ . The distribution of the genotypes and species was like PCA, and these evaluation methods were proven to support each other. Similar results obtained from these methods were reported previously (Güler et al., 2021; Macit, 2021).



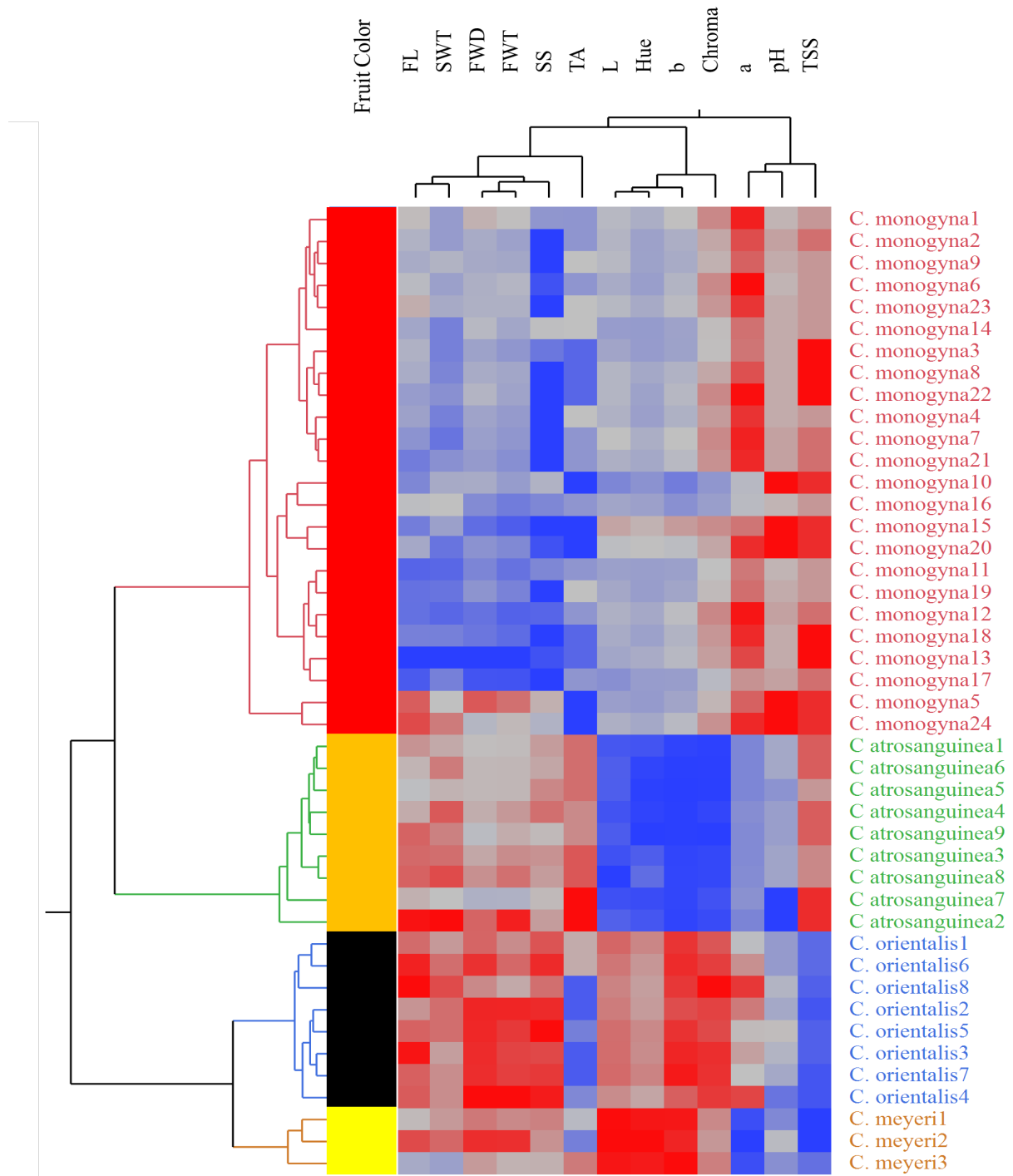


Figure 9. Dendrogram of the four *Crataegus* species based on morphological variables obtained by Hierarchical Clustering Analysis according to Ward's method.

#### 4. Conclusions

The phenotypic variability among species/genotypes is a crucial indicator of classifications and utilization of genetic resources being key factors for breeding. In the present study, phenotypic variability among *Crataegus* species was investigated. Our findings exhibited that hawthorn species have their own fruit and seed characteristics that can effectively be used to classify *Crataegus* species. *C. monogyna* was identified with high fruit and seed size and weight, while *C. orientalis* separated from the others with the lowest values of these characteristics. The most important feature that separates *C. meyeri* from *C. orientalis* was the redness ( $a^*$  value) of peel, while it was quite similar in terms of other

traits. Multivariate analysis was very effective on the distinction of the species and was evaluated that it can be used successfully in future studies.

## Acknowledgment

This article was produced from some part of the MSc thesis of Saime Gürsoy, and the authors gratefully acknowledge the financial support provided by Yuzuncu Yıl University, Scientific Research Projects (Project No. 2014-FBE-YL 130) to this study.

## References

- Aierken, A., Buchholz, T., Chen, C., Zhang, X., & Melzig, M. F. (2017). Hypoglycemic effect of hawthorn in type II diabetes mellitus rat model. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(13), 4557–4561. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8323>.
- Alirezalu, A., Ahmadi, N., Salehi, P., Sonboli, A., Alirezalu, K., Mousavi Khaneghah, A., Barba F.J., Munkata, P.E.S., & Lorenzo, J. M. (2020). Physicochemical characterization, antioxidant activity, and phenolic compounds of hawthorn (*Crataegus* spp.) fruits species for potential use in food applications. *Foods*, 9(4), 436. <https://doi.org/10.3390/foods9040436>
- Alirezalu, A., Salehi, P., Ahmadi, N., Sonboli, A., Aceto, S., Hatami Maleki, H., & Ayyari, M. (2018). Flavonoids profile and antioxidant activity in flowers and leaves of hawthorn species (*Crataegus* spp.) from different regions of Iran. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 452–470. DOI: 10.1080/10942912.2018.1446146
- Baytop, T. (1984). *Treatment with plants in Turkey*. Istanbul University Publication No. 3255, Istanbul (in Turkish).
- Bektaş, M., Bükücü, Ş. B., Özcan, A., & Sütyemez, M. (2017). Plant and pomological characteristics of hawthorn (*crataegus* spp.) genotypes found in Akçadağ and Hekimhan region. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Science*. 4(4), 484–490.
- Bor, Z., Arslan, R., Bektaş, N., Pirildar, S., & Donmez, A. A. (2012). Antinociceptive anti-inflammatory and antioxidant activities of the ethanol extract of *Crataegus orientalis* leaves. *Turk J Med Sci.*, 42(2), 315–324.
- Browicz, P. H. (1972). *Crataegus*. In: Davis PH (ed), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Edinburg Univ. Press, No: 22, Edinburg
- Can, Ö. D., Özkay, Ü. D., Öztürk, N., & Öztürk, Y. (2010). Effects of hawthorn seed and pulp extracts on the central nervous system. *Pharmaceutical Biology*, 8, 924-931.
- Cao, G., Verdon, C., Wu, A. H. B., Wang, H., & Prior, R. L. (1995). Automated oxygen radical absorbance capacity assay using the COBAS FARA II. *Clin. Chem.*, 41, 1738-1744.
- Chang, Q., Zuo, Z., Chow, M. S., & Ho, W. K. (2006). Effect of storage temperature on phenolics stability in hawthorn (*Crataegus pinnatifida* var. major) fruits and a hawthorn drink. *Food Chem.*, 98, 426–430
- Christensen, K. I. (1992). Revision of *Crataegus* Sect, *Crataegus* and *Nothosect*, *Crataeguineae Rosaceae-Maloideae* in the old world. *Monogr Syst Bot.*, 35, 1–199.
- Çalışkan, O., Gündüz, K., & Bayazıt, S. (2018). Sarı Alıç (*Crataegus azarolus* L.) genotipinin Morfolojik, biyolojik ve meyve kalite özelliklerinin İncelenmesi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 35 (Ek Sayı), 69-74.
- Edwards, J. E., Brown, P. N., Talent, N., Dickinson, T. A., & Shipley, P. R. A. (2012). review of the chemistry of the genus *Crataegus*. *Phytochemistry*, 79, 5–26
- El-Sayed, A. (2011). The Pherobase: Database of Insect Pheromones and Semiochemicals. <http://www.pherobase.com>.
- Gonzalez-Jimenez, F. E., Salazar-Montoya, J. A., Calva, G., & Ramos-Ramirez, E. G. (2018). Phytochemical characterization in vitro antioxidant activity and quantitative analysis by micellar electro kinetic chromatography of Hawthorn (*Crataegus pubescens*) fruit. *J Food Qual.*, 1–11. doi:10.1155/2018/2154893.
- Güler, E., Bak, T., Karadeniz, T., & Muradoğlu, F. (2021). Relationships of fruit characteristics of rosehips (*Rosa canina* l.) grown in Bolu city center. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(2), 831-838.

- Hummer, K. E., & Janick, J. (2009). Rosaceae: Taxonomy Economic Importance Genomics. In: K. E. Hummer, & J. D. Postman (Eds.), *Pyrus* (p. 922–927), New York, Springer.
- Khadivi, A., Heidari, P., Rezaei, M., Safari-Khuzani, A., and Sahebi, M. (2019). Morphological variabilities of *Crataegus monogyna* and *C. pentagyna* in northeastern areas of Iran. *Industrial Crops and Products*, 139, 111531
- Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T., & Lim, S. M. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & nutrition research*, 61(1), 1361779.
- Macit, İ. (2021). Evaluation of agronomic, bioactive and element status of promising cherry laurel (*P. laurocerasus*) accessions in the genetic collection by multivariate analysis. *Scientia Horticulturae*, 287, 110253.
- Muradoğlu, F., Gürsoy, S., & Yıldız, K., (2019). Quantification analysis of biochemical and phenolic composition in Hawthorn (*Crataegus* spp.) Fruits. *Erwerbs-Obstbau*, 61(2): 189-194.
- Özcan, M., Haciseferoğulları, H., Marakoğlu, T., & Arslan, D. (2005). Hawthorn (*Crataegus* spp.) fruit: Some physical and chemical properties. *Journal of Food Engineering*, 69(4), 409–413. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.08.032>.
- Pan, G.; Yu, G.; Zhu, C.; & Qiao, J. (2012). Optimization of ultrasound-assisted extraction (UAE) of flavonoids compounds (FC) from hawthorn seed (HS). *Ultrason. Sonochem.*, 19, 486–490.
- Peng, Y., Lou, L. L., Liu, S. F., Zhou, L., Huang, X. X., & Song, S. J. (2016). Antioxidant and anti-inflammatory neolignans from the seeds of hawthorn. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*, 26(22), 5501-5506.
- Phipps, J. B., O’Kennon, R. J., & Lance, R. W. (2003). *Hawthorns and Medlars*. Royal Horticultural Society, Cambridge U.K. pp:180
- Phipps, J. B. (1998). Introduction to the red-fruited hawthorns (*Crataegus*, Rosaceae) of western North America. *Canadian Journal of Botany*, 76(11), 1863-1899.
- Stoenescu, A. M., & Cosmulescu, S. (2020). Variability of Morphological Characteristics In Hawthorn (*Crataegus monogyna* L.) Fruit Genotypes. *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment*, 11(1), 15-26
- Tassell, M. C., Kingston, R., Gilroy, D., Lehane, M., & Furey, A. (2010). Hawthorn (*Crataegus* spp.) in the treatment of cardiovascular disease. *Pharmacognosy Reviews*, 4(7), 32–41. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.65324>
- Wei, T. & Simko, V. (2017). R Package “corrplot”: visualization of a correlation matrix (Version 0.84).
- Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York. ISBN 978-3-319 24277-4, <https://ggplot2.tidyverse.org>.
- Yalçın Dokumacı, K., Uslu, N., Haciseferoğulları, H., & Örneğ, M. N. (2021). Determination of Some Physical and Chemical Properties of Common Hawthorn (*Crataegus Monogyna* Jacq. Var. *Monogyna*). *Erwerbs-Obstbau*, 63,99–106. <https://doi.org/10.1007/s10341-021-00545-x>.
- Yanar, M., Ercişli, S., Yılmaz, K.U., şahiner, H., Taşkın, T., Zengin, Y., Akgül, I., & Çelik, F. (2011). Morphological and Chemical Diversity among Hawthorn (*Crataegus* spp.) Genotypes from Turkey, *Scientific Research and Essays*, 6(1), 35-38.
- Zhang, Z., Ho, W. K. K., Huang, Y., & Chen, Z. Y. (2002). Hypocholesterolemic activity of hawthorn fruit is mediated by regulation of cholesterol- 7 $\alpha$ -hydroxylase and acyl CoA: cholesterol acyltransferase. *Food Res Int.*, 35, 885–891
- Zhao, H. C., & Tian, B. F. (1996). China fruit-plant monograph, hawthorn flora. *Zhongguo Lin Ye Press, Beijing*, 14.



Araştırma Makalesi (Research Article)

## Improvement of Grain Quality Traits in Bread Wheat Genotypes Through Mutation Breeding Using Gamma Irradiation

Alpay BALKAN<sup>\*1</sup>, Oğuz BİLGİN<sup>2</sup>, İsmet BAŞER<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, 5100 Tekirdağ, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-9203-6144> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-4338-9912> <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-6748-3750>

\*Corresponding author e-mail: [abalkan@nku.edu.tr](mailto:abalkan@nku.edu.tr)

### Article Info

Received: 19.03.2021

Accepted: 07.12.2021

Online Published: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.899862

### Keywords

Gamma-ray,  
Mutant population,  
Quality,  
*Triticum aestivum* L.

**Abstract:** This study was conducted to determine changes for some quality characters in M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub> and M<sub>4</sub> mutated populations of three bread wheat genotypes irradiated by different gamma rays. The results showed that the genotypes significantly and variably differed in their response for various traits at different gamma rays doses in M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, and M<sub>4</sub> populations. The shifts per see from the controls for examined quality characters such as thousand-grain weight (TGW), test weight (TW), wet gluten content (GC), gluten index (GI), Zeleny sedimentation value (ZSV), and protein content (PC) in mutant populations were significant according to t-test analysis. The results showed that desired variations could be obtained for quality traits in M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, and M<sub>4</sub> generations with different doses of gamma irradiation depending on bread wheat genotypes. Although the shifts per see from the controls for ZSV, GC, and PC were significant, TGW, GI, and TW showed an unchanged or slightly negative response in the M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, and M<sub>4</sub> generations. It can be generally said that it may be more appropriate to perform selection after M<sub>4</sub> generation for seed quality traits in mutant populations. Although the effect of mutagen doses varies depending on the character, genotype, and mutagenesis generation examined, it can be said that the most appropriate gamma-ray doses are 300 and 200 Gy doses because of causing significant shifts per see from the controls.

## Ekmeklik Buğday Genotiplerinde Tane Kalitesi Özelliklerinin Gamma Işını Kullanılarak Mutasyon İslahı ile Geliştirilmesi

### Makale Bilgileri

Geliş: 19.03.2021

Kabul: 07.12.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.899862

### Anahtar Kelimeler

Gamma ışını,  
Mutant popülasyon,  
Kalite,  
*Triticum aestivum* L.

**Öz:** Bu çalışma, farklı gamma ışını ile ışınlanmış üç ekmeklik buğday genotipinin M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub> ve M<sub>4</sub> mutant popülasyonlarında bazı kalite özelliklerindeki değişimin belirlenmesi için yürütülmüştür. Sonuçlar, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub> ve M<sub>4</sub> popülasyonlarında farklı gamma ışını dozlarında çeşitli özellikler için genotiplerin yanıtlarının önemli ve değişken bir şekilde farklı olduğunu göstermiştir. Mutant popülasyonlarında bin tane ağırlığı (BTA), hektolitre ağırlığı (HA), yaş gluten içeriği (YGİ), gluten indeksi (Gİ), Zeleny sedimantasyon değeri (ZSD) ve protein içeriği (Pİ) gibi kalite özelliklerinin kontrole göre değişimi t-testine göre önemli bulunmuştur. Sonuçlar, ekmeklik buğday genotiplerine bağlı olarak farklı dozlarda gamma ışını uygulaması ile M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub> ve M<sub>4</sub> generasyonlarında kalite özellikleri için istenilen varyasyonların elde edilebileceğini göstermiştir. M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub> ve M<sub>4</sub> generasyonlarında kontrollere göre ZSD, YGİ ve Pİ de önemli değişimler olmasında rağmen, BTA, Gİ ve HA da ise değişim olmamış ya da biraz olumsuz bir değişim olmuştur.

Genel olarak, mutant popülasyonlarda tane kalitesi özellikleri için M<sub>4</sub> generasyonundan seleksiyon yapmanın daha uygun olabileceği söylenebilir. Mutagen dozlarının etkisi incelenen özelliğe, genotipe ve mutant generasyona bağlı olarak değişmekle birlikte, kontrollere göre önemli değişimlere neden olduğundan dolayı 200 ve 300 Gy dozlarının en uygun gamma ışını dozları olduğu söylenebilir.

## 1. Introduction

The main goal in wheat breeding is to develop high-yielding varieties with functional characteristics acceptable to producers, processors, and consumers. This means a success that cannot be underestimated because producers strive for high efficiency, processors need highly functional flour, and consumers demand and expect excellent sensory qualities in final products (Seabourn et al., 2012). Bread wheat flour is a functional flour that is mainly used in making bread, cookies, and pastries (Brankovic et al., 2018). Hence, both the milling and bakery industries require varieties with high-quality flour to produce appropriate flour and finished products. As good quality wheat can be sold at high prices, there is a high demand among farmers for varieties with good baking and milling quality (Byerlee and Moya, 1993). Generally, the best way to determine the wheat quality, which is defined as industrial use, cooking quality, and the quality of the final product, is to evaluate its technological traits. Therefore, it is tried to decide its rheological or technological quality by examining the properties of wheat flour such as protein content, sediment volume, loaf volume, hardness, wet gluten, gluten index. The best way for determining the quality of bread wheat is primarily the evaluation of grain physico-chemical properties for its use in industry, cooking quality, and appropriateness of the quality of the final product. That's the reason why determining thousand grain weight, test weight, wet gluten content, gluten index, Zeleny sedimentation value, protein content, and understanding of its rheological features are important (Ahmadi-Gavligi et al., 2004).

Mutagenesis and hybridization are generally the most commonly preferred breeding methods for the development of new superior commercial varieties. Since the mutagen-derived variability for quantitative traits in crop plants is inherited, and the selection response gives good results, many breeders believe that induced mutations can be used to generate beneficial variation in quantitatively inherited traits where appropriate selection for genetic improvement is applied (MacKay, 2011; Mba, 2013). It causes widespread changes in the morphological, physiological, and quality characteristics after the application of the mutagenic agent. It has been reported that the yield can be increased with the induced mutation, as well as other agronomic characters such as stiffness of straw, time of maturity, adaptability, shattering resistance, disease resistance, protein content, baking quality, malting quality and numerous other characters (Brunner, 1991). In recent years, the application of induced mutation in the improvement of several superior crop varieties has been at the forefront in many countries (developed countries being a priority), and this has had a greater economic impact on food production and nourishment of humanity (Kharkwal and Shu, 2009). The leading countries are China, India, the former USSR, the Netherlands, Japan, and the USA, with the highest number of mutant varieties officially released. Among the mutagens, the highest percentage (> 50%) was gamma rays used in the development of mutant varieties. Crop wise, the number of mutants developed was highest in grains, followed by ornamentals, legumes, and other crops, including legumes and vegetables, forage crops, edible oil crops, and tree species (Mba et al., 2010). Of all crops, rice was the crop with the highest number of mutants (700 mutant varieties), followed by barley, common wheat, corn, durum wheat, oats, millet, sorghum, and rye. According to the FAO / IAEA database, 1,825 mutants (corresponding to 57%) were registered for both agronomic and botanical characteristics; of these, 577 mutants (18%), 321 mutants (10%), 200 mutants (6%), and 125 mutants (4%) were distinguished by increased yield and related traits, better quality and nutrient content, biotic stress tolerance, and abiotic stress tolerance respectively (Suprasanna et al., 2015). Although these mutant varieties have created a greater economic impact by contributing millions of dollars to local economies annually (Ahloowalia et al., 2004; Jain, 2005), unfortunately, the mutant wheat varieties that are expected to provide this extraordinary effect have not yet been developed in our country.

In addition to its protective role from insects and microorganisms and its sterilization effect, it is known that gamma irradiation has important effects on various quality criteria of cereal grains. There

are many studies to examine the effects of gamma irradiation on wheat technological quality, such as grinding, dough, and baking quality characteristics (Paredes-Lopez and Covarrubias-Alvarez, 1984). Many studies have been fulfilled on improving wheat quality through gamma irradiation to extend the shelf life of whole-wheat flour (Marathe et al., 2002) and to increase the activity of endogenous amylases of wheat (Gralik and Warchalewski, 2006). There are also several studies to elucidate the effect of gamma irradiation treatments on gluten protein and gluten fractions (Nayeem et al., 1999).

This paper concentrated to determine the effects of different gamma rays doses on some quality traits of mutant genotypes. The knowledge obtained through this research will be helpful for the breeders while making a selection of potentially improved wheat mutant germplasm.

## 2. Materials and Methods

A total of 3 bread wheat genotypes (Bezostaja 1, IBWSN4, and Kate A1) were chosen to represent likely diversity in earliness, disease resistance, awn type of spike, plant height, and flour quality.

The experiments were set up with 15 irradiated seeds combination along with the un-irradiated (control) in the experimental field of the Field Crops Department of the Faculty of Agriculture of Tekirdağ Namık Kemal University during consecutive growing seasons of 2011-2012, 2012-2013, and 2013-2014 with four replicated. It was made following the required agronomic and cultural practices method. Nitrogen and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> at 160 and 50 kg ha<sup>-1</sup>, respectively, were incorporated into the soil as compound fertilizer (20-20-0) before sowing, urea during tillering, and ammonium nitrate before the heading stage. The crop was kept free of weeds by hand hoeing as necessary.

Some quality traits such as thousand kernel weight (TKW), test weight (TW), protein content (PC), wet gluten content (WGC), gluten index (GI), and Zeleny sedimentation value (ZSV) (for methods see Balkan, 2018) were evaluated in mutated populations of M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, and M<sub>4</sub>.

The data thus collected on mentioned above quality traits were subjected to analysis of statistical manipulation as outlined by Steel and Torrie (1980). The statistical analysis was concerned mainly as a comparison between data of the control and that of the corresponding population using two groups t-test (means) and one tail F-ratio (variances).

## 3. Results and Discussion

The significances of mean squares (MS) from pooled ANOVA through the ‘F’ test for TGW, TW, GC, GI, ZSV, and PC traits in bread wheat mutated populations of M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub> and M<sub>4</sub> were given in Table 1.

Table 1. Results of variance analyses for quality traits in bread wheat mutated populations of M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, and M<sub>4</sub>

Characters	Replication d.f.= 2			Treatments d.f.= 5			Genotype d.f.= 2			Treatment x genotype int. d.f.= 10		
	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
TGW (g)	*	ns	ns	*	**	*	**	**	**	**	*	**
TW (kg/hl)	ns	ns	*	**	**	**	**	**	**	ns	ns	**
GC (%)	**	ns	ns	**	**	*	**	ns	**	**	**	**
GI	ns	ns	ns	*	ns	ns	**	**	**	*	*	**
ZSV (ml)	*	ns	*	**	**	ns	**	**	**	ns	*	ns
PC (%)	**	ns	ns	**	**	**	**	**	**	ns	ns	*

d.f.: degree of freedom, ns: non-significant, \*: significance at 5% level, \*\*: significance at 1% level.

The ‘F’ test indicated that variances due to genotypes were highly significant for all the characters except GC in M<sub>3</sub>, which provided evidence for the significant genetic variability for the traits among the varieties. The results of variance analysis for the treatments (which means the gamma

radiation doses) indicated that the traits out of GI in the M<sub>3</sub> and M<sub>4</sub>, ZSV in the M<sub>4</sub> under study were highly significant at (p<0.01) probability level. Mean values in 100, 200, 300, 400, and 500 Gy of gamma rays and its controls for the investigated characters in the M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, and M<sub>4</sub> mutated populations of three bread genotypes were presented in Tables 2-4, and following results explore the findings of the present investigation.

In the present study, it is seen that there were significant increases in some characters in terms of quality traits in M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub> and M<sub>4</sub> mutated populations of Bezostaja 1 variety (Table 2).

Table 2. Variation of some quality properties according to standards (non-mutants) in the mutant progeny of in M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, and M<sub>4</sub> generation of Bezostaja 1 variety

	Gamma doses (Gy)	TGW (g)		TW (kghl <sup>-1</sup> )		WGC (%)		GI		ZSV (ml)		PC (%)	
		Mean±SE (g)	Shift (%)	Mean±SE (kghl <sup>-1</sup> )	Shift (%)	Mean±SE (%)	Shift (%)	Mean±SE (%)	Shift (%)	Mean±SE (ml)	Shift (%)	Mean±SE (%)	Shift (%)
M <sub>2</sub>	Cont.	37.8±0.17	0.0	74.3±1.04	0.0	24.2±0.39	0.0	87.7±0.33	0.0	40.9±1.17	0.0	11.87±0.18	0.0
	100	37.6±0.78	-0.5	76.4±0.09*	2.8	21.8±0.34**	-9.9	87.7±0.67	0.0	40.3±0.78	-1.5	11.70±0.23	-1.4
	200	36.2±0.76**	-4.2	72.9±0.77	-1.9	23.5±0.47	-2.9	86.3±0.33*	-1.6	41.7±0.35	2.0	11.73±0.23	-1.2
	300	35.3±1.13**	-6.6	76.9±0.96*	3.5	24.2±0.73	0.0	88.7±0.33	1.1	44.2±1.15**	8.1	10.90±0.17*	-8.2
	400	38.6±0.47	2.1	75.3±1.11	1.4	25.0±0.43	3.3	90.3±0.33**	3.0	43.0±0.93*	5.1	11.87±0.52	0.0
	500	38.3±1.37	1.3	72.6±0.45	-2.3	27.5±0.87**	13.6	89.7±1.20*	2.3	47.1±0.96**	15.2	12.57±0.75*	5.9
M <sub>3</sub>	Cont.	35.6±0.45	0.0	77.3±0.47	0.0	36.3±0.18	0.0	78.3±1.67	0.0	52.0±1.53	0.0	14.37±0.13	0.0
	100	35.6±0.65	0.0	77.1±0.06	-0.3	35.0±1.08*	-3.6	79.3±0.67	1.3	52.7±1.33	1.4	14.33±0.32	-0.3
	200	32.7±0.56**	-8.2	77.3±0.09	0.0	37.0±0.48	1.9	75.0±1.89*	-4.2	50.7±1.16	-2.5	14.50±0.06	0.9
	300	31.9±0.56**	-10.4	76.5±0.87	-1.0	36.0±0.12	-0.8	83.3±1.67**	6.4	53.7±0.88	3.3	14.60±0.15*	1.6
	400	32.4±0.10**	-9.0	76.9±0.13	-0.5	35.8±0.55*	-1.4	78.3±1.67	0.0	52.7±1.86	1.4	14.30±0.25	-0.5
	500	31.8±0.63**	-10.7	76.3±0.61	-1.3	37.0±0.87	1.9	76.0±1.06	-2.9	53.3±1.20	2.5	14.33±0.23	-0.3
M <sub>4</sub>	Cont.	44.6±0.55	0.0	81.3±0.40	0.0	44.5±2.00	0.0	61.7±1.67	0.0	49.3±1.33	0.0	14.40±0.15	0.0
	100	47.0±0.69*	5.4	81.9±0.23	0.7	43.6±0.76	-2.0	75.0±1.16**	21.6	56.7±1.20**	15.0	14.77±0.15	2.6
	200	48.1±0.58**	7.9	83.1±0.24*	2.2	42.9±1.11	-3.6	71.7±1.67**	16.2	57.3±1.20**	16.2	14.73±0.23	2.3
	300	47.8±0.71*	7.2	82.9±0.44*	2.0	43.5±0.58	-2.3	73.3±1.67**	18.8	59.0±1.00**	19.7	14.90±0.10	3.5
	400	45.9±0.30*	2.9	82.3±0.52	1.2	44.8±0.79	0.7	68.3±1.67**	10.7	53.7±0.88**	8.9	15.20±0.20**	5.6
	500	44.1±0.30	-1.1	81.5±0.31	0.3	45.1±0.90	1.4	72.7±1.33**	17.8	57.3±0.67**	16.2	15.07±0.03**	4.7

SE: Standard error, Cont.: Control, \* and \*\*statistically significant differences from control at 5% and 1%.

In the M<sub>2</sub> mutated population of Bezostaja 1 variety, there was a gradual statistically increase for TW at values of 2.8 and 3.5% in 100 and 300 Gy, GI at values of 2.3 and 3.0% in 500 and 400 Gy, ZSV at values 5.1, 8.1 and 15.2% in 400, 300 and 500 Gy and PC at the value of 5.9% in 500 Gy respectively, compared to controls. On the other hand, there were statistically significant decreases in the mutant populations for TGW in 200 and 300 Gy, WGC in 100 Gy, GI in 200 Gy, and PC in 300 Gy of the same generation.

Regarding the M<sub>3</sub> mutated population of Bezostaja 1 variety, significant positive shifts in quantitative mean performance were observed for GI with the value of 6.4% in 300 Gy and PC with the value of 1.6% in 300 Gy. However, in the M<sub>3</sub> generation, statistically significant decreases were achieved in the mutant populations for TGW in 500, 300, 400, and 200 Gy and WGC in 100 and 400 Gy, compared to controls.

In the M<sub>4</sub> generation, there were a gradual increase for TGW, GI, ZSV, and PC traits characters while comparing to M<sub>2</sub> and M<sub>3</sub> generations of Bezostaja 1 variety. Among the M<sub>4</sub> mutated populations, remarkable increases than control were provided for TGW with values of 7.9, 7.2, 5.4, and 2.9% in 200, 300, 100, and 400 Gy, TW with values of 2.0 and 2.2% in 200 and 300 Gy, GI with values of 21.6, 18.8, 17.8, 16.2 and 10.7% in 100, 300, 500, 200 and 400 Gy, ZSV with values of 19.7, 16.2, 15.0 and 8.9% in 300, 200, 500, 100 and 400 Gy, PC with values of 5.6 and 4.7% in 400 and 500 Gy, while a significant negative shift in quality mean performances was not observed for Bezostaja 1 variety.

Under the effect of gamma mutagenesis in the progeny (M<sub>2</sub>-M<sub>4</sub>) of IBWSN4 advanced line, significant differences in variability of many traits of seed quality were observed (Table 3).

Table 3. Variation of some quality properties according to standards (non-mutants) in the mutant progeny of in M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, and M<sub>4</sub> generation of IBWSN4 genotype

Gamma doses (Gy)	TGW (g)		TW (kg/hl)		WGC (%)		GI		ZSV (ml)		PC (%)	
	Mean±SE (g)	Shift (%)	Mean±SE (kg hl <sup>-1</sup> )	Shift (%)	Mean±SE (%)	Shift (%)	Mean±SE (%)	Shift (%)	Mean±SE (ml)	Shift (%)	Mean±SE (%)	Shift (%)
Cont.	33.4±0.54	0.0	70.7±0.59	0.0	21.6±0.15	0.0	80.7±0.88	0.0	32.6±1.06	0.0	11.00±0.12	0.0
M <sub>2</sub> 100	36.4±0.69*	9.0	73.7±0.51*	4.2	23.2±0.64**	7.4	78.3±0.33**	-3.0	32.5±1.35	-0.3	10.90±0.55	-0.9
M <sub>2</sub> 200	36.6±0.40**	9.6	70.6±0.25	-0.1	23.3±0.98**	7.9	80.7±0.67	0.0	33.5±0.91	2.8	10.27±0.09**	-6.6
M <sub>2</sub> 300	36.5±1.23*	9.3	71.0±1.18	0.4	24.3±0.38**	12.5	82.7±0.88*	2.5	33.8±1.67*	3.7	10.50±0.15*	-4.6
M <sub>2</sub> 400	37.4±0.90**	12.0	71.0±1.24	0.4	20.0±1.16	-7.4	83.0±0.58*	2.9	33.8±0.70*	3.7	10.17±0.26**	-7.6
M <sub>2</sub> 500	38.0±0.27**	13.8	69.7±0.85	-1.4	23.0±0.20**	6.5	78.0±0.58**	-3.4	35.6±0.35**	9.2	11.13±0.12	2.7
Cont.	31.4±0.22	0.0	74.8±0.81	0.0	34.2±0.12	0.0	71.7±1.45	0.0	37.7±0.33	0.0	12.90±0.29	0.0
M <sub>3</sub> 100	29.3±0.48**	-6.7	74.9±0.15	0.1	34.3±0.10	0.3	58.3±0.88**	-18.7	37.3±0.88	-1.1	13.23±0.12*	2.6
M <sub>3</sub> 200	28.6±0.46**	-8.9	74.3±0.23	-0.7	33.1±0.85*	-3.2	66.7±0.67**	-7.0	37.3±0.33	-1.1	13.23±0.18*	2.6
M <sub>3</sub> 300	28.8±0.40**	-8.3	72.2±1.07**	-3.5	36.6±0.87**	7.0	67.7±0.88**	-5.6	37.7±0.88	0.0	13.33±0.18**	3.3
M <sub>3</sub> 400	27.3±0.58**	-13.1	72.5±0.62**	-3.1	35.7±0.70**	4.4	73.3±1.67	2.2	45.7±0.88**	21.2	13.77±0.03**	6.7
M <sub>3</sub> 500	28.7±0.51**	-8.6	71.9±0.42**	-3.9	39.0±0.53**	14.0	71.7±1.20	0.0	45.0±0.58**	19.4	13.53±0.12**	4.9
Cont.	43.0±0.31	0.0	78.1±0.10	0.0	37.2±0.88	0.0	66.7±0.88	0.0	37.0±1.00	0.0	13.33±0.09	0.0
M <sub>4</sub> 100	43.8±0.89	1.9	79.2±0.51	1.4	46.1±1.33**	23.9	53.3±1.33**	-20.1	40.3±0.88**	8.9	14.20±0.12**	6.5
M <sub>4</sub> 200	43.8±0.60	1.9	79.2±0.70	1.4	42.3±0.33**	13.7	61.7±0.33*	-7.5	38.7±0.67	4.6	14.10±0.17**	5.8
M <sub>4</sub> 300	43.5±0.67	1.2	81.3±0.26**	4.1	45.8±1.45**	23.1	57.7±1.45**	-13.5	40.3±0.33**	8.9	14.47±0.09**	8.6
M <sub>4</sub> 400	43.1±0.90	0.2	81.6±0.12**	4.5	39.9±1.15**	7.3	60.0±1.15**	-10.1	35.7±0.33	-3.5	13.80±0.15	3.5
M <sub>4</sub> 500	44.0±0.32	2.3	80.0±0.26**	2.4	42.4±0.67**	14.0	61.7±0.67*	-7.5	41.7±0.67**	12.7	14.13±0.03**	6.0

SE: Standard error, Cont.: Control, \* and \*\*statistically significant differences from control at 5% and 1%.

In the M<sub>2</sub> mutated population of the advanced lines, there was a gradual statistically increase for TGW at values of 13.8, 12.0, 9.6, 9.3, and 9.0% in 500, 400, 200, 300, and 100 Gy, TW at the value of 4.2% in 100 Gy, WGC at values of 12.5, 7.9, 7.4 and 6.5% in 300, 200, 100 and 500 Gy, GI at values of 2.9 and 2.5% in 400 and 300 Gy and ZSV at values of 9.2, 3.7 and 3.7% in 500, 300 and 400 Gy respectively, compared to controls. On the other hand, there were statistically significant decreases in the mutant populations for GI in 500 and 100 Gy and PC in 400, 200, and 300 Gy of the mutated population.

In the case of the mutated IBWSN4 M<sub>3</sub> population, a significant positive shift in quantitative mean performance was observed in WGC at the values 14.0, 7.0, and 4.4% (500, 300, and 400 Gy), ZSV at the values of 21.2 and 19.4 (500 and 400 Gy), and PC at the values of 6.7, 4.9, 3.3, 2.6 and 2.6% (400, 500, 300, 200 and 100 Gy), while the significant reductions were observed for TGW at 400, 200, 500, 300 and 100 Gy (13.1, 8.9, 8.6, 8.3 and 6.7%), TW at 500, 300 and 400 Gy (3.9, 3.5 and 3.1%), WGC at 200 Gy (3.2%) and GI at 100, 200 and 300 Gy (18.7, 7.0 and 5.6%) of gamma rays.

Regarding the M<sub>4</sub> mutated population of IBWSN4 advanced line, significant positive shifts in quantitative mean performance were observed for TW with values of 4.5, 4.1 and 2.4% in 400, 300, and 500 Gy, WGC with values of 23.9, 23.1, 14.0, 13.7, and 7.0% in 100, 300, 500, 200 and 400 Gy, ZSV with values of 12.7, 8.9 and 8.9% in 500, 300 and 100 Gy and PC with values of 8.6, 6.5, 6.0 and 5.8% in 300, 100, 500 and 200 Gy. However, statistically, significant decreases were achieved in the mutant populations of the advanced line for GI in 100, 300, 400, 500, and 200 Gy, compared to controls. It is understood from the comparison of the mean values of the mutated population of Kate A1 bread wheat variety and their control averages that the data obtained in the M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, and M<sub>4</sub> generations showed significant increases in some quality traits (Table 4).

In the M<sub>2</sub> mutated population of Kate A-I variety, there was a gradual statistically increase for TW at the value of 3.1% in 100 Gy, WGC at the value of 5.6% in 500 Gy, GI at values of 5.7, 4.6, 4.2, 3.9 and 3.4% in 500, 200, 400, 300 and 100 Gy and ZSV at value 8.6% in 500 Gy respectively, compared to controls. On the other hand, there were statistically significant decreases in the mutant populations for WGC in 200 Gy (6.4%) and ZSV in 200 and 300 Gy (11.8 and 9.9%).

In the case of mutated IBWSN4 M<sub>3</sub> population, a significant positive shift in quantitative mean performance was observed in WGC at the values 8.5, 7.1, and 3.7% (300, 400, and 500 Gy), WGC at the values of 8.5, 7.1, and 3.7 % (300, 400 and 500 Gy), GI at the values of 7.7% (100 and 400 Gy), ZSV at the values of 23.5, 13.1 and 9.7% (500, 300 and 400 Gy) and PC at the values of 6.5, 5.9 and 5.4% (400, 300 and 500 Gy), while the significant reductions were observed for TGW at 400, 100, 500,



and 200 Gy (10.7, 6.2, 5.5 and 4.6%), TW at 400, 500, 300, 200 and 100 Gy (3.7, 3.0, 2.4, 2.4 and 1.0%), WGC at 100 Gy (4.0%), GI at 200, 300 and 500 Gy (7.7%), ZSV at 200 and 100 Gy (8.6 and 6.0%) and PC at 100 Gy (1.8%) of gamma rays.

Table 4. Variation of some quality properties according to standards (non-mutants) in the mutant progeny of in M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, and M<sub>4</sub> generation of Kate A1 variety

Gamma doses (Gy)	TGW (g)		TW (kg hl <sup>-1</sup> )		WGC (%)		GI (%)		ZSV (ml)		PC (%)	
	Mean±SE (g)	Shift (%)	Mean±SE (kg hl <sup>-1</sup> )	Shift (%)	Mean±SE (%)	Shift (%)	Mean±SE (%)	Shift (%)	Mean±SE (ml)	Shift (%)	Mean±SE (%)	Shift (%)
Cont.	34.5±0.68	0.0	73.7±0.35	0.0	25.2±0.15	0.0	87.3±0.88	0.0	37.3±0.87	0.0	10.93±0.38	0.0
M <sub>2</sub> 100	33.9±0.63	-1.7	76.0±0.72*	3.1	24.0±1.07	-4.8	90.3±1.20**	3.4	35.1±0.77	-5.9	10.83±0.38	-0.9
M <sub>2</sub> 200	33.4±0.92	-3.2	74.2±0.91	0.7	23.6±1.14**	-6.4	91.3±0.67**	4.6	32.9±0.99**	-11.8	10.60±0.12	-3.0
M <sub>2</sub> 300	33.5±0.98	-2.9	73.4±0.26	-0.4	25.0±0.85	-0.8	90.7±0.67**	3.9	33.6±1.38*	-9.9	11.20±0.27	2.5
M <sub>2</sub> 400	33.1±0.35	-4.1	74.1±1.01	0.5	25.3±0.64	0.4	91.0±0.58**	4.2	37.2±0.38	-0.3	11.37±0.17	4.0
M <sub>2</sub> 500	34.4±0.35	-0.3	72.1±1.00	-2.2	26.6±0.90**	5.6	92.3±0.88**	5.7	40.5±0.67*	8.6	11.90±0.12	8.9
Cont.	30.8±0.35	0.0	77.8±0.12	0.0	35.2±0.15	0.0	65.0±1.16	0.0	38.3±0.88	0.0	13.03±0.03	0.0
M <sub>3</sub> 100	28.9±1.01**	-6.2	77.0±0.22*	-1.0	33.8±0.76*	-4.0	70.0±1.16**	7.7	36.0±0.58*	-6.0	12.80±0.15*	-1.8
M <sub>3</sub> 200	29.4±0.63*	-4.6	75.9±0.40**	-2.4	34.4±0.68	-2.3	60.0±1.16**	-7.7	35.0±0.58**	-8.6	12.93±0.12	-0.8
M <sub>3</sub> 300	30.3±0.82	-1.6	75.9±0.47**	-2.4	38.2±0.67**	8.5	60.0±1.16**	-7.7	43.3±0.88**	13.1	13.80±0.06**	5.9
M <sub>3</sub> 400	27.5±0.59**	-10.7	74.9±0.67**	-3.7	37.7±0.76**	7.1	70.0±1.16**	7.7	42.0±1.16**	9.7	13.87±0.12**	6.5
M <sub>3</sub> 500	29.1±1.14*	-5.5	75.5±0.07**	-3.0	36.5±0.35**	3.7	60.0±0.58**	-7.7	47.3±0.88**	23.5	13.73±0.09**	5.4
Cont.	44.7±0.33	0.0	80.9±0.15	0.0	44.7±0.88	0.0	60.0±1.16	0.0	48.0±0.58	0.0	14.27±0.22	0.0
M <sub>4</sub> 100	43.6±0.12	-2.5	83.0±0.33**	2.6	44.3±1.45	-0.9	63.3±1.20	5.5	46.0±1.16	-4.2	14.23±0.23	-0.3
M <sub>4</sub> 200	41.6±0.53*	-6.9	83.3±0.26**	3.0	45.1±1.13	0.9	55.0±0.58**	-8.3	41.0±0.58**	-14.6	14.00±0.17	-1.9
M <sub>4</sub> 300	42.0±0.20*	-6.0	83.5±0.42**	3.2	46.8±0.76**	4.7	50.0±1.16**	-16.7	43.3±0.33**	-9.8	14.23±0.18	-0.3
M <sub>4</sub> 400	40.6±0.46**	-9.2	82.2±0.38*	1.6	44.7±0.64	0.0	65.0±0.58**	8.3	47.7±0.88	-0.6	14.43±0.12	1.1
M <sub>4</sub> 500	44.8±0.83	0.2	81.6±0.56	0.9	46.9±0.21**	4.9	50.0±0.58**	-16.7	48.3±0.88	0.6	14.73±0.09	3.2

SE: Standard error, Cont.: Control, \* and \*\*statistically significant differences from control at 5% and 1%.

Regarding the M<sub>4</sub> mutated population of Kate A-I variety, significant positive shifts in quantitative mean performance were observed for TW with values of 3.2, 3.0, 2.6, and 1.6% (300, 200, 100, and 100 Gy), WGC at values of 4.9 and 4.7% (500 and 300 Gy) and GI at the value of 8.3% (400 Gy). However, gradually significant decreases were calculated in the mutant populations for TGW in 400, 200, and 300 Gy, GI in 500, 300, 400, and 200 Gy, and ZSV in 200 and 300 Gy, compared to controls in the M<sub>4</sub> generation.

TGW and TW are the measures of grain density in kg per hectoliter. It is useful for the grading of wheat. These are because test weight is related to grain density rather than weight and the denser kernels tend to contain more endosperm (flour) (Williams et al., 1986). The present study observed the negative effects on an average weight of grains in nearly all the cases of gamma rays doses of bread wheat genotypes except IBWSN4 advanced line in M<sub>2</sub> mutated populations where the grain weight showed some increment over the control. Despite the increase in radiation intensity, asynchronous decreases in average values for the feature were observed for the mutated population of wheat genotypes in all generations. The maximum decrease in the average values of grain weight was observed at 400 Gy of radiation dose (13.1) concerning control for the M<sub>3</sub> population of the IBWSN4 line (Table 3). In general, most of the radiation doses showed adverse effects on grain weight. In the case of TW, it can be said that the same trend is valid for it. The present results are in agreement with the findings of Salem et al. (2016), who explained that physical properties such as 1000 grain weight and test weight were not affected by increasing gamma doses up to 3.5 kGy. However, Ainmasaun et al. (2014) observed an increase in the average 100-grain weight at 80 GY of radiation dose as it was found at 15 kR radiation dose in the study. Such type of contradiction might be due to either difference in genetic material under study or due to agro-climatic variations under which the experiment was carried out.

The findings on WGC showed that significant positive shifts in quantitative mean performance were the highest in all of the mutated populations of IBWSN4 advanced lines than those of Kate A-I and Bezostaja 1 varieties compared to controls, indicating enhanced scope for selection. In other words, the most sensitive genotype to gamma irradiation was IBWSN4, while the most resistant genotype was Bezostaja 1. This result may be indicated that the sensitivity to gamma irradiation depends on the genotype. Besides, the same gamma-ray doses will produce opposite changes in the physical properties

of the gluten depending upon the moisture content of the irradiated grain (Sosedov and Vakar, 1961). The gluten of a grain with a moisture content of 13.4% became increasingly weak, its specific extensibility increased, its elasticity diminished, and the wet and dry gluten contents decreased with increasing radiation dosage. In general, the mean values for WGC in all mutated populations of 3 bread wheat genotypes did not alter significantly despite the increased variance observed for these characters, suggesting the incidence of plus and minus mutations with equal frequency (Oka et al., 1958). The present results are in agreement with the findings of Ibrahim (2008), who stated the relative increase in wet gluten depending on cultivar.

In the case of GI, there was a significant gradual increase for Bezostaja 1 and Kate A-I varieties at M<sub>4</sub> and at M<sub>2</sub> populations respectively, while all mutated populations of IBWSN4 were negative compared to controls. In general, the mean value of irradiated populations remains unchanged, possibly due to the symmetrical occurrence of mutations with plus and minus genotypic effects (Oka et al., 1958). These findings are similar to the results of Anwar et al. (2015) who indicated that  $\gamma$ -irradiation increased in quality of gluten through gluten index from 71.22% to 79.31%, 85.11 and 93.21% for the irradiated sample at 3, 6 and 9 kGy respectively. Ibrahim (2008) stated that the increase in mutation doses caused decreases in gluten index values.

Regarding ZSV, the significant range was the greater positive direction in the M<sub>2</sub> and M<sub>4</sub> mutant populations of Bezostaja 1 and IBWSN4 and in the M<sub>3</sub> mutant populations of Kate A-I, compared to controls. These results are confirmed by the finding of Rahemi et al. (2018) and Dolińska et al. (2001), who explained that Zeleny sedimentation values increased significantly in mutated populations as compared with the control. Mansour et al. (2012) explained that increases or decreases in sedimentation values in M<sub>2</sub> populations compared to control might differ depending on the genotype of bread wheat.

In the present study, a significant shift in quantitative mean performance was positive for PC in M<sub>3</sub>, and M<sub>4</sub> populations of IBWSN4 and M<sub>3</sub> population of Kate A-I were also due to the effect of gamma rays while remaining unchanged. Similar results were reported by Swaminathan (1972), Swaminathan (2001), Borzouei et al. (2013), Rahemi et al. (2018). On the other hand, the mean value of irradiated populations of Bezostaja 1 remains unchanged due to its high protein content because the high content of proteins acts as a protective mechanism to fight the harmful effects of gamma radiation (Al-Rumaih and Al-Rumaih, 2008).

#### 4. Conclusion

The increases or decreases in mean performance compared to control were irregular for the values related to the quality characteristics examined in mutant generations. When assessed together in the M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, and M<sub>4</sub> generations, the responses of bread wheat genotypes to different mutagen applications differ. The Bezostaja 1 was less affected than the gamma irradiation, while the IBWSN 4 genotype showed higher sensibility. This suggested that mutagen treatment was associated with the genetic base of the genotypes. It can be generally said that although the shifts per se from the controls for ZSV, GC, and PC were significant, while TGW, GI, and TW showed an unchanged or slightly negative response in the M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, and M<sub>4</sub> generations. This also indicates that it may be more appropriate to perform selection after M<sub>4</sub> generation for seed quality traits in mutant populations. Although the effect of mutagen doses varies depending on the character, genotype, and mutant generation, it can be said that the most appropriate gamma-ray doses were 300 and 200 Gy doses because of causing significant shifts per se from the controls.

#### Acknowledgements

The above analysis of grain quality was carried out using multi-year data obtained in the process of evaluating early mutant population trials for performance in rainfed conditions. No special genetic parameters or other grain yield measurements were made. From these, the authors were able to obtain a very useful understanding of some of the reasons why grain yield and yield components (Balkan et al., 2019) and seed quality traits (this paper) were affected by gamma irradiation and genetic variability. Together with the results of Balkan (2018) and Balkan et al. (2019), the knowledge obtained through this paper will be helpful for the breeders while making a selection for yield and quality of potentially improved wheat mutant germplasm.

## References

- AACC. (2000). Approved methods of the American Association of cereal chemists. Methods 38-12 and 46-13, tenth ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- Ahloowalia, B.S., Maluszynski, M. & Nichterlein, K. (2004). Global impact of mutation-derived varieties. *Euphytica* 135, 187-204.
- Ahmadi-Gavligi, H., Sahari, M.A., Azizi-Tabrizad, M.H. & Rashmeh-Karim, K. (2004). Protein content of important wheat varieties in Iran and their technological properties. *International Journal of Environmental Science and Technology* 1(2), 1-7.
- Al-Rumaih, M. M. & Al-Rumaih, M.M. (2008). Influence of ionizing radiation on antioxidant enzymes in three species of Trigonella. *American Journal of Environmental Science* 4(2), 151-156.
- Animasaun, D.A., Morakinyo, J.A. & Mustapha, O.T. (2014). Assessment of the effects of gamma irradiation on the growth and yield of *Digitaria exilis* (Haller). *Journal of Applied Biosciences* 75, 6164-6172.
- Anwar, M.M., Asael, M.A. & El-Adly, N.A. (2015). Gamma radiation influence on rheological and technological characteristics of wheat flour (misr-1) and sensory properties of pan bread. *Journal of Nuclear Technology and Applied Science* 3(2), 89-97.
- Balkan, A., Bilgin, O., Başer, İ., Göçmen, D.B., Demirkan, A.K. & Deviren, B. (2019). Improvement of grain yield and yield associated traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes through mutation breeding using gamma irradiation. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 16(1), 103-111.
- Balkan, A. (2018). Genetic variability, heritability and genetic advance for yield and quality traits in M2-4 generations of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Turkish Journal Field Crops* 23(2), 173-179.
- Borzouei, A., Kafi, M., Sayahi, R., Rabiei, E. & Amin, P.S. (2013). Biochemical response of two wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) to gamma radiation. *Pakistan Journal of Botany* 45(2), 473-477.
- Brankovic, G., Dodig, D., Pajic, V., Kandic, V., Knezevic, D., Duric, N. & Zivanovic, T. (2018). Genetic parameters of *Triticum aestivum* and *Triticum durum* for technological quality properties in Serbia. *Zemdirbyste-Agriculture* 105(1), 39-48.
- Brunner, H. (1991). Methods of induction of mutations. In: Mandal, A. K., Ganguli, P. K., Banerjee, S.P. (Eds.), *Advances in Plant Breeding*. CBS Publishers and Distributors, Delhi.
- Byerlee, D. & Moya, P. (1993). Impact of International Wheat Breeding Research in The Developing World. pp. 12-16. In: Klatt, A.R. (Eds.). *Wheat production prospects: past, present and future*, CIMMYT, Mexico.
- Dolińska, R., Klockiewicz-Kamińska, E., Zabielski, J. & Warchalewski, J.R. (2001). The technological characteristics of the first generation of wheat grain which was gamma irradiated before sowing. *Żywność* 4(29), 23-35.
- Gralik, J. & Warchalewski, J.R. (2006). The influence of  $\gamma$ -irradiation on some biological activities and electrophoresis patterns of wheat grain albumin fraction. *Food Chemistry* 99, 289-298.
- Ibrahim, E.I.E. (2008). Influence of gamma-irradiation on the physico-chemical properties of the two Sudanese wheat (*Triticum aestivum*) cultivars. M.Sc Dissertation, University of Khartoum, Faculty of Agriculture.
- ICC. (1972). ICC Standart Method 166/1: Determination of the sedimentation value (according to Zeleny) as an Approximate Measure of Baking Quality.
- ICC. (1994). ICC Standard No 155: Determination of wet gluten quantity and quality (Gluten Index ac. To Perten) of Whole Wheat Meal and Wheat Flour.
- ICC. (1995). ICC Standard No 159: Determination of protein by near-infrared reflectance (NIR) Spectroscopy.
- Jain, S.M. (2005). Major mutation-assisted plant breeding programmes supported by FAO/IAEA. *Plant Cell Tissue Organa Culture* 82, 113-121.
- Kharkwal, M.C. & Shu, Q.Y. (2009). The Role of induced mutations in world food security. In: *Induced Plant Mutations in the Genomics Era*, Proceedings of the International Joint FAO/IAEA Symposium IAEA, Vienna.

- MacKay, T.F.C. (2011). Mutations and quantitative genetic variation: lessons from *Drosophila*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 365, 1229-1239.
- Mansour, H.M., Abdel-Tawab, F.M., Fahmy, E.M., Mahrous, S.R., Eissa, H.F. & Saleh, O.M. (2012). Modifications of gene expression of some quality traits in bread wheat using gamma irradiation. *Egyptian Journal of Genetics and Cytology* 41, 37-48.
- Marathe, S.A., Machaiah, J.P., Rao, B.Y.K., Pednekar, M.D. & Rao, V.S. (2002). Extension of self-life of whole flour by gamma radiation. *International Journal of Food Science and Technology* 37, 163-168.
- Mba, C. (2013). Induced mutations unleash the potentials of plant genetic resources for food and agriculture. *Agronomy* 3, 200-231.
- Mba, C., Afza, R., Bado, S., Jain, S.M., Davey, M.R. & Anthony, P. (2010). Induced mutagenesis in plants using physical and chemical agents. *Plant Cell Culture: Essential Methods* 111-130.
- Nayeem, K.A., Devkule, S.N. & Bhagwat, S.G. (1999). Seed protein variations in radiation induced mutant of wheat. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* 59, 363-369.
- Oka, H.I., Hayashi, J. & Shiojiri, I. (1958). Induced mutations of polygenes for quantitative characters in rice. *Journal of Heredity* 49, 11-14.
- Paredes-Lopez, O. & Covarrubias-Alvarez, M.M. (1984). Influence of gamma radiation on the technological and functional properties of bread wheats. *Journal of Food Technology* 19, 225-231.
- Rahemi, M.R., Yamchi, A., Navabpour, S., Soltanloo, H. & Roepstorff, P. (2018). Gamma ray effects on traits related to wheat bakery quality in Roshan cultivar. *Journal of Crop Breeding* 10(26), 120-127.
- Salem, E.A., Soliman, S.A., El-Karamany, A.M. & Abd El-Shafea, Y.M. (2016). Effect of utilization of gamma radiation treatment and storage on total fungal count, chemical composition and technological properties wheat grain. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 26(1), 163-171.
- Seabourn, B.W., Tilley, X., Herald, Z.S.M. & Park, S.H. (2012). A rapid, small-scale sedimentation method to predict breadmaking quality of hard winter wheat. *Crop Science* 52,1306-1315.
- Sosedov, N.I. & Vakar, A.B. (1961). Effect of x-rays on the biochemical properties of wheat, Proceedings 5th International Congress Biochemistry. Moscow, August 10-16, p. 133.
- Steel, R.G.D. & Torrie, J.H. (1980). Principle and procedures of statistics: A biometrical approach. McGraw Hill Book Co. Inc. New York.
- Suprasanna, P., Mirajkar, S.J. & Bhagwat, S.G. (2015). Induced mutations and crop improvement. In: Bahadur, B., V. M. Rajam, L. Sahijram and K. V. Krishnamurthy (Eds.), Plant biology and biotechnology. Vol. I. Plant Diversity, Organization, Function and Improvement, Springer India
- Swaminathan, M.S. (1972). Mutational reconstruction of crop ideotypes. Induced mutations and plant improvement. In: Proc Study Group Meeting of IAEA-FAO, Buenos Aires 1970. IAEA, Vienna.



Research Article

**Description of Plum Scale Immatures Stages (*Sphaerolecanium prunastri* (Boyer de Fonscolombe) (Hemiptera: Coccidae)**

**Gordana ĐUROVIĆ<sup>1</sup>, Selma ÜLGENTÜRK\*<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>University of Molise, Environment, and Food Sciences, Department of Agriculture, 86100, Campobasso, Italy

<sup>2</sup>Ankara University Agriculture Faculty, Plant Protection Department, 06610, Dışkapı, Ankara, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-9338-4853> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-2521-8471>

\*Corresponding author e-mail: [ulgentur@agri.ankara.edu.tr](mailto:ulgentur@agri.ankara.edu.tr)

**Article Info**

Received: 01.09.2021

Accepted: 06.12.2021

Online Published: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.989768

**Keywords**

Immature stages,  
Plum scale,  
*Prunus* sp.,  
Third-instar female.

**Abstract:** Species identification of scale insects is usually made during the adult female period. However, early nymphal stages are targeted in the control of these pests. Plum Lecanium, *Sphaerolecanium prunastri* (Boyer de Fonscolombe) (Hemiptera: Coccidae) is an economically important pest of stone fruits, almonds, and ornamental *Prunus* species in Turkey as well as worldwide. The first-instar, second-instar male and female, and third-instar female of plum scale are redescribed and illustrated. We present diameters, position, distribution, and number of pores (simple, bilocular, trilocular pores, micro-ducts, tubular ducts, spiracular disc-pores), and marginal setae in all immature stages of Plum Lecanium that have not been given descriptions from different authors previously. We recorded the presence of heavy rimmed pores in second-instar males and females. An identification key is provided for all instars and adult females.

**Erik Koşnili (*Sphaerolecanium prunastri* (Boyer de Fonscolombe) (Hemiptera: Coccidae)'nin Biyolojik Dönemlerinin Tanımlanması**

**Makale Bilgileri**

Geliş: 01.09.2021

Kabul: 06.12.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.989768

**Anahtar kelimeler**

Gelişme dönemi,  
Erik koşnili,  
*Prunus* sp.,  
Üçüncü nimf dönemi.

**Öz:** Kabuklubitlerde tür teşhisi genellikle ergin dişi döneminde yapılmaktadır. Oysa bu zararlıların mücadelesinde genç nimf dönemleri hedef alınmaktadır. Erik Koşnili, *Sphaerolecanium prunastri* (Boyer de Fonscolombe) (Hemiptera: Coccidae) Türkiye'de olduğu gibi dünyada da taş çekirdekli meyve ağaçları, badem ve süs eriklerinin önemli bir zararlısıdır. Bu çalışmada erik koşnlinin birinci, ikinci dönem (♂, ♀) ve üçüncü dönem nimfleri tanımlanmış, ve çizimleri yapılmıştır. Her dönemin sahip olduğu karakterlerin büyüklüğü, pozisyonu, dağılımı, salgı bezleri (basit, bilocular, trilocular porlar, tüp şeklindeki porlar, stigma disk porları), vücut kenar kıllarının boyutu ile sayısı tespit edilmiştir. Bu karakterler, daha önceki çalışmaların verileri ile karşılaştırılmıştır. İkinci dönem erkek ve dişi nimflerdeki kalın çerçevevi porların varlığı ilk defa bu çalışmada ortaya konmuştur. Ergin dişiyi de içeren tüm biyolojik dönemlerinin teşhis anahtarı da sunulmuştur.

**1. Introduction**

*Sphaerolecanium* Sulc (Hemiptera: Coccidae) is a monotypic genus (Hodgson, 1994) and *S. prunastri* (Boyer De Fonscolombe) is well known as globose scale, hemispherical plum scale, or plum lecanium that is an economically significant stone fruit pest as well as a pest on ornamental *Prunus* spp.

(Rosaceae) worldwide. Although it is most widespread in Palearctic (Kozár, 1998; Kaydan et al., 2013), it has also been recorded in Nearctic Region (Pfeifer, 1997; Garcia et al., 2021). Besides *Prunus* species, it is recorded on *Amygdalus* spp., *Malus silvestris*, *Cydonia* spp., *Pyrus* spp. (Rosaceae) and *Vitis* spp. (Vitaceae) (Kosztarab and Kozár, 1988). It is a severe pest on Japanese plum, stone fruits, especially cherry, cheery plum and almond, peach, in Armenia, Greece, Turkey and more common on ornamental plum than fruit plum in the USA (Kosztarab, 1959; Babayan, 1986; Kosztarab and Kozár, 1988; Ülgentürk et al., 2001). *Sphaerolecanium prunastri* has an economic impact on plum production, peach and apricot industries and ornamental plants in Turkey (Bodenheimer, 1958; Ülgentürk and Toros, 1999; Ülgentürk et al., 2004; Anonymous, 2008; Özgen and Bolu, 2009; Akşit and Apak, 2013; Çiftçi and Bolu, 2021). It has one generation in a year and overwinters in the second nymph stage on stone fruit trees in Turkey (Anonymous, 2008; Akşit and Apak, 2013). *Sphaerolecanium prunastri* is sap-feeding on twigs and branches of their host (Kozar, 1989). Besides the direct effects of feeding by this soft scale the production of honeydew covers the plant surface, which in turn produces sooty mold, reducing photosynthesis which has a negative impact on fruit quality and quantity. The honeydew also might cover the plum fruits, giving especially early plums a dirty look (local varieties Havran and Can plum), complicate of harvest, and reducing their market value (Anonymous, 2008). Producers notice Plum Lecanium infestations usually not before a large amount of honeydew has already been produced. At this stage sclerotization of the female has already begun, and all tree branches are covered in honeydew, rendering all intervention useless at this point. Early plum varieties run a high risk of containing pesticide residue, an intervention with pesticides is therefore not appropriate. *Sphaerolecanium prunastri* has many natural enemies, but they are not frequently enough to control the population of plum lecanium (Ülgentürk et al., 2004; Özgen and Bolu, 2009).

Also, *Didesmococcus unifasciatus* (Archangelskaya) and *Rhodococcus turanicus* (Archangelskaya) (Hemipteran: Coccidae), which are very similar appearances after maturity of a female with plum lecanium, was recorded pests on *Prunus persica* in Hakkari province, Eastern Anatolia (Kaydan and Kozár, 2010). After that *Didesmococcus unifasciatus* is recorded as an almond and peach pest in Diyarbakır provinces (Bolu, 2012; Çiftçi and Bolu, 2021). For this reason, these three species, which are pests of stone fruit trees in Eastern and Southeastern Anatolia, can be confused with each other.

The study of immature stages of the Coccidae is in its infancy. Most of the research has been conducted on first-instar nymphs, with little attention being paid to other immature stages (Williams and Hodges, 1997). Although the adult female of *S. prunastri* was described by Boyer de Fonscombe in 1834, and subsequently redescribed by Borchsenius (1957), Kosztarab and Kozár (1988), Hodgson (1994), and male by Giliomee (1967), immature stages of *S. prunastri* were described very briefly and limited illustrations made by Silvestri (1919), Borchsenius (1957), Rehacek, (1960). After that, Ben-Dov (1968) described the first and second instars and described and illustrated third-instar female first time.

The aim of the study is to redescribe and illustrate first, second (male and female), and third instar female and offer an identification key for all instars of *S. prunastri* and help to distinguish similar species and timing of control strategies for this pest.

## 2. Material and Method

The scale crawlers emerge from the eggs between May–July and then settle on twigs where they take feeding positions and overwinter as second-instar stage and, depending on climatic conditions, in Ankara. Branches infected by immature stages of plum lecanium were collected every week between the months, March and November Ankara Parks and some distinct, in 2014 and examined under a stereomicroscope. Nymphs were put into 70% alcohol and stored in Coccidology Laboratory at Ankara University, Plant Protection Department. At the same time, some infested branches were kept in the climatic room to obtain more specimens in case of some problem in progress. For a slide-mounting the method of Kosztarab and Kozár (1988).

All characteristics of the stages are illustrated and measured. The terminologies were taken from Hodgson (1994) was based on; B= bilocular pore; C= claw; D1= tubular duct, Type 1; D2= tubular ducts, Type 2; H= heavy rimmed pore; I= ano-genital fold; K= anal plate; L= antenna; M= spiracular disc-pore; N= marginal seta; P= simple pore; R= microtubular duct; S= spiracle setae; T= triloculi pore.

### 3. Result and Discussion

#### ***Sphaerolecanium prunastri* (Boyer De Fonscolombe);**

**Synonym:** *Eulecanium piligerum* Fonscolombe; *Coccus prunastri* Fonscolombe; *Lecanium blanchardii* Targioni and Tozzetti; *Lecanium prunastri* Signoret; *Lecanium (Eulecanium) prunastri* Cockerell; *Eulecanium prunastri* Fernald; *Sphaerolecanium prunastri* Šulc; *Eulecanium piligerum* Leonardi; *Lecanium (Sphaerolecanium) prunastri* Šulc (Kozar, 1998).

**First-instar nymph** (n=10) (Figure 1)

**Material Examined:** Ankara, Haymana, Gölbaşı, Ankara, Botanic Park, Çankaya, *Prunus domestica* 16.vi.2014, Đurović & Ülgentürk (SP2/ 1 first instar nymphs); Ankara, Botanic Park, Çankaya, *Prunus domestica*, 16.vi.2014, Đurović & Ülgentürk (SP1/ 2 first instar nymphs); Afyon; Ankara, Haymana Çiftlik, *Prunus avium* (Rosaceae), 30.vi.2014, Anonymus (ASP1/ 3 first instar nymphs); Ankara, Gölbaşı, *Prunus avium*, 30.vi.2014, Anonymous (ASP2/ 2 first instar nymphs)

**General appearance.** Body oval; colour pinkish.

**Mounted material.** Crawlers body oval; 400–440  $\mu\text{m}$  long; 235–250  $\mu\text{m}$  wide.

**Dorsum;** derm membranous. **Simple pores** with the granulate surface, each 2  $\mu\text{m}$  wide in submarginal and submedial longitudinal lines, extending from head apex to anal lobe, with about 10 pores in each line. **Bilocular pores** each 2  $\mu\text{m}$  wide, about 9–11, in a longitudinal line between lines of simple pores. Anal plates reticulated; each sub-triangular; 25–40  $\mu\text{m}$  long, 20–30  $\mu\text{m}$  wide; each plate with 1 apical setae, 300  $\mu\text{m}$  long, plus 2 sub-apical setae, each 15–18  $\mu\text{m}$  long and one inner setae. Ano-genital fold with 1 pair of anterior margin and lateral margin setae, each 5–18  $\mu\text{m}$  long. Anal ring with pores and 6 setae, each setae 25–34  $\mu\text{m}$  long. Dorsal setae present three on the thorax, each 4–5  $\mu\text{m}$  long. A pair of trilocular pores, each 3  $\mu\text{m}$  wide, placed anterior to each basal antennal segment, near body margin in specimens from plum threes but absent in the specimens from cherry threes.

**Margin.** Marginal setae long (10–13  $\mu\text{m}$ ), 1  $\mu\text{m}$  wide, blunted on the apex, distributed in a single line along body margin as follows: 12 between anterior stigmatic setae; 2 between each stigmatic area; 8 between posterior stigmatic area and anal cleft. Stigmatic clefts narrow; spiracle setae are obviously shorter than margin setae, each stigmatic area with 3 spiracle setae, medial one slightly bigger (7–12  $\mu\text{m}$  long) and 2  $\mu\text{m}$  wide, rounded, lateral ones 5–8  $\mu\text{m}$  long well differentiated in shape from marginal setae. The basal socket of medial spiracle setae 4–5  $\mu\text{m}$  and socket of lateral ones 3–5  $\mu\text{m}$ . Eyes 10  $\mu\text{m}$  wide close to body margin.

**Venter.** Derm membranous. Segmentation visible. Minute dermal spinules in rows, on medial and submedial areas of three last segments of the abdomen, never extending to body margins. Antennae each 6 segmented; 113–120  $\mu\text{m}$  long; segment III longer than other segments; setal distribution as follows: scape with 2 or 3 thick setae, pedicel with two thick setae; segment III: 2 or 3 hairlike setae; IV: 1 spine-like setae; V: 1 fleshy setae and 1 hairlike setae; apical segment: with 6 fleshy setae and 3 hairlike setae Clypeolabral shield 83–105  $\mu\text{m}$  long, 63–78  $\mu\text{m}$  wide, with 1 pair of setae 12–25  $\mu\text{m}$  long. Labium 1-segmented, triangular, 35–43  $\mu\text{m}$  long, 45–55  $\mu\text{m}$  wide; with 4 pairs labial setae, each setae 5–12  $\mu\text{m}$  long. Spiracles subequal in size, each peritreme 5–8  $\mu\text{m}$  wide, with spiracular disc-pores each 4  $\mu\text{m}$  wide, usually 5 loculi (range 3–7), 3 in a single row anterior, from spiracle to body margin, posterior 3 or 4 in a single row.

Legs well-developed, without tibio-tarsal scleroses; setae present on all leg segments; measurements of metathoracic leg: coxa 33–38  $\mu\text{m}$ , trochanter 20–25  $\mu\text{m}$  half of the trochanter has sclerotization, femur 33–40  $\mu\text{m}$ , tibia 35–38  $\mu\text{m}$ , tarsus 33–38  $\mu\text{m}$ , claw 15–18  $\mu\text{m}$ , each claw with small denticle near tip; trochanter with oval sensory pores on each side and a pair of hairlike setae, each more than 25–40  $\mu\text{m}$  long; tarsal digitules knobbed apically, each 28–38  $\mu\text{m}$  long; claw digitules knobbed apically, each 15–20  $\mu\text{m}$  long; one claw digitule broader than the other. Ventral setae hairlike: 1 pair, each 7–10  $\mu\text{m}$  long, anterior to basal antennal segment near body margin; 1 pairs inter-antennal setae, 4–20  $\mu\text{m}$  long; 2 longitudinal lines of submarginal setae; 1 line extending from anterior stigmatic spines to anal lobe each setae 5–7  $\mu\text{m}$  long, second line from posterior stigmatic spines to anal lobe, 2–4  $\mu\text{m}$  long. Three pairs of pregenital setae, longest one 12–20  $\mu\text{m}$  in length. Microducts each 1–2  $\mu\text{m}$  wide, 6 microtubular ducts on the abdomen in a single row and 2 more in the same row between stigmatic areas.

**Comments:** Borchsenius (1957) offered descriptions of adult females and the first-stage of *S. prunastri* (Table 1). In the first instar, he described major characteristics such as spiracle setae, medial one 7–8  $\mu\text{m}$ , and others 5–6  $\mu\text{m}$  long. Each stigma with 3 quinquelocular spiracular disc-pores band

broadening near margine. Ben–Dov (1968) provides more detail about the number of marginal setae in the first instar (Table 1). *S. prunastri* collected from Ankara in the first instar is similar to Ben–Dov’s description regarding the number and distribution of spiracular disc–pores and stigmatic setae, from our description differs in the number of marginal setae between anterior stigmatic areas; in having microtubular ducts, rows of simple and bilocular pores and one pair of trilocular pores on dorsum. In addition, presence of stigma disc–pores with 3 to 7 loculi. In the works of both previous authors, no descriptions of dorsally simple, bilocular, and trilocular pores are found.

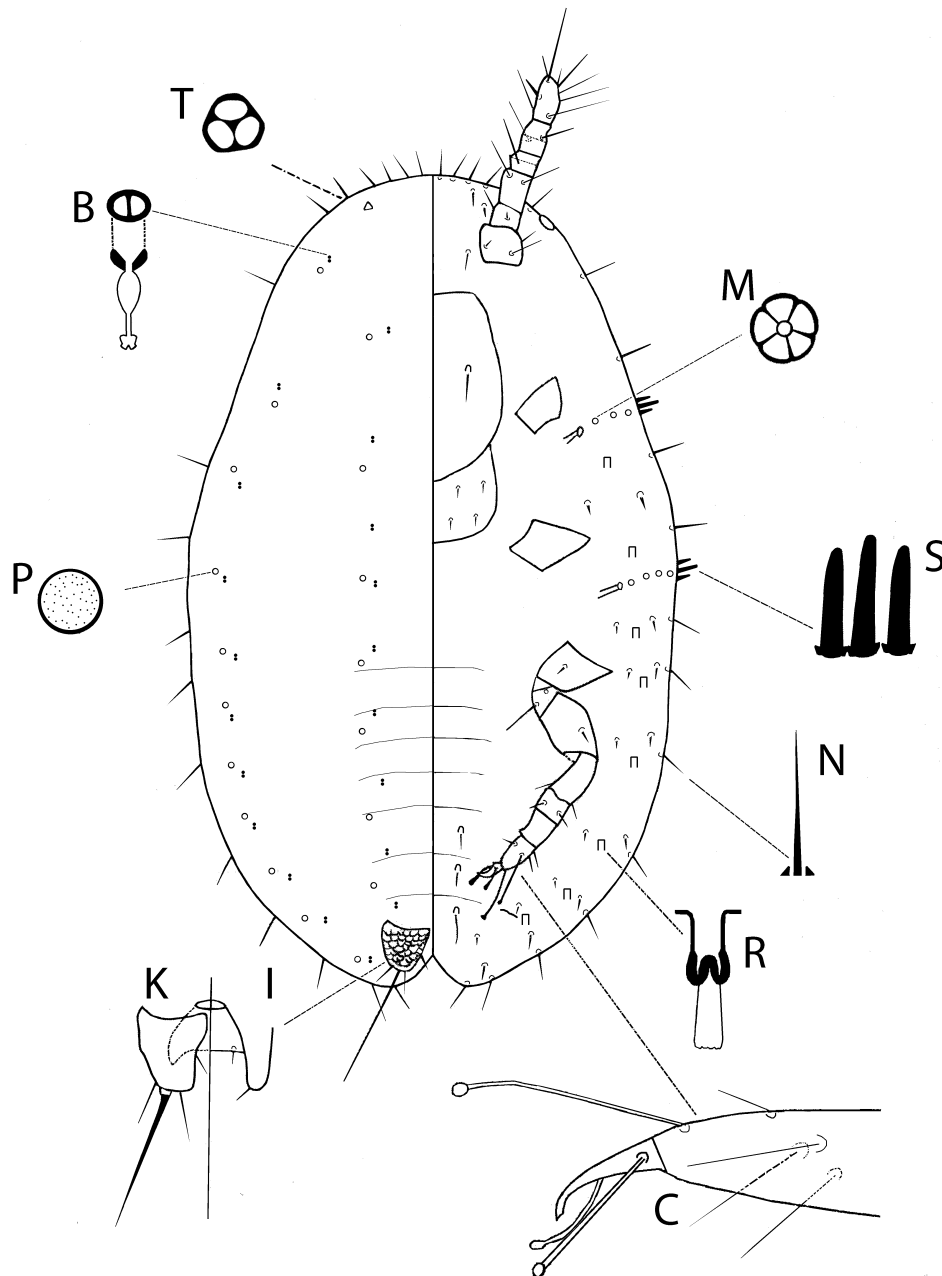


Figure 1. First–instar of *Sphaerolecanium prunastri* (Boyer De Fonscolombe) (original).

**Second–instar male (n=5) (Figure 2)**

**Material Examined:** Ankara, Haymana, Gölbaşı, *Prunus domestica*, 13.iii.2014, Erdoğan (SPL4/ 1 second instar (♂), 1 second instar (♀)); Ankara, Haymana, Gölbaşı, *Prunus domestica*, 13.iii.2014, Erdoğan (SPL2/ 1 second instar (♂)); Ankara, Haymana, Gölbaşı, *Prunus domestica*, 13.iii.2014, Erdoğan (SPL3/ three second instar (♂))



**General appearance.** Body elongated oval;

**Mounted material.** Body elongated oval; 910–1175  $\mu\text{m}$  long, 540–675  $\mu\text{m}$  wide.

**Dorsum.** Derm membranous. Preopercular pores are absent. **Simple pores** with the granulate surface, each 1–2  $\mu\text{m}$  in diameter, throughout in a few numbers scattered. **Bilocular pores** each 2  $\mu\text{m}$  in diameter, scattered. **Tubular ducts** of two sizes: (i) larger ducts each with a very long outer ductule 13–15  $\mu\text{m}$  long, a shorter inner ductule about 8–15  $\mu\text{m}$  long, cup-shaped invagination, 3–5  $\mu\text{m}$  wide; and a terminal gland end, 2–4  $\mu\text{m}$  wide: present in submarginal band one duct wide, with one row 32–39; and radial posterior in the middle of the abdomen on each side 6–11; and (ii) smaller, stouter ducts, each with outer ductule 5–8  $\mu\text{m}$  long, inner ductule, 5–13  $\mu\text{m}$  long, cup-shaped invagination, 4–5  $\mu\text{m}$  wide; and with a terminal gland end, 3–4  $\mu\text{m}$  wide: present in submarginal lines of the tubular duct on the abdomen as well in posterior radial line, between larger ducts. **Anal plates** each sub-triangular; 25–45  $\mu\text{m}$  long, 63–73  $\mu\text{m}$  wide; each plate with 4 apical setae, middle one 18–23  $\mu\text{m}$  long, lateral ones 13–19  $\mu\text{m}$ . Ano-genital fold with 2 pair of anterior margin setae 15–18  $\mu\text{m}$  long and lateral pair 7–10  $\mu\text{m}$  long, some specimens have two setae on lateral margin. Anal ring with pores and 6 setae, each setae 60–80  $\mu\text{m}$  long.

**Margin.** Marginal setae long and thin, on the top slightly curved with round apex, they are not arranged along marginal fringe in the same line, with a big variation in length, each 15–27  $\mu\text{m}$  long and 3  $\mu\text{m}$  wide, distributed along body margin as follows: 12 between anterior stigmatic setae; 2 between each stigmatic area; 10–12 between posterior stigmatic area and anal cleft. Stigmatic clefts slightly shallow; each stigmatic area with 3 spiracle setae, all subequal in shape rounded apex, medial one 7–8  $\mu\text{m}$  long and lateral ones 8–9  $\mu\text{m}$  long, well differentiated in shape from and shorter than marginal setae, Eyes visible on mounted specimens 10–15  $\mu\text{m}$  wide.

**Venter.** Derm membranous, segmentation distinct; minute dermal spinules in rows, on medial and submedial areas of the whole body, never extending to body margins with more abundant anterior to each coxa. Antennae 7-segmented, each 155–185  $\mu\text{m}$  long, segment III longer than other segments; setal distribution as follows: scape 3 thick setae and pedicel with 2 thick setae or with one thick setae and one spine-like; segment III: setae absent; IV: 1 spine-like seta and 1 fleshy; V: 1 spine-like seta; VI: 1 spine-like or just 1 fleshy; apical segment: with 4–5 fleshy setae and 2–3 hairlike setae. Clypeolabral shield 145–160  $\mu\text{m}$  long, 113–123  $\mu\text{m}$  wide, with 1 pair of setae 23–48  $\mu\text{m}$  long. Labium 1-segmented, triangular, 145–160  $\mu\text{m}$  long, 113–123  $\mu\text{m}$  wide; with 4 pairs of labial setae, each setae 10–33  $\mu\text{m}$  long. Spiracles, all peritremes 10–13  $\mu\text{m}$  wide; spiracular disc-pores quinquelocular, 6 or 7 loculi can be seen, each about 4  $\mu\text{m}$  in diameter, with 4–8 anterior, 5–9 posterior forming a double or single band from each spiracle to body margin. Legs well-developed, without tibio-tarsal scleroses; setae present on all leg segments; measurements of metathoracic leg: coxa 48–65  $\mu\text{m}$ , trochanter 25–40  $\mu\text{m}$ , femur 50–70  $\mu\text{m}$ , tibia 48–55  $\mu\text{m}$ , tarsus 43–58  $\mu\text{m}$ , claw 15–20  $\mu\text{m}$ , each claw with a denticle near tip; trochanter with 2 oval sensory pores on each side and a pair of hairlike setae, each 38–58  $\mu\text{m}$  long; tarsal digitules knobbed apically, each 30–38  $\mu\text{m}$  long, slightly dissimilar; claw digitules knobbed apically, each 20–25  $\mu\text{m}$  long; one claw digitule broader than the other. Several microducts in a submarginal band from head apex to anal lobe and second band in the most inner part of the body through the thorax and first segment of the abdomen, each 2–3  $\mu\text{m}$  in diameter. A few number heavy rimmed pores around the venter surface, 3  $\mu\text{m}$  wide.

Ventral setae hairlike: 2 pair inter-antennal setae, long pair 38–55  $\mu\text{m}$  long and short pair 5–13  $\mu\text{m}$  long. One pair of setae anterior to basal antennae segment 12–18  $\mu\text{m}$  long. Setae, 8–15  $\mu\text{m}$  long, in a submarginal band extending from head to anal lobe; 7 setae 5–13  $\mu\text{m}$  long in a second row extending from posterior stigmatic furrow and innermost line from posterior spiracle to anal lobe, 4–5 setae in third submarginal lines, 3–4  $\mu\text{m}$  long. One seta, 3–5  $\mu\text{m}$  long, medial to each coxa. Three pairs of pregenital setae, each 40–50  $\mu\text{m}$  long.

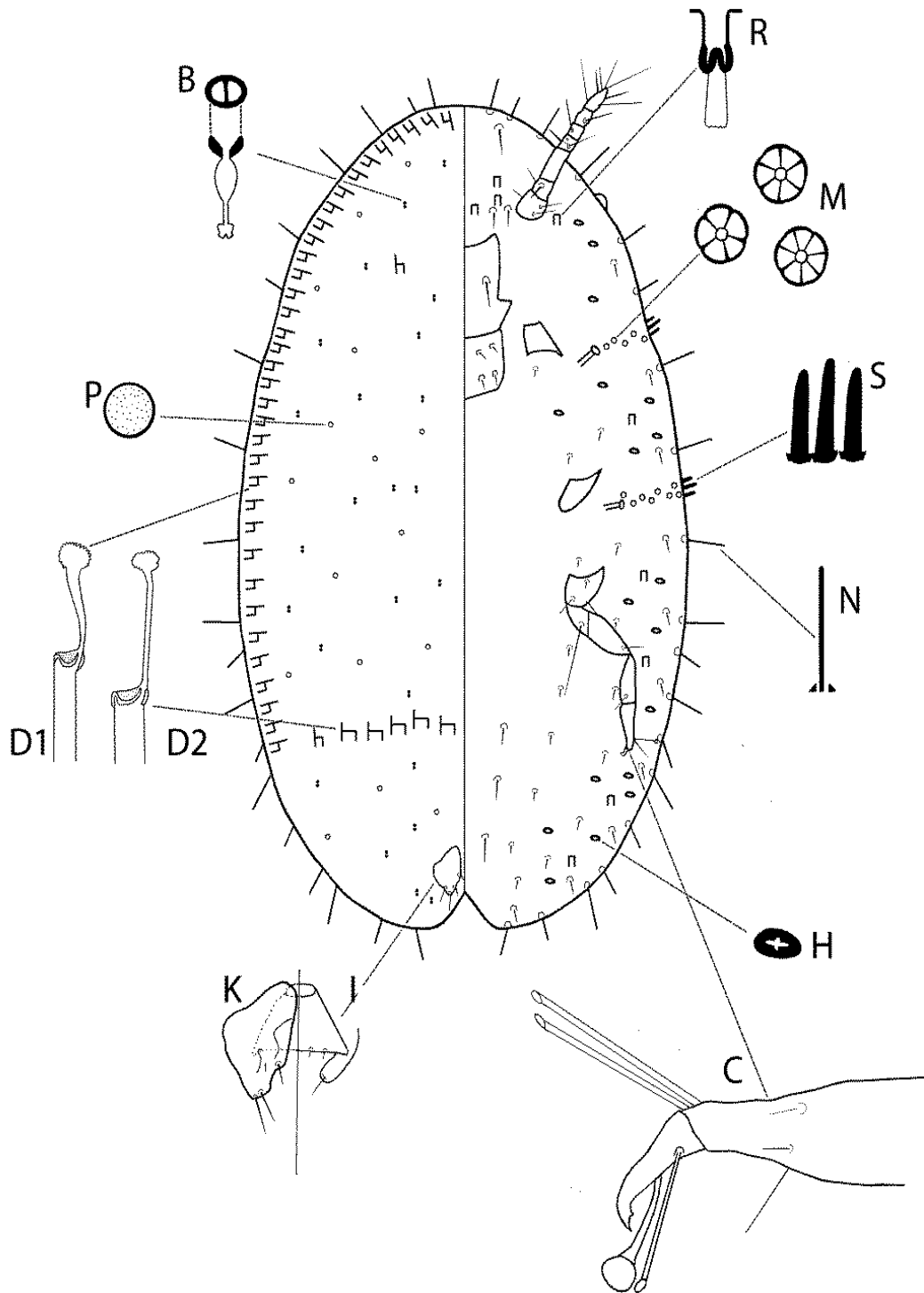


Figure 2. Second-instar male of *Sphaerolecanium prunastri* (Boyer De Fonscolombe) (original).

**Comments:** Ben-Dov (1968) described the second-instar male and female instar of *S. prunastri* as similar in number and position of marginal setae (without giving their number and shapes), but his description of males differs from the females as the males have tubular ducts (Table 1). For *S. prunastri* second-instar male, we present in this work two types of tubular ducts and indicate their position, simple pores, bilocular pores on dorsum, and presence of heavy rimmed pores on ventrum. These characteristics

could help to distinguish the second stages male of Plum Lecanium from other second-instar males of coccids. Miller & Williams (1990) have described a test for *S. prunastri* that sutures reduced posterolateral and posterior transverse sutures fused to form a single transverse posterior suture. Submarginal lines of the tubular duct on the abdomen as well as radial posterior line, between larger ducts in our description, explain this posterior suture in the test.

**Second-instar female** (n=5) (Figure 3)

**Examined material:** Ankara, Haymana, *Prunus domestica*, 13.iii.2014, Erdoğan (2 second instar (♀)); Ankara, Haymana, *Prunus domestica*, 13.iii.2014, Erdoğan (SPL3/ three second instar (♀))

**General appearance.** Body round; color brown-pinkish

**Mounted material.** Body round; 1225–1175 µm long, 775–850 µm wide.

**Dorsum.** Derm membranous. Body segmentation is not obvious as in first-instar nymph. Preopercular pores are absent. **Simple pores** with the granulate surface, each 1 µm wide, spread around the whole body in small numbers. **Bilocular pores** each 2 µm wide, spread around all body surfaces. Anal plates triangular, 70–78 µm long, 40–48 µm wide; each plate with 4 apical setae, the middle one 15–28 µm long, laterals 13–15 µm long. Ano-genital fold with 2 pairs of anterior margin setae 7–30 µm long and 1–2 pairs of lateral margin setae 4–12 µm long. Anal ring with pores and 6 setae, each 68–88 µm long. Heavy rimmed pores around all body surface 3 µm wide, present on dorsum and on ventrum. Dorsally, in some specimens, trilocular pores are present on the anal lobe.

**Margin.** Marginal setae two types, slightly curved, some straight with rounded apex, some with spine-like apex, each 18–23 µm long and 2–3 µm wide, they are not arranged along the marginal fringe in a line: 12 between anterior stigmatic setae; 2 between each stigmatic area; 9–13 between posterior stigmatic area and anal cleft. Stigmatic clefts absent; each stigmatic area with 3 spiracle setae, well different in shape than marginal setae, all with rounded apex, shorter than marginal setae, medial spiracle setae 8–12 long with a basal socket 5 µm wide, lateral spiracle setae 7–9 µm and basal socket 4 µm wide, in most cases the medial setae is slightly longer than the lateral setae. Eyes on the mounted material on some specimens 8–13 µm wide, located on the inner part of the head, on most specimens they cannot be seen.

**Venter.** Derm membranous, segmentation pronounced; the minute dermal spinules in the middle of the abdomen never spread to the margin. Antennae 6- or 7-segmented; each 170–190 µm long, segment III longer than other segments; setal distribution as follows: scape with 2–3 hairlike setae; pedicel with 2 thick setae; segment III: 2 thick; IV: 1 spine-like seta; V: 1 spine-like setae or 1 spine-like with one thick seta; apical segment: with 4 thick setae and 3 hairlike setae. Clypeolabral shield 130–150 µm long, 120–130 µm wide with one pair of setae 25–30 µm long. Labium 1-segmented, triangular, 33–65 µm long, 75–95 µm wide; with 4 pairs of labial setae, each setae 13–23 µm long. Spiracles subequal in size, all peritremes 10–13 µm wide; spiracular disc-pores mostly quinquelocular, and between them 1–2 7-loculi pores, each about 4–5 µm wide, anterior with 7–10 pores forming a narrow band, and posterior 6–9 pores. Legs well-developed, without tibio-tarsal scleroses; setae present on all leg segments; measurements of metathoracic leg: coxa 43–65 µm, trochanter 38–40 µm, femur 50–55 µm, tibia 55–58 µm, tarsus 48–53 µm, claw 13–20 µm, each claw with a denticle near tip; trochanter with 2 oval sensory pores on each side and a pair of hairlike setae, each more than 43–58 µm long; tarsal digitules knobbed apically, each 38–40 µm long, slightly dissimilar; claw digitules knobbed apically, each 18–25 µm long; one claw digitule broader than the other.

Ventral setae: hairlike, setae anterior to basal antennal segment 13–15 µm long, 2 pairs of inter-antennal setae, long pair 28–50 µm long and short pair 7–8 µm long. Setae, 13–18 µm long, in a submarginal longitudinal band extending from head apex to anal lobe; second row extending from posterior metacoxa to anal lobe 13–18 µm long and third innermost longitudinal line on the abdomen submedially with 5 setae 4–5 µm long. One seta, 3–4 µm long, medial to each coxa. Three pairs of pregenital setae, each 43–53 µm long. Microducts absent.

**Comment:** In this paper, on the dorsum of second-instar female of *S. prunastri*, many characteristics such as simple, bilocular, heavy rimmed pores were described, and their dimensions were given. We have determined large numbers of heavy rimmed pores on the dorsum and ventrum of the second instar female. These pores are present only ventrally in the second instar of males. Ben-Dov (1968) described only the number of marginal setae and spiracular disc-pores in second-instar females (Table 1). In his description was not mentioned the presence of dark-rimmed pore on ventrum and

dorsum of second instar of female. Small differences between the numbers of these spiracular disc-pores can be explained by geographical occurrence and differences in host plants.

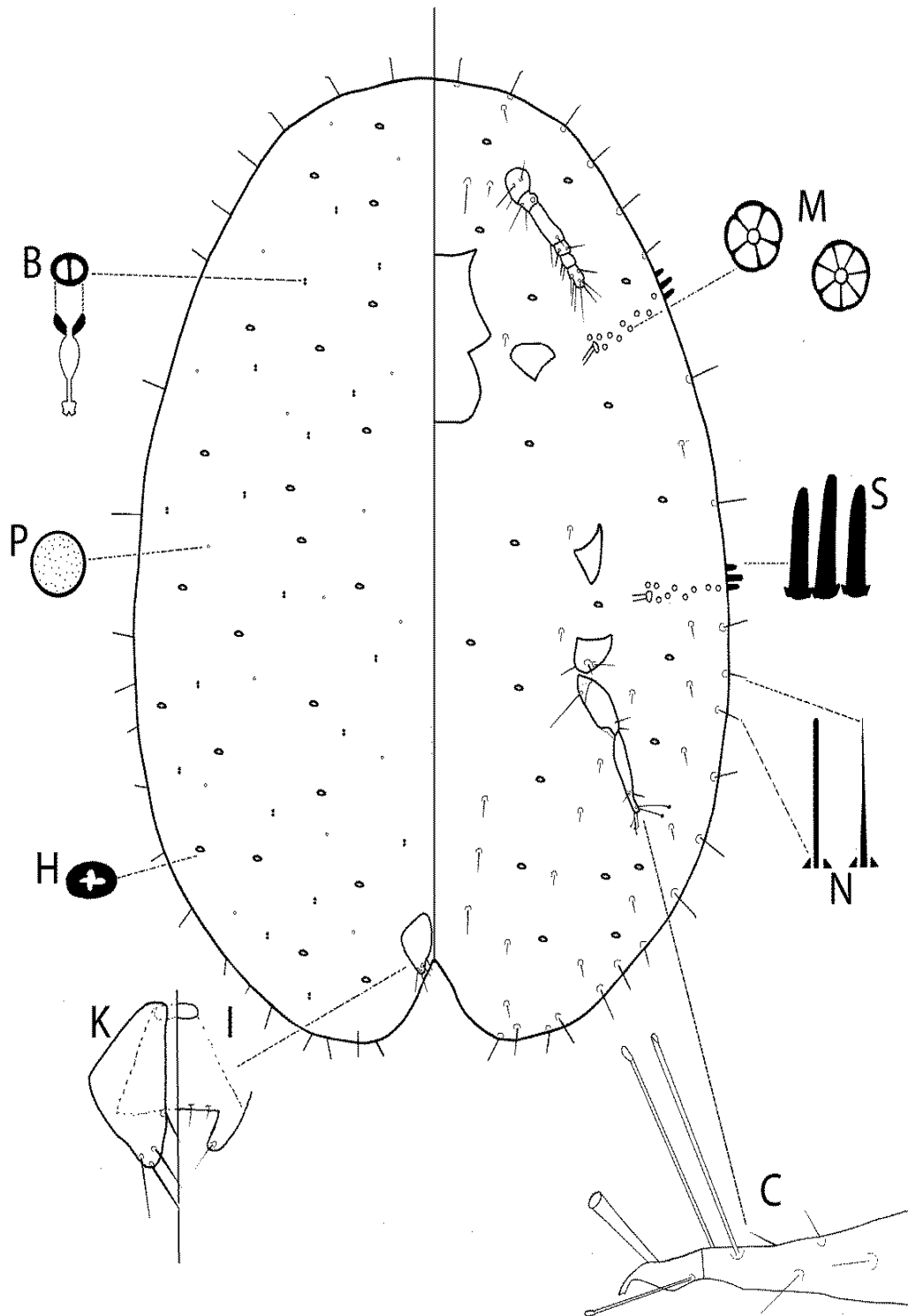


Figure 3. Second-instar female of *Sphaerolecanium prunastri* (Boyer De Fonscolombe) (original).

**Third-instar female nymph (n=5) (Figure 4)**

**Material Examined:** Ankara, Gölbaşı, *Prunus domestica*, 21.iii. 2014, Đurović (TSP1, TSP2, TSP4/ 3 Third instar (♀); Ankara, Haymana, *Prunus domestica*, 21.iii. 2014, Đurović (TSP3/ 2 third instar female (♀) (cultured material)).

**General appearance.** Body round; color dark gray similar to branches.

**Mounted material.** Body round; 1350–1875 µm long, 1000–1475 µm wide.

**Dorsum.** Derm membranous. Preopercular pores were absent. **Simple pores** with a granulate surface, each 2 µm wide, spread around the whole body to a greater extent than in second-instar nymph. **Bilocular pores** each 2 µm wide, spread around all body surfaces. Heavy rimmed pores 3 µm wide, abundant and more numerous than in second-stage females and scattered all over the dorsum. Anal plates sub-triangular, 65–143 µm long, 65–138 µm wide; each plate with apical setae, the middle one 38–45 µm long, laterals 20–50 µm long, and 1 inner setae. Ano-genital fold with 3 pair of setae on anterior margin, longer pairs 33–53 µm long, shorter pairs 20–35 µm long, 1 small seta on lateral margin 5–15 µm long. Anal ring with pores and 6 setae, each 105–150 µm long.

**Margin.** Marginal setae slightly curved with round apex, arranged along the marginal fringe, not in a clear line, each 28–30 µm long and 3 µm wide, distributed as follows: 12–14 between anterior stigmatic setae; 5–6 between each stigmatic area; 19–26 between posterior stigmatic area and anal cleft. Stigmatic clefts absent, each stigmatic area with 3 spiracle setae, different in shape and shorter than marginal setae, medial spiracle setae longer than the lateral ones, rounded on the apex, medial spiracle setae 17–20 µm long with basal socket 5 µm wide, lateral spiracle setae 15–18 µm long and basal socket 5–6 µm wide. Eyes on the mounted material cannot be seen.

**Venter.** Derm membranous, segmentation obscure; minute dermal spinules on abdomen around the vulva at the two last segments of abdomen, present on thorax but in very small density. Antennae 6–7-segmented, each 175–245 µm long, segment III longer than other segments; setal distribution as follows: scape with 3 setae; pedicel with 2 setae; segment III: setae absent; IV: 1 fleshy and 1 spine-like setae; V: 1 spine-like or 1 spine-like and fleshy; VI: 1 spine-like and 1 fleshy or if it is an apical segment with 3–4 spine-like and 6–10 fleshy; VII: apical segment; with 7–11 fleshy setae and 4–5 hairlike setae. Clypeolabral shield 175–200 µm long, 158–180 µm wide with 1 pair of setae 38–60 µm long. Labium 1-segmented, triangular, 45–80 µm long, 118–150 µm wide; with 4 pairs of labial setae, each setae 15–33 µm long. Spiracles subequal in size, all peritremes 23–28 µm wide; spiracular disc-pores mostly quinquelocular or between them 1 or 2 pores with 3, 4, 6, 7-loculi, each about 5 µm wide, anterior with 10–12 pores forming a band about 2 pores wide from each spiracle to body margin and posterior with 12–16 pores.

Legs well-developed, without tibio-tarsal scleroses; setae present on all leg segments; measurements of metathoracic leg: coxa 75–85 µm, trochanter 35–55 µm, femur 70–85 µm, tibia 53–75 µm, tarsus 55–70 µm, claw 15–18 µm, each claw with a denticle near tip; trochanter with 2 oval sensory pores on each side and a pair of hairlike setae, each more than 33–60 µm long; tarsal digitules knobbed apically, each 30–40 µm long, slightly dissimilar; claw digitules knobbed apically, each 23–28 µm long; one claw digitule broader than the other.

Ventral setae hairlike: three pairs of inter-antennal setae, innermost long pair 50–73 µm long, middle one 8–13 µm and short pair 4–5 µm long. Seta, 8–20 µm long, in a submarginal band extending from head apex to anal lobe and second submarginal line 5–9 µm from anterior spiracle area to anal lobe; third submarginal line with 5–8 µm long innermost line on the abdomen posterior from metacoxa to anal plate. Two or three setae, medial to each coxa 3–8 µm long. One pair of pregenital setae, each 85–103 µm long, as well as one more pair setae on the next two abdominal segments above were found. Microducts each 3 µm wide, in a single submarginal band from head apex to anal lobe, on the head 4 of them around antennae scapulae. A pair of setae anterior to basal antenna segments 23 µm long. Heavy rimmed pores are more abundant, scattered all over the body on the venter, 3 µm long. They are more abundant than in second-instar nymph.

**Comment:** *S. prunastri* third-instar female was described for the first time by Ben-Dov (1968). At the body margin, he described some marginal setae, with the same number anteriorly between the eyespots, on each side between eyespots and anterior stigmatic area and between stigmatic areas laterally, as for second-instar and third-instar female, but for third-instar female, number on each side of the abdomen increases 15–18, spiracular disc-pores 15–28 in number, on ventrum submarginally, heavy rimmed pores distributed 3–4 pore wide from each other (Table 1). This paper describes third-instar female of *S. prunastri* collected in Ankara and shows some differences from Ben-Dov's (1968) descriptions. Spiracular disc-pores have 3, 4, 6, 7 loculi, each stigmatic area anterior with a 10–12 quinquelocular spiracular disc-pores band, each stigma area posterior with a 12–16 spiracular disc-

pores band broadening near the margin. Heavy rimmed pores are more abundant, scattered all over the body on venter and dorsum of a specimen from Ankara, with ventral microduct in single submarginal and without ventral submarginal band extending around the body as described by Ben-Dov (1968).

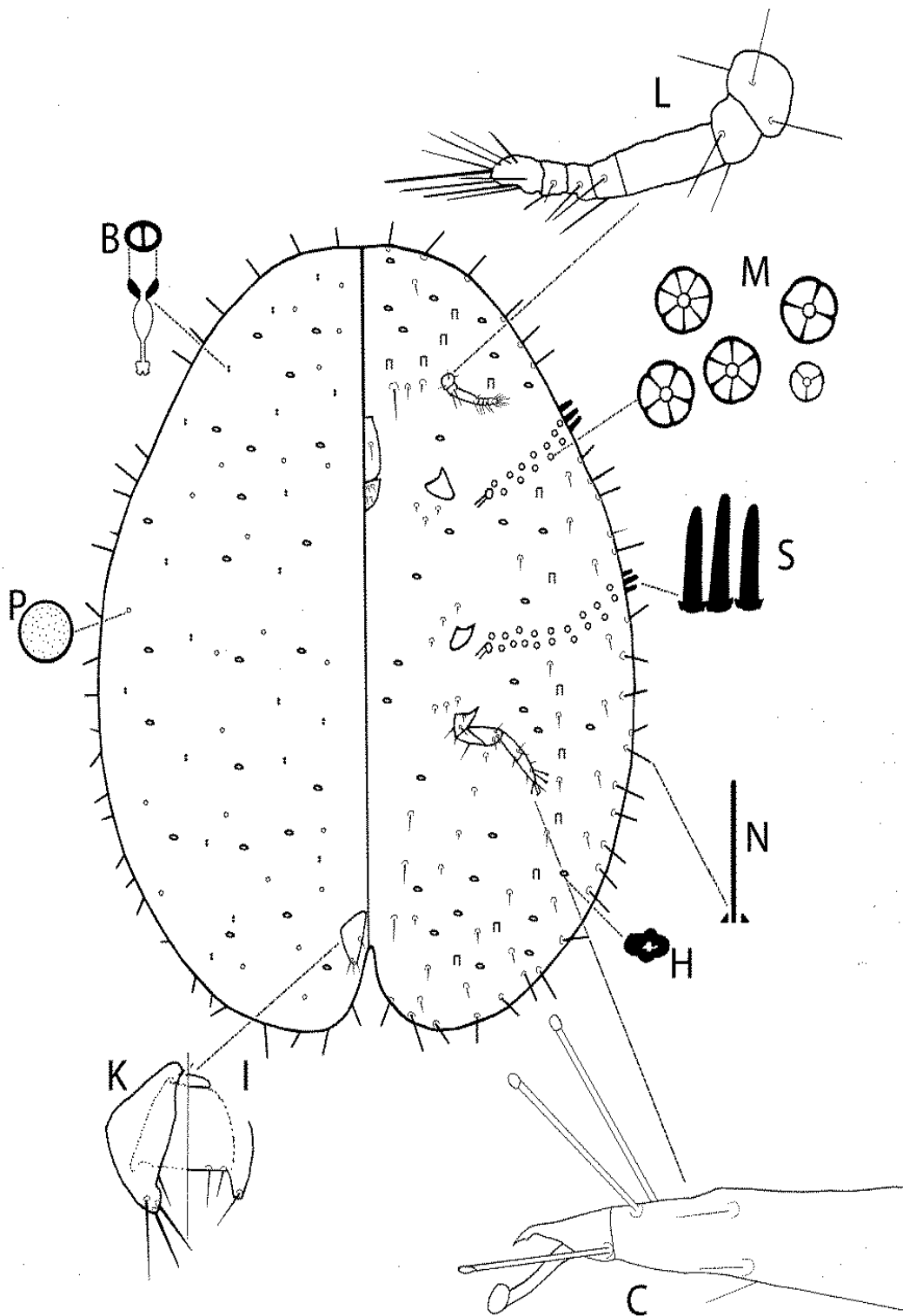


Figure 4. Third-instar female of *Sphaerolecanium prunastri* (Boyer De Fonscolombe) (original).

**Key to instars and adults of Plum Lecanium;**

1. Preopercular pores absent dorsally ..... 2  
– Preopercular pores present dorsally, multilocular disc-pores present on ventrally..... adult female
2. Margine setae of one type; each anal plate with very long apical seta ..... 1<sup>st</sup> instar  
– Margine setae of two types; each anal plate without a very long apical seta ..... 3
3. Tubular ducts present on dorsum, heavy rimmed pore presents only ventrally ..... 2<sup>nd</sup> instar male  
– Tubular ducts absent on dorsum, heavy rimmed pore present on dorsally and ventrally ..... 4
4. Number of setae between stigmatic are 2, spiracular disc-pores 7–10 ..... 2<sup>nd</sup> instar female  
– Number of setae between stigmatic area 5–6, spiracular disc-pores 10–12, heavy rimmed pores more abundant ..... 3<sup>th</sup> instar female

Currently, *S. prunastri* is placed in the Eulecaniinae subfamily. This subfamily species has characteristically 6 pairs of ventral submedian setae on adult females (Hodgson, 1994; Kozar, 1997). In this study are detected first, second (male and female), and the third instar of *S. prunastri* has 3 pairs of submedian setae. Williams and Hodges (1997) reported *S. prunastri* could be attributed to the Coccinae tribe Saissetiini. According to Hodgson (1994), an adult female of *S. prunastri* appear to be fairly typical Coccini, in lacking ventral tubular duct and in having pregenital disc pore with only 6 loculi, but in having no tibio-tarsal articulatory scleriosis, dissimilar claw digitules, and spine-like marginal setae there do appear to be linked with Eulecaniinae. Within Eulecaniinae, it is closest to *Didesmococcus*, with which it shares the lack of ventral tubular duct and presence of long fine setae dorsally and large preopercular pores. Immature stages of *Didesmococcus* and more Eulecaninae species should work before resolution of a new placement for *S. prunastri*.

Table 1. Morphological characteristic of *Sphaerolecanium prunastri* (Boyer De Fonscolombe) for all instar that include descriptions from previously and newly described characteristics

Authors	Characters	N <sub>1</sub>			N <sub>2</sub> ♀		N <sub>2</sub> ♂		N <sub>3</sub> ♀	
		*A.	B	C	B	C	B	C	B	C
Number of marginal setae	Between anterior stigmatic setae	-	8	12	10	12	10	12	10	12-14
	Between stigmatic area	-	2	2	2	2	2	2	2	5-6
	Between posterior stigmatic area and anal cleft	-	8	8	8	9-13	10-11	10-12	15-18	19-26
Spiracular disc-pores	Anterior	3	3	3	5-7	7-10	5-10	4-8	28-15	10-12
	Posterior			3-4		6-9		5-9		12-16
Tubular duct	Submarginal	-	-	-	-	-	+	32-39	-	-
	Anterior radial	-	-	-	-	-	?	-	-	-
	Posterior radial line	-	-	-	-	-	?	6-11	-	-
Trilocular pores		+	-	+	-	-	+	-	-	-
Bilocular pore		8-10 in rows		+		+	-	+	-	+
Microduct		-	-	+ in single sub marginal band	-	-	-	+ in two bands	-	
Simple pore		-	-	+ two rows	-	+ all around the body	-	+all around the body	-	+ all around the body
Heavy rimmed pore		-	-	-	-	+ on dorsum and venter	-	+ on ventrum	+ventral sub marginal band 3-4 pore wide	+ scattered all over the body on venter and dorsum

\*A: Borchsenius, 1957, B: Ben-Dov, 1968 and C: Durovic & Ülgentürk



## References

- Anonymous, (2008). *Zirai Mücadele Teknik Talimatı* (Cilt: 4). T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü.
- Akşit, T., & Apak, F. K. (2013). Effects of some insecticides with infestation rate and biological characteristics of *Sphaerolecanium prunastri* (Fonscolombe, 1834) (Hemiptera: Coccidae) on plum. *Turkish Journal of Entomology*, 37, 133–144.
- Babayan, G. A. (1987). Scale–insects of stone fruit crops and control measures against them: *Bollettino del Laratorio di Entomologia Agraria 'Filippo Silvestri'* 43, 133–138.
- Ben–Dov, Y. (1968) Occurrence of *Sphaerolecanium prunastri* (Fonscolombe) in Israil and description of it's hitherto unknown third larval instar. *Ann. Epiphyties*, 615–621.
- Bolu, H. (2012). A New pest on almond tree, the soft scale *Didesmococcus Unifasciatus* (Archangelskaya) (Hemiptera: Coccidae) and its new records parasitoids, Turkey. *Journal of the Entomological Research Society*, 14, 107–114.
- Borchsenius, N. S. (1957). Fauna of USSR, Homoptera, Coccidae. *Zoologicheskij Institut Akademii Nauk*, 66(9), 1-494.
- Çiftçi, Ü., & Bolu, H. (2021). First records of Coccomorpha (Hemiptera) species in Diyarbakır, Turkey. *J. Entomological Sciences*, 56, 225-245.
- García M., Denno. B., Miller. D.R., Miller, G.L., Ben–Dov, Y., & Hardy, N. B. (2021). ScaleNet: A Literature–based model of scale insect biology and systematics. <http://scalenet.info>. Accessed: 12 July 2021.
- Hodgson, C. J. (1994). *The Scale Insect Family Coccidae: An Identification Manual to Genera*. CAB International, Wallingford.
- Kaydan M. B., & Kozár F. (2010). Soft scale insect (Hemiptera: Coccoidea) Species of Eastern Anatolia of Turkey. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 45, 195–221.
- Kosztarab, M., & Kozár, F. (2012). *Scale insects of central Europe* (Vol. 40). Springer Science & Business Media.
- Kozár, F. (1998). *Catalogue of Palaearctic Coccoidea*. Plant Protection Institute.
- Miller, G.L., & Williams, M. L. (1990). Tests of male soft scale insects (Homoptera: Coccidae) from America north of Mexico, including a key to the species. *Systematic Entomology*, 15, 339–358
- Özgen, İ., & Bolu, H. (2009). Malatya ili kayısı alanlarında zararlı *Sphaerolecanium prunastri* (Boyer de Fonscolombe, 1834) (Hem.: Coccidae) (Erik koşnili)'nin yayılış alanları, bulaşma oranları ve doğal düşmanlarının belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 33, 83–91.
- Pfeifer, D. G. (1997). Deciduous fruit trees, in: Soft Scales. *Their Biology, Natural Enemies and Control* (7), 293–322.
- Rehacek, J. (1960). Fauna Puklic (Coccidae) Slovenska. (In Czech), *Biologické Práce*, 6, 1–88.
- Silvestri, F. (1919). Contribuzioni alla Conoscenzadegli Insetti Dannosi e dei Loro Simbionti. IV. La Cocciniglia del Prugno (*Sphaerolecanium prinastri* Fonsc.) *Bollettino del Laboratorio di zoologia generale agraria della R. Scuola superiore d'agricoltura in Portici*. 13, 70–126.
- Ülgentürk, S., & Toros, S. (1999). Faunistic studies on the Coccidae on ornamental plants in Ankara, Turkey. *Entomologica* 33, 213–217.
- Ülgentürk, S., Kaydan, M.B., Zeki C., & Toros, S. (2001). *Sphaerolecanium prunastri* Boyer de Fonscolombe (Hemiptera: Coccidae): distribution, host plants and natural enemies in the Turkish Lake district. *Bolletino Zoologia Agraria di Bachicoltura Ser. II*, 33, 357–363.
- Ülgentürk, S., Noyes, J., Zeki C. & Kaydan, M.B. (2004). *Natural enemies of Coccoidea (Hemiptera) on orchard trees and the neighbouring areas plants in Afyon, Ankara, Burdur, Isparta provinces, Turkey*. Proceeding of the X International Symposium on Scale Insect Studies. Adana, pp. 361–372.
- Williams, M. L., & Hodges, G. S. (1997). Taxonomic characters: nymphs. In: *Soft Scale Insects: Their Biology, Natural Enemies and Control*, 7, 143–156.



Research Article

**Antioxidant Activity and Total Phenolic Contents of Different Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Varieties Grown in Turkey**

**Hakime Hülya ORAK<sup>\*1</sup>, Magdalena KARAMAĆ<sup>2</sup>, Adnan ORAK<sup>3</sup>, Hazım Serkan TENİKECİER<sup>4</sup>, Ryszard AMAROWICZ<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Tekirdag Namık Kemal University, Vocational School of Technical Sciences, Food Technology Department, Tekirdağ, Turkey

<sup>2,5</sup>Polish Academy of Sciences, Institute of Animal Reproduction and Food Research, Department of Chemical and Physical Properties of Food, Olsztyn, Poland

<sup>3,4</sup>Tekirdag Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Field Crops Department, Tekirdağ, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-1803-1644> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-8313-3092> <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-9731-0045>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-1866-410X> <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0001-9731-0045>

\*Corresponding author e-mail: [horak@nku.edu.tr](mailto:horak@nku.edu.tr)

**Article Info**

Received: 03.06.2021

Accepted: 07.12.2021

Online Published: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.946487

**Keywords**

Alfalfa,  
Antioxidant activity,  
*Medicago sativa* L.,  
Phenolic contents,  
Seed,  
Variety.

**Abstract:** Fifteen alfalfa varieties cultivated in Turkey were researched to compare the antioxidant potential of their seeds and find differences between the varieties. The total phenolic (TP) content, DPPH<sup>\*</sup>, and ABTS<sup>++</sup> scavenging activities, and ferric-reducing antioxidant power (FRAP) of alfalfa seed methanol extracts were determined. TP contents of extracts were found between 37.03 and 54.04 mg GAE/g. ABTS assay results ranged between 0.100 and 0.158 mmol Trolox/g extract, and FRAP changed from 389.90 to 791.02 µmol Fe<sup>2+</sup>/g extract. The results demonstrated that the differences between the alfalfa varieties were significant (p < 0.01) in terms of analyzed characters.

**Türkiye’de Yetiştirilen Farklı Yonca (*Medicago sativa* L.) Çeşitlerinin Antioksidan Aktiviteleri ve Toplam Fenolik Madde İçeriği**

**Makale Bilgileri**

Geliş: 03.06.2021

Kabul: 07.12.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.946487

**Anahtar Kelimeler**

Alfalfa,  
Antioksidan aktivite,  
*Medicago sativa* L.,  
Fenolik içerik,  
Tohum,  
Çeşit.

**Öz:** Bu çalışmada Türkiye’de yetiştirilen 15 yonca çeşidi, antioksidan potansiyellerini belirlemek ve çeşitler arasındaki farklılıkları karşılaştırmak amacıyla araştırılmıştır. Yonca tohumu metanol ekstraktlarında toplam fenolik madde içeriği, DPPH<sup>\*</sup>, ABTS<sup>++</sup> giderim ve FRAP aktiviteleri belirlenmiştir. Ekstrelerin TP değerleri 37.03 mg GAE/g ile 54.04 mg GAE/g arasında bulunmuştur. TEAC değerleri 0.100 mmol Trolox/g ile 0.158 mmol Trolox/g arasında değişmiştir. FRAP aktivitesi 389.90 µmol Fe<sup>2+</sup>/g’den 791.02 µmol Fe<sup>2+</sup>/g aralığında değişim göstermiştir. Sonuçlar, incelenen karakterler açısından yonca çeşitleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli (p < 0.01) olduğunu göstermektedir.

## 1. Introduction

Alfalfa (*Medicago sativa* L.) is among the most cultivated forage legumes in Turkey and is generally recognized a suitable source of precious protein for animal feed (Gökkaya and Orak, 2021). In Poland, this species can be used in folk medicine because of its pharmacological substances to treat some diseases and strengthen immunity. Due to the valuable chemical constituents of *Medicago sativa* L., which exhibit phytobiotic action, it could be used in folk medicine and phytotherapy treatments (Gawel et al., 2017)

The *Medicago* genus is included the *Leguminosae* or *Fabaceae* family, that has a wide range of species can be used as human food or as an excellent pasture for animal feed (Kabtni et al., 2020). Due to the high quality of nutrient contents and its rich biological components, it has been approved as a dietary supplement by the European Food Safety Authority (Gatouillat et al., 2014). It has been reported that alfalfa is used as herbal medicine in traditional treatments in some countries such as Turkey, India, and America. (Bora and Sharma, 2011). Additionally, to its high nutritional value, alfalfa has a history of medicinal uses among conventional medicinal plants in Middle Eastern countries, in China, in America, and in India (Krakowska et al., 2017). In recent years, alfalfa sprouts can be used as salad, and alfalfa leaves or seeds are also sold as a nutritional supplement, as an herb, capsule, and tablet in health food stores (Gomathi et al., 2016). Eastern countries are also used as fodder for animals and for the treatment of different ailments (Al-Dosari, 2012). It has been reported that this plant has been used since ancient time to treat fever, swelling, kidney stones, dysuria, and to relieve fluid retention by the Chinese people (Al-Dosari, 2012).

Seeds from the Fabaceae family have been attracted more attention for potential health benefits because of their antioxidant activities and phenolic content. Polyphenols are bioactive components and are produced as secondary plant metabolites in plants that deliver positive effects for humans and animals. They exhibit various biological properties that prevent oxidative stresses and degenerative diseases. Legumes can be used to produce and develop new functional foods due to their bioactive phenolics.

There are some researches related to different kinds of secondary metabolites produced by alfalfa, such as phenolic compounds, which have antioxidant activity (Rafińska et al., 2017) and play a medicinally vital role. Therefore, alfalfa can be potentially preventer against some diseases, when it is consumed or added to the diet. These potential medicinal and pharmacological properties of alfalfa have been highlighted in several studies (Rafińska et al., 2017).

Studies performed on phenolic compounds in plants demonstrated that variety is one of the most important factors contribute to differences in the quantitation of phenolic content. The aim of this study was to comparatively analyze the total phenolic content and antioxidant activity of methanolic extract of alfalfa seeds from fifteen varieties commonly grown in Turkey. Our literature studies show that there is no study showing the total phenolic content and antioxidant activities in selected cultivars and different alfalfa seed methanol extracts.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Plant Materials

Alfalfa (*Medicago sativa* L.) seeds used in this research were obtained from the Field Crops Department, Agricultural Faculty of Namik Kemal University in Turkey in 2013. For comparison, phenolic content and antioxidant capacity of seeds, samples of fifteen varieties were selected which named Gea, Daisy, Derby, Kayseri, Prosementi, CA 35, Bilensoy, CA B6, MA 114, Verko, Bacon-Geo, 2A 83, May 22, Plato, Aktaş were used in experiments. Alfalfa seeds were from harvested plants and were kept in paper bags under dry conditions at +5 °C. Lyophilized extracts were used for further antioxidant activity analysis, and freeze dried samples were kept in freeze conditions ( $\pm 18$  °C) for analyses. Preparation of extracts, total phenolic content, and antioxidant activities analyses were carried out at the Institute of Animal Reproduction and Food Research of the Polish Academy of Sciences in Poland between 2013–

2016 years. Laboratory experiments were done according to a randomized complete block design with three replications.

## 2.2. Preparation of Extracts

For obtaining lyophilized extract, firstly, alfalfa seeds were grounded by using a laboratory mill. The extraction from grounded seeds was carried out with 80% methanol (v/v) as solvent. Samples were shaken with solvent in a shaking bath (SW22, Julabo, Seelbach, Germany), and the sample to solvent ratio was 1:10 (v/w). Extractions were repeated three times at 70 °C for 15 min (Karamac et al., 2018). After filtrations, solvents were removed by evaporation (Rotavapor R-200 (Büchi Labortechnik, Flawil, Switzerland). Lyophilisation was done by using a freeze dryer (Lyph Lock 6 freeze-dry system, Labconco, Kansas City, MO, USA). The yield of extract (extractable components) expressed on a dry weight basis of seed was calculated from the following equation: Percentage extraction yield (g/100 g) = (dry extract weight/dry starting material weight) x 100, where dry extract weight is the weight of the extract residue obtained after solvent removal.

## 2.3. Total Phenolic Content (TP)

The total phenolic (TP) content of the methanolic extracts of alfalfa seed samples was analyzed using Folin-Ciocalteu's reagent. The absorbance values of samples were read at 725 nm (DU-7500 spectrophotometer, Beckman Instruments, Brea, CA, USA). Gallic acid was used as a standard phenolic compound (Karamac et al., 2020). The TP content of the extract was calculated as mg gallic acid equivalents (GAE) per g.

## 2.4. ABTS<sup>•+</sup> scavenging activity

ABTS<sup>•+</sup> scavenging activities of alfalfa seed extracts (2,2-Azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid radical cation; ABTS<sup>•+</sup> scavenging activity) were evaluated as Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC). TEAC of samples were calculated as mmol Trolox equivalents (TE) per g of extract. The absorbance measurements of the reaction mixture with ABTS<sup>•+</sup> and seed extracts were done at 734 nm (Re et al., 1999).

## 2.5. Ferric-Reducing Antioxidant Power

Ferric-reducing antioxidant power (FRAP) of alfalfa extracts was assayed according to Benzie and Strain, (1996) method. Firstly, Fe<sup>3+</sup>-TPTZ complex was produced at pH 3.6 with 300 mM acetate buffer, mixing by 10 mM TPTZ (in 40 mM HCl and 20 mM ferric chloride, 1:1 v/v) for reaction conditions. The reaction was conducted by mixing 75 µL extract solution, 225 µL distilled water, and 2.25 mL FRAP solution. The absorbance reading was done at 593 nm. The results were calculated as µmol Fe<sup>2+</sup> equivalents per g of the extract by using Ferrous sulphate as standard.

## 2.6. The 2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl (DPPH<sup>•</sup>) Radical Scavenging Activity

DPPH<sup>•</sup> scavenging activity of alfalfa seed extracts was investigated according to the method described by Brand-Williams et al., (1995) was used. The methanolic solution of extracts was prepared (in the range 2-10 mg/mL), and 1 mM DPPH<sup>•</sup> solution was used for determination. The absorbance reading was observed at 517 nm. The radical scavenging activity of alfalfa seed extracts was given as EC<sub>50</sub> values. EC<sub>50</sub> values described as the mg/mL of extract needed to scavenge 50% of the DPPH<sup>•</sup>, were calculated from the graph slope of absorbance versus extract concentration.

## 2.7. Statistical analysis

Data were statistically analyzed to determine differences between alfalfa varieties. Three independent extractions were performed for alfalfa varieties. At least three replications were conducted. The variance analyses was performed by using the statistical package of the MSTAT-C software program (one-way ANOVA) after the least significant difference (LSD) test. Pearson's test was applied to the correlation analysis of data.

## 3. Results

### 3.1. Extraction Yield and Total Phenolic Content

The extraction yield from seeds of alfalfa varieties ranged from 8.13% (Verko) to 22.37% (Aktaş) (Table 1). The TP content of alfalfa seeds varied between 37.03 mg GAE/g (Plato) to 54.04 mg GAE/g (Prosementi) in methanol extracts (Table 1). According to results, the varieties Derby, Daisy, and Gea were found to have high total phenolic content, and there was a significant difference between seed TPC's, statistically. According to the results, the varieties with the highest content had approximately 1.43 times more total phenolic content than the lowest ones. Differences between alfalfa seeds seem significantly important (Table 1).

Table 1. Extraction yield, the total phenolic content (TPC), and antioxidant activities of seed extracts of alfalfa varieties

Variety	Extraction yield (%)	TPC (mg GAE/g)	TEAC (mmol TE/g)	FRAP ( $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$ )	DPPH assay (EC <sub>50</sub> ) (mg/mL)
Gea	13.22	51.15±1.75 <sup>a-d</sup>	0.113±0.01 <sup>gh</sup>	683.01±7.74 <sup>d</sup>	0.71±0.03 <sup>cd</sup>
Daisy	12.51	52.81±1.93 <sup>ab</sup>	0.114±0.01 <sup>fgh</sup>	791.02±5.88 <sup>a</sup>	0.71±0.02 <sup>cd</sup>
Derby	15.01	52.24±1.04 <sup>abc</sup>	0.129±0.00 <sup>b-g</sup>	647.26±3.49 <sup>e</sup>	0.71±0.02 <sup>cd</sup>
Kayseri	12.37	47.41±0.13 <sup>cde</sup>	0.123±0.005 <sup>c-g</sup>	676.87±0.46 <sup>d</sup>	0.64±0.01 <sup>e</sup>
Prosementi	15.32	54.04±0.54 <sup>a</sup>	0.143±0.005 <sup>ab</sup>	772.84±2.21 <sup>b</sup>	0.64±0.02 <sup>e</sup>
CA 35	10.02	49.08±0.25 <sup>a-e</sup>	0.100±0.00 <sup>h</sup>	541.71±1.32 <sup>h</sup>	0.71±0.04 <sup>cd</sup>
Bilensoy	11.30	45.50±1.07 <sup>efg</sup>	0.132±0.01 <sup>b-f</sup>	627.11±5.38 <sup>f</sup>	0.76±0.03 <sup>bc</sup>
CA B6	13.97	39.39±0.78 <sup>h</sup>	0.116±0.01 <sup>e-h</sup>	605.25±7.38 <sup>g</sup>	0.81±0.04 <sup>b</sup>
MA114	15.69	48.19±1.69 <sup>b-e</sup>	0.133±0.01 <sup>b-e</sup>	680.30±7.19 <sup>d</sup>	0.67±0.02 <sup>de</sup>
Verko	8.13	46.26±0.55 <sup>def</sup>	0.119±0.01 <sup>d-g</sup>	590.47±5.42 <sup>g</sup>	0.81±0.03 <sup>b</sup>
Bacon-Geo	14.03	50.44±2.55 <sup>a-e</sup>	0.131±0.00 <sup>b-g</sup>	597.48±3.49 <sup>g</sup>	0.72±0.03 <sup>cd</sup>
2A 83	13.35	38.07±1.54 <sup>h</sup>	0.138±0.00 <sup>bc</sup>	537.40±2.85 <sup>h</sup>	0.71±0.04 <sup>cd</sup>
May22	10.87	41.44±2.44 <sup>fgh</sup>	0.158±0.00 <sup>a</sup>	722.69±6.19 <sup>g</sup>	0.65±0.02 <sup>e</sup>
Plato	12.21	37.03±2.67 <sup>h</sup>	0.135±0.01 <sup>bcd</sup>	603.19±5.62 <sup>g</sup>	0.72±0.02 <sup>cd</sup>
Aktaş	22.37	40.57±2.09 <sup>gh</sup>	0.121±0.01 <sup>c-g</sup>	389.90±3.63 <sup>i</sup>	1.06±0.04 <sup>a</sup>
LSD	4.219**	5.288**	0.018**	15.267**	0.050**

Data are expressed as the mean ± standard deviation (n = 3). Values in the same column marked different letters differ significantly (p < 0.05), \*\*p < 0.01.

### 3.2. The Antioxidant Activity of Alfalfa Seeds

The antioxidant potential of alfalfa seed extracts was determined with three different assays. The ABTS<sup>+</sup> scavenging activity of alfalfa seed extracts was reported in terms of TEAC, as shown in Table 1. The results of the TEAC reveal that the highest antioxidant activity was determined for May 22 variety (0.158 mmol Trolox/g), and CA 35 had the lowest antiradical activity against ABTS<sup>+</sup> (0.100 mmol Trolox/g). According to statistical evaluations, there were significant differences between varieties ( $p < 0.01$ ) (Table 1).

FRAP of seed methanol extracts ranged from 389.90  $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$  (Aktaş) to 791.02  $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$  (Daisy). Prosementi also had high FRAP with high TPC in samples. Differences between seed alfalfa varieties were found to be significant ( $p < 0.01$ ) statistically (Table 1).

The results of the radical scavenging activity determined by the DPPH assay showed that a variety of Kayseri and Prosementi had the highest activity among varieties with an EC<sub>50</sub> value of 0.64 mg/mL, and radical scavenging activity of variety May 22 did not differ significantly both of them. Otherwise, variety Aktaş had the lowest DPPH<sup>•</sup> radical scavenging activity with EC<sub>50</sub> of 1.06 mg/mL. Verko and CAB6 were found to have significantly lower activity than the other varieties (Table 1).

According to Pearson's correlation analyses, TPC of seed extracts of alfalfa varieties strongly correlated with FRAP and DPPH<sup>•</sup> scavenging activity. The correlation between TPC and FRAP assay ( $r = 0.540$ ,  $p < 0.01$ ) was found higher than that of between TPC and other antioxidant activity assays (Table 2). The highest correlation was found between FRAP and the results of the DPPH assay ( $r = -0.738$ ,  $p < 0.01$ ) (Table 2).

### 4. Discussion and Conclusion

The present study revealed that the diversity of total phenolic content in the alfalfa seed extracts from fifteen varieties in comparison with their antioxidant activities. When the compared our results with recent research, the extraction yield with methanol from alfalfa seeds was found higher than the extraction yield from vetch seed which ranged from 6.15 to 9.70% (Orak, 2019) and mung bean seed which was determined as 10.7% (Orak et al., 2018).

In recent years, legumes have attracted attention, especially in terms of their antioxidant effects and total phenolic content. When compared alfalfa's TPC (ranged from 37.03 to 54.04 mg/GAE/g) with widely consumed legume seeds, varieties exhibited similar content to mung bean seed (47.16 mg GAE/g extract; Orak et al., 2018). Asadi-Samani et al., (2018) reported that the TPC of *Medicago sativa* L. from Iran was 49.796 mg GAE/g dry weight of extract, similar to our results. In comparison, the phenolic content of alfalfa with the TPC of fifteen vetch genotypes determined by the same method, TPC of alfalfa was higher than those vetch genotypes which was ranged between 15.46 mg GAE/g and 31.63 mg GAE/g methanol extracts. In turn, when comparing FRAP of samples, some varieties of this legume exhibited higher activity than fifteen vetch genotypes that showed the highest activity as 0.52 mmol Fe<sup>2+</sup>/g extract for a Hungarian vetch genotype (Orak, 2019). Also, differences between varieties were found to be significant.

Pearson's correlation analyses demonstrated that TPC of alfalfa varieties strongly correlated with FRAP and DPPH<sup>•</sup> scavenging activity. Similar correlations were determined for vetch species by Orak (2019).

Table 2. Correlation coefficients values ( $r^2$ )

	TPC	TEAC	FRAP	DPPH assay (EC <sub>50</sub> )
TPC	1	-0.197ns	0.540**	-0.316*
TEAC		1	0.241ns	-0.234ns
FRAP			1	-0.738**
DPPH assay (EC <sub>50</sub> )				1

ns: not significant, \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ .

As a result, this study demonstrated that differences between alfalfa varieties were significant ( $p < 0.01$ ) in terms of their total phenolic content and antioxidant activity, statistically. Therefore, the phenolic content and antioxidant activity can also be a tool to use in determining which variety will come forward to use as human food, nutritional supplement, or rich antioxidant source in meals. These results can be evaluated for animal welfare and improving the health status of the animals by feeding with high phenolic content forages. However, in order to identify, isolate, and characterize these bioactive constituents from extracts and to illustrate their structure are needed to research in further studies.

## References

- Aguilera, Y., Estrella, I., Benitez, V., Esteban, R. M. & Martín-Cabrejas, M. A. (2011). Bioactive phenolic compounds and functional properties of dehydrated bean flours. *Food Research International* 44, 774-780.
- Al-Dosari, M. S. (2012). In vitro and in vivo antioxidant activity of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) on carbon tetrachloride intoxicated rats. *The American Journal of Chinese Medicine* 40(4), 779-793.
- Asadi-Samani, M., Rafieian-Kopaei, M., Lorigooini, Z., & Shirzad, H. (2018). A screening to determine total phenol and flavonoid content of some Iran's medicinal plants grown in Chaharmahal va Bakhtyari province. *Indian Journal of Natural Products and Resources* 9(4), 296-302.
- Benzie, I., F., F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 239, 70-76.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M., E., & Berset, C. (1995). Use of a free-radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT Food Science and Technology* 28, 25
- Gatouillat, G., Magid, A., A., Bertin, E., Okiemy-Akeli, M. G., Morjani, H., Lavaud, C., & Madoulet, C. (2014). Cytotoxicity and apoptosis induced by alfalfa (*Medicago sativa* L.) leaf extracts in sensitive and multidrug-resistant tumor cells. *Nutrition and Cancer* 66, 483-491.
- Gawel, E., Grzelak, M., Janyszek, M. (2017). Lucerne (*Medicago sativa* L.) in the human diet: case reports and short reports. *Journal of Herbal Medicine* 10, 8-16.
- Gökkaya, G., & Orak, A. (2021). Determination of The Effects of Cutting Time on Forage Yield and Quality in Some Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Varieties. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 31 (2): 434-452
- Kabtni, S., Sdouga, D., Bettaib Rebey, I., Save, M., Trifi-Farah, N., Fauconnier, M. L., & Marghali, S. (2020). Influence of climate variation on phenolic composition and antioxidant capacity of *Medicago minima* populations. *Scientific Reports* 10(1), 8293.
- Karamać M., Orak H. H., Amarowicz R., Orak A., & Piekoszewski W. (2018). Phenolic contents and antioxidant capacities of wild and cultivated white lupin (*Lupinus albus* L.) seeds. *Food Chemistry*, 258, 1-7.
- Karamać, M., Gai, F., Peiretti, P. G. (2020) Effect of the growth stage of false flax (*Camelina sativa* L.) on the phenolic compound content and antioxidant potential of the aerial part of the plant. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 2020, 70, 189–198.
- Krakowska, A., Rafińska, K., Walczak, J., Kowalkowski, T., & Buszewski, B. (2017). Comparison of various extraction techniques of *Medicago sativa*: yield, antioxidant activity, and content of phytochemical constituents. *Journal of AOAC International* 100, 1-13.
- Orak, H. H. (2019). Investigation of Total phenolic contents and antioxidant potentials of some vetch genotypes (*Vicia* sp.) grown in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin* 28, 9526-9531.
- Orak, H. H., Karamać, M., Orak, A., Amarowicz, R., & Janiak, M. A. (2018). Phenolics Content and Antioxidant Capacity of Mung Bean (*Vigna radiata* L.) Seed. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences* 28, 199-207.
- Rafińska, K., Pomastowski, P., Wrona, O., Górecki, R., & Buszewski, B. (2017). *Medicago sativa* as a source of secondary metabolites for agriculture and pharmaceutical industry *Phytochemistry Letters* 20, 520-539.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine* 26,1231-1237.



Research Article

## Morphological Characterization of *A. vineale*

Özlem ÇAKMAKCI<sup>1\*</sup>, Suat ŞENSOY<sup>2</sup>, Ali R. ALAN<sup>3</sup>, Çeknas ERDİNÇ<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Van Turkey

<sup>3</sup> Pamukkale University, Plant Genetics and Agricultural Biotechnology Application and Research Center (PAU BIYOM), Denizli Turkey

<sup>4</sup> Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Department of Biotechnology, Van Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-6145-4442> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-7129-6185> <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-8175-4669>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0003-1208-032X>

\*Corresponding author e-mail: ozlemguldigen@yyu.edu.tr

### Article Info

Received: 29.09.2021

Accepted: 08.12.2021

Online Published: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.1002453

### Keywords

Phenotypic diversity,  
Sirmo,  
UPGMA,  
UPOV,  
Wild garlic.

**Abstract:** *Allium vineale* L. is a wild edible *Allium* species. This species is collected from nature by the local people in the Eastern Anatolia Region of Turkey and consumed as a vegetable. Aboveground organs of *A. vineale* plants are used in herbed cheese production in the eastern provinces. Collection from nature is not a sustainable way production of this species. *A. vineale* can be propagated via seeds and bulbils. It is suitable for cultivation under field and protected conditions. For agricultural production of this species, new cultivars with improved yield and quality traits have to be developed. In this study, an *A. vineale* germplasm was created with the aim of developing new cultivars that can be used in herbed cheese production. The accessions included in the germplasm were characterized for desired traits such as adaptability to culture conditions, agronomic characteristics and harvest uniformity. The phenotypic diversity of *A. vineale* accessions were examined using morphological descriptors derived from International Union for the protection of New Varieties of Plants (UPOV). According to the clustering and principal coordinate analysis (PCoA) made by evaluation of the morphological features, the accessions were divided into two main groups based on the locations. Germplasm accessions differ from each other for leaf waxiness and color intensity. *A. vineale* can be distinguished from other *Alliums* present in the same area with thin leaves, short plant height, and multiple bulbils in the flower scapes.

## *A. vineale*'nin Morfolojik Karakterizasyonu

### Makale Bilgileri

Geliş: 29.09.2021

Kabul: 08.12.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.1002453

### Anahtar Kelimeler

Fenotipik çeşitlilik,  
Sirmo,  
UPOV,  
UPGMA,  
Yabani sarımsak.

**Öz:** *Allium vineale* L. yenilebilir bir yabani *Allium* türüdür. Bu tür Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'nde yerel insanlar tarafından doğadan toplanarak sebze olarak tüketilmektedir. *A. vineale* bitkilerinin toprak üstü organları doğu şehirlerinde otlu peynir üretiminde kullanılmaktadır. Doğadan toplamak bu türün üretimi için sürdürülebilir bir yol değildir. *A. vineale* tohumlar ve bulbiller ile çoğaltılabilmektedir. Arazi ve korunmuş yapılar içerisinde yetiştiriciliğe uygundur. Tarımsal üretim için arttırılmış verim ve kalite özellikleri yeni çeşitlerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Bu çalışmada, otlu peynir üretiminde kullanılabilecek yeni çeşitlerin geliştirilmesi amacıyla yönelik olarak bir *A. vineale* genetik havuzu oluşturulmuştur. Bu genetik havuzda yer alan aksesyonlar kültür koşullarına adaptasyon, agronomik özellikler ve hasat uniformitesi gibi tercih edilen özellikler için karakterize edilmişlerdir. *A. vineale* aksesyonlarının fenotipik çeşitliliği International Union for the protection of New Varieties of Plants (UPOV) tarafından belirlenmiş morfolojik tanımlamalarla değerlendirilmiştir. Morfolojik özellikler değerlendirilerek yapılan kümeleme ve temel koordinat (PCoA) analizlerine göre aksesyonlar lokasyona bağlı olarak iki ana guruba ayrılmıştır.



Genetik havuzdaki aksesyonlar yaprak mumsuluğu ve renk yoğunluğu yönünden birbirlerinden farklılık göstermişlerdir. *A. vineale*, ince yaprakları, kısa bitki boyu ve çiçek umbelinde bulunan fazla sayıda topset ile aynı alanda bulunan diğer *Allium* türlerinden ayrılabilir nitelik taşımaktadır.

## 1. Introduction

Local plant germplasm created at various ecological regions produce genetic material for new plant varieties and accelerate breeding studies. In this respect, the UPOV (International Union for the Protection of New Varieties of Plants) center was established in Geneva (Switzerland) with an international agreement in 1961 for the protection of new plant varieties in the world. The mission of UPOV is to provide and promote an effective system of plant diversity conservation with the aim of promoting the development of new plant varieties for the benefit of society. Descriptors for edible *Allium* species and *A. schoenoprasum* L. have been applied by UPOV (2014). Many studies on the morphological characterization of *Allium* species have been carried out (Nomura and Makara, 1996; Friesen et al., 2000; Polyzos et al., 2019; Şelem et al., 2020).

*Allium vineale* L., a wild species with garlic-like taste, is found naturally on dry fields in Europe, on Swedish coastlines, in the steppe-like grasslands of the Baltic islands and high-altitude wetlands with continental climate and in the meadows in Turkey (Satyal et al., 2017). The leaves and bulbs of *A. vineale* are used as food in place of *A. sativum*. Native Americans use both *A. vineale* and *A. sativum* as a carminative, diuretic and expectorant (Satyal et al., 2017). Moreover, *A. vineale* known as a weed (Ceplitis, 2001), ornamental plant (Sansford et al., 2015) or medical agent (Stajner et al., 2006) is collected from nature in the Eastern Anatolia region of Turkey and it is consumed widely by local people as a spice or fresh in herbed cheese (Güldigen and Şensoy, 2015; Güldigen and Şensoy, 2016; Eryiğit et al., 2020). Moreover, *A. vineale* increases the nutritional quality of herbed cheese thanks to its high antioxidant and antimicrobial bioactive constituents and it contributes to the ripening process and keeping the cheese fresh for a long time (Coşkun and Oztürk, 2000; Dagdelen et al, 2014; Guldigen and Sensoy, 2016). This plant species has not been previously defined morphologically according to the UPOV morphological traits.

In the present study, morphological characterization of *A. vineale* accessions collected from different locations within the borders of Van province was carried out according to guidelines of UPOV. The major aim of the project was to characterize the accession collection to determine genetic diversity and potential use in breeding programs.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Plant materials and growing conditions

The whole plants were collected from 10 different locations in Van province between 20 May and 5 June in 2018. Plants with bubs were transplanted in 3-liter pots with a 2:1 mixture of peat: perlite medium and placed in a greenhouse of Horticulture Department of Van Yuzuncu Yil University (Table 1 and Figure 1). Fertilization and irrigation were carried out according to normal cultivation practices for garlic. Identification of the species was made during flowering period in Biology Department of Van Yuzuncu Yil University.

Table 1. The locations and coordinates of the *A. vineale* accessions collected

Accession	Locations	Coordinates	Altitude (m)
L-1	Lake Kesis (Turna)-Gurpinar/VAN	38°27'36.12" K 43°35'07.80" D	2555 ±5
L-2	Derebey- Pirgarip village -Tusba/VAN	38°46' 26.76"K 43° 28'45.14"D	2005 ±5
L-3	Akcift village-Tusba/VAN	38°49'29.92" K 43°33'37.52" D	2390 ±5
L-4	Sehirpazar village-Ercis/VAN	39°14'05.98" K 43° 25'14.24"D	2245 ±5
L-5	Altiyol village-Caldiran/VAN	39°05'03.83" K 43° 58'52.01"D	2040 ±5
L-6	Yumruklu village-Baskale/VAN	38°50'11.11" K 44° 04'53.43"D	2025 ±5
L-7	Kecilioba village-Baskale/VAN	37°52'17.93" K 43°56'31.92" D	2290 ±5
L-8	Kirkgecit village (Norduz) Gurpinar/VAN	38°06'51.60" K 43°22'10.67" D	2450 ±5
L-9	Derebası village-Catak/VAN	38°11'04.87" K 43°13'00.94" D	2180 ±5
L-10	Timar village-Gevas/VAN	38°24'38.86" K 42°49'46.13" D	2075 ±5



Figure 1. Plotting of locations on the map (Google Earth).

## 2.2. Morphological traits measurement

The morphological characteristics of the collected accessions were determined according to guidelines set by the International Union for Conservation of New Plant Varieties on January 24, 2014, with the code TG/198/2 (PROJ.4) for the *A. schoenoprasum* (UPOV, 2014). A total of 12 morphological characters were examined. For morphological observations in the experiment, 10 randomly selected plants from the accessions collected from each location were examined and scoring was made according to the UPOV criteria. The morphological characteristics of the plants were observed for two years (2018 and 2019). The traits evaluated included plant height (PH), foliage attitude (FA), leaf curvature (LC), leaf waxiness (LW), green color intensity of leaf (LGC), leaf length (LL), leaf diameter (LD), time of sprouting (TS), bud shape (BSH), bud size (BS), time of beginning of flowering (TBF), flower color (FC). Four morphological characters (PH, LL, LD, and BS) were measured during vegetative period using a digital caliper. The leaf color parameters of the plants selected from each location were determined in the L, a\*, b\*, Chroma (C\*) and Hue Angle (H°) color plane with the Minolta CR-440 Optics Chroma meter. The time of sprouting was investigated when 10% of one-year-old plants show new sprouts at the beginning of the next year after sowing. Umbel capsule (bud) shape observations

were made when 10% of the plants have a bud and directly after bud emergence. The descriptors used and the observed classes are presented in Table 2.

### 2.3. Statistical analysis

Quantitative traits were examined for normal distribution by performing a Kolmogorov–Smirnov test. The data of morphological traits were divided into the groups (Sensoy et al., 2007). In the cluster analysis of the morphological data obtained in the study, the Past3 (Paleontological Statistics Version 3.20) program was used and a dendrogram was performed in iTOL (Interactive tree of life) using the obtained matrix file (iTOL, 2020). Furthermore, UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) method was used for grouping the locations. Similarity matrices were created with Principal Coordinate Analysis (PCoA) and Euclidean coefficients were assessed to determine possible correlations between the morphological properties. All multivariate analyses were performed with IBM SPSS Statistics version 21.0. One-way analysis of variance (One-way ANOVA) was performed for data comparison, and Duncan multiple comparison test was used to determine the differences between groups (Duncan, 1955).

Table 2. UPOV descriptors and classification scores

	<b>Descriptors</b>	<b>Classes</b>	<b>Scale</b>	<b>Value range</b>
1	Plant height (PH)	Short	3	<39.93 cm
		Medium	5	39.93-52.86 cm
		Tall	7	>52.86 cm
2	Foliage attitude (FA)	Erect	1	V
		Erect to semi erect	2	
		Semi erect	3	
3	Leaf curvature (LC)	Absent or very weak	1	V
		Weak	3	
		Medium	5	
		Strong	7	
		Very strong	9	
4	Leaf waxiness (LW)	Weak	1	V
		Medium	3	
		Strong	5	
5	Green color intensity of leaf (LGC)	Very light	1	<7.34
		Light	2	7.34-8.58
		medium	3	8.58-9.82
		Dark	4	9.82-11.06
		Very dark	5	>11.06
6	Leaf length (LL)	Short	3	<21.17 cm
		Medium	5	21.17-26.24 cm
		Long	7	>26.24 cm
7	Leaf diameter (LD)	Small	3	<2.15 mm
		Medium	5	2.15-2.85 mm
		Large	7	>2.85 mm
8	Time of sprouting (TS)	Early	3	V
		Medium	5	
		Late	7	
9	Bud (Umbel capsule) shape (BSH)	Elliptic	1	V
		Round	2	
		Broad ovate	3	
10	Bud (Umbel capsule) size (BS)	Small	1	<6.5 mm
		Medium	3	6.5-8.87 mm
		Large	5	>8.87 mm
11	Time of beginning of flowering (TBF)	Early	1	V
		Medium	3	
		Large	5	
12	Flower color (FC)	Light pink	1	V
		Pink	2	
		Violet	3	

V: Visual assessment by a single observation of a group of plants or parts of plants.

### 3. Results

Plant Height (PH) of a total of 100 plants, 10 from each location, were measured. The PH of the selected plants varied from 27.0 cm to 65.8 cm, and the difference between the locations was statistically significant at the  $p < 0.01$  level. The highest PH mean ( $55.32 \pm 5.47$  cm) was determined in the L-8 location, and the lowest value ( $31.38 \pm 5.47$  cm) was determined in the plants belonging to the L-4 location (Table 3). PH were grouped according to UPOV criteria, while values below 39.93 cm were scored as short; values between 39.93-52.86 cm were scored as medium; Values above 52.86 cm were scored as large. According to the UPOV scoring method, 65% of plants were recorded as medium (Table 5). In terms of foliage attitude (FA), 36% of the plants were erect, 46% of them were erect to semi erect and 18% of them were semi-erect. Moreover, it has been determined that 60% of the plants were in the weak leaf curvature class. In addition, it was observed that the plants in all locations were in the medium waxiness (100%) group (Table 3).

Leaf length (LL) of the plants varied from 16.1 cm to 31.3 cm. The difference between locations was statistically significant at the  $p < 0.01$  level. Plants were divided into the groups having short, medium and long leaves specified in the UPOV criteria in terms of LL (Table 2). Values below than 21.17 cm were as short; values between 21.17-26.24 cm were as medium; values above than 26.24 cm were scored as long. According to this classification, 43% of the plants had short leaves; 50% of them had medium-length leaves and 7% of them had long-leaves (Table 3).

The difference between the locations in terms of leaf diameter (LD) of the plants was found to be significant at the  $p < 0.01$  level (Table 3). The LD of the selected 100 plants varied from 1.45 to 3.54 mm. In terms of LD, 50% of the plants had thin-leaves (Table 4).

The variation seen in bud shape (BSH) between locations was due to the fact that *A. vineale* can have bulbils and flower buds. *A. vineale* produces bulbil and this bring about shape difference in buds. Buds of accessions from some locations did not contain regular flower buds. These accessions produced only bulbils in buds. Flower buds appeared in broad ovate shape. Bulbil buds were in elliptic form.

In terms of bud size (BS), the difference between locations was found to be significant ( $p < 0.01$ ). The BS of a total of 100 plants selected from all locations varied from 4.13 mm to 11.24 mm. Thirty-eight percent of the plants had small BS; 46% of them had medium BS; 16% of them had large BS.

Flower color (FC) of the plants in the locations show variation. It has been observed that while some of the plants flowering, some plants produce only bulbils, while some umbels with flowers and bulbils. It was noted that the flower colors of the flowering plants in all locations were light pink.

When the color parameters of the leaves (L,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $H^\circ$ ) were evaluated, the difference between all locations was found to be statistically significant ( $p < 0.01$ ) (Table 4). The brightness value ( $L^*$ ) was the highest ( $46.25 \pm 1.03$ ) in the plants belonging to L-1 location, and the lowest value ( $36.82 \pm 1.51$ ) was measured in the plants belonging to L-2 location. The  $a^*$  value, which expresses the green color intensity, was observed at the highest ( $-11.47 \pm 0.85$ ) at L3 location, while the lowest value ( $-7.27 \pm 1.11$ ) was observed in the plants belonging to the L-5 location. It was determined that the highest value ( $15.93 \pm 0.30$ ) of the  $b^*$  parameter, which shows the intensity of yellow-blue color, was in the plants belonging to the L-3 location and the lowest value ( $9.94 \pm 0.08$ ) was found in the plants belonging to the L-5 location. The Chroma ( $C^*$ ) value, which expresses the saturation, was measured the highest ( $19.51 \pm 0.31$ ) in the plants belonging to the L-7 location, and the lowest ( $11.47 \pm 0.93$ ) in the plants belonging to the L-4 location. Hue value ( $h^\circ$ ) was the highest ( $131.29 \pm 0.86$ ) in L-10 location, and the lowest value ( $124.64 \pm 1.11$ ) was found in plants belonging to L-4 location (Table 4). While the plants were grouped in terms of green color intensity,  $a^*$  values were taken into consideration. According to this classification, 3.3% of the green color intensity of the plants were very light; 16.7% of them were light; 46.7% of them were medium; 23.3% of them were dark and 10% of them were very dark (Table 5).

Table 3. Means of some morphological characteristics of *A. vineale* accessions collected from different locations

Accession	Plant height (PH) (cm)	Leaf length (LL) (cm)	Leaf diameter (LD) (mm)	Bud size (BS) (mm)
L-1	46.47±5.53 bcd	20.65±2.70 b	2.47±0.18 bc	6.75±0.77 bc
L-2	45.16±5.64 cd	<b>24.98±3.60 a</b>	1.91±0.28 ef	6.86±1.04 bc
L-3	48.25±7.50 bc	21.48±2.86 b	2.00±0.29 de	<b>4.72±0.39 d</b>
L-4	<b>31.38±1.87 e</b>	21.52±1.31 b	<b>1.67±0.11 f</b>	5.33±0.29 d
L-5	46.32±2.73 bcd	22.92±3.06 ab	2.11±0.42 de	<b>9.15±1.08 a</b>
L-6	51.34±6.61 ab	20.75±2.32 b	2.50±0.43 abc	7.45±0.95 b
L-7	41.34±4.47 d	<b>20.39±1.51 b</b>	1.72±0.14 f	6.12±1.41 c
L-8	<b>55.32±5.47 a</b>	22.86±2.25 ab	2.28±0.28 cd	9.04±0.38 a
L-9	50.33±2.10 abc	21.25±1.74 b	2.73±0.39 ab	7.38±0.14 b
L-10	49.30±8.41 bc	21.02±2.06 b	<b>2.76±0.21 a</b>	7.57±1.31 b
Avg.	46.52±8.12**	21.78±2.69**	2.21±0.47**	7.04±1.60**

\*\* : The difference between groups shown with different letters in the same column is significant (p<0.01).

Table 4. Leaf color parameter of *A. vineale* accessions collected from different locations

Accession	L	a (-)	b	C*	H°
L-1	<b>46.25±1.03 a</b>	9.57±0.03 bcd	11.61±1.06 bc	15.01±0.16 bc	128.97±0.54 b
L-2	<b>36.82±1.51 d</b>	9.47±0.03 bcd	11.40±0.97 bc	15.47±0.15 b	130.37±0.33 a
L-3	42.54±2.59 bc	<b>11.47±0.85 a</b>	<b>15.93±0.30 a</b>	19.50±0.03 a	126.17±1.03 c
L-4	40.97±2.08 c	10.50±0.64 ab	11.49±0.21 bc	<b>11.47±0.93 f</b>	<b>124.64±1.11 d</b>
L-5	46.20±1.07 a	<b>7.27±1.11 e</b>	<b>9.94±0.08 d</b>	12.41±0.02 e	126.73±0.99 c
L-6	41.54±0.89 c	9.80±0.26 bc	11.57±0.51 d	14.63±0.31 c	130.74±0.25 a
L-7	41.38±1.18 c	9.19±0.17 cd	11.63±0.34 bc	<b>19.51±0.31 a</b>	128.51±0.14 a
L-8	44.31±1.17 ab	8.45±1.04 d	10.52±0.26 d	13.51±0.07 d	128.30±0.17 b
L-9	41.20±1.09 c	9.30±0.33 bcd	12.29±0.18 b	15.46±0.10 b	126.43±0.71 b
L-10	40.62±0.50 c	9.63±0.43 bcd	11.13±0.92 c	13.16±0.71 d	<b>131.29±0.86 a</b>
Avg.	42.18±2.98**	9.46±1.21**	11.75±1.62**	15.01±2.63**	128.22±2.20**

\*\* : The difference between groups shown with different letters in the same column is significant (p<0.01).

Table 5. Proportional distribution of *A. vineale* accessions according to UPOV descriptors (%)

No	Descriptor	Distribution frequency of plants by descriptors (%)				
01	PH	Short (14)	Medium (65)	Tall (21)		
02	FA	Erect (36)	Erect to semi erect (46)	Semi erect (18)		
03	LC	Absent or weak (20)	Weak (60)	Medium (20)	Strong (0)	Very strong (0)
04	LW	Weak (0)	Medium (100)	Strong (0)		
05	LGC	Very light (3.3)	Light (16.7)	Medium (46.7)	Dark (23.3)	Very Dark (10)
06	LL	Short (43)	Medium (50)	Long (7)		
07	LD	Small (36)	Medium (34)	Large (30)		
08	TS	Early (30)	Medium (30)	Late (40)		
09	BSH	Elliptic (40)	Round (0)	Broad ovate (60)		
010	BS	Small (38)	Medium (46)	Large (16)		
011	TBF	Early (30)	Medium (20)	Late (50)		
012	FC	Light pink (100)	Pink (0)	Violet (0)		

The cluster analysis was performed to observe the differences in terms of morphological descriptors of plants collected from different locations; and all locations were divided into two main groups (Figure 2). When the similarity matrices of the locations in Table 6 were examined, four locations the farthest from each other in terms of morphological traits were L1-L7 and L7-L9 (10.724), L4-L5 (9.695) and L1-L4 (9.105). However, the most similar locations in terms of all traits were L1-L9 (0.000), L5-L6 (3.606), L4-L10 (4.472) locations. The similarities and distances of the locations from each other were also clearly seen in the basic coordinate analysis (Figure 3). The plants from four locations (L-3, L-4, L-7 and L-10) in different groups were collected from a relatively higher altitude (2075, 2290, 2245 and 2390 m) compared to other locations (Figure 3 and Table 1).

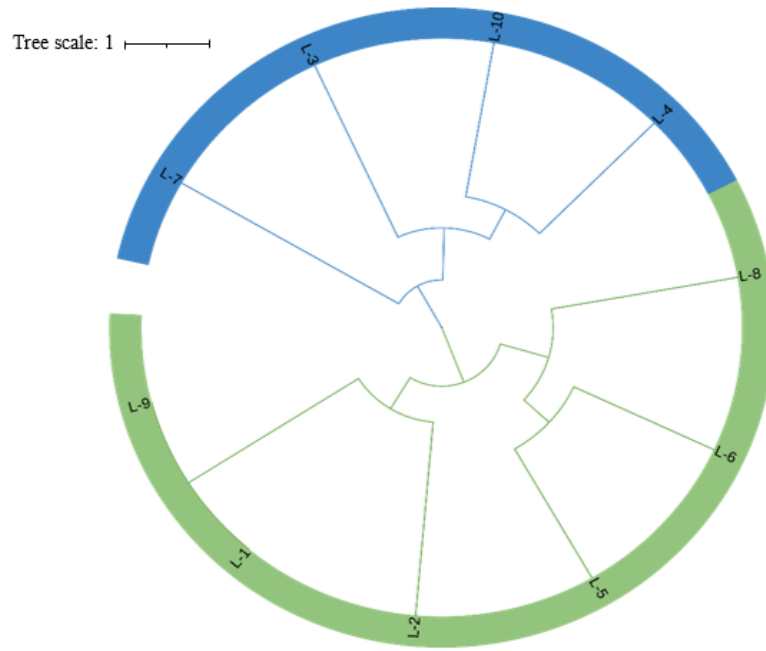


Figure 2. UPGMA-based clustering generated from the morphological data set.

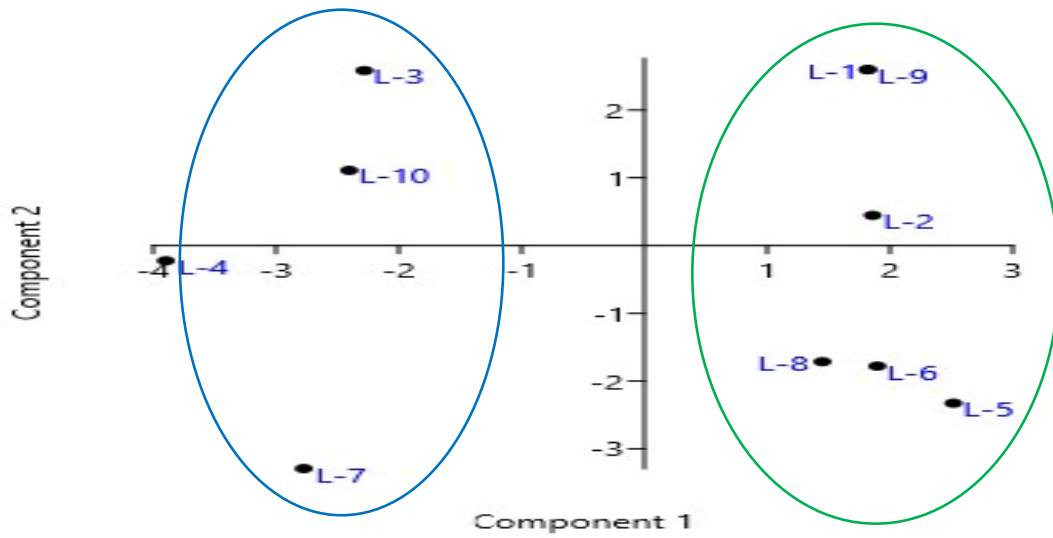


Figure 3. Principal Coordinate Analysis of *A. vineale* accessions collected from different locations.

Table 6. Similarity matrix of *A. vineale* accessions collected from different locations by using Euclidean coefficients

	L-1	L-2	L-3	L-4	L-5	L-6	L-7	L-10	L-11	L-12
L-1										
L-2	5.385									
L-3	6.782	7.141								
L-4	9.165	9.000	6.164							
L-5	7.211	5.385	9.592	9.695						
L-6	7.000	5.477	9.220	9.327	3.606					
L-7	10.724	8.944	8.426	5.745	7.681	7.348				
L-8	6.782	6.856	9.487	8.000	4.690	5.568	7.810			
L-9	0,000	5.385	6.782	9.165	7.211	7.000	10.724	6.782		
L-10	6.928	7.810	4.690	4.472	8.718	8.062	7.141	7.874	6.928	
<b>Ort.</b>	<b>5.998</b>	<b>6.138</b>	<b>6.829</b>	<b>7.073</b>	<b>6.379</b>	<b>6.261</b>	<b>7.454</b>	<b>6.385</b>	<b>5.998</b>	<b>6.262</b>

#### 4. Discussion and Conclusion

Studies on the plant morphology of *A. vineale* are very limited. For this reason, morphological findings were compared with studies on other wild garlic species. When the findings were examined, it was determined that two morphological traits [leaf waxiness (Weak) and flower color (Light pink)] showed monomorphism. In addition, 10 morphological traits were observed to differ between locations. Morphological differences in leaf shape and size are important for the ornamental plant potential of plants (Stummel and Bosland, 2007). Leaf curvature may increase temporarily during flowering in most *Allium* species. However, in some species (*A. cernuum*), the leaves are permanently curved (Choi and Cota-Sanchez, 2010). As a result of our observations, it was seen that *A. vineale* plants had semi-erect and weakly curved plant form. Morphological leaf characteristics can show polymorphism greatly among *Allium* species and therefore can be used as a descriptive criterion among *Allium* species (Aryakia et al., 2016). It has been determined by some studies that wild *Allium* species show morphological differences in terms of plant length, leaf length and leaf diameter compared to the cultivated species (Nomura and Makara., 1996; Friesen et al., 2000; Aryakia et al., 2016).

It was observed that the degree of leaf waxiness of the accessions in the study was medium. Leaf waxiness is a morphological feature that protects the weak leaves of plants against biotic (fungi, bacteria, etc.) and abiotic (temperature, etc.) stresses (Subudhi and Raut, 1994; Mondal et al., 2015). The waxiness is important for the use of *Allium* species (Liu et al., 2014) and other species (Subudhi and Raut, 1994; Mondal et al., 2015) in genetic breeding programs and evolutionary studies. In terms of green color intensity, the majority of plants (46.7%) were in the medium color intensity class. Color intensities of the accessions from different locations vary frequently. The variation in the color intensity of plants has also been supported by previous studies on different plant species (De Souza et al., 2012; Joshi et al., 2013; Taşcı et al., 2019). When the results were compared with the literature ( $a^*$  value), it was found that the leaves of *A. vineale*, and *A. scorodoprasum* L. subsp. *rotundum* (L.) STEARN leaves appear to have a darker green color intensity. In addition, the higher  $L^*$  brightness value supports the medium waxiness of *A. vineale* in its classification according to UPOV criteria. Variation in color intensity among *Allium* species might be an important for selection as a morphological marker in all breeding programs (Aryakia et al., 2016). The flowering times in the ecological conditions in the area where the study was carried out were grouped as early, med and late-flowering ones. Flowering times of most of the accessions are classified in the late group. Flowering times of all locations were found to be close to each other. Fritsch and Abbasi (2013) reported that flowering times in plants may differ in nature. The fact that the flowers open at different times can be considered as a long-term flowering period and this feature also shows that *A. vineale* can be evaluated as an ornamental plant.

According to the UPOV traits, cluster analysis accessions were divided into two groups. It has been seen in previous studies that morphological differences between and within species are differentiated in cluster analysis (Pooler and Simon 1993; Friesen et al., 2000; Panthee et al., 2006). The fact that the plants examined in the study were the same as species was supported by the species identification. However, it is thought that the difference between the locations is due to the effect of

factors such as geographical location, ecology, and harvest time. In addition, Aryakia et al. (2016) stated that there may be morphological differences in subspecies of *Allium* species.

This is the first study utilizing UPOV descriptors in evaluation of wild *A. vineale* germplasm in Turkey. The morphological characterization of wild germplasm from different locations in Van province revealed phenotypic diversity. It has been seen that the accessions in the locations were divided into two main groups based on the morphological traits. According to the morphological measurement data obtained, it was found that *A. vineale* has a thinner leaves and shorter plant height when compared to other edible *Allium* species (Nomura and Makara, 1996; Panthee et al., 2006; Ebrahimi et al., 2009). Moreover, it is thought that the difference in flower density of plants may be affected by genetic characteristics or environmental conditions. It was observed that accessions from some locations formed high numbers of bulbils. This indicates that *A. vineale* reproduces asexually by bulbils as well as seeds. Finally, observations and measurements for morphological classification provides the opportunity to detect valuable germplasm materials suitable for use in future breeding programs.

## Acknowledgement

This study was funded by Yuzuncu Yil University Scientific Research Projects Coordination as project numbered FDK-2019-7825. Also, we would like to thank Dr. Hüseyin Eroğlu (Van Yuzuncu Yil University, Department of Biology), who made the identification of the species.

## References

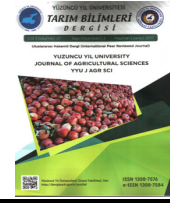
- Al-Zahim M., Newbury H. J., & Ford-Lloyd B. V. (1997). Classification of genetic variation in garlic *Allium sativum* L. revealed by RAPD. *Hortscience* 32, 1102–1104.
- Aryakia, E., Karimi, H. R., Naghavi, M. R., & Fazeli, S. A. S. (2016). Morphological characterization of intra-and interspecific diversity in some Iranian wild *Allium* species. *Euphytica*, 211(2), 185-200.
- Ceplitis, A., & Bengtsson, B. O., (2004). Genetic variation, disequilibrium and natural selection on reproductive traits in *Allium vineale*. *J. Evol. Biol.*, 17, 302–311.
- Choi, H. J., & Cota-Sanchez, J. H. (2010). A taxonomic revision of *Allium* (Alliaceae) in the Canadian prairie provinces. *Botany*, 88, 787–809.
- Coşkun, H., & Oztürk, B. (2000). Vitamin C contents of some herbs used in Van herby cheese (Van Otlu Peyniri). *Food/Nahrung*., 44(5), 379–380.
- Dagdelen, S., Bilenler, T., Durmaz, G., Gokbulut, I., Hayaloglu, A. A., & Karabulut, I. (2014). Volatile composition, antioxidant and antimicrobial activities of herbal plants used in the manufacture of van herby cheese. *J. Food Process. Preserv.* 38(4), 1716–1725.
- De Souza, E. H., De Carvalho Costa, M. A. P., Souza, F. V. D., De Oliveira, S. S., & Dos Santos-Serejo, J. A. (2012). Genetic variability of banana with ornamental potential. *Euphytica*, 184, 355–367.
- Duncan, D. B., (1955). Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, 11(1), 1-42.
- Ebrahimi, R., Zamani, Z., Kashi, & A. (2009). Genetic diversity evaluation of wild Persian shallot (*Allium hirtifolium* Boiss.) using morphological and RAPD markers. *Scientia Horticulturae*, 119(4), 345-351.
- Eryiğit, T., Tuncurk, M., & Tuncurk, R. (2020). Determination of The Nutritional and Chemical Composition of Some Edible Wild Plants Used in Herby Cheese. *Journal of Elementology* 25(3).
- Friesen, N., Fritsch, R. M., Pollner, S., & Blattner, F. R. (2000). Molecular and morphological evidence for an origin of the aberrant genus *Milula* within Himalayan species of *Allium* (Alliaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 17(2), 209-218.
- Fritsch, R. M., & Abbasi, M. (2013). *A taxonomic review of Allium subg. Melanocrommyum in Iran*. Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung Gatersleben (IPK), Gatersleben, 240.
- Guldigen, Ö., & Sensoy, S. (2015). *Herbs used in herby cheese and their distinctive characteristics*. GAP VII. Agricultural Congress, 28 Nisan- 1 Mayıs, 2015, Şanlıurfa. 411-416.
- Guldigen, O., & Sensoy, S. (2016). *Sirmo (Allium spp.)*, wild herb species used in herby cheese. *Acta Horticulturae*, 1143, 117-123.



- Ipek M., Ipek A., Almquist S. G., & Simon P. W. (2005) Demonstration of linkage and development of the first low-density genetic map of garlic, based on AFLP markers. *Sheor Appl Genet* 110(2), 228–236.
- iTOL, (2020). Interactive Tree of Life. <https://itol.embl.de/>. Accessed date: 11.02.2020
- Joshi, R., Kundu, M., & Singh, C. P. (2013). Morphological characters: efficient tool for identification on different mango cultivars. *Environ. Ecol.*, 31, 385–388.
- Liu, Q., Wen, C., Zhao, H., Zhang, L., & Wang, J. (2014). RNA-Seq reveals leaf cuticular wax-related genes in Welsh onion. *Plos One* 9(11), 1–17.
- Nomura, Y., & Makara, K. (1996). Morphological and agronomical characteristics in interspecific hybrid plants between Rakkyo (*Allium chinense*) and other edible *Allium* species. *Japanese Journal of Breeding*, 46(1), 17-22.
- Panthee, D. R., Kc, R. B., Regmi, H. N., Subedi, P. P., Bhattarai, S., & Dhakal, J. (2006). Diversity analysis of garlic (*Allium sativum* L.) germplasms available in Nepal based on morphological characters. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 53(1), 205-212.130.
- Polyzos, N., Papatotiroopoulos, V., Lamari, F. N., Petropoulos, S. A., & Bebeli, P. J. (2019). Phenotypic characterization and quality traits of Greek garlic (*Allium sativum* L.) germplasm cultivated at two different locations. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 66(8), 1671-1689.
- Pooler, M. R., & Simon, P. W. (1993). Characterization and classification of isozyme and morphological variation in a diverse collection of garlic clones. *Euphytica*, 68(1-2), 121.
- Sansford, C., Beal, E. J., Denton, G., & Denton, J. O. (2015). First report of the rust *Puccinia porri* on cultivated *Allium vineale*'Hair'. *New Disease Reports*, 31, 4-4.
- Satyral, P., Craft, J. D., Dosoky, N. S., & Setzer, W. N. (2017). The chemical compositions of the volatile oils of garlic (*Allium sativum*) and wild garlic (*Allium vineale*). *Foods*, 6(8), 63.
- Şelem, E., Nohutçu, L., Tunçtürk, R. & Tunçtürk, M. (2020). Bazı *Allium* Türlerinin Morfolojik Ölçümleri, Stoma ve Polen Özellikleri ile Polen Canlılığının Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30 (Additional issue), 882-889.
- Sensoy, S., Büyükalaca, S., & Abak, K. (2007). Evaluation of genetic diversity in Turkish melons (*Cucumis melo* L.) based on phenotypic characters and RAPD markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54(6), 1351-1365.
- Štajner, D., Milić, N., Čanadanović-Brunet, J., Kapor, A., Štajner, M., & Popović, B. M. (2006). Exploring *Allium* species as a source of potential medicinal agents. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 20(7), 581-584.
- Stummel, J. R., & Bosland, P. (2007). Ornamental pepper *Capsicum annuum*. In: *Flower Breeding and Genetics: Issues, Challenges, and Opportunities for the 21st Century*. Springer, Dordrecht, 561–599.
- Subudhi, P. K., & Raut, R. N. (1994). White rust resistance and its association with parental species type and leaf waxiness in *Brassica juncea* L. Czern and Coss *B. napus* L. crosses under the action of EDTA and gamma-rays. *Euphytica*, 74, 1–7.
- Taşcı, B., Kütük, H., & Koca, İ. (2019). Antioxidant Activity of *Allium scorodoprasum* L. subsp. rotundum (L.) STEARN Plant Grown in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(10), 1561-1567.
- UPOV, (2014). International Union for The Protection of New Varieties of Plants. [https://www.upov.int/edocs/mdocs/upov/en/tc\\_50/tg\\_198\\_2\\_proj\\_4.pdf](https://www.upov.int/edocs/mdocs/upov/en/tc_50/tg_198_2_proj_4.pdf). Accessed date: 04.03.2020.



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



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

Araştırma Makalesi (Research Article)

**Demirköprü Baraj Gölü'nde İlk *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) ve *Unio pictorum* (Linnaeus, 1758) Kaydı ve Bazı Biyometrik Parametrelerinin Değerlendirilmesi**

**Mehmet KOCABAŞ<sup>1</sup>, Filiz KUTLUYER KOCABAŞ<sup>\*2</sup>**

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi Bölümü, 61080, Trabzon

<sup>2</sup>Munzur Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 62000, Tunceli

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-8334-5802> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-7934-6500>

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

**Makale Bilgileri**

Geliş: 07.09.2021

Kabul: 13.12.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.990771

**Anahtar Kelimeler**

Biyometrik,  
Demirköprü Baraj Gölü,  
*Dreissena polymorpha*,  
*Unio pictorum*.

**Öz:** Manisa İli sınırları içerisinde yer alan Demirköprü Baraj Gölü'nde yaşayan *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) ve *Unio pictorum* (Linnaeus, 1758) türlerine ait bazı biyometrik özellikler çalışılmıştır. Çalışma alanında toplanan bireylere ait uzunluk (mm), genişlik (mm), yükseklik (mm) verileri dijital kumpas ile; bireylerin ağırlıkları (g) hassas terazi kullanılarak ölçülmüştür. Bireylere ait veriler sırasıyla; ortalama kabuk uzunluğu 30.48±5.40 ve 61.02±7.78 mm, kabuk genişliği 14.48±2.33 ve 32.01±4.48 mm, kabuk yüksekliği 14.72±3.02 ve 17.87±3.43 mm ve ağırlığı 5.19±0.94 ve 23.08±2.90 g olarak belirlenmiştir. Temel bileşenler analizine göre, her iki tür için kabuk yüksekliği, kabuk genişliği, kabuk uzunluğu ve ağırlık arasında güçlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Toplam varyansın *U. pictorum* ve *D. polymorpha* türleri için % 97.913 ve % 94.379'lük kısmının iki temel bileşen tarafından açıklanmış olduğu tespit edilmiştir. *D. polymorpha* ve *U. pictorum* türü bu çalışma ile Demirköprü Baraj Gölü'nden ilk defa rapor edilmiştir.

**The First Record of *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) and *Unio pictorum* (Linnaeus, 1758) in Demirköprü Dam Lake and Evaluation of Some Biometric Parameters**

**ArticleInfo**

Received: 07.09.2021

Accepted: 13.12.2021

Online Published: 15.12.2021

DOI:10.29133/yyutbd.990771

**Keywords**

Biometric,  
Demirköprü Dam Lake,  
*Dreissena polymorpha*,  
*Unio pictorum*.

**Abstract:** Some biometric characteristics of *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) and *Unio pictorum* (Linnaeus, 1758) were studied in Demirköprü Dam Lake, Manisa province. Measurements of individuals collected in the study area were performed using calipers and precision balances, and weight (g), length (mm), width (mm), height (mm) data were obtained. It was determined for *D. polymorpha* and *U. pictorum* species as for shell length 30.48±5.40 and 61.02±7.78 for shell length, 14.48±2.33 ve 32.01±4.48 mm for shell width, 14.72±3.02 ve 17.87±3.43 mm for shell height, and 5.19±0.94 ve 23.08±2.90 g g for weight. According to principal components analysis, there was a strong relationship between shell height, shell width, shell length, and weight for both species. It was shown that 97.913% and 94.379% of the total variance was explained by the two components for *U. pictorum* and *D. polymorpha*. *D. polymorpha* and *U. pictorum* species has been reported for the first time from the region with this study.

## 1. Giriş

Manisa ili Salihli ilçesinde bulunan Demirköprü Baraj Gölü, Gediz Nehri üzerinde sulama, enerji üretimi ve taşkın kontrolü amacıyla 1954 - 1960 yılları arasında inşa edilmiştir. Geniş bir alana (havza alanı: 6950 km<sup>2</sup>) sahip olan barajın göl hacmi 1022 hm<sup>3</sup>'tür (Tenekecioğlu, 2011). Baraj gölü su bütçesini küçük dereler, Demirci Çayı ile temel olarak Gediz Nehri sağlamaktadır (Dereli ve ark., 2018).

Türkiye, topografik, hidrografik ve buna bağlı olarak klimatolojik gelişmelerin sonucu zengin bir flora ve faunaya sahiptir (Geldiay ve Bilgin, 1969). Bu zengin yapının fauna unsurlarından biri de Mollusca şubesinin önemli bir kısmını oluşturan Unionidae ve Dreissenidae sınıfında yer alan tatlısu midyeleridir (Gürlek ve ark., 2019). Tatlısu midyeleri filtrasyon yetenekleri sayesinde su kalitesinin iyileştirilmesinde önemli rol oynarlar (Coşkun ve ark., 2019). Tatlısu midyeleri içinde barındıran Unioniformes takımı 800 türü içerir (Bogan, 2008; Yılmaz ve Barlas, 2016) ve *Unio pictorum* bu türlerden biridir. *U. pictorum* türünde kabuk konveks, uzunlamasına eliptik bir yapıda olup yeşilimsi sarı renktedir. Glochidium adı verilen larvaları, gelişimlerinin tamamlanabilmesi için konak olarak balığa ihtiyaç duyar. *U. pictorum*, *Rhodeus sericeus amarus* türünün solungaçlarını konak olarak kullanır (Demirci Demirbaş, 2016).

Zebra midyeleri (*Dreissena polymorpha*), küçük tatlısu çift kabuklu yumuşakçalarıdır (Mackie ve ark., 1989). Kabuklarındaki çizgiler belirgindir ve ayırt edilmesinde kolaylık sağlar. Büyüklükleri değişiklik gösterebilir (<50 mm). Batı Asya, Doğu Avrupa ile Kuzey Amerika'da dağılım göstermektedirler. Geniş çevresel toleransların ve morfolojik esnekliklerinden dolayı istilacı özellik sergilerler. Girdikleri su kaynaklarında hızlı bir şekilde üreyerek ortamda yüksek yoğunluk ve kütlelere ulaşarak yıkıcı ekonomik ve çevresel etkileri neden olmaktadır. Bir üreme döngüsünde 40.000'den fazla ve bir yumurtlama mevsiminde bir milyona kadar yumurta bırakılabilir, döllendikten sonra 3 ila 5 gün içinde larvalar (veligerler) ortaya çıkar ve bir aya kadar serbest yüzerler. Larvaların dağılması, su akışıyla birlikte aşağı doğru yönde ve pasiftir (Starobogatov, 1994; Olenin ve ark., 1999). Özellikle, suyu filtre ederek ortamdaki fitoplanktonun azalmasına neden olur. Yayılmalarının kontrol altına alınması ve tamamen ortadan kaldırılmaları zordur (Kutluyar ve ark., 2013). Aşırı çoğalmalarından dolayı, iletim borularını tıkamaları sonucunda baraj ve hidroelektrik santrallere büyük zararlar vererek ekonomik sorunlara neden olmaktadır (Akkuş ve ark., 2019).

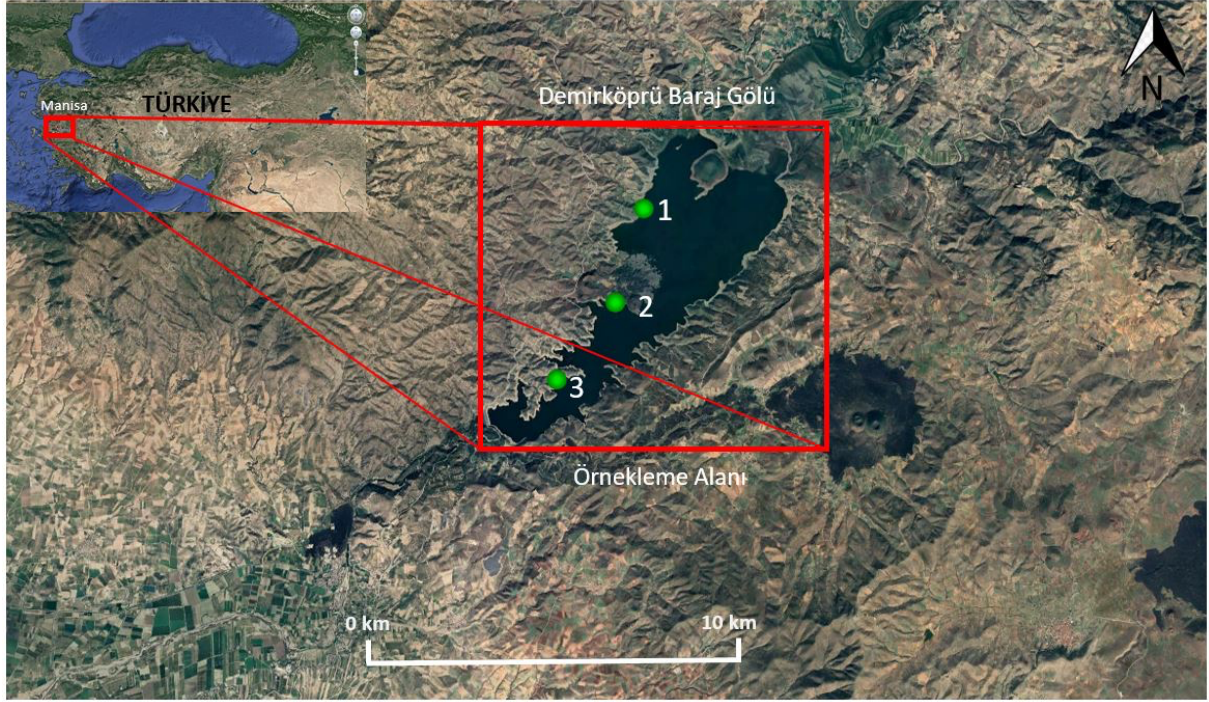
Türkiye, uygun evrimleşme ve yayılma merkezlerinden biri olduğu için Mollusca türleri açısından zengin bir faunaya sahiptir ve günümüze kadar yapılan çalışmalar, önemli sucul habitatlarda, ulaşımın elverdiği belirli alanlarda yapılmıştır (Yıldırım, 1999). Türkiye'de *D. polymorpha* ve *U. pictorum* türlerinin farklı su kaynaklarında dağılımı ve etkileri (Altınayar ve ark., 2001; Bobat ve ark., 2004; Aksu ve ark., 2007; Berber ve ark., 2018; Akkuş ve ark., 2019; Gözler ve Baytaşoğlu, 2020), ağır metal birikimleri (Demirci Demirbaş, 2016), büyüme, kondisyon ve biyokimyasal parametreler üzerine çevresel faktörlerin etkileri (Yalçın, 2006; Gaygusuz ve ark., 2007), et kalitesi ve kimyasal kompozisyonu (Erdilal ve ark., 2007) ile ilgili çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma Demirköprü Baraj Gölü'nde yaşayan *D. polymorpha* ve *U. pictorum* türlerinin bazı biyometrik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu çalışma Demirköprü Baraj Gölü'nde yaşayan *D. polymorpha* ve *U. pictorum* türlerinin popülasyonları ile ilgili ilk bilimsel çalışma özelliği taşımaktadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan *D. polymorpha* (n:180) ve *U. pictorum* (n:30) Demirköprü Baraj Gölü'nde 3 farklı bölgeden (38.669811°N/28.374477°E, 38.652102°N/28.365190°E, 38.636297°N/28.344330°E) (Şekil 1) Şubat-Ağustos 2021 tarihleri arasında toplanmıştır. Azalan yağışlar sonucunda su seviyesindeki düşmelerden dolayı bazı aylarda örnekleme yapılamamış ve ölü bireylerin karaya vurduğu gözlenmiştir.

Örnekler, 1 m su derinliğine kadar olan kum ve milli bölgelerden elle, metal çerçeveli kepçeler ve kürekler ile dip taranması için tırmık kullanılarak toplanmış (Şekil 2) ve strafor kutularda +4°C'de muhafaza edilerek laboratuvara getirilmiştir. *U. pictorum* tür teşhisi Demirsoy (1999)'a göre yapılmıştır, bireylerin kabukları konveks ve uzunlamasına eliptik bir yapıya sahip, kalın çeperli, esmer yeşil renkli ve kalın bir periostrakumla kaplı, bir dorsal ligamentle tutunan ve açılıp kapanabilen, kalsiyum karbonat ve proteinden yapılmış uzunca ve eşit iki parçadan oluşmaktadır. Kabuğun iç yüzeyinde ligamentler ve kasların bıraktığı diagnostik izler mevcuttur. *D. polymorpha* tür teşhisi Bilgin (1980)'e göre yapılmıştır.

Kabuklar genellikle üçgen şeklinde, üzerinde kuşaklı desenler bulunmakla birlikte bu desen büyük ölçüde değişmekte, bu kuşak ya da şeritler bazen bulunmamakta, bazı kabuklarda ise çok açık ya da koyu şeritler bulunmaktadır. Büyüklükleri yaşama yerine göre önemli ölçüde değişebilmektedir. *D. polymorpha* türünde 180 ve *U. pictorum* türünde 30 adet bireye ait biyometrik ölçüm yapılmıştır. Dijital kumpas ( $\pm 0.01$  mm) ile kabuk ölçümleri [kabuk uzunluğu (KU), kabuk yüksekliği (KY), kabuk genişliği (KG)] (Şekil 3), hassas terazi ( $\pm 0.001$  g) ile ağırlık ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Boy-ağırlık ilişkilerinin hesaplanmasında  $W = a X L^b$  formülü kullanılmıştır (Avşar, 2005).

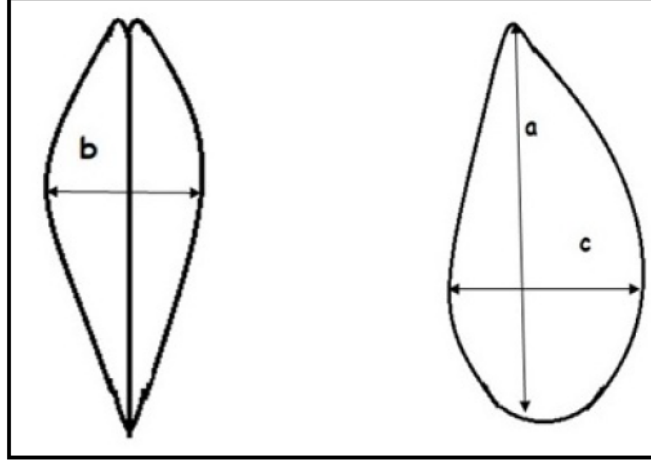


Şekil 1. Örnekleme alanı.



Şekil 2. Arazi örnekleme.

Biyometrik parametreler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde regresyon analizi ile verilerin analizi ve işlenmesinde Excel® programı kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde Statgraphics Centurion V18/19 ile bir temel bileşenler analizi (Principal Component Analysis, PCA) uygulanmıştır (Everit ve Dunn, 1991). PCA'nın kullanılabilirliğini doğrulamak için Kaiser-Meyer-Olkin'in örnekleme yeterliliği ölçüsü (KMO) kullanılmıştır. KMO, 0 ile 1 arasında değişir ve değişkenler birbirine çok bağımlıysa ve PCA faydalıysa 0.5'in üzerinde olmalıdır. Ayrıca, PCA'nın kullanılabilirliğini doğrulamak için Bartlett'in test ölçümü uygulanmıştır. Veriler anlamlıysa ( $p < 0.001$ ), PCA yararlıdır ve değişkenler birbirine çok bağlıdır.



Şekil 3. a: Uzunluk, b: Yükseklik c: Genişlik (Akkuş ve ark., 2019).

### 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada, yağışların azalması ve kuraklık nedeniyle örnekleme yapılan diğer aylarda gölde suda çekilme meydana geldiği, özellikle Ağustos ayındaki saha çalışmasında baraj suyunun aşırı azaldığı, barajda suyun renginin koyu yeşil-kahverengiye döndüğü, baraja su taşıyan akarsu debilerinin düştüğü ve barajın su seviyesinin düşmesine bağlı olarak, kıyı kesimlerde çok geniş kuru alanlar oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 4).

Demirköprü Baraj Gölü'nden elde edilen *D. polymorpha* ve *U. pictorum* popülasyonundaki bireylere ait ortalama kabuk uzunluğu  $30.48 \pm 5.40$  (ortalama  $\pm$  SD) (13.00-44.00 mm) ve  $61.02 \pm 7.78$  mm (43.02-77.12 mm), kabuk genişliği  $14.48 \pm 2.33$  (7.02-20.08 mm) ve  $32.01 \pm 4.48$  mm (22.04-40.11 mm), kabuk yüksekliği  $14.72 \pm 3.02$  (8.04-24.17 mm) ve  $17.87 \pm 3.43$  (10.19-26.07 mm) mm ve ağırlığı  $5.19 \pm 0.94$  (2.38-7.47 g) ve  $23.08 \pm 2.90$  g (17.41-31.39 g) olarak belirlenmiştir. Akkuş ve ark. (2019) Van İli Sarımeşmet Baraj Gölü'nde yaptıkları çalışmada *D. polymorpha* türünde en büyük kabuk uzunluğu ve ağırlık değeri 43.74 mm ve 9.85 g olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada, en büyük kabuk uzunluğu ve ağırlık değeri 44.01 mm ve 7.47 g olarak tespit edilmiştir. Demirköprü Baraj Gölü'ndeki suda çekilme midyelerin yaşama ortamlarını olumsuz etkilemiştir, dolayısıyla ortamda besin varlığı ve değişen su parametreleri sonucunda ağırlık değerlerinin küçük çıkması beklenen bir durumdur (Akkuş ve ark., 2019). Yalçın (2006) *U. pictorum* türü için ortalama ağırlığı  $50.37 \pm 1.89$  g ve kabuk uzunluğunu  $83.47 \pm 1.16$  mm olarak bildirmiştir. Keskinbalta (2015) Sinop İli Karasu Çayı'nda yaptıkları çalışmada *U. pictorum* ortalama kabuk uzunluğu, genişliği, yüksekliği ve ağırlığını sırasıyla  $55.02 \pm 0.16$  mm,  $27.36 \pm 0.08$  mm,  $18.68 \pm 0.67$  mm ve  $20.58 \pm 0.27$  g olarak rapor etmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen veriler önceki çalışmalarla (Yalçın, 2006; Keskinbalta, 2015; Akkuş ve ark., 2019) benzerlik göstermektedir.

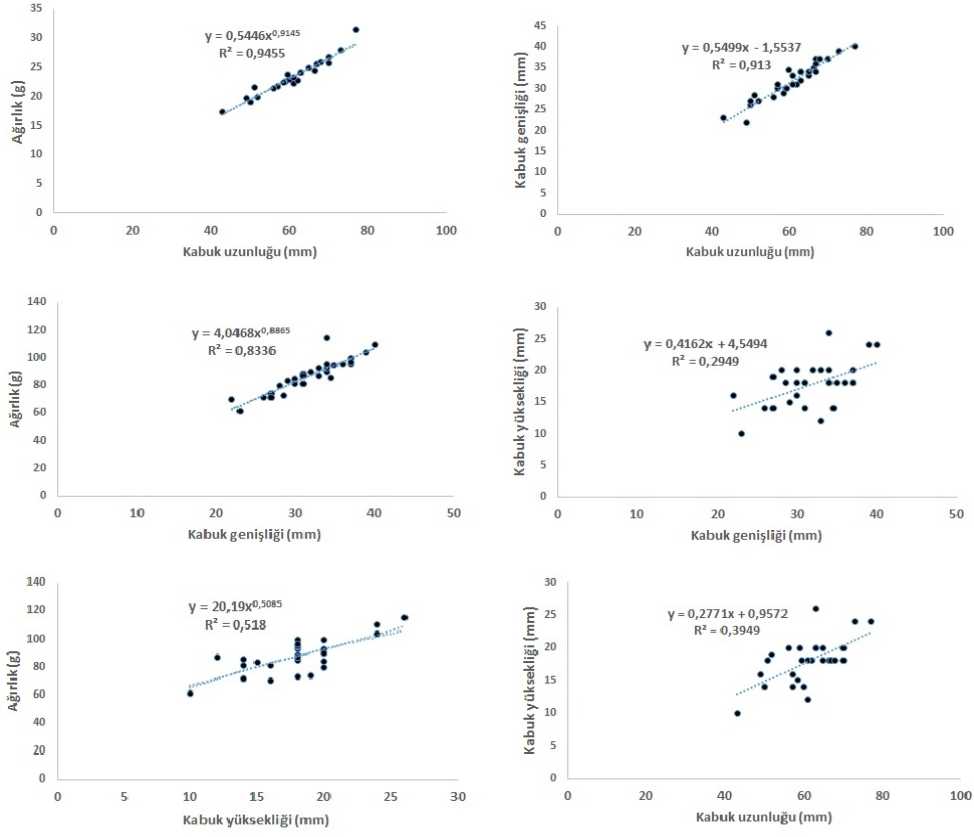
*D. polymorpha* ve *U. pictorum* türlerinin bireylerine ait lineer regresyon analizi ile belirlenen boy-ağırlık ilişkileri Şekil 5 ve 6'da verilmiştir. Elde edilen bireylere ait kabuk uzunluğu ve toplam ağırlık arasındaki ilişki *D. polymorpha* ve *U. pictorum* türleri için sırasıyla  $W = 0.173xL^{0.9954}$  ve  $W = 0.5446xL^{0.9145}$ , korelasyon katsayısı (r) ise 0.9796 ve 0.9455 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, kabuk uzunluğu-kabuk genişliği ( $r_{U. pictorum} = 0.913$ ;  $r_{D. polymorpha} = 0.694$ ), kabuk uzunluğu-kabuk yüksekliği ( $r_{U. pictorum} = 0.394$ ;  $r_{D. polymorpha} = 0.512$ ), kabuk genişliği-kabuk yüksekliği ( $r_{U. pictorum} = 0.294$ ;  $r_{D. polymorpha} =$

0.485), kabuk genişliği-ağırlık ( $r_{U. pictorum} = 0.833$ ;  $r_{D. polymorpha} = 0.719$ ) ile kabuk yüksekliği-ağırlık ( $r_{U. pictorum} = 0.518$ ;  $r_{D. polymorpha} = 0.539$ ) arasında korelasyon tespit edilmiştir. Yalçın (2006) *U. pictorum* türü için kabuk uzunluk-ağırlık ilişkisini  $W = 0.624 \times L^{3.1613}$  ( $r = 0,97$ ), Keskinbalta (2015) ilkbahar  $W = 0.0001 \times L^{3.0196}$  ( $r = 0,98$ ), yaz  $W = 0,0002 \times L^{2,928}$  ( $r = 0,97$ ), sonbahar  $W = 0,0002 \times L^{3,0534}$  ( $r = 0,98$ ), kış  $W = 0.0001 \times L^{2.9734}$  ( $r = 0.97$ ) olarak bildirmişlerdir. Ortamın beslilik değeri olan ve regresyon analizinden elde edilen “a” değeri düşük çıkmıştır. Önceki çalışmalarda, regresyon analizinden elde edilen “b” değerinin 2.976 ile 2.962 arasında değiştiği bildirilmiştir (Aban ve ark., 2017; Balcıoğlu ve Gönülal, 2017). Bu çalışmada, “b” değeri her iki türde, rapor edilen değerlerden düşük çıkmıştır. Bunun nedeni, Demirköprü Baraj Gölü'ndeki su seviyesinin düşmesi midyelerin yaşama ortamlarını ve besin ortamını olumsuz etkilemesi, bunun sonucunda besin zinciri bozulması olabilir.

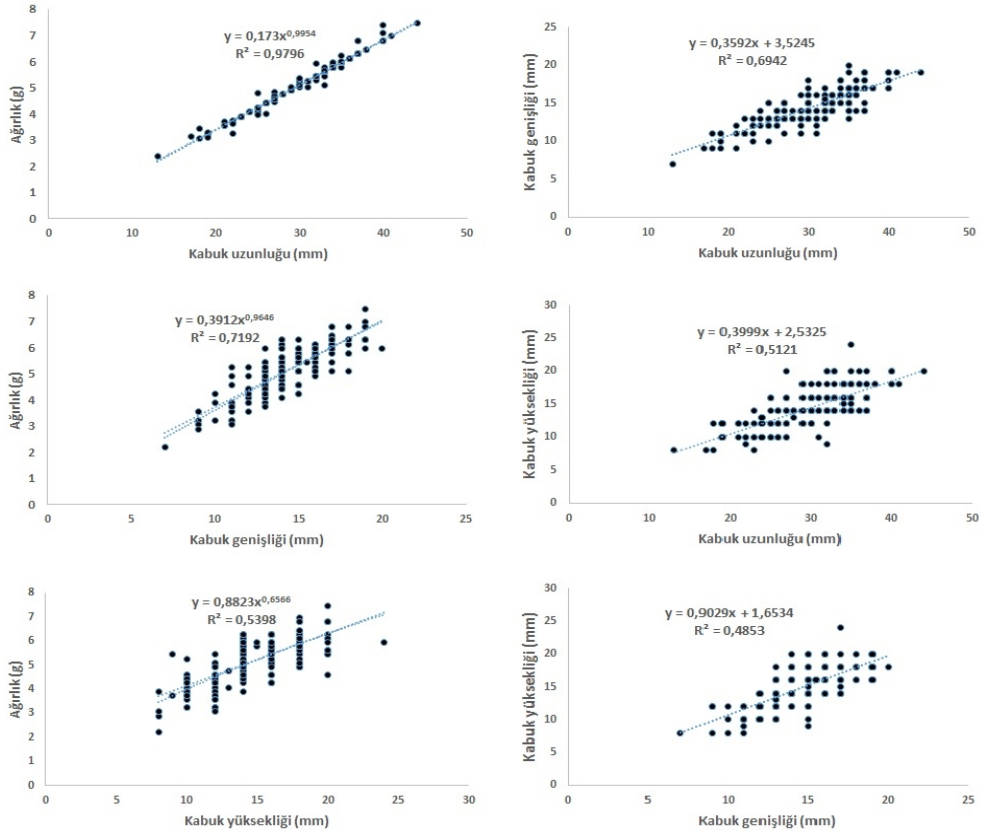


Şekil 4. Demirköprü Baraj Gölü'nde suda çekilme ve midyelerin karaya vurması.

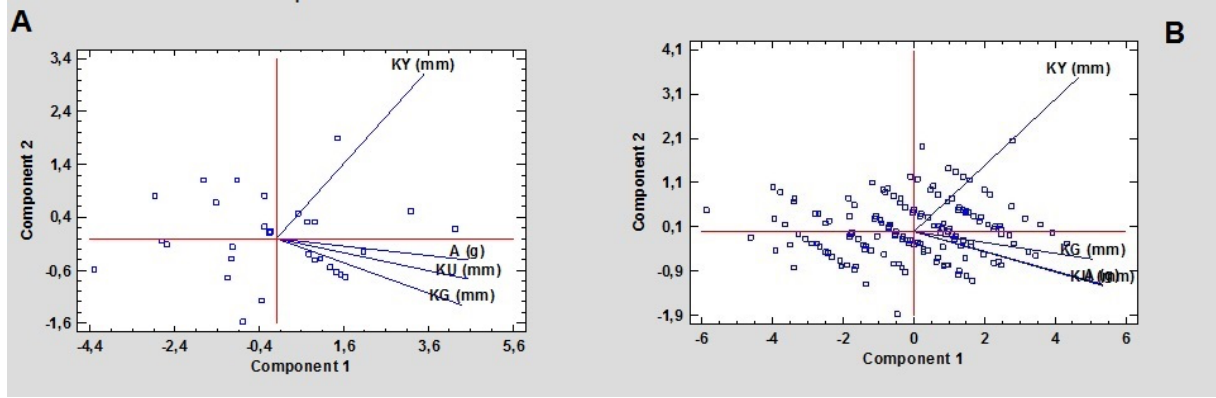
Temel bileşenler analizinin (Principal Component Analysis, PCA) kullanılabilirliğini doğrulamak için Bartlett'in testi ve KMO kullanılmıştır. Temel bileşenler analizi, korelasyon matrisini özetlemede faydalı ( $KMO_{U. pictorum} = 0.78$ ;  $KMO_{D. polymorpha} = 0.79$ ) ve Bartlett'in test verileri anlamlı olduğu belirlenmiştir ( $p = 0.000$ ;  $p < .001$ ). Bu nedenle, temel bileşenler analizi yararlı ve değişkenler birbirleri ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Toplam varyansın *U. pictorum* ve *D. polymorpha* türleri için % 97.913 ve % 94.379'lük kısmının iki temel bileşen tarafından açıklanmış olduğu tespit edilmiştir. Her iki tür için Kabuk yüksekliği (KY), Kabuk genişliği (KG), Kabuk uzunluğu (KU) ve Ağırlık (A) arasında güçlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Şekil 7).



Şekil 5. *U. pictorum* bireylerinin biyometrik parametreler arasındaki korelasyon.



Şekil 6. *D. polymorpha* bireylerinin biyometrik parametreler arasındaki korelasyon.



Şekil 7. Değişkenlere [Kabuk uzunluğu (KU), Kabuk yüksekliği (KY) ve Kabuk genişliği (KG)] ait temel bileşenler analizi; A) *U. pictorum*, B) *D. polymorpha*

Çizelge 1'de *U. pictorum* ve *D. polymorpha* türlerine ait büyüme özellikleri için dört temel bileşene ait analiz sonuçları sunulmuştur. Tablo 1'e göre *U. pictorum* ve *D. polymorpha* türleri için toplam varyansın yaklaşık olarak % 84.468 ve % 85.076'luk bölümü ilk bileşenle, % 97.913 ve % 94.379'luk bölümü ilk iki bileşenle ve % 99.428 ve % 99.753'lük bölümü ise ilk üç temel bileşenle açıklanabilmektedir. Diğer bir ifadeyle *U. pictorum* ve *D. polymorpha* türleri için dört adet değişkene ait toplam varyansın % 97.913 ve % 94.379'lük bölümü üç yeni değişkene (temel bileşene) yoğunlaşmıştır. Ayrıca, her iki tür için 1. bileşen için tüm yükler pozitif olduğundan tek kutuplu, 2., 3. ve 4. bileşenler ise artı ve eksi yükleri bulunduğu için iki kutuplu olarak adlandırılmıştır (Çizelge 2). Pozitif yükler, kutbun bir tarafında negatif yükler kutbun diğer tarafında yer alır.

Çizelge 1. *U. pictorum* ve *D. polymorpha* türlerine ait temel bileşenler analizleri sonuçları

<i>U. pictorum</i>			
Bileşenler	Öz değerler	Varyans yüzdesi (%)	Kümülatif varyans (%)
1	3.37873	84.468	84.468
2	0.537796	13.445	97.913
3	0.0605996	1.515	99.428
4	0.022878	0.572	100
<i>D. polymorpha</i>			
1	3.40304	85.076	85.076
2	0.372102	9.303	94.379
3	0.214962	5.374	99.753
4	0.00989516	0.247	100

Çizelge 2. *U. pictorum* ve *D. polymorpha* türlerine ait temel bileşen yükleri

<i>U. pictorum</i>				
Özellik	1. Temel bileşen	2. Temel bileşen	3. Temel bileşen	4. Temel bileşen
KU (mm)	0.532416	-0.218358	-0.18555	-0.79651
KG (mm)	0.51482	-0.36278	0.726715	0.274291
KY (mm)	0.408853	0.897921	0.162669	-0.01076
A (g)	0.533229	-0.120199	-0.64109	0.538723
<i>D. polymorpha</i>				
KU (mm)	0.522945	-0.312556	-0.361442	0.70583
KG (mm)	0.494936	-0.16119	0.853848	-0.000834127
KY (mm)	0.455691	0.884815	-0.0971027	0.00447119
A (g)	0.523367	-0.305662	-0.361766	-0.708366

#### 4. Sonuç

Yapılan çalışma sonucunda, yağışların azalması ve kuraklık nedeniyle göldeki suda çekilme meydana geldiği ve ortamdaki bireylerde ölümlere neden olduğu belirlenmiştir. Bu durum da türlerin



popülasyonlarını olumsuz etkilediği söylenebilir. Gölde yaşanan su çekilmelerinden balıklar gibi aktif olarak yer değiştirebilen türler kısmen daha az etkilenmektedir. Fakat, *D. polymorpha* ve *U. pictorum* türleri sabit bir noktada yaşamlarını sürdürmelerinden dolayı göldeki yaşanan su çekilmesinden ilk önce bu türler etkilenmektedir. Baraj göllerinde besince zengin kıyı bölgelerinde büyük koloniler oluşturan *D. polymorpha* ve *U. pictorum* türleri baraj göllerindeki su çekilmelerinin büyüklüğünün anlaşılmasında bir gösterge olarak kullanılabilirler. Yapılan biyometrik ölçümler bireylerdeki büyüme ve gelişmenin düşük olduğunu göstermektedir. Göldeki suyun aşırı çekilmesi, suyun aşırı ısınması ve kirlilik gibi etmenler *D. polymorpha* ve *U. pictorum* bireylerin yok olmasına neden olabilir. *D. polymorpha* ve *U. pictorum* bireyleri göldeki suyu filtre ederek beslenmeleri nedeniyle Demirköprü Baraj Gölü gibi ekosistemlere giren aşırı besin tuzları nedeniyle oluşabilecek ötrofikasyonun engellenmesinde yararlı olmaktadır. Bu türlerin ortamdaki çekilmesi, göldeki diğer türleride olumsuz olarak etkileyecek ötrofikasyonda hızlanmasına neden olabilir.

Yukarıda belirtilen nedenler dikkate alındığında, ekolojik önemi olan bu türler için Demirköprü Baraj suyu daha dikkatli kullanılmalı, tür koruma altına alınmalı ve türün ortamdaki durumu ile ilgili daha geniş çalışmalar yapılmalıdır.

## Kaynakça

- Aban, S. M., Argente, F. T., Raguindin, R. S., Garcia, A. C., Ibarra, C. E., & Vera, R. B. D. (2017). Length-weight relationships of the asian green mussel, *Perna viridis* (Linnaeus 1758) (Bivalvia: Mytilidae) population in Bolinao Bay, Pangasinan, Northern Philippines. *PSU Journal of Natural and Allied Science*, 1(1), 6-7.
- Akkuş, M., Sari, M., & Arabacı, M. (2019). The first record of zebra mussel in Sarımeşmet Dam (VAN) and its possible effects on regional fisheries. *Commagene Journal of Biology*, 3(2), 97-102.
- Aksu, S., Baran, E. A., Çevlik, H., Erşan, H., Üstündağ, S., Şahin, İ. M., İpek, S., & Ağan, Y. (2007). Kapalı sulama sistemlerinde zebra midye ile savaşımların yöntemlerinden mekaniksel süzme deneme raporu (Rapor No: 2007-1). Ankara, Türkiye, DSİ Genel Müdürlüğü Yayınları, 3 pp.
- Altınayar, G., Ertem, B., & Aydoğan, F. (2001). Hidroelektrik santraller ve su arıtma tesislerinde sorun yaratan zebra midye (*Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771))'nin yaşama ve savaşımları. *DSİ Teknik Bülteni*, 98, 33-39.
- Avşar, D. (2005). *Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği*. Adana, Türkiye, Nobel Kitapevi, 332 pp.
- Balcıoğlu, E. B., & Gönülal, O. (2017). Marmara Denizi'nin farklı bölgelerinden toplanan midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck, 1819) biyometrisi üzerine bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 397-400.
- Berber, S., Ateş, A. S., & Acar, S. (2018). Zebra Midyesinin (*Dreissena polymorpha*'nın (Pallas, 1771)) Türkiye'nin bazı su kaynaklarında yaşayan dar kiskaçlı kerevitler üzerinde ilk olarak gözlenmesi. *Su Ürünleri Dergisi*, 35(1), 55-61.
- Bilgin, F. H. (1980). Batı Anadolu'nun bazı önemli tatlısularında toplanan mollusca türlerinin sistematigi ve dağılışı. *D.Ü. Tıp Fakültesi Dergisi*, 8, 1-64.
- Bobat, A., Hengirmen, M. O., & Zapletal, W. (2004). Zebra mussel and fouling problems in the Euphrates Basin. *Turkish Journal of Zoology*, 28(2), 161-177.
- Bogan, A. E. (2008). Global Diversity of freshwater mussels (Mollusca, Bivalvia) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 139-147.
- Coşkun, T., Qaranjiki, A., & Doğançaya, L. (2019). Assessment of some biometric parameters of freshwater mussels (*Unio crassus*, Philipsson, 1788) from the Karasu Stream in Sinop Turkey. *Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4(2), 174-181.
- Demirci Demirbaş, G. İ., (2016). *Büyükçekmece Gölü'ndeki Unio pictorum (Linnaeus, 1758) 'un organlarında bazı ağır metallerin mevsimsel analizi* (Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye.
- Demirsoy, A. (1999). *Yaşamın temel kuralları*. Omurgasızlar=Invertebrata-Böcekler dışında- Cilt-II/Kısım-I Üçüncü baskı. Meteksan A.S. Ankara 572-600 s.
- Dereli, H., Kebapçioğlu, T., Şen, Y., Ölçek, Z. S., & Özdemir, M. (2018). Demirköprü Baraj Gölü (Manisa, Türkiye) balıkçılığı: Av araçları ve ticari türler. *LIMNOFISH-Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 4(3), 154-168.

- Erdilal, R., Şahin, S. K., & Yavuz, H. G., 2007, Comparison of the flesh yields and chemical compositions of two freshwater clam species (*Unio pictorum* (Linnaeus, 1758) and *Anadonta cygnea*). *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23, 9-15.
- Everit, B. S., & Dunn, G. 1991. *Applied Multivariate Analysis*, J.Wiley and Sons, Inc., NEWYORK.
- Gaygusuz, Ö., Gaygusuz Ç. G., Tarkan, A. S., Acıpınar, H., & Türer, Z. (2007). Preference of Zebra Mussel, *Dreissena polymorpha* in the diet and effect on growth of Gobiids: A comparative study between two different ecosystems. *Ekoloji*, 65, 1-6.
- Geldiay, R., & Bilgin, F. H. (1969). Türkiye'nin bazı bölgelerinden tespit edilen tatlı su molluskları. *Ege Üniv. Fen Fak. İmi Rapor Ser.*, 190, 1-36.
- Gürlek, M. E., Şahin, S. K., Dökümcü, N., & Yıldırım, M. Z., (2019). Checklist of the freshwater mollusca of Turkey (Mollusca: Gastropoda, Bivalvia). *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(4), 2992-3013.
- Keskinbalta, M. A. (2015). *Sinop İli Karasu Çayı'nda bulunan tatlı su midyelerinin (Unio pictorum, Linnaeus 1758) bazı biyometrik ve biyokimyasal özellikleri*. Sinop Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, 57s.
- Kutluyur, F., Aksu, Ö., & Aksu, Ö. (2013). Kerevitlerin beslenmesinde *Astacus leptodactylus* Eschscholtz 1823 alternatif besin olarak Zebra midyesinin *Dreissena polymorpha* Pallas 1771 Kullanılması. *Bilim ve Gençlik Dergisi*, 1(2), 63-70.
- Mackie, G. L., Gibbons, W. N., Muncaster, B. W., & Gray, I. M. (1989). *The zebra mussel, Dreissena polymorpha: a synthesis of European experiences and a preview for North America*. Ontario Ministry of Environment.
- Olenin, S., Orlova, M., & Minchin, D., (1999). *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771). S. Gollasch, D. Minchin D, Rosenthal, & H. Voigt (Eds). *Case histories on introduced species: their general biology, distribution, range expansion and impact* (pp. 37-42). Berlin, Germany: Logos-Verlag,
- Özler, A. M., & Baytaşoğlu, H., (2020). Mollusca fauna of the Çoruh River and its tributaries. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 5(2), 185-190.
- Starobogatov, J. I., (1994). *Freshwater zebra mussel Dreissena polymorpha (Pall.) (Bivalvia, Dreissenidae): systematics, ecology, practical meaning*. Moscow, Russia: Nauka, 241 pp.
- Tenekecioğlu, E. R. (2011). *Demirköprü Baraj Gölü'nde (Manisa) mevsimsel plankton topluluk yapısı değişimleri* (Doktora tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yalçın, M. (2006). *Tatlı su midyesi (Unio pictorum Linnaeus, 1758)'nin büyüme, kondisyon ve biyokimyasal parametreleri üzerine çevresel faktörlerin etkisi*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Yıldırım, M. Z. (1999). Türkiye Prosobranchia (Gastropoda: Mollusca) türleri ve zoocoğrafik yayılışları. *Tr J Zool*, 23(3), 877-900.
- Yılmaz, Ö., & Barlas, M., (2016). Dipsiz-Çine Çayı (Aydın)'nda yaşayan tatlısu midyesi *Unio crassus* (Philipsson, 1788) populasyonunun morfolojik özellikleri. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(10), 877-881.



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



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

Araştırma Makalesi (Research Article)

**Ticari Yumurta Tavuğu Rasyonlarında Saptanan Renk Pigmentlerinin Yumurta Sarısı Pigment Düzeyi Üzerine Etkisi\*\***

**Enes ALATAŞ<sup>1</sup>, Ömer Faruk KURBAL<sup>2</sup>, Filiz KARADAŞ<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 65090 Van, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-0753-0138> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-5915-3042> <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-8187-349X>

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

**Makale Bilgileri**

Geliş: 12.10.2021  
Kabul: 12.12.2021  
Online Yayınlanma: 15.12.2021  
DOI: 10.29133/yyutbd.1006046

**Anahtar Kelimeler**

Pigment,  
Toplam ve bireysel karoten,  
Vitamin,  
Yumurta sarısı.

**Öz:** Bu çalışmada, Muş ve Van illerinde ticari yumurta işletmelerinde yetiştirilen 32 haftalık Novagen, 44 haftalık Tinted, 45 ve 58 haftalık Lohman ırkı yumurtacı tavuklardan yumurta örnekleri ile yem örnekleri 1'er ay ara ile 3 ay süre ile alınmıştır. Yem ve yumurta sarısı örneklerinde; toplam karoten, lutein, zeaksantin kantaksantin, apoester, betakaroten gibi bireysel karoten ile vitamin A (retinol) ve vitamin E içeriği HPLC ile tespit edilmiştir. Bu çalışmada yumurta sarısı roche pigment skoru ile Minolta L\*, a\* ve b\* değerleri ırk ve dönemler bazında belirlenmiştir. Yumurta sarısı roche pigment skala sonuçları 2. dönemde Tinted ırkı tavuklar hariç genelinde Lohman ırkı tavuklarda; 1., 2., 3. dönemde Novagen ve Tinted ırkı yumurtalarından önemli ölçüde yüksek saptanmıştır. Minolta a\* değerleri Lohman ırkı tavuklarda yumurta sarısının Novagen ırkı tavuklarının yumurta sarılarına göre daha koyu kırmızı olduğunu göstermiştir. Minolta b\* değerleri bakımından 2. dönemde ırklar arasında istatistiksel farklılık tespit edilmezken; 1. dönemde Novagen ve Tinted ırkı tavuklarda yumurta sarılarının Lohman ırkı tavukların yumurta sarılarından önemli düzeyde daha sarı oldukları gözlenmiştir. Yumurta sarısı toplam karoten içerikleri 1. dönemde en düşük Tinted ırkı yumurtalarında saptanırken, 2. dönem bir farklılık saptanmamış olup, 3. dönemde en düşük total karoten içeriği Novagen ırkı tavuk yumurtalarında saptanmıştır. Bu çalışma sonuçları marketteki her bir yumurtanın pigment ve vitamin içeriklerinin tüketilen yemlerin bir yansıması olarak değişik olabileceği sonucuna varılmıştır.

**The Effect of Color Pigments Detected in Commercial Layer Diet on Egg Yolk Pigment Level**

**Article Info**

Received: 12.10.2021  
Accepted: 12.12.2021  
Online Published: 15.12.2021  
DOI: 10.29133/yyutbd.1006046

**Keywords**

Pigment,  
Total and Individual  
Carotene,  
Vitamin,

**Abstract:** In this study, egg samples and feed samples were taken from 32-week-old Novagen, 44-week-old Tinted, 45 and 58-week-old Lohman laying hens reared in commercial egg farms in Muş and Van provinces for three months with 1-month intervals. Total carotene, lutein, zeaxanthin, canthaxanthin, apoester and beta-carotene as an individual carotene, vitamin A (retinol) and vitamin E content of egg yolk and feed samples were determined by HPLC. In this study, the roche scale and Minolta L\*, a\* and b\* values of egg yolk were determined on the base of breed and periods. Egg yolk roche pigment scale results showed that except Tinted breed chickens in the second period, in general Lohman breed chickens were significantly higher in the 1st, 2nd, 3rd periods than Novagen and Tinted breeds egg yolk. Minolta a\* values showed that generally egg yolks of Lohman chickens were

Egg Yolk.

darker red than Novagen egg yolks. While, minolta b\* values were not statistically different among breeders in the second period, it has been observed that Novagen and Tinted breed hens egg yolks were significantly yellower than Lohman hen egg yolk in the first period, but the opposite was observed in the third period. While egg yolk total carotene contents were found to be lowest in Tinted breed eggs in the first period, no difference was found in the second period and the lowest total carotene content was found in Novagen breed chicken eggs in the third period. The results of this study concluded that the pigment and vitamin content of each egg in the market may vary as a reflection of consumed feeds.

\*\*Bu çalışma, Enes ALATAŞ'ın "Ticari yumurta tavuğu rasyonlarında saptanan renk pigmentlerinin yumurta sarısı pigment düzeyi üzerine etkisi" isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

## 1. Giriş

Yumurta tavukçuluğu ülkemiz hayvancılığı içinde oldukça önemli bir yere sahiptir (Kaya ve Macit, 2019). Yumurta, Türkiye ve dünyada insanların kaliteli protein ihtiyaçlarının karşılanmasında kullanılan hayvansal kökenli önemli bir besindir. Tüketicinin tercihleri doğrultusunda tüketiciye kaliteli yumurta sunulmalıdır. Yumurta sarısının rengi yumurta kalite parametrelerinden birisidir. Yumurta sarısının rengi tüketiciler için önemli bir kriterdir ve tüketicilerin satın alma davranışlarını etkilemektedir. Birçok Avrupa Ülkesinde (Almanya, İngiltere, İtalya, Fransa, Polonya) tüketiciler ile yapılan anket çalışmalarında tüketicilerin daha koyu yumurta sarısına sahip serbest dolaşan tavuk yumurtalarını market yumurtalarına tercih ettikleri ve bu yumurtaların market yumurtalarına göre daha besleyici ve daha doğal olduğuna inandıklarına dair bildirişler mevcuttur (Nys, 2000). Yumurta sarısında ve etlik piliç derisinde istenen sarı rengi elde etmek amacıyla Avrupa Birliği'nde (EU) 1970'li yıllardan beri yem katkı maddesi olarak kanatlı rasyonlarında karotenler ve ksantofiller kullanılmaktadır (Surai, 2002; Alay ve Karadas, 2016).

Yumurta sarıya sarı renk pigmentini veren karotenler doğal renk maddesi grubunda yer alıp, doğada 750'den fazla bileşikten oluşmaktadır (Surai, 2002; Kushwaha ve ark., 2014). Karotenler bioaktif maddeler olup esas olarak bitki, mantar, bakteri ve algler tarafından sentezlenirler (Kushwaha ve ark., 2014). Ayrıca karotenler yağda çözünen moleküller olup, oksijen, sıcaklık ve ışığa duyarlılığı olan kimyasal bileşiklerdir (Ciapara ve ark., 2004). Evcil hayvanlar tarafından sentezlenemeyen karotenlerin hayvan yemlerine ilave edilerek verilmesi gerekmektedir. Hayvan bünyesinde yumurta ve etlik piliçlerde deriye renk vermesinin yansıması; diğer biyolojik özellikleri, hayvanlarda retinoik asidin sentezlenmesinde görev alarak görme pigmenti olarak rol almaktadır (Vershinin, 1999). Karotenlerin bağışıklık sistemini güçlendirme, antioksidan aktivite gösterme, katarakt gibi yaşlanmaya bağlı dejeneratif hastalıkları azaltma, antiobesite/hipolipidik özellikleri ile endokrin sisteminde görev aldıkları da ileri sürülmektedir (Kushwaha ve ark., 2014).

Karotenoidler yalnızca algler, bakteriler, funguslar ve bitkiler tarafından sentezlendiklerinden (Gürbüz ve ark., 2004), tüketicilerin tercih ettiği koyu yumurta sarısının sağlanabilmesi için yemlerdeki pigment maddelerinin sentetik ve doğal kaynaklı formları 1970'li yıllardan beri yem katkı maddesi olarak uygulanmaktadır. Yumurta sarısının rengi yemlerde bulunan karoten miktarına ve bu karotenlerin yumurta sarısına geçip depolanabilme özelliğine bağlıdır. Yem ile tüketilen miktara bağlı olarak yumurta sarısındaki karoten miktarı değişmekle birlikte tavuklar yemlerdeki renk maddelerinin ancak % 14'ünü yumurta sarısında biriktirebilmektedirler. Renk maddelerinin yumurta sarısında birikmeleri, yem tüketimi ile başlamakta ve 9-12 gün içerisinde doygunluk noktasına ulaşmaktadır (Kırkpınar ve Erkek, 1999; Karadaş ve ark., 2006). Ancak, son yıllarda sentetik kökenli renk maddelerinin karsinojen, teratojenik ve toksik etkilerinden ötürü hayvan yemlerinde kullanılmaları azalma eğilimi gösterdiği (Kushwaha ve ark., 2014) ve mikrobiyal kökenli güvenli doğal pigment kaynaklarına bir yönelme olduğu görülmektedir (Dufossé ve ark., 2005; Kumar ve ark., 2015).

Doğal renk maddeleri çoğunlukla kadife çiçeği, alg, mısır, mısır gluten unu ve yonca gibi doğal yem maddeleri ile sağlanmaktadır (NRC, 1994; Leeson ve Summers, 1997). Mısırdaki yoğun olarak bulunan zeaksantin, lutein ve betakaroten, kuru yeşil yemlerde yaygın olarak bulunan lutein ve betakaroten, kırmızı biberde yaygın olarak bulunan ve kırmızı pigment olarak kullanılan kapsaksantin, marigol çiçeğinde lutein, ve domateste bulunan likopen gibi karotenler doğal karoten kaynakları olarak

kullanılmaktadırlar. Sentetik renk maddeleri ise dünyada ve ülkemizde yaygın olarak kantaksantin (kırmızı pigment) ve apoester (sarı pigment) pigmentleri kullanılmaktadır (Jeroch ve ark., 1993). Yumurta tavuğu yemlerinde kullanılan karotenoidler, ksantofiller ve oksikarotenoidler yumurta sarısının koyulaşmasını sağlarlar (Latscha, 1990). Sarı renk lutein-sarısı, zeaksantin-altın sarısı ve kırmızı renk kantaksantin, astaksantin ve kapsorubin gibi maddelerden sağlanmaktadır. Kırmızı ve sarı rengi sağlayan renk maddelerinin yemde istenilen oranda bulunması büyük önem taşımaktadır (Jeroch ve ark., 1999).

Köy tipi işletmelerde tavuklar gezerek gereksinim duydukları renk maddelerini yeşil otlar, böcekler ve gübrelerden elde ederler. Ancak günümüzde artık köy tipi işletmeler, yerini kapalı sistemlere bıraktığından gereksinim duyulan tüm renk maddeleri yemlere katılmaktadır (Kırkpınar ve Erkek, 1999). Ancak, yumurta tavukları ksantofilleri sentezleyemediklerinden, istenilen renk üniformitesi yemdeki karotenoidlerin renklendirme kapasitesine ve stabilitesine bağlıdır (Gürbüz ve ark., 2004).

Dünyada ve ülkemizde yumurta tavuğu ve bildircin rasyonlarında, pigment içermeyen buğday esaslı yemlere renk pigmenti ilavesinin yumurta sarısının pigment skoru, karoten içeriği ve yumurta verimi üzerine etkisini belirlemek için Jeroch ve ark. (1999), Kırkpınar ve Erkek (1999), Knoblich ve ark. (2000), Gürbüz ve ark. (2004), Şamlı ve ark. (2005), Günal ve Bakırcı (2006), Karadaş ve ark. (2006), Karageçili ve Karadaş (2015), Alay ve Karadas (2016) tarafından bir çok deneysel çalışma yapılmasına rağmen, ticari yumurta tavuğu yetiştiriciliği yapılan işletmelerde üretilen ve insan tüketimi için markette satışa sunulan yumurtaların karoten kompozisyonu ile ilgili çalışma yok denecek kadar azdır.

Karageçili ve Karadaş (2015) tarafından yapılan bir çalışmada; 33., 43. ve 53. haftalarda Lohmann ve 48., 58. ve 68. haftalarda Hy-Line yumurta tavuğu yemlerinin toplam karoten, vitamin A, vitamin E düzeylerinin hayvan yaşına göre yumurta sarısında birikimlerinin nasıl etkilendiğini araştırmışlardır. Çalışma sonunda; yumurta sarısındaki Lohmann ırkı için sırasıyla toplam karoten içeriği 19.93, 16.85 ve 18.14 ( $\mu\text{g/g}$ ) ( $p>0.05$ ); Hy-Line ırkında bu değerler sırasıyla 16.72, 17.00 ve 18.32 ( $\mu\text{g/g}$ ) ( $P<0.05$ ) olarak saptanmıştır. Ayrıca Lohmann ırkı yumurta sarısı toplam vitamin A içeriği sırasıyla 3.86, 4.34 ve 3.44 ( $\mu\text{g/g}$ ) iken Hy-Line ırkı için sırasıyla 7.64, 3.55 ve 3.45 ( $\mu\text{g/g}$ ) olarak bildirilmiştir ( $P<0.05$ ). Yumurta sarısı toplam vitamin E içeriği Lohmann ırkı için sırasıyla 110.55, 111.03 ve 115.85 ( $\mu\text{g/g}$ ) ve Hy-Line ırkı için sırasıyla 99.31, 97.89 ve 110.01 ( $\mu\text{g/g}$ ) olarak saptanmıştır ( $P>0.05$ ). Araştırma sonucunda yumurtacı tavukların yaşları arttıkça yumurta büyüklüğü de artmakta ve birim hacimde biriken vitamin miktarı azalabileceği ancak yemler bu azalışı telafi edecek şekilde yeniden formüle edildiği takdirde bu olumsuzluk giderilebileceği vurgulanmıştır.

Bu çalışmada farklı ticari işletmelerde yetiştirilen farklı ırk ve yaşlardaki yumurta tavuklarının yemlerinde ve yumurtalarından örnekler alınarak, yumurta karoten ve vitamin içerikleri ile yumurtanın Roche skala renk skorları (RCF), yumurtanın Minolta renk ölçüm sonuçları incelenmiş ve firmadan firmaya incelenen kriterler bakımından farklılık olup olmadığı ortaya konmuştur.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Yem ve Yumurta Materyali

Denemede kullanılan yem ve yumurta materyalleri Muş ilinde 2, Van ilinde 1 ticari yumurta üreticisi firmadan 1'er ay ara ile 3 kez alınmıştır.

Muş 1. Firma: Novagen White ırkı tavuklardan 32; 37 ve 41. haftalarda 4 -5 hafta yaklaşık 1'er ay ara ile 3 ay süresince her defasında sürüyü temsilen rastgele 10'ar adet toplamda 30 adet yumurta örneği alınmıştır. Her dönem bu tavukların beslendiği yemlerden de eş zamanlı yem örnekleri alınmıştır.

Muş 2. Firma: Tinted ırkı tavuklardan 44, 48 ve 52 haftalık yaşta 10'ar adet toplam 30 adet yumurta örneği alınmıştır. Aynı şekilde bu hayvanların beslendiği yemlerden de yem örnekleri alınmıştır.

Van Firması 1-1: Lohman ırkı tavuklardan birinci denemede 45, 50 ve 54. haftalık yaşta 10'ar adet toplamda 30 adet yumurta, aynı şekilde bu hayvanların beslendiği yemlerden de yem örnekleri alınmıştır.

Van Firması 1-2: Lohman ırkı tavuklardan birinci denemede 58., 63., ve 67. haftalık yaşta 10'ar toplam 30 adet yumurta örneği alınmıştır. Aynı şekilde bu hayvanların beslendiği yemlerden yem örnekleri alınmıştır.

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Deneme Planı ve Denemenin Yürütülmesi

Denemede; yumurta kalite parametreleri, yumurta pigment skoru (RCF), Minolta a\*, b\* ve L\* değerleri ile yumurtaların karoten ve vitamin içerik düzeylerinin (HPLC) belirlenmesi amacıyla, her işletmede 3 kez ve her defada 10'ar yumurta alınarak firmaların her biri bir grup olarak isimlendirilmiştir. Her dönem toplam 4 grup kıyaslanmıştır. Örneklerin analizleri YYÜ Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

### 2.2.2. Yumurta Sarısı Pigmentasyonunun Belirlenmesi

Çalışmada yumurta sarısının pigmentasyonunun belirlenmesinde Roche skala renk skoru (RCF) ve Minolta kolorimetre cihazı ile iki farklı ölçüm metodu kullanılmıştır.

Roche Skalası renk Skoru (RCF): Yumurta sarısının ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan pratik bir ölçüm skalasıdır. 1'den 15'e kadar farklı tonda sarı renkleri içeren sarı renk yelpazesidir.

### 2.2.3. Yumurta Sarısının L\* (parlaklık), a\* (kırmızılık) ve b\* (sarılık) Değerlerinin Ölçülmesi

L\*, a\* ve b\* değerleri Chroma Meter, CR-400, Minolta, Osaka, Japan kolorimetre cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. L\* değeri; parlaklık olup maksimum değer "-100" ve minimum "0" değeri siyahı göstermektedir. a\* değeri kırmızılığı gösterip; (+100 = kırmızı) dan yeşile (-100 = yeşil) ve b\* değeri sarılık skalası olup sarıdan (-100 = mavi) den sarıya (100 = sarı) değerlerini göstermektedir (Skşivan ve ark., 2015; Faitarone ve ark., 2016). Minolta L\*, a\* ve b\* kayıtları; Konica minolta CR-400 cihazı ile sarı pigment ölçümleri yumurta sarısının 3 farklı bölgesinde alınan 3 okumanın ortalaması olarak alınmıştır.

### 2.2.4. Yem ve Yumurtalarda HPLC ile Karoten ve Vitamin Analizleri

Yem örneklerinin ekstraksiyonu: Her tekerrür için alınan yem örnekleri laboratuvar örneği haline getirilecek şekilde öğütülmüştür. 1 g laboratuvar numunesi cam tüpe konup 1.25 ml % 60 KOH ve Pyrogallol (3 g pyrogallol 10 ml etanolde çözdürülmüştür) (Surai ve ark., 1996) ile sabunlaştırmayı gerçekleştirmek amacıyla 30 dakika 70 °C'de su banyosunda tutulmuştur, sonra soğutulup 7 ml NaCl (% 5) ve 5 ml hekzan ilave edilerek karanlıkta 30 dakika buz dolu kap içerisinde bekletilmiştir. Daha sonra örneklerin üzerinde biriken hekzanda çözünen karoten ve vitaminler evaporasyon kabına aktarılmıştır. Hekzan ilavesi iki kez tekrarlandıktan sonra, ekstraktlar 65 °C'deki evaporasyon cihazında nitrojen gazı altında hekzan uzaklaştırılmıştır. Altta kalan örnek (1:1, v/v) diklormetan ve metanolle tekrar çözdürülüp HPLC sistemine enjekte edilmiştir.

Yumurta örneklerinin ekstraksiyonu: 200 mg yumurta örneğine önce % 5 NaCl'den 0.7 ml ardından 1 ml etanol ilave edilmiştir. Daha sonra hekzan ile homojenize edilerek (önce 2 ml ardından 1.8 ml hekzan) santrifüjden geçirilmiş (8000 g / 10 dakika), üstte biriken hekzan içinde çözünen karoten ve vitaminler evaporasyon kabına aktarılmıştır. Daha sonra yukarıda yem örneklerinde verilenle aynı prosedüre devam edilmiştir (Surai, 2000; Surai ve ark., 2001; Surai ve Sparks, 2001).

Karotenlerin HPLC ile belirlenmesi Surai ve ark. (2001) metodu kullanılmıştır. Aynı ekstraktan 10 µl HPLC sistemine enjekte edilmiş, Spherisorb tipi S3ODS2, 5-µ C18, ters faz kolon, (25 cm x 4.6 mm; Phase Separation, Clwyd, UK) asetonitril-metanol (85:15) ve asetonitril-diklormetan-metanol (70:20:10) mobil fazı kullanılarak deidore-detektör (DAD) ile 445 nm dalga boyunda okunmuştur.

Vitamin E ve Retinol'un HPLC ile belirlenmesi: 20 µl ekstrakte edilmiş örnek HPLC sistemine injekte ettirilerek, 3-µ C18, ters-faz kolon, (15 cm x 4.6 mm, Spherisorb ODS2, Phase Separation, Clwyd, UK) ve mobil fazı olarak metanol-distile su (97:3, v/v) ve dakikada 1.05 ml akış kullanılarak; excitation 295

nm ve emission 330 nm olan Florasans detektörü ile  $\alpha$ - tokoferol ve retinol standardı ile kalibre edilmiş HPLC’de sonuçlar belirlenmiştir (Surai ve ark., 1996).

### 2.2.5. Karotenoidlerin Yemden Yumurtaya Geçişinin Hesaplanması

Karotenoidlerin geçişi aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Karadas ve ark. 2006).

$$\text{Karotenoidlerin depolanma etkinliği} = \frac{\text{Yumurtadan karotenoid üretimi (A)}}{\text{Yemden karotenoid üretimi (B)}} \times 100 \quad (1)$$

A= Yumurta sarı ağırlığı (g) x yumurta sarısı karotenoid konsantrasyonu ( $\mu\text{g/g}$ ) x yumurta verimi (%)

B= Yem tüketimi (g/gün/hayvan) x yem karotenoid konsantrasyonu ( $\mu\text{g/g}$ )

### 2.3. İstatistiksek Analiz

Ele alınan özellikler bakımından tanımlayıcı istatistikler, Ortalama  $\pm$  Standart hata olarak verilmiştir. Bu özellikler bakımından ırklara göre farklılık olup olmadığını belirlemek üzere, Tek Yönlü Kovaryans Analizi (One-way ANCOVA) yapılmıştır. Irklar arası farklılığa etkili olabileceği düşünülen faktörlerden Kanatlı yaşı (Poultry age) kovaryet faktör olarak alınmıştır. Varyete, Lokasyonu (Test sites: Van ve Muş) kapsadığından, Lokasyon modele dahil edilememiştir. Böylece, Dönem ve Varyete faktörü ile birlikte, Kanatlı yaşı faktörü (kovaryet faktör alınarak) modele dahil edilmiştir. Faktör seviyelerine göre dengeli dağılım olmadığından, interaksiyon (etkileşim) etkisine bakılmamış ve yalnızca ana etkiler dikkate alınarak analizler icra edilmiştir. Varyans analizlerini takiben, farklı grupları belirlemede Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Hesaplamalarda istatistik önemlilik (anlamlılık) düzeyi %5 olarak alınmış ve hesaplamalar için SAS (ver: 9.4) istatistik paket programı kullanılmıştır.

### 3. Bulgular

Çalışmada ele alınan özellikler için modele dahil edilen faktörlerin ana etkilerine ilişkin sonuçlar Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelge 1’de görüldüğü üzere; modele kovaryet faktör olarak dahil edilen kanatlı yaşının etkisi, tüm özellikler için istatistik olarak önemli bulunmazken, özelliklerin büyük çoğunluğunda, dönem etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur. Bu nedenle, varyete (ırk) karşılaştırmaları dönemlerde ayrı ayrı yapılmış ve elde edilen sonuçlar tablolar halinde sunulmuştur.

Çizelge 1. Özellikler için Dönem, Yaş ve Varyete etkileri

Özellikler	Etilere ilişkin p değerleri		
	Dönem	Varyete	Hafta
Yumurta ağırlığı	0.003	0.015	0.895
Kabuk ağırlığı	0.006	0.299	0.172
Sarı ağırlığı	0.778	0.065	0.833
Ak ağırlığı	0.001	0.019	0.605
Sarı ağırlık	0.010	0.904	0.697
Ak ağırlık	0.019	0.487	0.339
Kabuk ağırlık	0.111	0.001	0.097
Roche skalası	0.001	0.004	0.146
Minolta L	0.692	0.931	0.257
Minolta a	0.007	0.856	0.066
Minolta b	0.139	0.360	0.055
Vitamin A (retinol)	0.001	0.986	0.983
Gamatokotrienol	0.001	0.000	0.779
Alfatokotrienol	0.150	0.000	0.500

Çizelge 1. Özellikler için Dönem, Yaş ve Varyete etkileri (devam)

Özellikler	Etilere ilişkin p değerleri		
	Dönem	Varyete	Hafta
Deltatokoferol	0.001	0.000	0.349
Gamatokoferol	0.001	0.000	0.879
Alfatokoferol	0.001	0.000	0.581
Toplam vitamin E	0.001	0.000	0.766
Toplam karoten	0.001	0.000	0.733
Lutein	0.001	0.008	0.058
Zeaksantin	0.175	0.000	0.754
Ciszeaksantin	0.001	0.158	0.615
Kantaksantin	0.017	0.009	0.053
Tanımlanamayan karoten	0.004	0.001	0.174
Apoester	0.006	0.001	0.522
Anhidrolutein	0.001	0.001	0.180

### 3.1. Yumurta Sarı Renginin Roche Skalası ve Minolta Cihazı ile Ölçüm Ortalamaları

Yumurta sarı roche skala sonuçları ve minolta cihazı ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ) değerleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2’de 1. dönemde Roche skalası sonuçları incelendiğinde Van firmasına ait 45. haftalık yaşta Lohman ırkı tavuklara ait yumurtaların yumurta sarı pigment değerlerinin en yüksek olduğu bunu Lohman 58 haftalık yaş tavuklarının yumurta sarılarının takip ettikleri ve Lohman 45-58 hafta yaş yumurta tavuğu Roche skalası sonuçlarının Muş firmaları tarafından yetiştirilen Tinted ırkı 44. ve Novagen 32. hafta yaşta yumurta tavuğu yumurta sarılarından önemli ölçüde yüksek olduğu ( $P<0.05$ ) saptanmışken; aynı yemle beslendiklerinden Lohman 45 ve 58. hafta yaş grupları arasında farklılık saptanmamıştır ( $P>0.05$ ). Tinted ırkı 44 ve Novagen 32 Hafta yaşta yumurtaların Roche skalaları arasında önemli düzeyde farklılık saptanmıştır ( $P<0.05$ ). İkinci dönem sonuçları incelendiğinde 50 haftalık yaşta Lohman ırkı tavuklara ait yumurta sarılarının Roche skalası Muş ilinde yetiştiriciliği yapılan Novagen 37. Haftalık yaşta yumurta tavuklarının yumurta sarısı Roche skalası ile benzer bulunmuşken, diğer grupların yumurta sarılarına göre önemli ölçüde yüksek oranda pigment skoru göstermiştir ( $p<0.05$ ). Roche skalası 3. dönem sonuçları incelendiğinde Van firması yumurtaları (Lohman 54- 67. Hafta) Muş firması (Tinted 53 ve Novagen 43) yumurtalarıyla karşılaştırıldığında önemli düzeyde yüksek Roche skala değeri göstermiştir (Çizelge 2).

Roche skalası değerleri bir bütün olarak değerlendirildiğinde yapılan ölçümlerde en düşük değer 10.45 ve en yüksek skala değeri 12.50 olarak kayıt edilmiştir. Avrupa ve Asya kıtasındaki tüketicilerin tercih ettikleri yumurta sarısı RCF değerinin 10 ile 14 arasında olduğu (Galobart ve ark., 2004) dolayısıyla elde edilen bu değerler, tüketiciler tarafından kabul edilebilir skala aralığında olduğu görülmektedir. Bu bulgular ayrıca Lokaewmanee ve ark. (2010) tarafından 25 haftalık yaşta Charoen Pokphand ırkı yumurtacı tavuk mısır soya temelli rasyonlara ilave ettikleri Marigol çiçeği ekstraktı, kırmızı biber ekstraktı ve bu ikisinin kombinasyonunu ile beslediği yumurta tavuklarının yumurta sarısı RCF değerlerini sırası ile 8.64; 11.47 ve 12.17 olarak bildirdiği bulgular ile de benzerlik göstermektedir. Bu bulgular ayrıca; Şamlı ve ark. (2005), Karadas ve ark. (2006), Macit ve ark. (2007) ve Yenice ve ark. (2007),’nin değerleri ile paralellik göstermektedir. Yine Karageçili ve Karadaş (2015) tarafından Lohman ırkı 33., 43. ve 53. hafta yaşta yumurta tavuk RCF değerleri sırasıyla 11.05, 12.35 ve 12.25 olduğu bildirilmiş ve elde edilen bulguların bu çalışma ile yakın benzerlik gösterdiği saptanmıştır.

Minolta  $L^*$  değerleri 1. dönemde Muş’tan alınan örneklerde Van’dan alınan örneklerden önemli ölçüde yüksek olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Bu farklılığın 2. dönemde değişim gösterdiği Van firmalarının yumurta örneklerinde parlaklığın iyileştiği, Muş Novagen 43 firma yumurtalarının 2. dönemde Van firmasındaki yumurtalara göre önemli ölçüde düşük parlaklık değeri gösterdikleri ve parlaklığın 3. dönemde yine Van (Lohman 67) firmasındaki yumurtalarda Muş firmalarındaki yumurtalara göre (Tinted 53 ve Novagen 41) önemli ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ).

Minolta  $a^*$  değerleri 1. dönemde Van’dan alınan örneklerde (Lohman 45-48 hafta yaşta) Muş ilinden alınan yumurta örneklerinden (Tinted 44 ve Novagen 32) önemli ölçüde daha kırmızı olduğu



saptanmıştır. Bu farklılığın 2. dönemde değişim göstererek Muş Novagen 37. hafta yaştaki tavuk yumurtalarının Tinted ve Lohman 63 haftalık yaştaki tavuk yumurtalarının sarısının kırmızılık değerinden (a\*) önemli ölçüde yüksek olduğu saptanmıştır (p<0.05). 3. dönemde yine Van Lohman 54. hafta tavuk yumurtalarının sarı (a\*) değeri Van Lohman 67. Hafta ve Muş Novagen 41 hafta ile benzer, ancak Muş Tinted ırkı yumurta sarısından önemli ölçüde daha yüksek değer gösterdikleri saptanmıştır (P<0.05).

Minolta b\* değerleri 1. Dönemde kırmızılık değerlerinin aksine Tinted 44 yaş grubu yumurta tavuklarından alınan örneklerin, Van'dan alınan örneklerden (Lohman 45-58 haftalık yaşta) önemli ölçüde daha yüksek sarı pigmente sahip olduğu, diğer gruplar arasında farklılığın önemsiz olduğu gözlenmektedir. 2. dönemde b\* değeri açısından alınan yumurta örnekleri arasında önemli bir farklılığa rastlanmamıştır (P>0.05). 3. dönemde yine Van (Lohman 54) yumurtalarının b\* değerinin a\* değeri ile benzer şekilde Muş yumurtalarından (Tinted 53 ve Novagen 41 haftalık yaş) önemli ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır (P<0.05).

Minolta değerleri bir bütün olarak incelendiğinde en düşük L\* değeri 46.60 en yüksek L\* değeri 57.40 kayıt edilmiş olup Lokaewmanee ve ark. (2010) tarafından yumurtacı tavuk mısır soya temelli rasyonlara ilave ettikleri Marigol çiçeği ekstraktı, kırmızı biber ekstraktı ve bu ikisinin kombinasyonunun yumurta sarısı L\* değeri sırasıyla 45.19 Mısır soya temelli kontrol rasyonu, kırmızı biber ekstraktı ilave edilende 43.58, Kırmızı biber ekstraktı + marigold ekstraktı ilave edilen grupta ise 42.31 olarak bildirilmiştir. Elde edilen bulgular kontrol grubu ile Lohman ırkı 45. Hafta yumurta sarısı L\* değeri paralellik göstermekle beraber, diğer dönem ve ırklarda L\* değeri bu çalışmadan 10 birim daha düşük çıkmış ve benzerlik göstermemektedir. Bu bulguların farklılığı ırk ve yaş farklılığı yanı sıra yemlerin içindeki sentetik ve doğal katkıların farklılığından da olabileceği sonucuna varılmıştır.

Çizelge 2. Yumurta sarısı Roche skalası ve Minolta L\*, a\* ve b\* ölçüm ortalamaları ve standart hataları

Dönem	Rk	Yaş	Roche	Minolta		
				L*	a*	b*
1	Tinted	44	11.10±0.21 <sup>b</sup>	55.83±1.16 <sup>a</sup>	5.35±0.36 <sup>b</sup>	41.14±1.94 <sup>a</sup>
	Novagen	32	10.45±0.25 <sup>c</sup>	57.40±0.92 <sup>a</sup>	5.35±0.70 <sup>b</sup>	38.03±0.75 <sup>ab</sup>
	Lohman	45	11.85±0.13 <sup>a</sup>	46.60±1.56 <sup>b</sup>	7.37±0.20 <sup>a</sup>	33.83±1.18 <sup>b</sup>
	Lohman	58	11.45±0.17 <sup>ab</sup>	47.44±1.62 <sup>b</sup>	7.40±0.40 <sup>a</sup>	35.82±1.67 <sup>b</sup>
2	Tinted	49	11.55±0.16 <sup>c</sup>	52.42±0.87 <sup>ab</sup>	6.55±0.45 <sup>c</sup>	37.89±1.48
	Novagen	37	12.45±0.19 <sup>ab</sup>	49.64±1.36 <sup>b</sup>	8.74±0.44 <sup>a</sup>	35.50±0.94
	Lohman	50	12.50±0.16 <sup>a</sup>	53.41±0.82 <sup>a</sup>	8.25±0.41 <sup>ab</sup>	35.56±0.89
	Lohman	63	11.81±0.37 <sup>bc</sup>	53.78±0.53 <sup>a</sup>	7.16±0.46 <sup>bc</sup>	38.27±0.58
3	Tinted	53	10.90±0.10 <sup>b</sup>	50.03±1.11 <sup>b</sup>	7.07±0.32 <sup>b</sup>	36.18±1.04 <sup>b</sup>
	Novagen	41	10.75±0.17 <sup>b</sup>	48.75±1.39 <sup>b</sup>	7.61±0.55 <sup>ab</sup>	36.58±1.24 <sup>b</sup>
	Lohman	54	12.30±0.20 <sup>a</sup>	53.71±0.94 <sup>a</sup>	7.92±0.48 <sup>ab</sup>	40.41±0.92 <sup>a</sup>
	Lohman	67	12.15±0.30 <sup>a</sup>	50.79±1.21 <sup>ab</sup>	7.92±0.49 <sup>a</sup>	37.91±1.34 <sup>ab</sup>

<sup>abc</sup> Aynı sütundaki ve aynı dönemdeki farklı harfler istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

### 3.2. Yumurta Sarısı Toplam ve Bireysel Karoten İçerikleri

Alınan yumurta örneklerinde toplam karoten içerikleri Roche skalası ve Minolta b\* değerleri ile paralellik gösterdiği (Çizelge 3); 1. dönemde toplam karoten içeriğinin en yüksek Tinted ırkı 44 haftalık yaştaki tavuk yumurtalarında 21.20 µg/g seviyesinde bunu Lohman 45. ve Lohman 58 haftalık yaşta tavuk yumurtalarının 19.21 ve 19.11 µg/g takip ettiği ve bu gruplar arasında önemli bir farklılık olmadığı ancak Novagen ırkı 32 haftalık yaşta tavuk yumurtalarının toplam karoten içeriğinin tüm gruplardan önemli ölçüde düşük olduğu gözlenmektedir (P<0.05).

Elde edilen bu bulgular; Karadas ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmadaki % 2 oranında yonca ekstraktı ilave edilen buğday temelli rasyonlar ile beslenen bildircin yumurtalarının toplam karoten içeriğinin 22.4 µg/g olarak ölçüldüğü sonuç ile benzerlik gösterdiği görülmüşken, rasyona % 0.02 oranında marigold ekstraktı ilave edildiğinde yumurtaların toplam karoten içeriğinin 39.0 µg/g olduğu değer ile benzerlik göstermediği görülmektedir. Aynı şekilde Karageçili ve Karadaş (2015) tarafından Lohman ırkı 33, 43 ve 53 haftalık yaştaki tavukların yumurtalarındaki toplam karoten

içeriğinin sırasıyla 19.93, 16.85 ve 18.14 µg/g olduğu bildirilmiş ve elde edilen bulguların bu çalışma ile paralel olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. Yumurta sarısı toplam karoten içeriği (µg/g) ortalamaları ve standart hataları

Dönem	İrk	Yaş (Hafta)	Toplam karoten miktarı (µg/g)
1	Tinted	44	21.20±0.76 <sup>a</sup>
	Novagen	32	12.48±0.77 <sup>b</sup>
	Lohman	45	19.21±1.10 <sup>a</sup>
	Lohman	58	19.11±0.71 <sup>a</sup>
2	Tinted	49	17.95±1.61
	Novagen	37	14.98±1.60
	Lohman	50	16.77±0.35
	Lohman	63	15.72±0.87
3	Tinted	53	18.77±1.13 <sup>ab</sup>
	Novagen	41	16.19±0.61 <sup>b</sup>
	Lohman	54	22.15±2.41 <sup>a</sup>
	Lohman	67	22.24±1.12 <sup>a</sup>

<sup>ab</sup> Aynı sütundaki ve aynı dönemdeki farklı harfler istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

Ticari yumurtaların bireysel karoten içerikleri genel olarak değerlendirildiğinde ülkemizde piyasaya sürülen yumurtalarda minimum 3.40 ve maksimum 8.60 (µg/g) olmak üzere ortalama 5.5 (µg/g) Lutein ve minimum 4.93- maksimum 8.00 µg/g olmak üzere ortalama 6.32 µg/g oranında zeaksantin toplamda 11.88 oranında doğal karoten içerdikleri görülmektedir (Çizelge 4). Ülkemizde yumurta tavuk yemleri genellikle Mısır-Soya temelli olduklarından doğal olarak lutein-zeaksantin ağırlıklı karotenler yumurtalarda baskın olarak görülmektedir. Sentetik karotenlerden kantaksantin ve apoester'e baktığımızda, sarı pigmentlerin büyük çoğunluğunun lutein ve zeaksantin gibi doğal karotenlerden karşılandığı, çok az miktarda sarı pigment olarak apoester kullanıldığı, bunun da 0.42-0.99 µg/g'nin yumurtaya aktarıldığı, kırmızı pigment olarak genellikle kantaksantin kullanıldığı bunun sonucu olarak da yumurtada 2.83-4.29 µg/g düzeyinde kantaksantin biriktiği görülmektedir.

Çizelge 4. Yumurta sarısı bireysel karoten miktarlarının (µg/g) ortalamaları ve standart hataları

Dönem	İrk	Yaş	Tanımlanamayan Karoten	Lutein	Zeaksantin	Cis-zeaksantin	Kantaksantin	Apoester	Anhidro-lutein
1	Tinted	44	0.32±0.01 <sup>a</sup>	8.60±0.33 <sup>a</sup>	7.92±0.33 <sup>a</sup>	0.80±0.55 <sup>a</sup>	2.85±0.14 <sup>b</sup>	0.42±0.03 <sup>b</sup>	0.29±0.02 <sup>c</sup>
1	Novagen	32	0.03±0.01 <sup>c</sup>	3.40±0.26 <sup>c</sup>	4.93±0.35 <sup>c</sup>	0.57±0.50 <sup>b</sup>	2.86±0.22 <sup>b</sup>	0.68±0.06 <sup>a</sup>	N/A *
1	Lohman	45	0.18±0.01 <sup>b</sup>	5.74±0.53 <sup>b</sup>	8.00±0.39 <sup>a</sup>	0.87±0.87 <sup>a</sup>	3.66±0.27 <sup>a</sup>	0.71±0.04 <sup>a</sup>	0.04±0.01 <sup>b</sup>
1	Lohman	58	0.04±0.01 <sup>c</sup>	8.01±0.33 <sup>a</sup>	5.98±0.23 <sup>b</sup>	0.93±0.79 <sup>a</sup>	3.47±0.23 <sup>ab</sup>	0.63±0.07 <sup>a</sup>	0.04±0.04 <sup>c</sup>
2	Tinted	49	0.25±0.04	4.74±0.29	8.00±0.62 <sup>a</sup>	0.52±0.49	3.46±0.15	0.63±0.03 <sup>c</sup>	0.35±0.03
2	Novagen	37	N/A *	5.24±0.61	4.10±0.51 <sup>c</sup>	0.56±0.07	4.09±0.48	0.99±0.12 <sup>a</sup>	N/A *
2	Lohman	50	N/A *	5.63±0.17	5.53±0.16 <sup>b</sup>	0.58±0.03	4.16±0.15	0.86±0.04 <sup>ab</sup>	N/A *
2	Lohman	63	N/A *	5.41±0.29	5.61±0.36 <sup>b</sup>	0.58±0.06	3.44±0.19	0.69±0.05 <sup>bc</sup>	N/A *
3	Tinted	53	0.04±0.02	3.67±0.65 <sup>b</sup>	5.39±0.93	0.34±0.06	2.83±0.50	0.55±0.10	0.42±0.09
3	Novagen	41	0.06±0.03	5.43±0.69 <sup>ab</sup>	5.93±0.76	0.53±0.07	3.61±0.55	0.78±0.13	0.22±0.01
3	Lohman	54	0.01±0.01	5.30±0.71 <sup>ab</sup>	6.53±0.87	0.57±0.13	4.29±0.95	0.98±0.27	0.90±0.43
3	Lohman	67	0.07±0.04	6.30±0.78 <sup>a</sup>	7.97±0.99	0.62±0.10	3.59±0.47	0.64±0.09	0.31±0.17

<sup>abc</sup> Aynı sütundaki ve dönemdeki farklı harfler istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

\*N/A: Not available.

### 3.3. Yumurta Sarısı Vitamin A ve Vitamin E içeriği

Farklı dönemlerde farklı ticari yumurtacı ırkların yumurtalarının vitamin A (retinol) ve vitamin E içerikleri Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5 incelendiğinde görüleceği gibi vitamin A (retinol) içeriği bakımından 1. dönemde Tinted 44. hafta yaştaki yumurtaların haricinde yaş ve ırklar bakımından farklılık saptanmamıştır (P>0.05).

Yumurtaların 1. dönemde Vitamin E içeriği sadece Novagen 32 haftalık yumurtalarda önemli düzeyde düşük kalmış ve diğer gruplardaki yumurtalar arasında farklılık saptanmamıştır. İkinci

dönemde vitamin E içeriğinin sırasıyla  $97.69 > 73.94 > 72.67 > 31.99$   $\mu\text{g/g}$  olduğu ve en yüksek değer Tinted ırkı yumurtalarda görülürken bunu Lohman 50 ve Lohman 63. haftalık yaştaki tavuklara ait yumurtalar izlemiştir. En düşük vitamin E içeriği ise Novagen ırkı 37 haftalık yaştaki tavuklardan elde edilen yumurtalarda saptanmıştır ( $P < 0.05$ ). Üçüncü dönemde ise Lohman 54 ve 67. Hafta yumurtalarda diğer yumurtalardan önemli ölçüde yüksek olduğu görülmektedir ( $P < 0.05$ ).

Bu çalışmada vitamin A (Retinol) içerikleri genel olarak değerlendirildiğinde yumurtaların retinol içeriklerinin  $3-5$   $\mu\text{g/g}$  olduğu ve bu sonuçlarının 33. hafta Lohman ticari yumurta sonuçları olan  $3.96$   $\mu\text{g/g}$  ve 53. Hafta  $5.23$   $\mu\text{g/g}$  sonuçları ile tam bir paralellik gösterdiği (Karageçili ve Karadaş 2015) görülmektedir.

Vitamin E sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde; yine retinol sonuçları gibi Lohman 45-58. Hafta sonuçları  $82-83$   $\mu\text{g/g}$  sonuçları daha önce yapılan Lohman 33-43. Hafta sonuçları ile ( $85-87$   $\mu\text{g/g}$ ) ile büyük bir benzerlik gösterdiği aynı şekilde Lohman 54-67 hafta yumurtalarının vitamin E içeriği  $153-145$   $\mu\text{g/g}$  daha önce Karageçili ve Karadaş (2015) tarafından yapılan çalışmada bildirilen 53. hafta Lohman yumurtalarının vitamin E içeriği olan  $140.68$  değeri ile paralel sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 5. Yumurta Sarısı Vitamin A ve Vitamin E  $\mu\text{g/g}$  içeriği

Dönem	İrk	Yaş (Hafta)	Vitamin A (Retinol)	Vitamin E
1	Tinted	44	$4.06 \pm 0.22^a$	$74.46 \pm 2.71^a$
1	Novagen	32	$3.31 \pm 0.1^b$	$23.95 \pm 1.84^b$
1	Lohman	45	$3.04 \pm 0.22^b$	$82.88 \pm 4.08^a$
1	Lohman	58	$3.27 \pm 0.22^b$	$83.86 \pm 3.59^a$
2	Tinted	49	$3.62 \pm 0.30$	$97.69 \pm 4.48^a$
2	Novagen	37	$3.60 \pm 0.49$	$31.99 \pm 3.47^c$
2	Lohman	50	$3.78 \pm 0.16$	$72.67 \pm 3.21^b$
2	Lohman	63	$3.37 \pm 0.19$	$73.94 \pm 3.93^b$
3	Tinted	53	$4.08 \pm 0.24$	$74.65 \pm 3.66^b$
3	Novagen	41	$5.02 \pm 0.67$	$81.00 \pm 9.85^b$
3	Lohman	54	$5.05 \pm 0.18$	$153.04 \pm 8.19^a$
3	Lohman	67	$5.25 \pm 0.19$	$145.39 \pm 5.27^a$

<sup>abc</sup> Aynı sütundaki ve dönemdeki farklı harfler istatistik olarak önemlidir ( $p < 0.05$ ).

### 3.4. Yemlerin Toplam ve Bireysel Karoten İçerikleri

Yemlerdeki toplam karoten ortalamaları ve standart hataları Çizelge 6'da verilmiştir. Birinci dönem yemlerde en yüksek toplam karoten içeriği Van'da yetiştirilen Lohman ırkı yumurtacı tavukların yemlerinde saptanmıştır ( $p < 0.05$ ).

Çizelge 6. Yemlerdeki toplam karoten miktarlarının ( $\mu\text{g/g}$ ) ortalamaları ve standart hataları

Dönem	Yem	Toplam Karoten ( $\mu\text{g/g}$ )
1	Tinted 44	$12.28 \pm 0.75^b$
1	Novagen 32	$9.87 \pm 0.25^c$
1	Lohman 45	$15.28 \pm 0.22^a$
1	Lohman 58	$15.28 \pm 0.22^a$
2	Tinted 49	$13.62 \pm 2.32$
2	Novagen 37	$10.24 \pm 2.64$
2	Lohman 50	$8.89 \pm 0.48$
2	Lohman 63	$11.90 \pm 0.52$
3	Tinted 53	$11.54 \pm 0.24^a$
3	Novagen 41	$8.92 \pm 0.57^b$
3	Lohman 54	$11.86 \pm 0.52^a$
3	Lohman 67	$11.90 \pm 0.52^a$

<sup>ab</sup> Aynı sütundaki ve dönemdeki farklı harfler istatistik olarak önemlidir ( $p < 0.05$ ).

Ticari yumurta tavukları yemlerinde kullanılan yemlerin toplam karoten içeriği dönemlere göre incelendiğinde Novagen 32 hafta tavuk yemlerinin diğer yemlere göre önemli düzeyde düşük oranda karoten içerdiği; 2. Dönemde bunun iyileştirildiği ( $P>0.05$ ), ancak son dönemde aynı durumun tekrar gözlemlendiği ( $P<0.05$ ) saptanmıştır. Yemlerin toplam karoten içeriği ile ilgili elde edilen bulgular Karageçili ve Karadaş (2015) tarafından ticari Lohman yumurtacı tavuk ırklarının 33., 43. ve 53. hafta yemlerinde 5.37, 7.50, 9.36  $\mu\text{g/g}$  ile Hy-line yumurtacı tavuk ırkı 48., 58. ve 68. hafta yemlerinde, toplam karoten miktarı 5.39, 6.56, ve 9.85  $\mu\text{g/g}$  olarak bildirilen çalışmada sonuçlardan bir miktar yüksek olmakla beraber paralellik göstermektedir.

Yemlerin bireysel karoten miktarları Çizelge 7’de verilmiştir. Çizelge 7 incelendiğinde de görüldüğü gibi yemlerde tanımlanamayan karoten haricinde lutein, zeaksantin, kantaksantin, apoester ve  $\beta$ -karoten olmak üzere 5 bilinen bireysel karoten tespit edilmiştir. Yumurtada bu karotenlerin “ $\beta$  Karoten” hariç, hepsi tespit edilmiştir. B-karoten provitamin A olması nedeniyle muhtemelen tavuk metabolizmasında A vitaminine dönüştüğünden yumurtada saptanamamıştır.

Her 3 dönem yemleri doğal ve sentetik karotenler açısından incelendiğinde 8-15  $\mu\text{g/g}$  toplam karotenin büyük çoğunluğu 8-11  $\mu\text{g/g}$  karotenin doğal karotenler (lutein + zeaksantin) ve sadece 2-3  $\mu\text{g/g}$ ’nın sentetik apoester + kantaksantin karoten içerdiği gözlenmektedir.

Avrupa Birliği tarafından kanatlı ve balık yemlerinde renk pigmentlerinin kullanımı 70/524/EEC as E-161g yönetmelik ile denetim altına alınmıştır. Bu yönetmelik kapsamında sentetik kırmızı ve sarı renk pigmentlerinin 0- 8 mg/kg toplamlarının da 10-15 mg/kg miktarlarında yemlere ilave edilebileceği belirtilmiştir (EFSA, 2014).

Bu çalışmada sentetik sarı ve kırmızı pigmentlerin yemlerdeki seviyelerinin (2-3  $\mu\text{g/g}$ ) oldukça düşük düzeyde olduğu ve yemdeki karotenlerin % 70-80’inin doğal karoten içerdiği bununda karma yemlerin mısır temelli olmasından kaynaklandığı bu çalışma ile bir kez daha doğrulanmıştır.

Novagen tavuklarının beslendiği yemlerde bulunan luteinin % 20.63’ü, zeaksantin % 16.45’i, kantaksantin % 49.30’u, apoesterin % 6.83’ü yumurtada depolanmıştır. Tinted tavuklarının beslendiği yemlerde bulunan luteinin % 11.79’u, zeaksantin % 49.10’u, kantaksantin % 65.38’i, apoesterin % 16.90’ı yumurtada depolanmıştır. Lohman (45-50-54 haftalık yaş) tavuklarının beslendiği yemlerde bulunan luteinin % 17.97’si, zeaksantin % 17.00’i, kantaksantin % 61.67’si, apoesterin % 10.41’i yumurtada depolanmıştır. Lohman (58-63-67 haftalık yaş) tavuklarının beslendiği yemlerde bulunan luteinin % 25.64’ü, zeaksantin % 20.23’ü, kantaksantin % 66.29’u, apoesterin % 9.81’i yumurtada depolanmıştır.

Çizelge 7. Yemlerin bireysel karoten miktarlarının ortalamaları ve standart hataları ( $\mu\text{g/g}$ )

Dönem	İrklar	Tanımlanamayan karoten	Lutein	Zeaksantin	Kantaksantin	Apoester	$\beta$ Karoten
1	Tinted44	0.31±0.07	3.82±0.29 <sup>b</sup>	5.88±0.30 <sup>a</sup>	0.84±0.06 <sup>b</sup>	1.07±0.10 <sup>b</sup>	0.35±0.03
1	Novagen32	0.21±0.01	6.14±0.23 <sup>a</sup>	1.61±0.12 <sup>c</sup>	0.81±0.08 <sup>b</sup>	0.72±0.15 <sup>b</sup>	0.37±0.05
1	Lohman45-58	0.39±0.02	6.38±0.20 <sup>a</sup>	5.24±0.17 <sup>b</sup>	1.26±0.03 <sup>a</sup>	1.58±0.18 <sup>a</sup>	0.37±0.03
2	Tinted49	0.34±0.06	4.23±0.72 <sup>ab</sup>	6.54±1.11 <sup>a</sup>	0.94±0.16	1.19±0.20	0.39±0.07
2	Novagen37	0.36±0.01	6.36±1.64 <sup>a</sup>	1.67±0.42 <sup>c</sup>	0.84±0.22	0.75±0.20	0.38±0.10
2	Lohman50	0.30±0.01	3.70±0.16 <sup>ab</sup>	5.72±0.25 <sup>ab</sup>	0.82±0.04	1.04±0.05	0.34±0.01
2	Lohman 63	0.44±0.01	2.74±0.17 <sup>b</sup>	4.24±0.27 <sup>b</sup>	0.61±0.04	0.77±0.05	0.26±0.02
3	Tinted53	0.35±0.07	4.41±0.83 <sup>ab</sup>	6.82±1.28 <sup>a</sup>	0.98±0.18 <sup>a</sup>	1.24±0.23 <sup>a</sup>	0.41±0.08 <sup>a</sup>
3	Novagen41	0.21±0.03	5.54±0.36 <sup>a</sup>	1.45±0.09 <sup>c</sup>	0.74±0.05 <sup>ab</sup>	0.65±0.04 <sup>c</sup>	0.33±0.02 <sup>ab</sup>
3	Lohman54	0.30±0.01	3.70±0.16 <sup>bc</sup>	5.72±0.25 <sup>ab</sup>	0.82±0.04 <sup>ab</sup>	1.04±0.05 <sup>ab</sup>	0.34±0.01 <sup>ab</sup>
3	Lohman67	0.22±0.02	2.24±0.27 <sup>c</sup>	4.24±0.27 <sup>b</sup>	0.61±0.04 <sup>b</sup>	0.77±0.05 <sup>bc</sup>	0.26±0.02 <sup>b</sup>

<sup>abc</sup> Aynı sütundaki ve dönemdeki farklı harfler istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ ).

### 3.5. Yemlerin Vitamin A ve Vitamin E içerikleri

Muş ve Van illerinde yetiştiriciliği yapılan yumurta tavuklarının beslenmesinde kullanılan yemlerin vitamin A (retinol) ve vitamin E içerikleri hayvan ırk ve yaşlarına göre Çizelge 8’de verilmiştir. Vitamin A içerikleri bakımından bir farklılık saptanmaz iken, yemlerin vitamin E içerikleri her 3

dönemde de Novagen ırkı hayvanların yemlerinde önemli düzeyde düşük olduğu görülmektedir ( $P<0.05$ ). Yemlerin vitamin A içerikleri; Karageçili ve Karadaş (2015) tarafından yapılan çalışmada ticari yumurta tavuk yemlerinin Vitamin A içerikleri 1-5  $\mu\text{g/g}$  olarak saptanmış olup bu çalışmada ise 0- 4  $\mu\text{g/g}$  değeri arasında tespit edilmiş olup paralellik göstermektedir.

Bu çalışmada yemlerin vitamin E içerikleri 46-115  $\mu\text{g/g}$  arasında tespit edilmiş olup, benzer bir çalışma olan Karageçili ve Karadaş (2015) tarafında 53. Hafta Lohman yumurtacıların yemleri 140.68  $\mu\text{g/g}$  vitamin E içeriği, 54. Hafta Lohman yumurtacı tavuk yemlerinin vitamin E içeriği 100.46  $\mu\text{g/g}$  düşük olduğu, ancak diğer haftalarda 33-43. Hafta sonuçları olan 85.01-87.66  $\mu\text{g/g}$  sonuçları ile bu çalışmada, 45-50. Hafta vitamin E içerikleri 115.91-100.91  $\mu\text{g/g}$  sonuçlarının daha yakınlık gösterdiği saptanmıştır.

Vitamin E konsantrasyonlarının yumurtaya aynı şekilde yansıdığı ve yemdeki miktarları yüksek olan grupların yumurtalarında da daha yüksek vitamin A ve Vitamin E biriktiği görülmektedir.

Çizelge 8. Yemlerin Vitamin A (retinol) ve Vitamin E miktar ( $\mu\text{g/g}$ ) ortalamaları ve standart hataları

Dönem	Yem	Vitamin A (Retinol)	Vitamin E
1	Tinted 44	4.01±2.50	106.17±9.01 <sup>a</sup>
1	Novagen 32	0.01±0.006	46.26±0.75 <sup>b</sup>
1	Lohman 45-58	0.37±0.33	115.91±4.36 <sup>a</sup>
2	Tinted 49	1.33±0.93	82.02±7.05 <sup>b</sup>
2	Novagen 37	0.09±0.07	58.39±2.71 <sup>c</sup>
2	Lohman 50	2.00±1.95	100.46±6.51 <sup>a</sup>
2	Lohman 63	3.54±2.75	91.91±5.20 <sup>ab</sup>
3	Tinted 53	-	88.14±3.00 <sup>ab</sup>
3	Novagen 41	0.09±0.031	77.05±1.36 <sup>b</sup>
3	Lohman 54	2.00±1.95	100.46±6.51 <sup>a</sup>
3	Lohman 67	3.54±2.75	91.91±5.20 <sup>a</sup>

<sup>abc</sup> Aynı sütundaki farklı harfler istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ ).

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada Türkiye’de Van ve Muş illerinde ticari yumurta tavukçuluğu yapan işletmelerde alınan yem ve yumurta örneklerinin Roche skala renk skoru, Minolta L\*, a\*, b\* değerleri ile vitamin A, E ve karoten içerikleri bakımından hayvan ırkları ve yaşlarına göre değişim durumları saptanmıştır. Çalışma sonunda;

1. Roche skala değerleri (RCF) 10.45-12.50 aralığında saptanmış olup araştırmaya konu olan ticari firma yumurtalarının Avrupa ve Asya kıtasında tüketicilerin tercih ettikleri yumurta sarısı RCF 10-14 skala değerleri arasında kaldığı, Minolta Sarılık b\* değeri 33-45 ve kırmızılık a\* değeri 5-7 sonuçlarının tüketicilerin için arzu edilen sarılık ve kırmızılıkta olduğu saptanmıştır.
2. Çalışma sonunda yumurta sarılarının toplam karoten, retinol ve vitamin E içeriği; en düşük Tinted ırkı 33 haftalık yaşta saptanmış ancak bu farklılığın yemden kaynaklandığı çünkü bu tavukların yemlerinin de incelenen parametrelerce düşük olduğu tespit edilmiştir.
3. Çalışmadan elde edilen bireysel karoten içerikleri ile ilgili bulgular Türkiye’de ticari yumurtalarda önemli düzeyde insan sağlığı için faydalı olabilecek düzeyde lutein + zeaksantin içerdiği, bu içeriğin Türkiye’de kullanılan yumurta tavuk yemlerinin Mısır Soya temelli olmasından kaynaklandığı ancak sentetik formda kantaksantin ve çok az miktarda da olsa apoester karotenlerin de yemlerde kullanıldığı tespit edilmiştir.
4. Kantaksantin retinada renk kristalleşmeleri oluşturduğu ve görme kaybına neden olabileceği kaygısı nedeniyle Avrupa Birliği tarafından 2002 yılında; yumurta tavuğu rasyonlarında maksimum kullanılacak kantaksantin miktarı 8 mg/kg olarak sınırlandırmıştır. Bu çalışmada elde edilen bulgular yemlerde kullanılan kantaksantin miktarının 8 mg/kg’ın çok altında 1-2 mg/kg civarında kullanıldığı ancak risk varlığı nedeni ile hiç kullanılmaması yönünde kantaksantin yerine ülkemizde üretimi yaygın olan kırmızı biber ve domates yan ürün ve ekstraktlarının alternatif doğal renk maddeleri olarak kullanılabilmesi hususunda yasal düzenlemelerin yapılması gereği vardır.

## Teşekkür

Bu çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimi tarafından FYL-2018-7233 No'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

Makalenin yayına hazırlanması sırasında emekleri olan ilgili tüm editör ve hakemlere, istatistik düzeltmeleri yapan sayın Prpf. Dr. Sıdık Keskin'e, laboratuvar çalışmaları sırasında yardımlarını esirgemeyen Araş. Gör. Sezen Tayam ve Dr. Araş. Gör. Mehmet Reşit Karageçili'ye sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

## Kaynakça

- Alay, T., & Karadas, F. (2016). The effects of carotenoids in quail breeder diets on egg yolk pigmentation and breeder performance. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section 66*, 206–214.
- Ciapara, IH., Valenzuela, LF., Goycoolea, FM., & Monal, WA. (2004). Microencapsulation of astaxanthin in a chitosan matrix, Carbohydrate Polymers. *Elsevier* 56(1), 41-45.
- Dufossé, L., Galaup, P., Yaron, A., Arad, SM., Blanc, P., Murthy, KNC., & Ravishankar, G. (2005). Microorganisms and microalgae as sources of pigments for food use: A scientific oddity or an industrial reality? *Trends in Food Science and Technology* 16, 389-406.
- EFSA (2014). Scientific opinion on the safety and efficacy of canthaxanthin as a feed additive for poultry and for ornamental birds and ornamental fish. *EFSA Journal* 12(1), 3527.
- Faitarone, A. B. G., Garcia, E. A., Roca, R. O., Andrade, E. N., Vercese, F., & Pelícia, K. (2016). Yolk color and lipid oxidation of the eggs of commercial white layers fed diets supplemented with vegetable oils. *Brazilian Journal of Poultry Science* 18, 09-16.
- Galobart, J., Sala, R., Rincón-Carruyo, X., Manzanilla, E.G., Vil, B., & Gasa, J. (2004). Egg yolk color as affected by saponified oleoresin of red pepper (*Capsicum annuum*) fed to laying hens. *Poultry Science* 69, 462-470.
- Günel, M., & Bakirci, A.S. (2006). Kurutulmuş domates ve elma posalarının pnaç bildircin rasyonlarında kullanım olanakları. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi* 1(2), 28–37.
- Gürbüz, Y., Kamalak, A., Çiçek, T., & Sakarya, M. (2004). Doğal karotenoid Kaynakları ve yumurta Sarı Rengi. 4. *Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 1-3 Eylül, Isparta*, 325-330.
- Jeroch, H., Drochner, W., & Simon, O. (1999). Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. *Verlag Eugen Ulmer Stuttgart* 525.
- Jeroch, H., Flachowsky, G., & Weißbach, F. (1993). Futtermittelkunde. *Gustav Fischer Verlag Jena. Stuttgart* 422.
- Karadas, F., Grammenidis, E., Surai, P.F., Acamovic, T., & Sparks, NHC. (2006). Effects of carotenoids from lucerne, marigold and tomato on egg yolk pigmentation and carotenoid composition. *British Poultry Science* 47, 561-566.
- Karageçili, M.R., & Karadaş, F. (2015). Yumurtacı tavuklarda yumurta sarısında biriken yağda çözünen antioksidanlar (karotenoid, vitamin e ve vitamin a) üzerine yaşın etkisi. *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi* 26(1), 26-32.
- Kaya, H., & Macit, M. (2019). Yumurtlamanın son dönemindeki yumurtacı tavukların rasyonlarına bor (Ortoborik asit) ilavesinin performans ve bazı serum parametreleri üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 29(1): 106-113.
- Kırkpınar, F., & Erkek, R. (1999). Sarı mısır temeline dayalı karma yemlere ilave edilen bazı doğal ve sentetik renk maddelerinin yumurta sarısının rengi ve verim üzerine etkileri. *Tr J of Veterinary and Animal Sciences* 23, 15-21.
- Knoblich, M., & Latsaw, J. D. (2000). Tomato byproducts as a feed ingredient and source of carotenoids for laying. *Hens. Poultry Science* 79(1), 16.
- Kushwaha, K., Saini, A., Saraswat, P., Agarwal, M., & Saxena J. (2014). Colorful World of Microbes carotenoids and their applications. *Advances in Biology* 13.
- Latscha, T. (1990). Carotenoids in animal nutrition. *Kanath Hayvan Bilimi* 71(4), 711-717.
- Leeson, S., & Summers, JD. (1997). *Commercial Poultry Nutrition*, 2nd edn, *University Books, Guelph, Canada* 355.
- Lokaewmanee, K., Yamauchi, K., Komori., T., & Saito, K. (2010). Effects on egg yolk colour of paprika or paprika combined with marigold flower extract. *Italian Journal of Animal Science* 9, 356-359.

- Macit, M., Çelebi, Ş., Kaya, H., Esenbuğa, N., & Karaoğlu, M. (2007). Değişik Oranlarda Humat İçeren Rasyonların ve Canlı Ağırlığın Yumurtacı Tavuklarda Performans ve Yumurta Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. *IV. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi 24-28 Haziran, Bursa* 252-256.
- Mattea, F., Martín, Á., & Cocero, M.J. (2009). Carotenoid processing with supercritical fluids. *Journal of Food Engineering* 93(3), 255–265.
- Mortensen, A. (2006). Carotenoids and other pigments as natural colorants. *Chr. Hansen A/S, Color Research, Development and Application Bøge Allé 10-12, DK-2970 Hørsholm, Denmark*
- NRC (1994). National Research Council. Nutrient Requirements of Poultry. 9th Revised Edition. *National Academy Press Washington D.C.*
- Nys, Y. (2000). Dietary carotenoids and egg yolk coloration—a review. *Archive Geflugelk* 64, 45–54.
- Okur, A., Şamlı, HE. (2014). Yumurtanın besin değeri ve kalite kriterleri. *Yumurta Haber Bülteni* 20, 16-17.
- SAS (2014). SAS/STAT. Statistical analysis system for Windows. Release 9.4. SAS Institute Inc
- Skřivan, M., Englmaierová, M., Skřivanová, E., & Bubancová, I. (2015). Increase in lutein and zeaxanthin content in the eggs of hens fed marigold flower extract. *Czech Journal of Animal Science* 60(3), 89-96.
- Surai P. F., Speake B. K & Sparks N. H. C. (2001). Carotenoids in avian nutrition and embryonic development. Absorption, availability and levels in plasma and egg yolk. *Journal of Poultry Science* 38, 1–27.
- Surai, P. F. (2000). Effect of selenium and vitamin E content of the maternal diet on the antioxidant system of the yolk and the developing chick. *British Poultry Science* 41(2), 235-243.
- Surai, P. F., & Sparks, N. H. C. (2001). Designer eggs: from improvement of egg composition to functional food. *Trends in food science & Technology* 12(1), 7-16.
- Surai, P. F., Noble, R. C., & Speake, B. K. (1996). Tissue-specific differences in antioxidant distribution and susceptibility to lipid peroxidation during development of the chick embryo. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Lipids and Lipid Metabolism* 1304(1), 1-10.
- Surai, P. F., Speake, B. K., & Sparks, N. H. C. (2001). Carotenoids in avian nutrition and embryonic development. 1. absorption, availability and levels in plasma and egg yolk. *The Journal of Poultry Science* 38(1), 1-27.
- Surai, P.F. (2002). Natural Antioxidants in Avian Nutrition and reproduction. Nottingham University Press Manor Farm, Main Street, Thrumpton Nottingham, NG11 0AX, United Kingdom.
- Şamlı HE, Şenköylü N, Akyürek H, & Ağma A. (2005). Doğal pigmentlerin yaşlı tavuklarda yumurta sarısına etkileri. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 2(3), 281-286.
- Vershinin, A. (1999). “Biological functions of carotenoids-diversity and evolution,” *BioFactors* 10, 99-104.
- Yenice, E., Mızrak, C., Can, M., & Yıldırım, U. (2007). Yumurta tavuğu yemlerinde doğal renk maddesi kem glo’ nun sentetik renk maddeleri yerine kullanım olanakları. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi* 11, 16-17



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



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

Derleme Makalesi (Review Article)

### Metil Farnesoat Hormonunun Kabuklu Su Ürünlerinde Üremeye Etkisi

Mehmet BAL<sup>1</sup>, Ayşe Gül HARLIOĞLU\*<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 23000, Elazığ, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-8659-3200> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-9478-6419>

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

#### Makale Bilgileri

Geliş: 16.01.2021

Kabul: 19.11.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.862712

#### Anahtar Kelimeler

Hormon,  
Kabuklular,  
Metil Farnesoat,  
Üreme.

**Öz:** Kabuklu su ürünlerinin yapay üretimi, talep artışıyla birlikte küresel ölçekte önem kazanmıştır. Bu nedenle, ekonomik önem taşıyan kabukluların akuakültür çalışmalarında hormon uygulamaları ile üreme verimliliğinin artırılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Kabuklu su ürünlerinin yetiştiriciliğinde hormon uygulaması ile yumurta alımına yönelik çalışmalar yoğunlaşmıştır. Bu amaçla, nöropeptitler, opioidler, vertebra tipi steroidler ve metil farnesoat (MF) gibi hormonlar kullanılmaktadır. Metil farnesoat, kimyasal yapısı böcek juvenil hormonu III'e benzeyen ancak bu yapıdan epoksit grubunun olmayışı ile ayrılan bir hormondur. Metil farnesoatın kabuklularda protein sentezi, kabuk değişimi, morfogenezis, metamorfoz ve üremede önemli fonksiyonlara sahip olduğu belirlenmiştir. Kabuklularda eksojen testosteron, progesteron, juvenil hormonu III ve MF'nin erkek dekapodlarda sperm kalitesini ve üreme verimliliğini artırdığı belirlenmiştir. Bu derleme makalede farklı kabuklu türlerinde MF hormonu uygulamalarının üremeye etkilerine ilişkin çalışmalar irdelenmiştir.

### The Effect of Methyl Farnesoate Hormone on Reproduction in Crustaceans

#### Article Info

Received: 16.01.2021

Accepted: 19.11.2021

Online Published: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.862712

#### Keywords

Hormone,  
Crustaceans,  
Methyl Farnesoate,  
Reproduction.

**Abstract:** Artificial production of crustaceans has gained importance on a global scale with the increase in demand. For this reason, studies are carried out to increase reproductive efficiency with hormone applications in aquaculture studies of economically important crustaceans. Studies on egg production have intensified with hormone application in the rearing of crustaceans. For this purpose, hormones such as neuropeptides, opioids, vertebral steroids, and methyl farnesoate (MF) are used. Methyl farnesoate is a hormone that is chemically similar to insect juvenile hormone III but differs from this structure by the absence of an epoxide group. It has been determined that MF has important functions in protein synthesis, moulting, morphogenesis, metamorphosis, and reproduction in crustaceans. It has been determined in crustaceans that exogenous testosterone, progesteron, juvenile hormone III, and MF increase sperm quality and reproductive efficiency in male decapods. In this review article, studies on the effects of MF hormone applications on reproduction in different crustacean species are discussed.

## 1. Giriş

Son yıllarda, balık türlerinin yanı sıra, bazı kabuklu su ürünlerinin yetiştiriciliği de küresel ölçekte önem kazanmıştır. Örneğin tatlı su kabuklularında 2007 yılında avcılık ile elde edilen miktar 397 541 ton iken, bu miktar 2015 yılında ancak 423 852 tona yükselmiştir (FAO 2014a, b; FAO 2016)



(Çizelge 1). Yetiştiricilik ile elde edilen miktar ise 2007 yılında 1 271 584 ton iken, bu miktar 2015 yılında 2 016 505 tona yükselmiştir (FAO, 2014a, b; FAO, 2016) (Çizelge 2).

Denizlerde avcılıkla elde edilen toplam kabuklu su ürünleri miktarı 2015, 2016, 2017 ve 2018 yıllarında sırasıyla 6109, 5979, 6027 ve 5997 bin ton, canlı ağırlık olarak bildirilmektedir (FAO, 2020). Yetiştiricilikle elde edilen toplam kabuklu su ürünlerinin miktarı ise 2016 ve 2018 yıllarında sırasıyla 7676 ve 9387 bin ton olarak rapor edilmiştir (FAO, 2020).

Çizelge 1. 2007 -2015 döneminde tür gruplarına göre avlanan kabuklu su ürünleri miktarı (ton) (FAO, 2014a, b; FAO, 2016)

Tür Grubu	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Tatlısu kabukluları	397541	462983	473747	525094	424386	447942	434064	428500	423852
Yengeçler, deniz örümcekleri	1316470	1331101	1342392	1415606	1444264	1478595	1594615	1669919	1628359
Deniz istakozları, dikenli istakozlar	237856	253476	251028	283467	284505	294780	289222	306568	308947
Kral yengeçleri, squat-istakozlar	62132	56874	55577	44970	43632	49261	56148	56961	60523
Karidesler	3269612	3143542	3170802	3113002	3305370	3429029	3419430	3370947	3439907
Kril, planktonik kabuklular	104586	156 521	125864	215175	181010	188147	239950	317615	250846
Muhtelif deniz kabukluları	489930	443283	451125	480338	464655	463173	484401	425996	450106

Çizelge 2. 2007 -2014 döneminde tür gruplarına göre yetiştiricilikle elde edilen kabuklu su ürünlerinin miktarı (ton) (FAO, 2014a, b; FAO, 2016)

Tür Grubu	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Tatlısu kabukluları	1271584	1373886	1555216	1692211	1664884	1821891	1953773	2016505
Yengeçler, deniz örümcekleri	231 070	240 787	246534	254378	270087	289951	302257	316850
Deniz istakozları, dikenli istakozlar	70	1092	1412	1611	1805	2035	1045	948
Karidesler	3295419	3400458	3532152	3779126	4190377	4338554	4454602	4580770
Muhtelif deniz kabukluları	30	16	-	-	-	-	-	-

Kabuklu su ürünlerinin avcılıkla elde edilen miktarı yanında, nüfus artışına paralel olarak artan gıda ihtiyacı talebinin yapay üretimle de desteklenmesi ihtiyacı doğmuştur (Nagaraju, 2011). Örneğin, Türkiye'deki tatlısu istakozu (kerevit) üretiminin de azalan bir eğilime sahip olduğu, kerevit stoklarının iyileştirilmesi ve üretimin artırılabilmesi için alternatif üretim yöntemlerinin yaygınlaştırılması gerektiği bildirilmektedir (Kale ve Berber, 2020). Ancak bazı ekonomik öneme sahip kabuklu su ürünlerinin yapay üretiminde karşılaşılan sorunların en önemlisi, yeterli ve kaliteli cinsiyet ürünü (yumurta ve sperma) elde edilememesidir (Nagaraju, 2011). Bu nedenle, kabuklu su ürünleri yetiştiriciliğine yönelik araştırmalarda üreme verimliliğinin artırılması büyük önem taşımaktadır.

Türlerin genetik yapıları üreme potansiyelleri üzerinde etkili olan en önemli faktörlerden birisidir. Diğer önemli faktörlerden birisi de ortamda bulunan, besin maddelerinin yoğunluğu ve tipidir. Nitekim besin yetersizliğinin kabuklularda yumurta sayısını olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. Avşar (2005), su canlılarında, stoktaki olgun dişilerin yumurta veriminin büyüklüklerine (yaş ve boy), aldıkları besinlerin kalitesine ve miktarına bağlı olarak değişim gösterdiğini, alınan besin miktarı arttıkça yumurta veriminin de arttığını bildirmiştir. Diğer taraftan, kabuklu su ürünlerinin yapay üretiminde artırılmasına yönelik çalışmalar sınırlıdır.

Tatlısu istakozu *Cherax quadricarinatus*'un yumurtlama ve yumurta kalitesi üzerine farklı oranda protein içeren diyetlerin etkisi Rodriguez-Gonzalez ve ark. (2006) tarafından araştırılmıştır. Ayrıca, tatlısu istakozu *Astacus leptodactylus*'un pleopodal yumurta ve birinci devre yavru sayısını artırmak amacıyla E vitamini katkılı diyetler kullanılmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır. Bunlarla birlikte, *A. leptodactylus*'un yemine n-3 serisi yağ asitleri ile L-tryptophan ilave edilerek bu türün üreme ve yetiştiricilik verimliliğinin artırılması araştırılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Harlıoğlu ve ark., 2014).

Yukarıda sıralanan çalışmalarla birlikte, kabuklularda hormon uygulanması ile üreme verimliliğinin artırılmasına yönelik çalışmalar da yapılmaktadır. Örnek olarak; Nagabhushanam ve Kulkarni (1981) karides türü *Parapenaeopsis hardwickii*'de testosteron; Alfaro (1996) karides türü *Penaeus vannamei*'de 17 $\alpha$ -Methyltestosterone ve 17 $\alpha$ -Hydroxyprogesteron; Alfaro ve ark. (2008) ise başka bir karides türü *Litopenaeus vannamei*'de juvenil hormonu III ve MF enjeksiyonunun sperm miktarını artırmaya olan etkilerini; Fatihah ve ark. (2014) deniz ıstakozu türü *Panulirus polyphagus*'da 17 $\alpha$ -Hydroxyprogesterone ve 17 $\alpha$ -Hydroxypregnenolone araştırmışlardır. Diğer taraftan, bu çalışmaya konu edilen metil farnesoat hormonunun kabuklularda üreme verimliliğine etkileri konusunda da oldukça az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu amaçla, kabuklu türlerine hormon uygulamaları, metil farnesoat ve önemi, kabuklu hemolenfinde MF değerleri, hormon enjeksiyonlarının erkek kabuklularda üremeye ve sperm sayısı artışına etkilerinin araştırıldığı çalışmalar derlenmiştir.

## 2. Su Ürünlerinde Hormon Uygulamaları

Su ürünleri yetiştiriciliğinde hormon kullanarak eşey dönüşümünün teşvik etmek, eşey dönüşümü sürecini anlamada ve tek eşeyli popülasyonlar üretilmesinde oldukça önemli bir uygulamadır (Aktaş, 2006).

### 2.1. Balıklarda Hormon Uygulamaları

Literatürde doğal ve sentetik steroid hormonlar kullanarak, özellikle balıkların dişileştirilmesi ve erkekleştirilmesi ile ilgili çalışmalar oldukça fazladır. Bununla birlikte, yetiştiricilikte steroid hormonlar kullanılarak büyüme hızlandırılırken arzu edilen eşey dönüşümü de sağlanmaktadır. Steroid hormonu uygulanan balıklar alınan besini gonad gelişimi yerine büyüme ve gelişme için kullandıklarından et verimleri artmaktadır. Benzer şekilde, akvaryum balıklarında da steroid hormon kullanılarak tamamı dişi veya tamamı erkek steril popülasyonlar üretilebilmekte ve üretim maliyeti azaltılabilmektedir (Aktaş, 2006).

Dünyanın farklı bölgelerindeki araştırmacılar, ekonomik önem taşıyan balıklar başta olmak üzere bazı su ürünlerinde eşey dönüşümünü gerçekleştirmek amacıyla 30 farklı doğal ve sentetik steroid hormonu kullanmışlardır. Bu hormonlardan 17 $\alpha$ -methyltestosterone erkekleştirme amacıyla en fazla uygulanan androjen hormondur. 17 $\alpha$ -methyltestosterone Salmonidae, Cichlidae, Cyprinidae, Anabantidae, Poeciliidae ve Cyprinodontidae familyalarına ait 25 türün erkekleştirilmesinde başarılı sonuçlar vermiştir (Aktaş, 2006). 17 $\beta$ -östradiol ise su ürünleri yetiştiriciliğinde dişileştirme amacıyla en yaygın olarak kullanılan hormondur. Östradiol (östradiol, E2 veya 17 $\beta$ -östradiol), eşey hormonu olarak bilinmektedir. Östradiol, estroneden yaklaşık 10 kat, estriolden ise yaklaşık 80 kat daha fazla östrojenik etkiye sahiptir. Bu nedenle, Salmonidae, Cichlidae, Cyprinidae, Anabantidae, Poeciliidae ve Ictaluridae familyalarına ait 15 türün dişileştirilmesinde kullanılmıştır. Bununla birlikte, 11 sentetik androjen ve 12 sentetik östrojen de benzer amaçla denenmiş, ancak bunlardan sadece beş doğal androjen ile üç doğal östrojenin eşey dönüşümünde etkili olduğu saptanmıştır.

### 2.2. Kabuklu Su Ürünlerinde Hormon Uygulamaları

Farklı kabuklu türleri üzerinde yapılan hormon uygulamaları genel olarak; eşey dönüştürme (Aktaş, 2006), gonad olgunlaşması (Nagaraju, 2007), metabolik dengenin korunması, kabuk değişimi ve büyüme (Chang ve Mykles, 2011), saldırganlık davranışını etkileme (Harlıoğlu ve ark., 2014), eşey belirleme (Harlıoğlu ve ark., 2017), konularını kapsamaktadır.

Balıklarla karşılaştırıldığında kabuklu su ürünlerinde eşey dönüşümü için hormon kullanımı konusunda daha az sayıda çalışma bulunmaktadır. Aktaş (2006) 17 $\beta$ -östradiol kullanarak dişi yeşil kaplan karidesinin (*Penaeus semisulcatus*) farklı evrelerinde (yumurta, nauplius, protozoa, mysis, postlarva) banyo şeklinde (50  $\mu$ g/L) 17 $\beta$ -östradiol uygulamasının yumurta, naupli ve protozoa döneminde yaşama oranını önemli ölçüde azalttığını en iyi dişileşme oranının % 71.88 ile naupli grubu için saptandığını bildirmiştir.

Fairs ve ark. (1990), deniz karideslerinden *Penaeus monodon*'da vitellonogenezin çeşitli aşamalarında 12 adet steroidin (Estrone, 17 $\beta$ -östradiol-Estriol, Androstenedione, Dehydroepiandrosterone, 5 $\alpha$ -Dihydrotestosterone, Testosterone, Pregnenolone, Progesterone, 17 $\alpha$ -

hydroxyprogesterone, 20a- Hydroxypregn-4-en-3-one) varlığını saptamışlar ve ovaryum gelişimi ile olgunlaşmasının balıklarinkine benzer olduğunu gözlemlediklerinden, söz konusu östrojenlerin karideslerde eşeyin belirlenmesinde rol oynayabileceğini ileri sürmüşlerdir. Bu hormonların kabuklu su ürünlerinin hepatopankreas, ovaryum ve hemolenfde bulunduğunu, miktarının ise yumurtalıkların gelişim devresine göre değiştiğini rapor etmişlerdir.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda 17 $\beta$ -östradiol'un dekapod kabuklularda üremede, özellikle vitellogenesisde, fizyolojik rolünün olduğu ve *Marsupenaeus japonicus* karidesinde ovaryumda bulunan progesterondan 17 $\beta$ -östradiol hormonunun sentezlenebilmesi için tüm enzim sisteminin çalışmasının gerekli olduğu bildirilmiştir. Benzer şekilde, Li ve ark. (1998) da bir istiridyeye türü olan *Crassostrea gigas* türü istiridyede vitellogenesisin 17 $\beta$ -östradiol tarafından kontrol edildiğini bildirmişlerdir.

Karideslerle benzer şekilde, kerevitlerde de cinsiyet değişiminde hormon kullanımını konu edinen bir çalışma bulunmaktadır. Harlıoğlu ve ark. (2017), *A. leptodactylus*'un hormon uygulamasıyla (17 $\beta$ -östradiol) üreme verimliliğinin (pleopodal yumurta sayısı ve % 100 dişi birey üretimi) artırılmasının gerçekleştirilip gerçekleştirilemeyeceğini araştırmışlardır. Ayrıca, başka bir çalışmada ise Harlıoğlu ve ark. (2018), hormon (17 $\beta$ -östradiol) enjeksiyonunun dişi bireylerin ovaryum, hepatopankreas ve hemolenfde 17 $\beta$ -östradiol düzeylerine etkilerini de belirlemişlerdir. Bu amaçla; üreme döneminden önce doğal ortamından yakalanan ergin *A. leptodactylus*'lar, kontrol altındaki havuzlarda, besin ihtiyaçlarına yönelik olarak hazırlanmış referans bir diyet ile beslenerek hem yeme hem de ortam şartlarına uyumlarının gerçekleşmesi sağlanmıştır. Daha sonra, pleopodal yumurta üretinceye kadar dişilere üç haftada bir 17 $\beta$ -östradiol enjeksiyonu ( $10^{-7}$  mol/kerevit), bu dişilerin pleopodal yumurta ile birinci, ikinci ve üçüncü devre yavrularına ise banyo ile 17 $\beta$ -östradiol uygulaması yapılmıştır. Banyo uygulaması pleopodal yumurta taşıyan bireylere aylık; yavru taşıyan bireylere ise 1 kez 50  $\mu$ g 17 $\beta$ -östradiol/L dozunda uygulanmıştır. Dişilere 17 $\beta$ -östradiol enjeksiyonu bu türün üreme verimliliği ile gonadosomatik ve hepatosomatik indeks değerlerini önemli düzeyde artırmıştır ( $P < 0.05$ ). Bununla birlikte, hormon enjeksiyonu, hemolenf, gonad ve hepatopankreasta 17 $\beta$ -östradiol miktarlarını önemli ölçüde yükseltmiştir ( $P < 0.05$ ). Ayrıca, bulgular hem dişilere 17 $\beta$ -östradiol enjeksiyonunun hem de pleopodal yumurta ve yavrulara 17 $\beta$ -östradiol banyosunun dişileşmeyi önemli derecede artırdığı saptanmıştır ( $P < 0.05$ ). En yüksek dişileşme oranı % 79.95 ile anaç dişilere enjeksiyonla birlikte pleopodal yumurtalara ve yavrulara hormon banyosu uygulanan grupta elde edilmiştir.

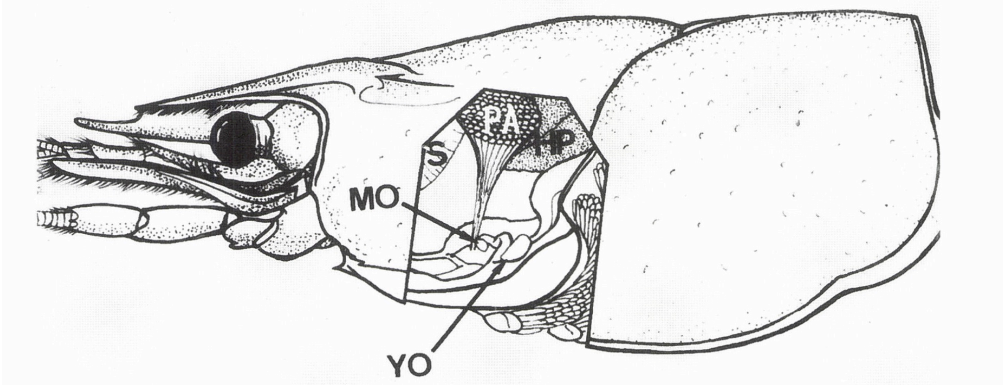
Rodriquez ve ark. (2002a), *Procambarus clarkii* türü kerevitlerde vitellogenesis oluşumu öncesinde 17 $\beta$ -östradiol ve 17  $\alpha$ -hydroxyprogesterone uygulanmasının gonadosomatik indeks değerini yükselttiğini belirlemişlerdir. Rodriquez ve ark. (2002b) *P. clarkii*'nin vitellogenesis oluşumu öncesinde MF'nin tek başına ve MF ile birlikte 17 $\beta$ -östradiol kullanımının oosit (olgunlaşmamış dişi gamet) büyümesini olumlu yönde etkilediğini saptamışlardır.

Coccia ve ark. (2010), *Cherax albidus* türü kerevitin üremesi üzerinde 17 $\beta$ -östradiol'un progesteron'dan daha etkili olduğunu, 17 $\beta$ -östradiol ve progesteron'un birlikte kullanımının ise vitellogenez oluşumu öncesi dişilerde ve vitellogenez oluşmuş dişilerde hepatopankreasta vitellogeninin düzeyinin artmasına neden olduğunu belirlemişlerdir. Buna karşılık progesteron'un ise vitellogenez oluşmamış dişilerin ve vitellogenez oluşmuş dişilerin hemolenfde vitellogeninin konsantrasyonunu yükselttiğini bildirmişlerdir.

Malati ve ark. (2013) doğadan yakalanan *A. leptodactylus* kerevitlerin hemolenf, hepatopankreas ve ovaryumunda 17 $\beta$ -östradiol ve 17 $\alpha$ -hidroksiprogesteron düzeylerinin oosit gelişimi süresince değişimini araştırdıkları çalışmalarında; hemolenf ve ovaryumdaki 17 $\beta$ -östradiol düzeyinin vitellogenesis süresince arttığını, hepatopankreasta ise azaldığını belirlemişlerdir. Ayrıca, maksimum 17 $\beta$ -östradiol düzeyinin de ovaryumda saptandığını bildirmişlerdir.

### 3. Metil Farnesoat Hormonu ve Önemi

Mandibular organ (MO), kabuklu su ürünlerinde bir salgı bezi olarak görev yapar. Hemolenfte bulunan MF hormonu MO tarafından (Şekil 1) sentezlenir ve salgılanır. Yapısal olarak böceklerde bulunan "juvenil hormona" benzer bir hormon olan MF kabuklu su ürünlerinde morfogenezis, metamorfoz (Laufer ve ark., 2005), üreme (Kalavathy ve ark., 1999) ve büyüme ile genel protein sentezinde (Soroka ve ark., 1993) önemli rol oynamaktadır.



Şekil 1. Kerevitlerde mandibular organ (MO)'ın görünümü (YO: Y- organ, S: mide, PA: posterior adductor kası, HP: hepatopankreas) (Taketomi ve Nakano, 2007).

#### 4. Kabuklu Su Ürünlerinin Hemolenfinde Metil Farnesoat Değerleri

Laufer ve ark. (1998; 2005) *Procambarus clarkii* türü kerevitin hemolenfinde MF düzeyi 0,5 ng/ml - 3 ng/ml olarak saptamışlardır. Laufer ve ark. (2005), *Procambarus clarkii* ve *Cherax quadricarinatus* türü kerevitlerin hemolenflerindeki MF düzeyini sırasıyla t 1,41 ng/ml ve 5,1±2,5 ng/ml olarak rapor etmişlerdir.

Borst ve Tsukimura (1991), deniz ıstakozu (*Homarus americanus*) hemolenfinde MF değerinin 5 ng/ml, *Libinia emarginata* türü yengeç hemolenfinde MF değerini ise kerevit ve deniz ıstakozlarına benzer şekilde 0,5 ng/ml – 2.5 ng/ml, olarak belirlemişlerdir. Sagi ve ark. (1994) ise *Libinia emarginata* ve *Carcinus maenas* türü yengeçlerde hemolenf MF değerlerini sırasıyla 20 ng/ml - 65 ng/ml ve 1,5 ng/ml - 20 ng/ml olarak bildirmişlerdir.

Yukarıda verilen çalışmalardaki MF değerleri herhangi bir MF enjeksiyonu uygulanmadan elde edilmiş değerlerdir.

#### 5. Kabuklu Su Ürünlerinde Hormon Enjeksiyonlarının Üremeye Etkileri

Erkek dekapod kabuklu su ürünlerine eksojen hormon enjeksiyonunun üreme gelişimini hızlandırdığı (Nagaraju ve ark., 2003) ve sperm kalitesini artırdığı (Nagabhushanam ve Kulkarni, 1981; Alfaro, 1996; Alfaro ve ark., 2008; Fatihah ve ark., 2014) saptanmıştır. Bununla birlikte, erkek dekapodlara testosteron (Nagabhushanam ve Kulkarni, 1981; Alfaro, 1996), progesteron (Alfaro, 1996; Fatihah ve ark., 2014), juvenil hormonu III ve metil farnesoat (Alfaro ve ark., 2008) uygulanmasının sperm kalitesini olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir.

Testosterone hormonlarının (örnek olarak; 17 $\alpha$ -Methyltestosterone, 17 $\alpha$ -Hydroxyprogesterone, testosterone propionate ve testosterone acetate) enjeksiyonuyla bazı penaeid karides türlerinde (*Parapenaeopsis hardwickii* ve *Litopenaeus vannamei*) sperm kalitesinin olumlu yönde etkilediğini bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Nagabhushanam ve Kulkarni, 1981; Alfaro, 1996). Buna karşılık, juvenil hormonu III ve MF enjeksiyonunun yengeçlerde (Kalavathy ve ark., 1999), tatlısu karideslerinde (Nagaraju ve ark., 2003) ve deniz karideslerinde (Alfaro ve ark., 2008) testislerin büyümesini teşvik ettiği, fakat sperm kalitesini azalttığı rapor edilmiştir.

Nagabhushanam ve Kulkarni (1981), testosteron propionat (TP) ve testosteron asetat (TA) hormonlarının *Parapenaeopsis hardwickii* türü deniz penaeid karideslerine 10 gün arayla toplamda iki defa 10 pg/karides olacak şekilde TP ve TA enjekte edilmesinin testis ağırlığı, testis çapı ve testis indeksi ile olgun sperm sayısında önemli düzeyde artış sağlandığını bildirmişlerdir.

Nagaraju ve ark. (2003) dişi ve erkek tatlısu karideslerine (*Macrobrachium malcolmsonii*) 5 ng/birey dozunda MF enjeksiyonunun oocyte çapı ve testis bezini önemli derecede büyüttüğünü ve ovaryum indeksi ile testicular indeks değerlerini artırdığını belirlemişlerdir. Bu sonuçlara göre, MF enjeksiyonunun tatlısu karideslerinde gonad gelişimini hızlandırdığını savunmuşlardır.

Alfaro (1996), *Penaeus vannamei* türü deniz karidesinde bir gruba tek doz olacak şekilde (0,01 veya 0,1  $\mu$ g/g vücut ağırlığı) 17 $\alpha$ -Methyltestosterone, diğer gruba da aynı şekilde 17 $\alpha$ -

Hydroxyprogesterone enjekte etmiş ve tek doz 17 $\alpha$ -Methyltestosterone uygulamasının sperm sayısını yaklaşık 3 kat artırdığını artırdığını, spermelerin yapısındaki anormalliklerin ise azaldığını tespit etmiştir. Diğer taraftan, tek doz 17 $\alpha$ -Hydroxyprogesterone enjeksiyonunun ise sperm kalitesini önemli düzeyde artırmadığını bildirmiştir.

Kalavathy ve ark. (1999), *Oziotelphusa senex senex* türü tatlısu yengecinde testis büyümesi üzerine MF'nin etkilerini araştırdıkları çalışmalarında 1, 7 ve 14. günlerde 16 ng/yengeç dozunda MF enjekte etmiş ve 21. gününde çalışmayı sonlandırmışlardır. Bulgular MF enjeksiyonunun bu yengeç türünde testis ağırlığı, çapı ve büyüklüğünü artırdığı, testis indeks değerini yükselterek testislerin büyümesini teşvik ettiğini göstermiştir. Çalışmanın bulgularına dayanarak Kalavathy ve ark. (1999) MF'nin kabukluda erkek üreme hormonu olduğunu savunmuşlardır.

Alfaro ve ark. (2008), *Litopenaeus vannamei* deniz karideslerine 1, 8, 15, 22 ve 29. günlerde 120 ng/g ağırlık ve 1200 ng/g ağırlık dozunda MF; 1, 9, 30, 43 ve 58. günlerde ise 109 ng/g ağırlık dozunda juvenil hormonu III enjekte etmişlerdir. Juvenil hormonu III enjeksiyonunun sperm yapısındaki anormallikleri azaltmasına rağmen sperm sayısını artırmadığını, MF enjeksiyonlarının ise hem sperm yapısındaki anormallikleri azalttığını hem de sperm sayısını önemli derecede artırdığını belirlemişlerdir.

Alfaro ve ark. (2008), çalışmaları sonunda, *L. vannamei* türü deniz karidesine 120 ng/g ağırlık ve 1200 ng/g ağırlık dozlarında MF enjeksiyonunun sperm sayısını yaklaşık 19 kat ve 2 kat artırdığını saptamışlardır.

Fatihah ve ark. (2014), *Panulirus polyphagus* türü deniz ıstakozlarında sperm kalitesi ve miktarına 17 $\alpha$ -Hydroxyprogesterone (17 $\alpha$ -OHP) ve 17 $\alpha$ -Hydroxypregnenolone (17 $\alpha$ -OHPL) enjeksiyonunun etkilerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada ıstakozlara 0,01 ve 0,1  $\mu$ g/g vücut ağırlığı dozunda, 1, 8, 15, 22, 29 ve 39. günlerde 17  $\alpha$ -OHP ve 17  $\alpha$ -OHPL enjekte edilmiştir. Araştırma sonucunda 17 $\alpha$ -OHP ve 17 $\alpha$ -OHPL enjeksiyonlarının ortalama sperm kalitesini artırdığı, bu artışın 0,01  $\mu$ g/g vücut ağırlığı dozunda 17 $\alpha$ -OHP enjekte edilen ıstakozlarda 17 $\alpha$ -OHPL enjekte edilen ıstakozlara göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Öte yandan, yüksek dozda (0,1  $\mu$ g/g vücut ağırlığı) 17 $\alpha$ -OHPL enjeksiyonlarının ise sperm miktarında azalmaya neden olduğu belirlenmiştir.

## 6. Sonuç

Küresel ölçekte, avcılık yoluyla elde edilen kabuklu su ürünlerinin miktarı talep karşısında yetersiz kaldığından, lüks gıda maddesi olarak pazara sunulmaktadır. Bu durum, ekonomik öneme haiz kabuklu su ürünlerinin bazılarının yetiştiriciliğe adapte edilerek üretilmelerini cazip hale getirmektedir.

Kabuklu su ürünlerinin yapay üretiminde, üreme biyolojilerinin bilinmesi ve manipüle edilmesi önemli bir yer tutmaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalar, kabuklu su ürünlerinin üreme verimliliğinin artırılmasında endokrin sisteminin manipüle edilmesinin olumlu sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur. Nitekim, yapılan araştırmalar MF hormonunun kabuklu su ürünlerinde morfogenezis, metamorfoz, protein sentezi ve büyüme ile üremede önemli rol oynadığını göstermiştir. Bu nedenle, MF hormonunun özellikle karides, ıstakoz, kerevit gibi yüksek ekonomik öneme sahip kabuklu su ürünlerinde, endokrin sistemin manipüle edilmesiyle, üreme üzerine olan etkilerinin daha detaylı bir şekilde araştırılması gerektiği düşünülmektedir.

## Kaynakça

- Aktaş, M. (2006). 17 $\beta$ -östradiol kullanarak monoseks, dişi yeşil kaplan karidesi, *Penaeus semisulcatus* üretimi. *Tübitak-Tovag*, 105Y259.
- Alfaro, J. (1996). Effect of 17 $\alpha$ -Methyltestosterone and 17 $\alpha$ -Hydroxyprogesterone on the quality of white shrimp *Penaeus vannamei* spermatophores. *J World Aquacult Soc*, 27(4), 487-492
- Alfaro, J., Zúñiga, G., García, A., & Rojas, E. (2008). Preliminary evaluation of the effect of juvenile hormone III and methyl farnesoate on spermatophore quality of the white shrimp, *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931 (Decapoda: Penaeidae). *Revista de biología marina y oceanografía*, 43, 167-171.
- Avşar, D. (2005). *Balıkçılık Biyolojisi ve Popülasyon Dinamiği*. Adana Nobel Kitap Evi. 332 s. ISBN: 975-8561-44-8.

- Borst, D. W., & Tsukimura, B. (1991). Quantification of methyl farnesoate levels in hemolymph by high-performance liquid chromatography. *J Chromatogr A*, 545, 71-78.
- Chang, E. S., & Mykles, D. L. (2011). Regulation of crustacean molting: a review and our perspectives. *General and comparative endocrinology*, 172(3), 323-330.
- Coccia, E., Lisa, E. D., Cristo, C. D., Cosmo, A. D., & Paolucci, M. (2010). Effects of estradiol and progesterone on the reproduction of the freshwater crayfish *Cherax albidus*. *The Biological Bulletin*, 218(1), 36-47.
- Fairs, N. J., Quinlan, P. T., & Goad, L. J. (1990). Changes in ovarian unconjugated and conjugated steroid titers during vitel- logenesis in *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 89, 83-99.
- FAO. (2014a). The State of World Fisheries and Aquaculture 2014. Rome, FAO.
- FAO. (2014b). FAO yearbook: fishery and aquaculture statistics 2012. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2016). FAO yearbook: Fishery and aquaculture statistics 2016. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2020). FAO yearbook: The state of World fisheries and aquaculture sustainability in action 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fatihah, S. N., Safiah, J., Abol-Munafi, A. B., & Ikhwanuddin, M. (2014). Effect of 17 [alpha]-Hydroxyprogesterone and 17 [alpha]-Hydroxypregnenolone on Sperm Quality and Sperm Quantity in Male Mud Spiny Lobster (*Panulirus polyphagus*). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 17, 1124-1129.
- Harlıoğlu, M. M., Yonar, M. E., Harlıoğlu, A. G., Yonar, S. M., & Farhadi, A. (2017). Effects of different methods and times of 17 $\beta$ -estradiol treatment on the feminization success in the narrow-clawed crayfish *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823). *Invertebrate Reproduction & Development*, 61, 245-252.
- Harlıoğlu, M. M., Yonar, M. E., Harlıoğlu, A. G., Yonar, S. M., & Farhadi, A. (2018). Effects of 17 $\beta$ -estradiol injection on the reproductive efficiency of freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823). *Journal of Applied Aquaculture*, 30(3), 197-210.
- Harlıoğlu, M. M., Harlıoğlu, A. G., Miŝe Yonar, S., & akmak Duran, T. (2014). Effects of Dietary L-Tryptophan on the Agonistic Behavior, Growth, and Survival of Freshwater Crayfish *Astacus leptodactylus* Eschscholtz. *Aquaculture International*, 22, 733-748.
- Kalavathy, Y., Mamatha, P., & Reddy, P. S. (1999). Methyl farnesoate stimulates testicular growth in the freshwater crab *Oziotelphusa senex senex* Fabricius. *Naturwissenschaften*, 86, 394-395.
- Kale S., & Berber S. (2020). Trend Analysis and Comparison of Forecast Models for Production of Turkish Crayfish (*Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) in Turkey. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Science*, 30, 973-988.
- Laufer, H., Biggers, W. J., & Ahl, J. S. (1998). Stimulation of ovarian maturation in the crayfish *Procambarus clarki* by methyl farnesoate. *General and Comparative Endocrinology*, 111, 113-118.
- Laufer, H., Demir, N., Pan, X., Stuart, J. D., & Ahl, J. S. (2005). Methyl farnesoate controls adult male morphogenesis in the crayfish, *Procambarus clarkii*. *J Insect Physiol*, 51, 379-384.
- Li, Q., Osada, M., Suzuki, T., & Mori, K. (1998). Changes in vitellin during oogenesis and effect of estradiol-17 $\beta$  on vitellogenesis in the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. *Invertebrate Reproduction & Development*, 33(1), 87-93.
- Malati, E. F., Heidari, B., & Zamani, M. (2013). The variations of vertebrate-type steroidhormones in the freshwater narrow-clawed crayfish *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) (Decapoda, Astacidae) during oocyte development. *Crustaceana*, 86(2), 129-138.
- Nagabhushanam, R., & Kulkarni, G. K. (1981). Effect of exogenous testosterone on the androgenic gland and testis of a marine penaeid prawn, *Parapenaeopsis hardwickii* (Miers)(Crustacea, Decapoda, Penaeidae). *Aquaculture*, 23, 19-27.
- Nagaraju, G. P. C. (2007). Is methyl farnesoate a crustacean hormone? *Aquaculture*, 272, 39-54.
- Nagaraju, G. P. C., Suraj, N. J., & Reddy, P. S. (2003). Methyl farnesoate stimulates gonad development in *Macrobrachium malcolmsonii* (H. Milne Edwards)(Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 76, 1171-1178.
- Nagaraju, G. P. C. (2011). Reproductive regulators in decapod crustaceans: an overview. *J Exp Biol*, 214, 3-16.

- Rodríguez, E. M., Medesani, A. D., Greco, L. S. L., & Fingerman, M. (2002a). Effects of some steroids and other compounds on ovarian growth of the red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*, during early vitellogenesis. *J Exp Zool*, 292 (1), 82-87.
- Rodríguez, E. M., Greco, L. S. L., Medesani, D. A., Laufer, H., Fingerman, M. (2002b). Effect of methyl farnesoate, alone and in combination with other hormones, on ovarian growth of the red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*, during vitellogenesis. *General and comparative endocrinology*, 125, 34-40.
- Rodríguez-González, H., García-Ulloa, M., Hernández-Llamas, A., & Villarreal, H. (2006). Effect of dietary protein level on spawning and egg quality of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Aquaculture*, 257, 412-419.
- Sagi, A., Ahl, J. S., Danaee, H., & Laufer, H. (1994). Methyl farnesoate levels in male spider crabs exhibiting active reproductive behavior. *Hormones and Behavior*, 28, 261-272.
- Soroka, Y, Milner, Y., Laufer, H., & Sagi, A. (1993). Protein synthesis in the ovary of *Macrobrachium rosenbergii* during the reproductive cycle: effects of methyl farnesoate (MF). *American Zool*, 13, 123A.
- Taketomi, Y., & Nakano, Y. (2007). Y-organ and mandibular organ of the crayfish *Procambarus clarkii* during the molt cycle. *Crustacean research*, 36, 25-36.



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



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

Derleme Makalesi (Review Article)

**Dünyada Bağcılık Alanında Son On Yılda Yapılmış Araştırmalara Genel Bir Bakış**

**Zeliha GÖKBAYRAK<sup>1</sup>, Burçak İŞÇİ<sup>2</sup>, Nurhan KESKİN<sup>\*3</sup>**

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale, Türkiye

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir, Türkiye

<sup>3</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-0012-9782> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-6542-0271> <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-2332-1459>

\*Sorumlu yazar e-mail: [keskin@yyu.edu.tr](mailto:keskin@yyu.edu.tr)

**Makale Bilgileri**

Geliş: 03.08.2021

Kabul: 29.09.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.978106

**Anahtar Kelimeler**

Asma,  
Bakış açısı,  
Bilimsel ilerleme,  
*Vitis*.

**Öz:** Bu çalışmada, *Vitis* türlerine ait bilimsel çalışmaların ortaya koyduğu bilginin bu alanda ön plana çıkmış altı uluslararası dergi aracılığıyla 2010-2020 yıllarını kapsayacak şekilde derlenmesi hedeflenmiştir. Araştırma konularının ağırlıklı olarak iklim değişikliği ile ilgili olduğu ve olası olumsuz etkilerini en aza indirecek uygulamaların incelendiği görülmektedir. Teknik ve biyokimyasal analizlerin ürüne zarar vermeden yapılmasına yönelik hassas bağcılık (veri ve görüntü işleme ile modelleme) işlemlerinin de hız kazandığı görülmektedir. Değişen hava olaylarının etkisiyle hastalık ve zararlı çeşitliliği gözlenmekte ve uyumlu mücadele yöntemleri de araştırılmaktadır. Su azlığı tehlikesi altında asma dışı bitkilerin kullanımıyla suyun gerektiği zamanda gerektiği miktarda asma tarafından kullanılabilir olmasının sağlanması küresel ısınma tehdidi altında öne çıkan araştırma konuları arasındadır. Kuraklığa dayanıklı yeni çeşitler geliştirme konusunda yeni belirteçlerden yararlanılması söz konusu olabilmektedir. Çoğaltma, fizyolojik sendromlar ve depolama konularında nispeten daha az sayıda bilimsel çalışmanın bu dergilerde yayımlanması dikkat çekicidir. Derlenen bilgiler ışığında bağcılık alanında yapılabilecek araştırma konularına yönelik geniş bir bakış açısıyla projeksiyonlar ifade edilmiştir.

**General View of the Research Studies on World Viticulture In The Last Decade**

**Article Info**

Received: 03.08.2021

Accepted: 29.09.2021

Online Published: 15.12.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.978106

**Keywords**

Grapevine,  
Perspective,  
Scientific progress,  
*Vitis*.

**Abstract:** It is seen that research subjects are shaped especially under the effect of climate change and that practices that will minimize possible negative effects are examined. Precision viticulture (modeling with data and image processing) processes for technical and biochemical analysis without damaging the product are gaining momentum. With the effect of changing weather events, variations in diseases and pests are observed and compatible management methods are investigated. The use of non-vine plants under the threat of water scarcity and ensuring that the water can be used by the vine as needed when necessary is a prominent research subject under the threat of global warming. It may be possible to use new markers to develop new drought-resistant varieties. It is noteworthy that relatively few scientific studies have been published on propagation, physiological syndromes, and storage in these journals. In the light of the collected information, projections are expressed with a broad perspective on research topics that can be pursued in the field of viticulture.



## 1. Giriş

Bağcılığın tarihçesi her yeni arkeolojik bulguyla daha eskilere dayanmaktadır. Sadece sofralık tüketimiyle değil şaraba ve şıraya işlenmesiyle de insanlık tarihinde önemli bir tür olan asmanın gelişen ve değişen yetiştiricilik şartları ve tüketici talepleri doğrultusunda aldığı yol incelenmeye değerdir. Avrupa bağcılığının ön planda olduğu bilgi çağına artık tüm kıtalardan katkı verilmekte, üretim miktarındaki artışın yanı sıra farklı yetiştiricilik anlayışı ile birlikte kalite anlayışı ve piyasaya arz şekli de değişmektedir.

Dünyada 2010-2020 yılları arasında yapılmış bağcılık çalışmalarının değerlendirildiği bu derlemede, farklı kıtaları temsilen seçilen ve sadece bağcılık ve şarap üzerine akademik ve bilimsel çalışmaları içeren dergiler incelenmiştir. Bu amaçla Avrupa'dan 'Vitis' ve 'Oeno One' (önceki ismi Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin), Kuzey Amerika'dan 'American Journal of Enology and Viticulture', Güney Amerika'dan 'Ciência e Técnica Vitivinícola', Afrika'dan 'South African Journal of Enology and Viticulture' ile Avustralya'dan 'Australian Journal of Grape and Wine Research' olmak üzere 6 derginin sadece bağcılık ile ilgili çalışmaları irdelenmiştir. Şarap işleme ve kalitesine yönelik çalışmalar ile derleme çalışmalar dikkate alınmamıştır.

Farklı başlıklar altında incelenen konulara yönelik çalışmaların bağcılık alanındaki bilgi birikimine katkıları değerlendirilmiş ve uygulamalı bir bilim olan bağcılık açısından gelecek on yıllarda araştırma olanaklarına yönelik bakış açısı geliştirilmeye çalışılmıştır.

### 1.1. Taç Uygulamaları

Küresel ısınmanın etkisiyle üzümlerin hızlı olgunlaşması ve bununla ilişkili aşırı şeker birikimi, şeker-antosiyenin ayrışması ve son ürün şarapta alkol derecesinin yükselmesi karşısında geleneksel bağcılık uygulamalarının zamanında, derecesinde ve hatta çeşitliliğinde farklılık oluşmaktadır. Yüksek kaliteli üzümlerin üretimi teknolojik, fenolik ve aromatik olgunluğa sıkıca bağlıdır ve günümüzde çevresel zorlayıcı etmenlerin etkisi altındadır. Bu değişimin bağlı olabileceği faktör küresel ısınmanın yanı sıra atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun sürekli artışına bağlı taç fotosentez kapasitesinin yükselmesidir (Wohlfahrt ve ark., 2019). Bunu engellemenin bir yolu fotosentez alanının daraltılması yani yaprak alımıdır. Bu uygulamanın zamanına ve şiddetine bağlı olarak ortaya çıkan sonuçların araştırıldığı çalışmalar son 10 hatta 20 yılın çoğunluğunu oluşturmaktadır. Ben düşme sonrası salkımın üzerindeki tüm yaprakların alınması kolay ve ekonomik bir uygulama olarak şeker birikmesini geciktirmekte ve tane veya şarap kompozisyonu üzerinde olumsuz etkiye sebep olmaksızın alkolü sınırlamaktadır (Palliotti ve ark., 2013). Tam çiçeklenme döneminde bazal 6 veya 8 yaprağın alınması salkım yapısını, verimi ve tane bileşimini geliştirmektedir (Acimovic ve ark., 2016). Verdenal ve ark. (2017) çiçeklenme öncesinde bazal 6 yaprağın alınmasının tane tutumunu azaltmakla birlikte verimi, tane kabuğu kalınlığını, şıra ve şarap kompozisyonunu arttırdığını bildirmektedir.

Erken yaprak alımının verimi azaltma nedenlerinden birisi çiçek dökümünü arttırması ve dolayısıyla tane/salkım sayısını düşürmesidir (Lohitnavy ve ark., 2010; Zheng ve ark., 2017a). Ben düşme döneminde yaprak alma veya salkım seyreltme uygulamalarının generatif organlar ve ileriki yıllarda bitki ağırlığı ve karbonhidrat kapsamı üzerindeki etkisi araştırıldığında (Vaillant-Gaveau ve ark., 2014), omcada nişastayı azaltan ve buna paralel şekilde toplam suda çözünebilir maddeyi arttıran yaprak alımı, gelecek sezonun çiçek sayısını azaltırken salkım seyreltilen omcalarda karbonhidrat rezervi artmasına rağmen çiçek sayısı üzerine etkisi iyileştirici olmamaktadır.

Sürgün seyreltme veya kısaltma fotosentez alanını azaltmak için yapılabilecek bir diğer uygulamadır. Taç alanından uzaklaştırılan sürgünlerle taç yoğunluğu azalsa da tek başına uygulandığında verimi azaltmamakta, çiçeklenme öncesi yaprak alımıyla birlikte üzüm kompozisyonunu geliştirmekte ve şeker miktarını arttırmaktadır (Silvestroni ve ark., 2019). Sürgün kısaltma yani sürgün ucunun ve etrafındaki birkaç genç yaprağın alınması da önemli bir besin ve enerji tüketim noktasını ortadan kaldırılmasına ve aktif yaprak alanının azaltılmasına yol açarak tane kompozisyonunu etkilemektedir. Tane tutumundan sonra bir kez yapılan sürgün kısaltma işlemi sulama yapılmayan bağlarda şeker ve antosiyenin konsantrasyonunda önemli bir değişikliğe yol açmadan hasat tarihini geciktirmektedir. İki kez yapılması ise yaprak alanını çok azalttığından olgunlaşmayı desteklememektedir (Zheng ve ark., 2017b).

Kış budamasıyla düzenlenebilen taç alanı da mikroklimayı etkilemesi nedeniyle olgunluğu ve üzüm bileşimini değiştirmektedir. Minimal budama, olgunluğu geciktirmekte ve tane üzerinde olumlu etkiye sahip olmaktadır (Zheng ve ark., 2017a). Kısa budamanın sürme sonrasına bırakılması zaman ilerledikçe şeker ve asitliğin düşmesine yol açarken mayıs ayında budamanın daha yüksek antosiyanin ve fenolik konsantrasyonu sağlamasına rağmen olgunluğu geciktirdiği görülmektedir (Frioni ve ark., 2016; Moran ve ark., 2017; Petrie ve ark., 2017). Olgunluğun küresel ısınma nedeniyle erken tarihlere gelmesinin önüne geçmek için son yıllarda etkisi araştırılan bir diğer uygulama ise omcayı yeniden sürmeye zorlamaktır (forcing vine regrowth). Çiçek salkımı taslaklarının oluşmaya başlamasından hemen sonra kış gözlerinin dinlenmeden çıkmaya zorlanması durumunda, büyüyen sürgünler birkaç boğuma kısaltılarak omca yeniden sürmeye zorlanmakta ve koltuk dalları, yapraklar ve ilk salkımlar kesilmektedir. Ancak bu uygulama fenolojik aşamaya bağlıdır ve olgunluğu bir veya iki ay ileri döneme atabilmektedir (Lavado ve ark., 2019; Martínez de-Toda ve ark., 2019). Zorlanan omcalarda taneler daha küçük olmakla birlikte daha düşük pH, daha yüksek antosiyanin ve asitliğe sahip olmaktadır (Tian ve Gu, 2019).

Taç yüksekliğinin azaltılması, şiddetine ve zamanına göre olgunlaşma tarihini değiştirebilen bir başka uygulama olup yaprak alanını azalttığı gibi sürgün ucu ve genç yapraklar gibi önemli metabolit tüketim yerlerini de uzaklaştırmaktadır. Tane tutumu döneminde yapılan bu işlemin sonucunda verimde artış, kuru madde/titre edilebilir asitlik oranında düşüş ve olgunlukta gecikme görülmektedir (Parker ve ark., 2016). Şiddetli mekanize sürgün kısaltma ile sulamanın artırılması ile birlikte uygulandığında olgunluğun gecikmesine katkıda bulunmaktadır (Santesteban ve ark., 2017).

Üzümde şekerin daha geç birikmesi hasat sezonunun daha serin zamanlara kaydırılması ve böylece aşırı şeker birikmesinin engellenmesi suretiyle “omcada kalma-hang time” süresinin uzatılması amacıyla uygulanan salkım sapında bilezik alma (ben düşme sonrası) ortalama °Brix değerine ulaşan tanelerin ılıman-sıcak bölgelerde olgunluğunu geciktirmektedir (Böttcher ve ark., 2018).

## 1.2. Örtü Bitkileri

Bağlarda sıra arası alanlarda yetiştirilen tek veya çok yıllık örtü bitkileri sıklıkla toprak erozyonunu önlemek, toprak verimliliğini düzenlemek ve aşırı kuvvetli anaçlarda vejetatif gelişmeyi sınırlamak amaçlı kullanılmaktadır. Son yıllarda ortaya çıkan eğilime göre, daha önceki uygulamalarda mekanik veya ilaçlı mücadele ile açıkta bırakılan alanlar örtü bitkileri ile kaplanmaktadır (Centinari ve ark., 2015; Hickey ve ark., 2016). Elde edilen sonuçlar omcaların gelişme kuvvetinin zayıfladığını göstermektedir.

Toprak yönetimi stratejilerinde kullanılan örtü bitkileri, kök büyümesi, azot ve su alım dinamiklerini etkilemekte ve yeşil gübreleme yapılan bağlarda olumlu sonuçlar genelde 3. yılın sonunda ortaya çıkmakta ve sağlıklı vejetatif gelişme ile üzümün kompozisyonuna ve sonucunda meyve suyu ve şaraba yansması olumlu olmaktadır (Pérez-Álvarez ve ark., 2015).

Örtü bitkilerinin zararlı popülasyonlarını düzenleme üzerine etkilerinin belirlendiği çalışmalarda, kök-ur nematodu *Meloidogyne javanica*'nın ur oluşumunu *Brassica juncea*, halka nematodu *Criconeoides xenoplax*'ın gelişimini ise *Brassica napus* baskılamaktadır (Kruger ve ark., 2015). Bunun dışında, toprakta sürekli doğal örtü bitkilerinin bulunması durumunda bitkiden beslenen akarların kontrolünde avcı akarların (Acari: Phytoseiidae) sayıları artmakta ve Avrupa Birliği tarımsal politikalarına uygun şekilde entegre zararlı mücadelesine katkı vererek çevrenin korunması sağlanmaktadır (Sáenz-Romo ve ark., 2019).

## 1.3. Hassas Bağcılık

### 1.3.1. Görüntü İşleme

Bağda varyasyonun çalışılması ve gözlemlenmesi suretiyle yönetiminin düzenlenmesi hassas bağcılığın temelini oluşturmaktadır. Hassas bağcılığın uygulanmasıyla agronomik uygulamalar bağda bulunan yere göre ayarlanarak gerçekten gerekli kültürel uygulamalar yapılabilmektedir. Bu alandaki en güçlü araçlardan birisi uzaktan algılamadır. Bu şekilde omcanın şekli, büyüklüğü ve büyüme kuvvetinin analizi için vejetasyon indekslerinin kullanımıyla özet bir görüş elde edilmektedir. Normalized difference vegetation index (NDVI) en fazla bilinen ve kullanılan indekstir. İnsansız hava

aracı kullanılarak elde edilen geniş spektrumlu görüntülerin tek bir değere indirgenmesi suretiyle vejetatif durumdaki değişiklikler saptanmaktadır. Bu yöntem, yeşil bitki taç alanlarını saptayarak üzüm üretiminin optimize edilmesine yardımcı olmakta ve gelirin artmasını sağlamaktadır. Genellikle omcanın gücünü ve taç alanı yapısını göstermesi açısından yaprak alanı indeksi ile ilişkilendirilse de yaprak klorofil miktarı, budama odunu ağırlığı (Caruso ve ark., 2017), hasat olgunluğu ve geç olgunluk (Fiorillo ve ark., 2012), salkım bölgesi boşluk tayini (Diago ve ark., 2019) ve sürmenin tayini-sürgün sayısı ile hasatta tane büyüklüğü tahmini 1 mm hassasiyetle (Herzog ve ark., 2014) yapılabilmektedir.

NDVI gibi çok spektrumlu görüntü analizlerinin kullanıldığı diğer indeksler olan modified soil adjusted vegetation index (MSAVI), the simple ratio index (SR) ve modified simple ratio index (MSR) bağda bulunabilecek farklı toprak yapısına sahip alanlarda bulunan omcaların farklı çevresel faktörler altında dağılımını dikkate alarak “teruar zonlaşma” yönünde geleneksel veya alternatif yöntemlerin saptanmasına yardımcı olmaktadır (Martínez ve Gómez-Miguel, 2017).

Salkım ve tane özelliklerinin bağ şartlarında geliştiği düşünüldüğünde vejetasyon indekslerinin etkili ve akıllıca kullanımı ile üzüm kompozisyonuna ve işlendiği takdirde şarabın kalitesine etkisi, ayırt edici herhangi bir özellik (toprak yapısı, içerdiği besin maddesi durumu veya omcanın gelişme kuvveti gibi) açısından farklı uygulamaların yapılmasına olanak verir. Hasatta verimin yüksek doğrulukla tahmini bağcılık araştırmalarının en önemli konusudur. Matlab programlama dili ile geliştirilen tane analiz aracı (berry analysis tool-BAT) görüntüleri üzerinden tane çapı ve hacmi yüksek korelasyonla belirlenebilmekte (Kicherer ve ark., 2013), hatta normalden küçük tane gelişimi bozukluğunun saptanmasına yönelik görüntü analizleri ile pazarlanabilir ürün miktarı tahmini (Dahal ve ark., 2018) de yapılabilmektedir.

Otomatik görüntü işleme tabanlı veri seti analizi teknikleri fidanlarda (Kicherer ve ark., 2017) ve bağda omca üzerinde hareket halinde iken (Millan ve ark., 2019) budama odunu ağırlığı tahminlerinde kullanılmaktadır. Bu yüksek doğruluklu, ucuz ve kolay yöntemden fidan gelişiminin değerlendirilmesinde ve verimle ilişkisinin kurulmasında yararlanılmaktadır. Hiperspektral görüntüleme; üzüm kompozisyonunu belirleme çalışmalarında tane antioksidan kapasitesi ile antosiyanin ve toplam suda çözünebilir şeker miktarlarının tespiti (Gutiérrez ve ark., 2018; Beltrame ve ark., 2019) açısından hızlı, basit, dokuya zarar vermeyen ve çok az hatta hiç kimyasal madde kullanımı ile ucuz bir alternatiftir.

Dijital görüntülerin işlenmesinde kullanılan algoritmaların artması ve çeşitlenmesiyle hassas bağcılıkta kullanım olanaklarının artacağına yönelik örneklerden ikisi asma çiçeğinin renk ve morfolojisinin (Tello ve ark., 2020) veya derin öğrenme algoritmasının entegre edildiği Fully Convolutional Network (FCN) aracılığıyla salkımın generatif ve vejetatif kısımlarının (Rudolph ve ark., 2019) belirlenmesidir.

Farklı ekolojik koşullar altında yetiştirilen üzümelerde bulunan antosiyanin, flavonoidler veya klorofil ve karotenoidlerin optik özelliklerinin belirlenmesinde hızlı ve dokuyu parçalamayı gerektirmeyen yöntemlerin kullanılması yaygınlaşmaktadır (Tuccio ve ark., 2011; Baluja ve ark., 2012; Rocchi ve ark., 2016; Fernandino ve ark., 2017). Daha çok gıda endüstrisinde fiziksel ve kimyasal analizlerde kullanılan NIRS (near-infrared spectroscopy) tekniği, olgunlaşma sırasında uçucu bileşiklerin tespitinde (Ripoll ve ark., 2017) kullanıldığı gibi asma su durumunun belirlenmesi yoluyla (Diago ve ark., 2017) sulama programının oluşturulmasına da yardımcı olmaktadır.

### 1.3.2. Modelleme

Genel anlamda tarımın, özel anlamda bağcılığın etkisinde kaldığı ekonomik ve çevresel baskılar üzüm üreticileri ve dolayısıyla şarap yapımcıları açısından kültürel uygulamaların adaptasyonunu ve optimizasyonunu daha karmaşık hale getirebilmektedir. Gelişen teknolojiyle birebir uygulamaya geçilmeden önce istatistik modellerin yapılması bu anlamda yardımcı araçlar haline gelmektedir. Omca büyüme kuvveti ve erkenciliğinin çevresel faktörlerle modellenmesiyle (Coulon-Leroy ve ark., 2012) çevresel faktörlerin etkisi daha iyi değerlendirilebilmekte ve böylece belirlenen modeller, bir bölgeyle sınırlı kalmayıp yöresel toprak bilgisi ve verilerle yeni alanlara uyarlanabilmektedir. Verimin iklim koşullarına dayalı modellenmesinde kullanılan Window Pane analizi, iklim değişikliğinden daha hızlı veya daha kötü etkilenebilecek bağ alanlarında kullanılmaktadır (Molitor ve Keller, 2016). Örneğin; yüksek yağış alan yerlerde görülen toprak asitliğinin yükselmesi sonucu ortaya çıkabilecek verim azalması, bitkiye uygulanan magnezyum gübrelemesi ile yaprak sapı analizlerine dayalı olarak

bir doğrusal (linear) modelleme ile belirlenebilmekte ve kireçleme tavsiyeleri verilebilmektedir (Olego ve Garzón, 2014).

İklim modellerinin çıkarılmasındaki amaç; iklimde zamana bağlı meydana gelen değişikliklerin özellikle asma fenolojisi üzerindeki etkilerinin tespit edilmesidir. Yüksek alan ve zaman çözünürlüğünde sıcaklık bilgilerinin, biyoklimatik indeksler (Sturman ve ark., 2017) ve fenolojik modeller (Hall ve Blackman, 2019) ile veri işlemine tabi tutulmasıyla iklim değişiminin bağ bölgeleri ile üzümün/şarabın kalitesi üzerine etkisi ortaya konulmaktadır.

Toprak-bitki-atmosfer devamlılığı çalışmalarının sayısallaştırılmasında dikkate alınan yaprak alanı ölçümleri, yeterli yaprak sayısının taranması (Guisard ve ark., 2010) veya yaprak iç damar uzunluklarının kullanılması (Beslic ve ark., 2010) sonucunda istatistik modeller geliştirilmektedir. Bağa ve çeşide özgü adımsal (stepwise) regresyonun yaprak alanlarını daha iyi tahmin ettiği bildirilmektedir.

Asmanın abiyotik veya biyotik stres kaynaklarına karşı kaynak kullanımı optimizasyonu giderek artan bir öneme sahiptir. Asma su durumunun tahmininde “sürgün ucu safhası”nın gün ortası yaprak su potansiyeliyle birlikte modellenmesi (Martínez de Toda ve ark., 2010) ile sürgün ucu yöntemi hızlı, dokuyu parçalamadan ve özel bir ekipmana ihtiyaç göstermeden hava koşullarından bağımsız şekilde başarılı olmaktadır. Susuz koşullarda asma su durumunun sezon-içi tahmininde iklim değişkenlerinin kullanılmasıyla ürün yönetimi ve ileriki bağ operasyonlarının planlanması yapılabilmektedir (Taylor ve ark., 2012). Bağ mildiyösü hastalık etmenine karşı bakır uygulamalarının başarısının yükseltilmesi için hava durumu-iklim, agronomik ve fitopatolojik verilerin kısmi en küçük karelere ayırma (partial least squares discriminant) analiziyle gerçekte uygulanandan daha az uygulama yapılabileceği ve bu şekilde daha az fungusit kullanılabileceği belirtilmektedir (Menesati ve ark., 2013).

İstatistik modellemenin görüntü analizleri ile birleştirilmesiyle üzüm ve şarap kompozisyonunu ve kalitesini yakından etkileyen salkım sıklığının uzaktan tahmini de yapılmaktadır. Omca üzerinde (Cubero ve ark., 2015) veya hasat sonrasında (Chen ve ark., 2018) fotoğraflanarak sınıflara ayırma işleminden sonra uygulanan kısmi en küçük kareler (partial least squares) yönteminin ampelografik ve hasat sonrası otomatikleşme çalışmalarında fayda sağlayabileceği belirtilmektedir.

### 1.3.3. Fenoloji Simülasyonu ve İndeks Geliştirme

Fenolojik aşamaların modelleme yoluyla tahmini veya simülasyonu bağcılık kültürel uygulamalarının zamanlanması ve küresel ısınmanın etkilerinin belirlenmesi açısından önemli sonuçlara sahiptir. Bunlardan biri olan soğuklama-çakışma (Chill-overlap) modeli soğuklama ve sıcaklık birikimi arasındaki ilişkiden yararlanmaktadır (Prats-Llinàs ve ark., 2019). Yaygın kümülatif gün-derece modellerinin etkinliğini arttırmak ve bağa-özgünlük durumundan kurtarmak için geliştirilen modellerle omcanın tüm fenolojik aşamaları, ortalama gün sıcaklığı 20°C hesaplandığında en fazla 3 gün sapmayla tahmin edilebilmektedir (Preszler ve ark., 2010). Çiçeklenme ve ben düşme safhalarının tahmini için ilkbahar ısınması (spring warming, geleneksel gün-derece indeksi anlamında) modeli kullanıldığında yılın 60. gününden itibaren 0°C taban sıcaklığının 10°C yerine seçilmesiyle çiçeklenme zamanı, 92. gününden itibaren 4°C seçilmesiyle de ben düşme tarihi başarılı şekilde belirlenmektedir.

### 1.4. Besin Maddesi Uygulama

Özellikle çeşit ve/veya şarap orijininin belirlenmesinde iz elementlerinin rolü açısından asma-toprak ilişkisinin teruar konsepti içindeki yerinin önemi dikkati çekmektedir. Hafif asitli topraklarda amonyum içeren azotlu gübrelemelerin demir, mangan, çinko, alüminyum ve titanyum gibi mikro elementlerin alımını ve üzüm sırasında birikmesini desteklediği, buna karşılık yapraklarda bor, demir, mangan, kadmiyum, krom, nikel ve titanyum gibi bazı elementlerin miktarını azalttığı belirtilmektedir (Gąstoł ve Domagała-Świątkiewicz, 2014). Benzer şekilde Ramos ve Romero (2016) olgunlaşma sırasında asma organları arasında mikro elementler açısından farklılıklar tespit ederek, bakır ve çinkonun ben düşme döneminde hasat zamanına göre daha yüksek ve mangan konsantrasyonunun ise dönem sonunda daha fazla olduğunu belirtmektedir.

## 1.5. Büyüme Düzenleyiciler

Büyüme düzenleyici uygulamaları üzüm üretim ve kalitesini arttırmayı hedeflemektedir. Yaygın olarak kullanıldığı bilinen giberellik asit (GA<sub>3</sub>), N-(2-kloro-4-piridil)-N'-fenilüre (CPPU), absisik asit (ABA) gibi büyüme düzenleyicilerin yanı sıra son yıllarda brassinosteroidler (İşçi ve Gökbayrak, 2015), metil jasmonat (Gutiérrez ve ark., 2018), oksin ve oksin sinerjileri (Hadadinejad ve ark., 2014), fenilalanin ve üre (Garde-Cerdan ve ark., 2018) ile hidrojen peroksit (Guo ve ark., 2019) uygulamaları ile antosiyanin gelişimi, erkencilik, uçucu bileşikler ile amino asit miktarlarının artırılması sağlanmaktadır. β-aminobutirik asit salgım sıklığını azaltarak *Botrytis cinerea* hastalığının şiddetini azaltmaktadır (Kocsis ve ark., 2018).

## 1.6. Stres

### 1.6.1. Abiyotik Stresler

Su stresine maruz kalan asmalarda, tane büyüklüğü ve verim azalması yanında tane kompozisyonu ile tane kalitesini artıran veya azaltan değişiklikler ile yüksek sıcaklığın polifenoller ve üzüm tanelerinin aroma kalitesi üzerindeki potansiyel olumsuz etkilerinden bahsetmek mümkündür (Villangó ve ark., 2013). Su stresi yönetiminde yaprak seyreltmesinin ürünün verim ve kalitesi üzerindeki etkileri (tane boyutunu azaltmak, şıra kalitesini iyileştirmek ve genel olarak antosiyanin birikimini artırmak gibi) nedeniyle etkili bir strateji olduğu söylenebilir (Martínez ve ark., 2014). İşlenmiş mineral partikülleri ise su kısıtında yetişen asmalarda verim bileşenlerini veya olgunluğu etkilememektedir (Shellie ve King, 2013; Attia et al., 2014).

Şaraplık üzümün genellikle su kısıtı altında yetiştirilmesi besin rezervlerini olumsuz etkileyebilmektedir. Odunsu organlarda su stresıyla birlikte karbon deposunun durumu Lugol'un iyot solüsyonu ve reflektans spektroskopisi kullanılarak tayini hızlı, ucuz ve yüksek hassasiyetle yapılabilmekte ve gelecek sezonda vejetatif gelişim değerlendirilebilmektedir (Rustioni ve ark., 2019). Aroma bileşiklerinin ve kabuk ve çekirdek polifenollerinin şarap kalitesi üzerinde etkilerinin önemli olması özellikle su stresi altındaki asmalarda zamanlamaya bağlı olabilmektedir. García-Esparza ve ark. (2018) ben düşme sonrası %50 su stresinin üzüm kompozisyonunu geliştirme ve verimi artırma için uygun olduğunu belirtmektedir. Su stresinde %50 düzeyi en yüksek verimle birlikte uçucu bileşiklerin seviyesini en iyi düzeye çıkarmaktadır (Buesa ve ark., 2017; Villanova ve ark., 2018).

### 1.6.2. Biyotik Stresler

Üzümün verim ve kalitesini etkileyen önemli fungal hastalıklardan biri kurşuni küf (*Botrytis cinerea*) veya salkım çürüklüğüdür. Bu hastalık kalite üzerinde yarattığı aromadan sapma, kararlı olmayan renk, oksidatif zararlar ve erken yaşlanma sıkıntıları verimde doğrudan kayıplara eklenmektedir. Çiçeklenme sonrası salkım bölgesinden yaprak alımı ve botritisit kullanımı (Evers ve ark., 2010) salkım sıklığını azaltarak mücadelenin daha kolay yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bu tür uygulamalar daha uzun olgunluk süresi sağlamanın yanı sıra çiçeklenme öncesinde 6 yaprağın elle kopartılmasının kurak sezonlarda hastalığın azalmasına ve erkencilığe yol açması (Vander Weide ve ark., 2020) serin iklim bağcılığında kullanılabilir bir stratejidir. İş yükünü arttıracak, döllenenmiş çiçek kalıntılarının salkımdan bir fırça ile uzaklaştırılması işlemi (Molitor ve ark., 2015) de hastalığın belirtilerinin daha geç ortaya çıkmasını sağlaması nedeniyle teknik olarak kolaylaştırılması gereken bir uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu etmene karşı omcanın havalandırılması ve/veya fungusitlerin kullanımında görülen başarısızlığın temelinde ana organizmalar olarak tanımlanan *Colletotrichum acutatum* (olgun çürüklük) ve *Greenaria uvicola* (ekşi çürüklük) (Steel ve ark., 2011) ile *Pilidium lythri*'nin (ten ve kahverengi çürüklük) (Aguín ve ark., 2018) bulunduğu bildirilmektedir.

*Plasmopara viticola*'nın sebep olduğu bağ mildiyösu hastalığının azaltılmasında salkımın üstünden yaprak alımı etkili olmaktadır. Bakırlı formülasyonlar özellikle organik tarım ilkeleri doğrultusunda etkin olmasının yanı sıra üzümün fitokimyasal profilini ve antioksidan kapasitesini etkilemektedir (La Torre ve ark., 2014). Çalışmalar, çeşidin sahip olduğu stoma sayısı yüksekliğinin patojene daha fazla giriş yeri olarak hizmet edebildiğini (Alonso-Villaverde ve ark., 2011) ve stilben

üretiminin resveratrolün fungitoksik viniferinlere oksidasyonu ile hastalığa dayanımı sağlayabildiğini (van Zeller de Macedo Basto Goncalves ve ark., 2011) ortaya koymaktadır.

Bağ küllemesini önlemek üzere yaprak yüzeyine atılan kimyasalların buharlaşma, toprağa damlama, yağmur veya sulama sistemi nedeniyle yıkanması gibi durumların ortaya çıkarabileceği sorunlar/kayıplar nedeniyle uygun maddelerin gövdeye enjeksiyonu ekolojik yönden daha tutarlı yöntem olabilir. Triazoller miklobutanil, penkonazol ve tebunazolün gövdeye enjeksiyonu %60'tan daha yüksek etkinlik göstermektedir (Düker ve Kubiak, 2011). Salkımın etrafından iki yaprağın alınması sürgün yoğunluğunun az olduğu duvar (vertical shoot positioning) sisteminde mücadeleyi asma lehine çevirmektedir (Austin ve Wilcox, 2011).

Son yılların dikkat çeken bir diğer zararlı grubu bitki paraziti nematodlardır. Özellikle kökler üzerinde geliştirdikleri urlar nedeniyle, etkilerinin geç fark edildiği ve beslenme yetersizlikleri ile karıştırıldığı kök-ur nematodlarına (*Meloidogyne sp.*) karşı yeniden bağ tesisinin söz konusu olduğu yerlerde metil bromür uygulamasına alternatifler araştırılmaktadır. Bunlar arasında yer alan 1,3-dikloropropen, kloropikrin ve propargil bromür genel anlamda kök-ur ve Citrus (*Tylenchulus semipenetrans*) nematodlarına karşı başarılıdır (Cabrera ve ark., 2011). *Vitis* türleri genel anlamda *Meloidogyne hapla* için kötü bir konukçu olmakta, özellikle Salt Creek, Freedom, Harmony, St. George, Riparia Gloire, 101-14 Mgt, 3309 C, 110 R, 420 A ve Matador öne çıkmaktadır (Zasada ve ark., 2019). Anaçlık çeliklerin 55°C'de 20 dakika tutulması *M. javanica* kök-ur nematodunun ur gelişimini önemli ölçüde sınırlamaktadır (Knoetze, 2020). *M. incognita* enfeksiyonu omca biyokütlesini azaltmakta ve kök: sürgün oranını yükselterek asma kuvvetini azaltmaktadır. Bunun sebebi, geçici süreliğine kökleri bir azot havuzuna çevirerek kendi avantajına kullanmasıdır (Wang ve ark., 2015).

Avrupa bağcılığında yeni bir tehdit olarak görülen *Drosophila suzukii* (benekli kanatlı meyve sineği)'ye karşı test edilen farklı insektisitlerin değerlendirilmesinde KarateZeon ve SpiTor temas veya yumurta bırakımı; Mospilan SG ve Coragen ise larva üzerine ölümcül etkiye sahiptir (Jarausch ve ark., 2017). Akdeniz havzası ile Kaliforniya, Meksika ve Arjantin bağlarının ana zararlısı olarak bilinen *Planococcus ficus* (Signoret) (asma unlu biti)'a karşı *Minthostachyo verticillata* (peperina) ve *Eucalyptus globulus* esansiyel yağları ile bunlardan elde edilen pulegon isimli ekstrakt başarılı şekilde botanik insektisit olarak kullanılmaktadır (Peschiutta ve ark., 2017). Bağlarda sıkıntıya yol açabilecek *Aphis illionisensis* Schimer (Baronio ve ark., 2016) ile *Lobesia botrana* yumurtalarını parazitleyen *Trichogramma cordubence* Vagan (Lucchi ve ark., 2016) ilk kez bildirilmektedir.

Asma gövde hastalıkları genç omcaları ve fidanlık materyallerini etkileyen hastalıklardır. Esca hastalık kompleksi, siyah-dip (black-foot) hastalığı ve Botryosphaeriaceae familyası içinde yer alan Botryosphaeria ('Bot') ölü kol hastalığı bu grup içerisinde. Daha yaşlı bağlarda ise Eutypa ölü kol (*Eutypa lata*) hastalığına rastlanmaktadır. Bu hastalıklara neden olan fungal patojenler çok yıllık organlarda odun nekrozuna, renk kayıplarına, iletim demeti enfeksiyonlarına ve beyaz çürüklüklere yol açmaktadır. Yara yerlerine uygulanan benomil ve karbendazim gibi ilaçların yasaklanmasından sonra, bu patojenlerin kontrolüne yönelik Topsin M'in etkinliği yüksek olmaktadır (Rolshausen ve ark., 2010).

### 1.7. Fizyolojik Bozukluk: Tane Büzüşmesi Sendromu

Shiraz ve Chardonnay gibi bazı üzüm çeşitlerinin tanelerinde geç dönemde ortaya çıkabilen tane büzüşmesi fizyolojik bir bozukluk olarak tanımlanmaktadır. Ortaya çıkma sebepleri arasında transpirasyonla su kaybı, taneye floem akışının azalması ve ksilem aracılığıyla taneden geriye su çıkışı gösterilmektedir. Asma su durumuna oldukça bağlı olduğu gösterilen bu sendromun su stresi çekmeyen omcalarda daha fazla, buna karşılık ben düşme sonrasında orta veya yüksek su kısıtı olan bağlarda daha az görüldüğü ifade edilmektedir (Zufferey ve ark., 2015). Tane sap hidrolik iletiminin azalması ve primer floem demetlerinin parçalanması sonucunda tanede şeker ve su birikimi azalmaktadır. Keller ve ark. (2016) bu sendromun salkım bazında ortaya çıktığını ve sadece floem akışının kesilmesiyle değil aynı zamanda organik asit metabolizmasıyla metal katyon kullanımının değişmesiyle alakalı olabileceğini bildirmektedir.

### 1.8. Tozlanma ve Döllenme

Asmada polen konsantrasyonundaki günlük ve saatlik değişimler, sıcaklık ile pozitif, ancak bağıl nem ile negatif korelasyon göstermekte, polen konsantrasyonu, omcalardan 1.5 m uzaklıkta,

yerden 1 m yükseklik içinde yoğunlaşırken bu alanların dışında azalma göstermektedir (Muñoz-Rodríguez ve ark., 2011). Kendi kökleri üzerinde yetiştirilen omcalarla karşılaştırıldığında anaç üzerine aşılı omcaların yüksek polen sayısı, yüksek polen canlılığı ve yüksek ovül döllenmesi gösterdiği bildirilmektedir (Kidman ve ark., 2014). Genetik ilişkilerin döllenme başarısı üzerinde polen canlılığından daha güçlü bir etkiye sahip olduğu ifade edilmektedir (Stupić ve ark., 2019).

### 1.9. Çoğaltma

*In vitro* koşullarda arbuskular mikoriza fungus (AMF) kullanımı genotiplerin gelişim ve beslenmelerini olumlu yönde etkilemekte, özellikle fenolik bileşik artışı sağlayarak asmanın savunma mekanizmasını güçlendirmektedir (Eftekhari ve ark., 2012).

Guan ve ark. (2013), sürgün apikal meristemlerinin potansiyel hızlı çoğalım ve rejenerasyon yetenekleri sayesinde Çin yabani asma türü *V. pseudoreticulata*'nın *Agrobacterium* aracılı genetik transformasyon çalışmalarında ümitvar sonuçlar elde edildiğini bildirmektedir.

### 1.10. Depolama

Yeni tüketici eğilimleri doğrultusunda üzüm muhafazasında kükürt uygulamasına alternatif olarak etanol güvenli bir bileşik olarak kabul görmekte, ışın (UV vb.) ve ozon gibi çevre dostu uygulamalar öne çıkmaktadır (Centioni ve ark., 2014)

### 1.11. Islah

*Vitis*'te bulunan fenotipik çeşitlilik, ıslah performanslarını iyileştirmek için önemli bir seçenek yelpazesi sunmaktadır. Bitki ıslahı için faydalı alleller değerli genetik çeşitliliğin korunmasını sağlamak için önemlidir ve bu, gelecekte çeşitlerin korunması, tanımlanması ve çoğaltılması için faydalıdır. Son yıllarda kuraklığa dayanıklılık ıslahı çalışmaları yoğunluk göstermektedir (Costa ve ark., 2019). Tüketici talepleri doğrultusunda sofralık, iri taneli çekirdeksiz üzüm çeşit eldesi bağcılıkta ıslah çalışmalarının hedeflerindedir (Xu ve ark., 2011). Moleküler düzeyde, direnç belirteçleri olarak QTL analizleri, popülerliğini korumakta olup özellikle dirençli gen ekspresyonu ile ilişkilendirerek direnç mekanizmalarında metabolit üretimini tanımlayabilir görülmektedir. Stres biyobelirteçlerinin (özellikle delta-viniferin ve pterostilben) izlenmesi asmaların doğal savunma tepkilerinin etkinliğini değerlendirmek amacıyla büyük ilgi görmektedir (Herzog ve ark., 2013; Duchêne, 2016; Merdinoglu ve ark., 2018).

### 1.12. Organik-Biyodinamik Bağcılık

Son yıllarda şaraplık üzüm üreticileri ve tüketiciler tarafından organik ve özellikle biyodinamik şaraba artan ilgi nedeniyle kaliteyi arttırma yönünde asma büyüme ve gelişmesinin bu yöntemlere doğru kaymasının etkilerini daha iyi anlamak gerekmektedir. Uzun dönemli çalışmasının sonunda Meissner ve ark. (2019), toprak verimliliğini arttırması ve vejetatif büyümeyi azaltması açısından biyodinamik yöntemin organik yetiştiriciliğe göre daha avantajlı olduğunu ifade etmektedir. Organik bir bağda ben düşme sonrası yapılan salkım seyreltme (İşçi ve ark., 2015; Tessarin ve ark., 2018) teknolojik olgunluğu değiştirmemektedir. Organik bağlarda ürünü patojenlerden korumaya yönelik uygun pestisitlerin az olması üreticileri farklı arayışlara yönlendirmektedir. Asma unlu bitine (*Planococcus ficus* (Signoret)) karşı kullanılan uçucu bileşikler arasında yer alan sinamaldehytlerin asma yapraklarına fitotoksik olmaması ve yüksek ölüm oranına sebep olması dikkat çekicidir (Peschiutta ve ark., 2019).

### 1.13. Simbiyotik Yaşam

Arbuskular mikoriza funguslar (AMF) simbiyoz içinde bitkiden karbon ihtiyacını karşılayan buna karşılık bitki köklerinin özellikle ulaşamadığı yerlerde de besini ve suyu almasına yardımcı olan mikroorganizmalardır. Pratikte AMF uygulamalarının omca gelişimi üzerine etkilerinin fidanlıklarda (Holland ve ark., 2018) ve kurulu bağlarda (Belew ve ark., 2010) konukçuya bağlı olarak değiştiği görülmektedir.

## 2. Geleceğe Yönelik Projeksiyonlar

Bu derlemede atıfta bulunulan çalışmaların değerlendirmeye katılmayan diğer çalışmaları temsil etmesi bağlamında gösterilen özenin ışığında; ülke bağcılığının, dünyanın geri kalanında olduğu gibi, küresel ısınmanın etkisinde olduğu açıktır. Ülkemizin önemli yetiştiricilik bölgelerine sahip olunması, üretimde ve özellikle kalitede bilimsel çalışmaların daha yakından takip edilmesini zorunlu hale getirmektedir. Küresel ısınmanın karşımıza çıkardığı sorunlar, daha öncesi olmayan çevresel sorunlara yol açtığından, halihazırda sahip olunan bilgilerin değişmesine, yenilenmesine ve bunun için de yeni bilimsel çalışmaların planlanmasına ihtiyaç vardır.

Sıcaklık izotermelerinde küresel ısınma nedeniyle değişimlerin gözlenmesi, üstün kaliteli çeşitlerin yetiştirildiği ve/veya katma değeri yüksek ürünlerin elde edildiği bölgelerin gelecek yıllarda maruz kalabilecekleri sıcaklık bilgilerine ihtiyaç vardır.

Taç yönetimi uygulamalarının yaz stresi etkilerini azaltma ve fenolojik aşamaların öne gelmesine çare olarak daha iyi planlanması gerekmektedir. Uygulamaların asma fizyolojisi üzerindeki etkileri araştırılmalı ve bunun için hızlı, güvenilir ve dokuyu parçalamayı gerektirmeyen analiz yöntemleri ile modelleme çalışmalarına ağırlık verilerek gelecek yıllarda değişimin boyutları tahmin edilmelidir.

İklimde ve asma fenolojisinde meydana gelen küresel ısınma kaynaklı değişimler yeni hastalık ve zararlıların ortaya çıkışını kolaylaştırabileceğinden veya zarar şiddetini arttırılabileceğinden bağlarda bitki koruma kaynaklı çalışmalara ağırlık verilmelidir. Önemli çeşitlerde klon bazında hastalık ve zararlılara dayanıklılık çalışmalarının yapılması önemlidir.

Yetiştiricilik tipine (organik, konvansiyonel veya biyodinamik) bağlı olarak bağlarda hazır preparatların ve örtü bitkilerinin toprağa olan etki şekli ve üzüm kalitesine olan etkileri hakkında daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

Sayı ve nitelik açısından arttırılması gereken bir diğer konu üzüm hasat sonrası fizyolojisidir. Sofralık üzüm üretiminde kalite için; derim öncesinde, derim sırasında ve sonrasında yapılan uygulamalar bir bütün olarak düşünülmelidir.

Genom bilgisi ve moleküler belirteçlerin kullanımındaki gelişmeler sayesinde, artık farklı patojenlere (mantarlar, bakteriler, virüsler, böcekler) karşı daha fazla çözüm öngörmek ve yakın gelecekte bu dirençlerin dayanıklılığını sağlamak ve bunları birleştirmek mümkündür. Abiyotik strese dayanıklılık ıslahı çalışmalarında, yeni anaç genotiplerinin eldesine de hız vermek yararlı olacaktır. Genotip-çevre etkileşiminin değerlendirilmesi ve fenotipik korelasyonların ortaya konması önemlidir.

Bağlarda uygulanan stres ve fizyoloji yaklaşımları ile su stresinin asma üzerindeki etkilerini gösteren yaklaşımlar öne çıkmakta, özellikle şarap kalitesini bozmadan bağdan yüksek miktarda kaliteli ürün elde etmeye yönelik çalışmalar teşvik edilmektedir. Bu bağlamda kuraklığa dayanıklılık fizyolojisinin iyi anlaşılması gerekmektedir. Hem yerel hem de küresel pazarlar, yetiştirilen çeşitleri kısıtlama eğilimindedir ve bu nedenle, çeşit değiştirerek iklim değişikliğine uyum sağlamak ekonomik olarak uygun bir seçenek olmayabilir. Bu nedenle, mevcut çeşitlerin kuraklık toleransını daha iyi yönetmek, doğrudan çeşidi geliştirmek veya belirli anaçlara aşılama yoluyla davranışını değiştirmek önemlidir. Ülkemizde bağcılıkta asma su ihtiyacı ve stres çalışmalarına yönelik yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle bitki belirteçlerine dayalı, yeni cihazlar kullanılarak yapılacak sulama zamanı planlaması ve kısıntılı sulama programlama yaklaşımlarının bundan sonra bağcılıkta yapılacak araştırma çalışmasında öncelikli konular arasında ele alınması önerilmektedir.

Asmada tozlanma ve dölleme fizyolojisinin biyotik ve abiyotik stres çalışmaları ile ilişkilendirilmesi hem bağ uygulamalarında hem de ıslah çalışmalarında ilerleme sağlayacaktır.

Doku kültürü ile geliştirilen başarılı protokoller ve tek boğum içeren sürgün apikal meristemleri gibi başarılı eksplant seçimleri, asmada genetik transformasyonun çalışmalarında hem hız hem de etkinlik sağlama açısından önerilebilir. Çoğaltma işlemleri sırasında fidan sağlığının korunmasına yönelik çalışmaların arttırılması ve özellikle nematod zararının ve yayılımının kontrol altına alınmasına yönelik yönetmelik değişikliklerinin düşünülmesi ve uygulanması gereklidir.



## Kaynakça

- Acimovic, D., Tozzini, L., Green, A., Sivilotti, P., & Sabbatini, P. (2016). Identification of a defoliation severity threshold for changing fruitset, bunch morphology and fruit composition in Pinot noir. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 22(3), 399-408.
- Aguín, O., Ferreira, V., González-Jartín, J.M., Alfonso, A., Botana, L.M., Mansilla, J.P., & Sainz, M.J. (2018). *Pilidium lythri* is associated with bunch rot of grapevine (*Vitis vinifera*). *American Journal of Enology and Viticulture* 69, 410-416.
- Alonso-Villaverde, V., Boso, S., Santiago, J.L., Gago, P., & Martínez, M.C. (2011). Variability of the stomata among 'Albarino' (*Vitis vinifera* L.) clones and its relationship with susceptibility to downy mildew. *Vitis* 50, 45-46.
- Attia, F., Martinez, L., & Lamaze, T. (2014). Foliar application of processed calcite particles improves leaf photosynthesis of potted *Vitis vinifera* L. (var. 'Cot') grown under water deficit. *OENO One* 48(4), 237-245.
- Austin, C.N., & Wilcox, W.F. (2011). Effects of fruit-zone leaf removal, training systems and irrigation on the development of grapevine powdery mildew. *American Journal of Enology and Viticulture* 62, 193-198.
- Baluja, J., Diago, M.P., Goovaerts, P., & Tardaguila J. (2012). Spatio-temporal dynamics of grape anthocyanin accumulation in a Tempranillo vineyard monitored by proximal sensing. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 18(2), 173-182.
- Baronio, C.A., Nondillo, A., Silva da Cunha, U., & Botton, M. (2016). Effect of insecticides sprayed on leaves and applied via soil to *Aphis illinoisensis* Shimer, 1866 (Hemiptera: Aphididae) on grapevines. *South African Journal of Enology and Viticulture* 37(1), 61-66.
- Belew, D., Astatkie, T., Mokashi, M.N., Getachew, Y., & Patil, C.P. (2010). Effects of salinity and mycorrhizal inoculation (*Glomus fasciculatum*) on growth responses of grape rootstocks (*Vitis* spp.). *South African Journal of Enology and Viticulture* 31(2), 82-88.
- Beltrame, K.K., Gonçalves, T.R., Março, P.H., Gomes, S.T.M., Matsushita, M., & Valderrama, P. (2019). Application of digital images and multivariate calibration for the quantification of anthocyanin and antioxidant activity in grape juice. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 25, 156-160.
- Beslic, Z., Todic, S., & Tesic, D. (2010). Validation of non-destructive methodology of grapevine leaf area estimation on cv. Blaufränkisch (*Vitis vinifera* L.). *South African Journal of Enology and Viticulture* 31(1), 22-25.
- Böttcher, C., Boss, P.K., Harvey, K.E., Burbidge, C.A., & Davies, C. (2018). Peduncle-girdling of Shiraz (*Vitis vinifera* L.) bunches and sugar concentration at the time of girdling affect wine volatile compounds. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 24,206-218.
- Buesa, I., Pérez, D., Castel, J., Intrigliolo, D.S., & Castel, J.R. (2017). Effect of deficit irrigation on vine performance and grape composition of *Vitis vinifera* L. cv. Muscat of Alexandria. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 23(2), 251-259.
- Cabrera, J.A., Wang, D., Schneider, A.M., & Hanson, B.D. (2011). Effect of methyl bromide alternatives on plant parasitic nematodes and grape yield under vineyard replant conditions. *American Journal of Enology and Viticulture* 62, 42-48.
- Caruso, G., Tozzini, L., Rallo, G., Primicerio, J., Moriondo, M., Palai, G., & Gucci, R. (2017). Estimating biophysical and geometrical parameters of grapevine canopies ('Sangiovese') by an unmanned aerial vehicle (UAV) and VIS-NIR cameras. *Vitis* 56, 63-70.
- Centinari, M., Vanden Huevel, J.E., Goebel M., Smith, S.M., & Bauerle, T.L. (2015). Root-zone management practices impact above and belowground growth in Cabernet Franc grapevines. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 22(1), 137-148.
- Centioni, L., Tiberi, D., Pietromarchi, P., Bellincontro, A., & Mencarelli, F. (2014). Effect of postharvest dehydration on content of volatile organic compounds in the epicarp of cesanese grape berry. *American Journal of Enology and Viticulture* 65, 333-340.
- Chen, X., Ding, H., Yuan, L.-M., Cai, J.-R., Chen, X., & Lin, Y. (2018). New approach of simultaneous, multi-perspective imaging for quantitative assessment of the compactness of grape bunches. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 24(4),413-420.

- Costa, L.D., Malnoy, M., Lecourieux, D., Deluc, L., Ouaked- Lecourieux, F.O., Thomas, M.R., & Torregrosa, L.J.M. (2019). The state-of-the-art of grapevine biotechnology and new breeding technologies (NBTS). *OENO One* 53(2), 205-228.
- Coulon-Leroy, C., Charnomordic, B., Rioux, D., Thiollet-Scholtus, M., & Guillaume, S. (2012). Prediction of vine vigor and precocity using data and knowledge-based fuzzy inference systems. *OENO One* 46(3), 185-205.
- Cubero, S., Diago, M.P., Blasco, J., Tardaguila, J., Prats-Moltalban, J.M., Ibañez, J., Tello, J., & Aleixos, N. (2015). A new method for assessment of bunch compactness using automated image analysis. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 21(1), 101-109.
- Dahal, K.C., Bhattarai, S.P., Kicherer, A., Oag, D.R., & Walsh, K.B. (2018). Assessment of 'hen and chicken' disorder for marketable yield estimates of table grape using the 'Berry Analysis Tool'. *Vitis*, 57, 27-34.
- Diago, M.P., Aquino, A., Millan, B., Palacios, F., Tardaguila, J. (2019). On-the-go assessment of vineyard canopy porosity, bunch and leaf exposure by image analysis. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 25(3), 363-374.
- Diago, M.P., Bellincontro, A., Scheidweiler, M., Tardaguila, J., Tittmann, S., & Stoll, M. (2017). Future opportunities of proximal near infrared spectroscopy approaches to determine the variability of vineyard water status. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 23(2), 409-414.
- Duchêne, E. (2016). How can grapevine genetics contribute to the adaptation to climate change? *OENO One* 50(3), 113-124.
- Düker, A., & Kubiak, R. (2011). Stem injection of triazoles for the protection of *Vitis vinifera* L. ('Riesling') against powdery mildew (*Uncinula necator*). *Vitis* 50(2), 73-79.
- Eftekhari, M., Alizadeh, M., Mashayekhi, K., & Asghari, H. (2012). *In vitro* propagation of four Iranian grape varieties: Influence of genotype and pretreatment with arbuscular mycorrhiza. *Vitis* 51, 175-182.
- Evers, D., Molitor, D., Rothmeier, M., Behr, M., Fischer, S., & Hoffmann, L. (2010). Efficiency of different strategies for the control of grey mold on grapes including gibberellic acid (Gibb3), leaf removal and/or botrycide treatments. *OENO One* 44(3), 151-159.
- Ferrandino, A., Pagliarani, C., Carlomagno, A., Novello, V., Achubert, A., & Agati, G. (2017). Improved fluorescence-based evaluation of flavonoid in red and white winegrape cultivars. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 23(2), 207-214.
- Fiorillo, E., Crisci, A., De Flippis, T., Di Gennaro, S.F., Di Blasi, S., Matese, A., Primicero, J., Vaccari, F.P., & Genesio, L. (2012). Airborne high-resolution images for grape classification: changes in correlation between technological and late maturity in a Sangiovese vineyard in Central Italy. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 18(1), 80-90.
- Frioni, T., Tombesi, S., Silvestroni, O., Lanari, V., Bellincontro, A., Sabbatini, P., Gatti, M., Poni, S., & Palliotti, A. (2016). Postbudburst spur pruning reduces yield and delays fruit sugar accumulation in Sangiovese in central Italy. *American Journal of Enology and Viticulture* 67, 419-425.
- García-Esperza, M.J., Abrisqueta, I., Escriche, I., Istrigliolo, D.S., Álvarez, I., & Lizama, V. (2018). Volatile compounds and phenolic composition of skins and seeds of 'Cabernet Sauvignon' grapes under different deficit irrigation regimes. *Vitis* 57, 83-91.
- Garde-Cerdán, T., Gutiérrez-Gamboa, G., López, R., Rubio-Bretón, P., & Pérez-Álvarez, E.P. (2018). Influence of foliar application of phenylalanine and urea at two doses to vineyards on grape volatile composition and amino acids content. *Vitis* 57, 137-141.
- Gąstoł, M., & Domagała-Świątkiewicz, I. (2014). Trace element partitioning in 'Sibera' grapevines as affected by nitrogen fertilisation. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 35, 217-225.
- Guan, X., Zhao, H., Xu, Y., & Wang, Y. (2013). Studies on gene transfer of shoot apical meristems by Agrobacterium-mediated genetic transformation in a progeny of Chinese wild *Vitis pseudoreticulata*. *Vitis* 52(4), 185-192.
- Guisard, Y., Birch, C.J., & Tesic, D. (2010). Predicting leaf area of *Vitis vinifera* L. cvs. Cabernet Sauvignon and Shiraz. *American Journal of Enology and Viticulture* 61, 272-277.
- Guo, D.L., Wang, Z.G., Li, Q., Gu, S.C., Zhang, G.H., & Yu, Y.H. (2019). Hydrogen peroxide treatment promotes early ripening in Kyoho grape. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 25, 357-362.

- Gutiérrez, S., Tardaguila, J., Fernández-Novales, J., & Diago, M.P. (2018). On-the-go hyperspectral imaging for the in-field estimation of grape berry soluble solids and anthocyanin concentration. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 25(1), 127-133.
- Hadadinejad, M., Pour, A.S., Nosrati, S.Z., Aliakbari, R., & Derakshan, A. (2014). Fruit set and seed traits affected by N-phenyl phetalamic acid in four grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars. *Vitis* 53(3), 125-132.
- Hall, A., & Blackman, J. (2019). Modelling within-region spatiotemporal variability in grapevine phenology with high resolution temperature data. *OENO One* 2, 147-149
- Herzog, K., Roscher, R., Weiland, M., Kicherer, A., Lábe, T., Förstner, W., Kuhlmann, H., & Töpfer, R. (2014). Initial steps for high-throughput phenotyping in vineyards. *Vitis* 53(1), 1-8.
- Herzog, E., Töpfer, R., Hausmann, L., Eibach, R., & Frisch, M. (2013). Selection strategies for marker-assisted background selection with chromosome-wise SSR multiplexes in pseudo-backcross programs for grapevine breeding. *Vitis* 52(4), 193–196.
- Hickey, C.C., Hatch, T.A., Stallings, J., & Wolf, T.K. (2016). Under-trellis cover crop and rootstock affect growth, yield components, and fruit composition of Cabernet Sauvignon. *American Journal of Enology and Viticulture* 67, 281-295.
- Holland, T.C., Hart, M.M., Bogdanoff, C., & Bowen, P. (2018). Response of grapevine rootstocks to soil inocula from different sources. *American Journal of Enology and Viticulture* 69, 94-100.
- İşçi, B., & Gökbayrak, Z. (2015). Influence of brassinosteroids on fruit yield and quality of table grape 'Alphonse Lavallée'. *Vitis* 54, 17-19.
- İşçi, B., Gökbayrak, Z., & Keskin, N. (2015). Effects of cultural practices on total phenolics and vitamin C content of organic table grapes. *South African Journal of Enology and Viticulture* 36(2), 191-194.
- Jarausch, B., Müller, T., Gramm, T., & Hoffmann, C. (2017). Comparative evaluation of insecticide efficacy tests against *Drosophila suzukii* on grape berries in laboratory, semi-field and field trials. *Vitis* 56, 133-140.
- Keller, M., Shrestha, P.M., Hall, G.E., Bondada, B.H., & Davenport, J.R. (2016). Arrested sugar accumulation and altered organic acid metabolism in grape berries affected by berry shrivel syndrome. *American Journal of Enology and Viticulture* 67, 398-406.
- Kicherer, A., Klodt, M., Sharifzadeh, S., Cremers, D., Töpfer, R., & Herzog, K. (2017). Automatic image-based determination of pruning mass as a determinant for yield potential in grapevine management and breeding. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 23(1), 120-124.
- Kicherer, A., Roscher, R., Herzog, K., Šimon, S., Förstner, W., & Töpfer, R. (2013). BAT (Berry Analysis Tool): A high-throughput image interpretation tool to acquire the number, diameter, and volume of grapevine berries. *Vitis* 52(3), 129-135.
- Kidman, C.M., Dry, P.R., McCarthy, M.G., & Collins, C. (2014). Effect of rootstock on nutrition, pollination and fertilisation in 'Shiraz' (*Vitis vinifera* L.). *Vitis* 53(3), 139-145.
- Knoetze, R. (2020). The effect of water treatment of rooted grapevine nursery rootstock on the survival of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* (Nematoda: Heteroderidae). *South African Journal of Enology and Viticulture*, 41(1), 1-5.
- Kocsis, M., Csikász-Krizsics, A., Szata, B.É., Kovács, S., Nagy, Á., Máta, A., & Jakab, G. (2018). Regulation of cluster compactness and resistance to *Botrytis cinerea* with  $\beta$ -aminobutyric acid treatment in field-grown grapevine. *Vitis* 57, 35-40.
- Kruger, D.H.M., Fourie, J.C., & Malan, A.P. (2015). Control potential of Brassicaceae cover crops as green manure and their host status for *Meloidogyne javanica* and *Criconemoides xenoplax*. *South African Journal of Enology and Viticulture* 35(1), 165-174.
- La Torre, A., Menesatti, P., Fibiani, M., Picchi, V., Mandalà, Antonucci, F., & Lo Scalzo, R. (2014). Phytochemical concentrations and antioxidant capacity of grapes treated with low copper formulations against downy mildew. *American Journal of Enology and Viticulture* 65, 486-492.
- Lavado, N., Uriarte, D., Mancha, L.A., Moreno, D., Valdés, E., & Prieto, M.H. (2019). Effect of forcing wine regrowth on 'Tempranillo' (*Vitis vinifera* L.) berry development and quality in Extremadura. *Vitis* 58, 135-142.
- Lohitnavy, N., Bastian, S., & Collins, C. (2010). Early leaf removal increases flower abscission in *Vitis vinifera* 'Semillon'. *Vitis* 49, 51-53.

- Lucchi, A. Scaramozzino, P.L., Michl, G., Loni, A., & Hoffmann, C. (2016). The first record in Italy of *Trichogramma cordubense* Vargas & Cabello 1985 (Hymenoptera Trichogrammatidae) emerging from the eggs of *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller, 1775) (Lepidoptera Tortricidae). *Vitis* 55, 161-164.
- Martínez de Toda, F., Balda, P., & Oliveira, M. (2010). Estimation of vineyard water status (*Vitis vinifera* L. Cv. Tempranillo) from the developmental stage of the shoot tips. *OENO One* 44(4), 201-206.
- Martínez de Toda, F., & Balda, P. (2014). Reducing the pH of wine by increasing grape sunlight exposure: A method to mitigate the effects of climate warming. *Vitis* 53(1), 17-20.
- Martínez, A., & Gómez-Miguel, V.D. (2017). Vegetation index cartography as a methodology complement to *terroir* zoning for use in precision viticulture. *OENO One* 51(3), 289-301.
- Martínez de Toda, F., García, J., & Balda, P. (2019). Preliminary results on forcing vine regrowth to delay ripening to a cooler period. *Vitis* 58, 17-22.
- Meissner, G., Athmann, M.E., Fritz, J., Kauer, R., Stoll, M., & Schultz, H.R. (2019). Conversion to organic and biodynamic viticultural practices: impact on soil, grapevine development and grape quality. *OENO One* 53(4), 639-659.
- Menesati, P., Antonucci, F., Costa, C., Mandala, C., Battaglia, V., & La Torre, A. (2013). Multivariate forecasting model to optimize management of grape downy mildew control. *Vitis* 52(3), 141-148.
- Merdinoglu, D., Schneider, C., Prado, E., Wiedemann-Merdinoglu, S., & Mestre, P. (2018). Breeding for durable resistance to downy and powdery mildew in grapevine. *OENO One* 52(3), 203-209.
- Millan, B., Diago, M.P., Aquino, A., Palacios, F., & Tardaguila, J. (2019). Vineyard pruning weight assessment by machine vision: towards an on-the-go measurement system: This article is published in cooperation with the 21<sup>th</sup> GIESCO International Meeting, June 23-28 2019, Thessaloniki, Greece. Guests editors: Stefanos Koundouras and Laurent Torregrosa. *OENO One*, 53(2).
- Molitor D., & Keller, M. (2016). Yields of Müller-Thurgau and Riesling grapevines is altered by meteorological conditions in the current and previous growing seasons. *OENO One* 50(4), 245-258.
- Molitor, D., Hoffman, L., & Beyer, M. (2015). Flower debris removal delays bunch rot epidemic. *American Journal of Enology and Viticulture* 66,548-553.
- Moran, M.A., Sadras, V.O., & Petrie, P.R. (2017). Late pruning and carry-over effects on phenology, yield components and berry traits in Shiraz. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 23,390-398.
- Muñoz-Rodríguez, A., Tormo, R., & Silva, M.I. (2011): Pollination dynamics in *Vitis vinifera* L. *American Journal of Enology and Viticulture* 62, 113-117.
- Olego, M.A., & Garzón, J.E. (2014). Predictive modelling of magnesium concentration in grapevine petioles as a basis for liming recommendations in vineyard acid soils. *Vitis* 53(1), 29-32.
- Palliotti, A., Panara, F., Silvestroni, O., Lanari, V., Sabbatini, P., Howell, G.S., Gatti, M., & Poni, S. (2013). Influence of mechanical postveraison leaf removal apical to the cluster zone on delay of fruit ripening in Sangiovese (*Vitis vinifera* L.) grapevines. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 19(3), 369-377.
- Parker, A.K., Raw, V., Martin, D., Haycock, S., Sherman, E., & Trought, M.C.T. (2016). Reduced grapevine canopy size post-flowering *via* mechanical trimming alters ripening and yield of 'Pinot noir'. *Vitis* 55,1-9.
- Peschiutta, M.L., Ordano, M.A., Zaio, Y.P., & Zygadlo, J.A. (2019). Efficacy of selected volatile compounds for organic vine mealybug control. *Vitis* 58, 1-6.
- Pérez-Álvarez, E.P., García-Escudero, E., & Peregrina, F. (2015). Soil nutrient availability under cover crops: effects on vines, must, and wine in a Tempranillo vineyard. *American Journal of Enology and Viticulture* 66, 311-320.
- Petrie, P.R., Brooke, S.J., Moran, M.A., & Sadras, V.O. (2017). Pruning after budburst to delay and spread grape maturity. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 23, 378-389.
- Prats-Llinàs, M.T., DeJong, T.M., Jarvis-Shean, K.S., Girona, J., & Marsal, J. (2019). Performance of a chill overlap model for predicting budbreak in Chardonnay grapevines under a broad range of growing conditions. *American Journal of Enology and Viticulture* 79, 50-59.

- Preszler, T., Schmidt, T.M., & Vandel Huevel, J.E. (2010). A model to establish economically sustainable cluster-thinning practices. *American Journal of Enology and Viticulture* 61, 140-146.
- Ramos, M.C., & Romero, M.P. (2016). Effects of soil characteristics and leaf thinning on micronutrient uptake and redistribution in 'Cabernet Sauvignon'. *Vitis* 55, 113–120.
- Ripoll, G., Vazquez, M., Vilanova, M. (2017). Effect of deficit irrigation on vine performance and grape composition of *Vitis vinifera* L. cv. Muscat of Alexandria. *Ciência e Técnica Vitivinícola* 32(1), 53-61.
- Rocchi, L., Rustioni, L., & Failla, O. (2016). Chlorophyll and carotenoid quantifications in white grape (*Vitis vinifera* L.) skins by reflectance spectroscopy. *Vitis* 55, 11-16.
- Rolshausen, P.E., Urbez-Torres, J. R., Rooney-Latham, S., Eskalen, A., Smith, R.J., & Gubler, W.D. (2010). Evaluation of pruning wound susceptibility and protection against fungi associated with grapevine trunk diseases. *American Journal of Enology and Viticulture* 61,113-119.
- Rudolph, R., Herzog, K., Töpfer, R., & Steinhage, V. (2019). Efficient identification, localization and quantification of grapevine inflorescences and flowers in unprepared field images using Fully Convolutional Networks. *Vitis* 58, 95-104.
- Rustioni, L., Herrera, J.C., Failla, O., Peterlunger, E., & Sivilotti, P. (2019). Stem starch reserves studied by on-solid reactions coupled with reflectance detections in water stresses grapevines. *Vitis* 58,47-51.
- Sáenz-Romo, M.G., Martínez-García, H., Veas-Bernal, A., Carvajal-Montoya-L.D., Martínez-Villar, E., Ibáñez-Pascual, S., Marco-Mancebón, V.S., & Pérez-Moreno, I. (2019). Effect of ground-cover management on predatory mites (*Acari:phytoseiidae*) in a Mediterranean vineyard. *Vitis* 58, 25-32.
- Santesteban, L.G., Miranda, C., Urrestarazu, J., Loidi, M., & Royo, J.B. (2017). Severe trimming and enhanced competition of laterals as a tool to delay ripening in Tempranillo vineyards under semiarid conditions. *OENO One* 51(2), 191-203.
- Shellie, K.C., & King, B.A. (2013). Kaolin particle film and water deficit influence red winegrape color under high solar radiation in an arid climate. *American Journal of Enology and Viticulture* 64, 214-222.
- Silvestroni, O., Lanari, V., Lattanzi, T., Palliotti, A., Vande Weide, J., & Sabbatini P. (2019). Canopy management strategies to control yield and grape composition of Montepulciano grapevines. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 25, 30-42.
- Steel, C. C., Greer, L. A., Savocchia, S., & Samuelan, K. (2011). Effect of temperature on *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum acutatum* and *Greeneria uvicola* mixed fungal infection of *Vitis vinifera* grape berries. *Vitis* 50 (2), 69-71.
- Stupić, D., Bauer, N., Jagić, M., Lucić, A., Mlinarec, J., Malenica, N., Karoglan Kontić, J., Maletić, E., & Leljak-Levanić, D. (2019). Reproductive potential of the functionally female native Croatian grapevine 'Grk bijeli'. *Vitis* 58, 61-70.
- Sturman, A., Zawar-Reza, P., Soltanzaeh, I., Katurji, M., Bonnardot, V., Parker A.K., Trought, M.C.T., Quénot, H., Le Roux, R., Gendig, E., & Schulmann, T. (2017). The application of high-resolution atmospheric modelling to weather and climate variability in vineyard regions. *OENO One* 51(2), 99-105.
- Taylor, J.A., Acevedo-Opazo, C., Pellegrino, A., Ojeda, H., & Tisseyre, B. (2012). Can within season grapevine predawn leaf water potentials be predicted from meteorological data in non-irrigated Mediterranean vineyards? *OENO One* 46(3), 221-232.
- Tello, J., Herzog, K., Rist, F., This, P., & Doligez, A. (2020). Automatic flower number evaluation in grapevine inflorescences using RGB images. *American Journal of Enology and Viticulture* 71, 10-16.
- Tessarini, P., Parpinello, G.P., & Rombolà, A.D. (2018). Physiological and enological implications of postveraison trimming in an organically-managed Sangiovese vineyard. *American Journal of Enology and Viticulture* 69, 59-69.
- Tian, T., & Gu, S. (2019). Improving fruit anthocyanins in 'Cabernet Sauvignon' by shifting fruit ripening and irrigation reduction post veraison in warmer region. *Vitis* 58, 23-31.

- Tuccio, L., Remorini, D., Pinelli, R., Fierini, E., Tonutti, P., Scalabrelli, G., & Agati, G. (2011). Rapid and non-destructive method to assess in the vineyard grape berry anthocyanins under different seasonal and water conditions. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 17(2), 181-189.
- Xu, H.-Y., Zhang, G.-J., Yan, A.-L., & Sun, L. (2011). 'Ruiduwuheyi Seedless': A new late-maturing seedless table grape. *Vitis* 50 (4), 183–184.
- Vaillant-Gaveau, N., Wojnarowicz, G., Petit, A.-N., Jacquens, L., Panigai, L., Clement, C. & Fontaine, F. (2014). Relationships between carbohydrates and reproductive development in chardonnay grapevine: impact of defoliation and fruit removal treatments during four successive growing seasons. *OENO One* (48) 4, 219-229.
- Vander Weide, J., Frioni, T., Ma, Z., Stoll, M., Poni, S., & Sabbatini, P. (2020). Early leaf removal as a strategy to improve ripening and lower cluster rot in cool climate (*Vitis vinifera* L.) Pinot Grigio. *American Journal of Enology and Viticulture* 71, 70-79.
- Van Zeller de Macedo Basto Gonçalves, M.I., Bavaresco, L., Civardi, S., & Ferrari, F. (2011). Interactions between *Plasmopara viticola* infection and stilbene synthesis in leaves and berries of ten 'Cabernet Sauvignon' clones. *Vitis* 50(3), 119-122.
- Verdenal, T., Zufferey, V., Dieges-Nagy, A., Gindro, K., Belcher, S., Lorenzini, F., Röstil, J., Koestel, C., Spring, J.-J., & Viret, O. (2017). Pre-flowering defoliation affects berry structure and enhances wine sensory parameters. *OENO One* 51(3), 263-275.
- Villangó, S., Zsófi, Z., & Bálo, B. (2013). Pressure-volume analysis of two grapevine cultivars ('Kékfrankos' and 'Portugieser', *Vitis vinifera* L.): Water deficit, osmotic conditions, and their possible relations with drought tolerance. *Vitis* 52(4), 205-206.
- Villanova, M., Rodríguez-Nogales, J.M., Vila-Crespo, J., & Yuste, J. (2018). Influence of water regime on yield components, must composition and wine volatile compounds of *Vitis vinifera* cv. Verdejo. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 25(1), 83-91.
- Wang, F.P., Zhang, L., Du, Y.P., & Zhai, H. (2015). Root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) infection alters vegetative growth and nitrogen uptake and distribution in grapevine. *Vitis* 54, 143-150.
- Wohlfahrt, Y., Collins, C., & Stoll, M. (2019). Grapevine bud fertility under conditions of elevated carbon dioxide: This article is published in cooperation with the 21th GIESCO International Meeting, June 23-28 2019, Thessaloniki, Greece. Guests editors : Stefanos Koundouras and Laurent Torregrosa. *OENO One* 53, 2.
- Zasada, I.A., Howland, A.D., Peets, A.B., East, K., & Moyer, M. (2019). *Vitis* spp. rootstocks are poor for *Meloidogyne hapla*, a nematode commonly found in Washington winegrape vineyards. *American Journal of Enology and Viticulture* 70, 1-8.
- Zheng, W., García, J., & Balda, P., Martínez de Toda, F. (2017a). Effects of late winter pruning at different phenological stages on vine yield components and berry composition in La Rioja, north-central Spain. *OENO One* 51(4), 363-372.
- Zheng, W., García, J., Balda, P., & Martínez de Toda, F. (2017b). Effects of severe trimming after fruit set on the ripening process and the quality of grapes. *Vitis* 56, 27-33.
- Zufferey, V., Spring, J.L., Voinesco, F., Viret, O., & Gindro, K. (2015). Physiological and histological approaches to study berry shrivel in grapes. *OENO One* 49, 113-125.

## 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 ≤ % 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)**

**Arastırma Makaleleri/ Articles**

- **G Assessing Yield and Silage Quality of Intercropped Corn and Soybean in Different Planting Patterns and in Mardin Ecological Condition** ..... 799-806  
- Mardin Ekolojik Koşullarında Farklı Karışım Oranlarıyla Ekilen Mısır ve Soya Bitkisinin Yem Verimi ve Silaj Kalite Endeksleri  
Erdal HOMAN, Şeyda ZORER ÇELEBİ, Sibel ERDOĞAN
- **Histopathological Effects of Different Levels of Palm Kernel Cake Fed to Dorper Lambs** ..... 807-812  
- Dorper Kuzularına Farklı Düzeylerde Hurma Çekirdekli Kek Yeminin Histopatolojik Etkileri  
Osama Anwer SAEED, Baker Tareq JABER, Umar Mohammed SANI, Awis Qurni SAZILI, Henny AKIT, Abdul Razak ALIMON,  
Anjas Asmara SAMSUDIN
- **Relationships of Wheat, Dry Bean and Chickpea Yields with Global Climate Change in Suşehri District, Turkey** ..... 813-824  
- Suşehri Bölgesinde Buğday, Kuru Fasulye ve Nohut Ürün Verimlerinin Küresel İklim Değişikliği ile İlişkisi  
Ahmet SÜMBÜL, Bektaş SÖNMEZ
- **Evaluation of Outdoor Ornamental Plants from the Viewpoint of Urban Biodiversity and Cultural Change in Terrestrial Climate: The Case of Niğde City** ..... 825-837  
- Kent Biyoçeşitliliği ve Kültürel Değişim Açısından Dış Mekan Süs Bitkilerinin Değerlendirilmesi: Niğde Kenti Örneği  
Güliden SANDAL ERZURUMLU, Dursun Yenal ERZURUMLU
- **Reaction of Different Pepper (*Capsicum annum* L.) Cultivars to Isolates of *Verticillium dahliae* Kleb. from Various Hosts** ..... 838-846  
- Farklı Konukçulardan Elde Edilmiş *Verticillium dahliae* Kleb. İzolatlarına Karşı Bazı Biber (*Capsicum annum* L.) Çeşitlerinin Reaksiyonlarının Belirlenmesi  
Furkan COŞKUN, Yaşar ALPTEKİN, Semra DEMİR
- **In Vitro Propagation of Some Mahaleb Genotypes as Candidate Rootstock for Sweet Cherries** ..... 847-857  
- Kiraz İçin Anaç Adayı Bazı Mahlep Genotiplerinin *In vitro* Çoğaltımı  
Erol AYDIN, Tarık YARILGAÇ
- **Farklı Oranlarda Adaçayı Esansiyel Yağı ile Hazırlanan Mikroenkapsüle Balık Yağlarının Depolama Süresi Boyunca Yağ Asitlerindeki Değişimlerin Belirlenmesi** ..... 858-869  
- Determination of Fatty Acids Changes During Storage of Microencapsulated Fish Oils Prepared with Sage Essential Oil in Different Proportions  
Mustafa DURMUŞ
- **The Effect of The Different Training Systems on Yield and Vegetative Growth of "Santa Maria" and "Deveci" Pear Cultivars** ..... 870-875  
- "Santa Maria" and "Deveci" Armut Çeşitlerinin Vejetatif Gelişimi ve Meyve Verimi Üzerine Farklı Terbiye Sistemlerinin Etkisi  
Emine KUCUKER, Erdal AGLAR
- **Identification and Antimicrobial Activity of Actinobacteria Isolated from Rhizosphere of the Local Endemic** ..... 876-885  
- Lokal Endemik Bitki Rizosferinden İzole Edilen Aktinobakterilerin Tanımlanması ve Antimikrobiyal Aktivitesi  
Süleyman ÖZAKIN, Bilgin TAŞKIN, Ebru İNCE BOSTANCI
- **Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bakteri Uygulamalarının Kuraklık Stresi Koşullarında Yetiştirilen Aynısafa (*Calendula officinalis* L.) Bitkisinin Bazı Büyüme Parametreleri ile Fizyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi** ..... 886-897  
- The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria Applications on Some Growth Parameters and Physiological Properties of Marigold (*Calendula officinalis* L.) Plant Grown under Drought Stress Conditions  
Ezelhan ŞELEM, Lütfi NOHUTÇU, Rüveyde TUNÇTÜRK, Murat TUNÇTÜRK
- **Mardin İlindeki Küçükbaş Hayvancılık İşletmelerinin Yapısal Durumu** ..... 898-905  
- Structural Situation of Small Ruminant Enterprises in Mardin Province  
Veysi ACIBUCA, Dilek BOSTAN BUDAK
- **Determination of Nut Characteristics and Biochemical Components of Some Pecan Nut Cultivars** ..... 906-914  
- Bazı Pikan Ceviz Çeşitlerinin Meyve Özellikleri ile Biyokimyasal İçeriklerinin Belirlenmesi  
Rabia YILMAZ, Adnan Nurhan YILDIRIM, Civan ÇELİK, Yaşar KARAKURT
- **Red Meat Price Volatility and Its Relationship with Crude Oil and Exchange Rates in Turkey with the Approach of GARCH (p, q) Model** ..... 915-927  
- Türkiye'de Kırmızı Et Fiyatı Oynaklığı ve Kırmızı Et Fiyatlarının Ham Petrol ve Döviz Kurları ile İlişkisi, GARCH (p, q) Modeli Yaklaşımı  
Melek AKAY
- **Malatya Ekolojisinde Farklı Rakımlarda Yetişen Bazı Üzüm Çeşitlerinin Kalite ve Biyokimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması** ..... 928-939  
- Performance Evaluation of Some Grape Varieties Growing in Different Altitude Groups  
Atilla ÇAKIR, Fırat İŞLEK, Ezgi DOĞAN, Gülistan BAZANCİR
- **Yerel Pazı (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*) Genotiplerinin Agronomik Özelliklerinin Belirlenmesi** ..... 940-950  
- Determination of Agronomic Properties of Local Swiss Chard (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*) Genotypes  
Emre DEMİREL, M. Kadri BOZOKALFA
- **Molecular identification of 'Candidatus Phytoplasma solani' using *SecY* and *Vmp1* Genes in Tomato Plants from Van province** ..... 951-960  
- Van'dan Domates Bitkilerinde *SecY* ve *Vmp1* Genlerini Kullanarak 'Candidatus Phytoplasma solani'nin Moleküler Tanımlanması  
Mustafa USTA, Abdullah GÜLLER, Serap DEMİREL
- **Multivariate Analysis Revealed the Morphological Variability Among *Crataegus* Species** ..... 961-972  
- *Crataegus* Türleri Arasındaki Morfolojik Değişkenliğin Çok Değişkenli Analizle Belirlenmesi  
Ferhad MURADOĞLU, Saime GÜRŞOY, Emrah GÜLER
- **Improvement of Grain Quality Traits in Bread Wheat Genotypes Through Mutation Breeding Using Gamma Irradiation** ..... 973-981  
- Ekmeklik Buğday Genotiplerinde Tane Kalitesi Özelliklerinin Gamma Işını Kullanılarak Mutasyon İslahı ile Geliştirilmesi  
Alpay BALKAN, Oğuz BİLGİN, İsmet BAŞER
- **Description of Plum Scale Immatures Stages (*Sphaerolecanium prunastri* (Boyer de Fonscolombe) (Hemiptera: Coccidae)** ..... 982-994  
- Erik Koşnili (*Sphaerolecanium prunastri* (Boyer de Fonscolombe) (Hemiptera: Coccidae)'nin Biyolojik Dönemlerinin Tanımlanması  
Gordana ĐUROVIĆ, Selma ÜLGENTÜRK
- **Antioxidant Activity and Total Phenolic Contents of Different Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Varieties Grown in Turkey** ..... 995-1000  
- Türkiye'de Yetiştirilen Farklı Yonca (*Medicago sativa* L.) Çeşitlerinin Antioksidan Aktiviteleri ve Toplam Fenolik Madde İçeriği  
Hakime Hülya ORAK, Magdalena KARAMAC, Adnan ORAK, Hazım Serkan TENİKECİER, Ryszard AMAROWICZ
- **Morphological Characterization of *A. vineale*** ..... 1001-1010  
- *A. vineale*'nin Morfolojik Karakterizasyonu  
Özlem ÇAKMAKCI, Suat ŞENSOY, Ali R. ALAN, Çeknas ERDİNÇ
- **Demirköprü Baraj Gölü'nde İlk *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) ve *Unio pictorum* (Linnaeus, 1758) Kaydı ve Bazı Biyometrik Parametrelerinin Değerlendirilmesi** ..... 1011-1019  
- The First Record of *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) and *Unio pictorum* (Linnaeus, 1758) in Demirköprü Dam Lake and Evaluation of Some Biometric Parameters  
Mehmet KOCABAŞ, Filiz KUTLUYER KOCABAŞ

- **Ticari Yumurta Tavuğu Rasyonlarında Saptanan Renk Pigmentlerinin Yumurta Sarısı Pigment Düzeyi Üzerine Etkisi** ..... 1020-1032  
- The Effect of Color Pigments Detected in Commercial Layer Diet on Egg Yolk Pigment Level  
Enes ALATAŞ, Ömer Faruk KURBAL, Filiz KARADAŞ

**Derleme/Review**

- **Metil Farnesoat Hormonunun Kabuklu Su Ürünlerinde Üremeye Etkisi** ..... 1033-1040  
- The Effect of Methyl Farnesoate Hormone on Reproduction in Crustaceans  
Mehmet BAL, Ayşe Gül HARLIOĞLU
- **Dünyada Bağcılık Alanında Son On Yılda Yapılmış Araştırmalara Genel Bir Bakış** ..... 1041-1055  
- General View of the Research Studies on World Viticulture In The Last Decade  
Zeliha GÖKBAYRAK, Burçak İŞÇİ, Nurhan KESKİN